



*Nayarit*  
NUESTRO HONOR Y COMPROMISO

COMISIÓN ESTATAL DE  
AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO

# ANÁLISIS COSTO EFICIENCIA COLECTOR COLOSIO Y EMISOR EL PUNTO

UBICACIÓN: TEPIC, NAYARIT.

COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO



## Contenido

I.	Resumen Ejecutivo .....	3
	Nombre del proyecto .....	3
	Localización .....	3
	Monto total de inversión.....	3
	Objetivo del PPI .....	4
	Problemática identificada .....	4
	Breve descripción del PPI .....	5
	Horizonte de Evaluación.....	5
	Descripción de los principales costos del PPI. ....	5
	Indicadores de Rentabilidad .....	6
	Conclusión.....	7
II.	Situación Actual del PPI.....	7
	Medio Físico .....	7
	Hidrología.....	8
	Clima y Temperatura .....	10
	Flora y Fauna .....	11
	Medio Social.....	12
	Aspecto Demográfico .....	12
	Aspectos económicos .....	14
	Características de las vías de comunicación en el área de influencia .....	18
	Problemática .....	20
	Infraestructura Hidráulica .....	21
	Saneamiento .....	32
	Oferta en la situación actual.....	33
	Demanda en la situación actual .....	34
	Demanda de agua potable .....	34
	Proyección de la demanda .....	35
	Demanda de conducción de aguas residuales.....	36
	Interacción Oferta-Demanda en la situación Actual.....	38
III.	Situación sin proyecto .....	41
	Análisis de la oferta .....	42
	Análisis de la Demanda .....	43



---

Interacción Oferta-Demanda en la Situación sin Proyecto .....	44
Análisis de alternativas .....	45
Comparativo General de Alternativas .....	46
Alternativa 1 – Colector Zapopan .....	58
Alternativa 2 – Colector Zapopan .....	59
IV.    Situación con proyecto .....	64
Generación de empleos .....	70
Alineación estratégica .....	70
Financiamiento .....	75
Estudios legales .....	76
Estudios Ambientales .....	78
Análisis de la Oferta .....	78
Análisis de la Demanda .....	80
Identificación, cuantificación y valoración de costos de las alternativas de solución del PPI .....	83
Costos de operación y mantenimiento .....	83
Análisis de riesgos .....	83
V.    Conclusiones y Recomendaciones .....	90
VI.   Bibliografía .....	92

## I. Resumen Ejecutivo

### Nombre del proyecto

- Emisor Sanitario El Punto
- Colector Sanitario Zapopan

### Localización

La ubicación de los principales componentes es la siguiente:

Componente	Inicio		Final	
	Latitud Norte	Latitud Oeste	Latitud Norte	Latitud Oeste
<b>Colector Zapopan</b>	21.522137	104.875781	21.519876	104.89131
<b>Emisor El Punto</b>	21.515489	104.890933	21.550457	104.897620

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los proyectos.



Ilustración 1. Localización. (fuente: propia)

### Monto total de inversión

El Colector Zapopan tienen un costo de \$59,022,589.10 con IVA incluido.

El Emisor El Punto tienen un costo de \$ 438,477,262.45 con IVA incluido.



## Objetivo del PPI

El proyecto consiste en la rehabilitación y/o reposición de la tubería que conforma la red de Colector Zapopan y el Emisor El Punto mediante el método tradicional de cielo abierto, en los tramos que trabajan por encima de su capacidad, se encuentran dañados y que han llegado a concluir la vida útil. Estas acciones permitirán continuar con la captación y desalojo del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic, en el Estado de Nayarit

## Problemática identificada

Tepic, por su ubicación geográfica, se encuentra expuesto a fenómenos de origen geológico, flujos, inestabilidad de laderas, de igual manera se ve afectado por fenómenos hidrometeorológicos como lluvias extremas e inundaciones principalmente.

La gravedad de los fenómenos naturales como inundaciones, no siempre se deben a causas naturales, sino que suelen intervenir los factores de vulnerabilidad y exposición del medio físico construido y socioeconómico; ocasionando daños a la infraestructura, al patrimonio de los habitantes y, principalmente, al bienestar social de la población.

El primer cuadro de la ciudad se conforma de tuberías muy antiguas con edades que en promedio sobrepasan su vida útil. El 65% de los colectores y la red de tuberías de drenajes sanitarios construidos en la parte baja de la ciudad de Tepic, son de concreto simple con más de 30 años de antigüedad, particularmente en la zona centro y las colonias aledañas, como los son las colonias Mololoa, Magisterial, Menchaca, Morelos, Zapata y Heriberto Casas, entre algunas otras.

De igual manera, en la margen izquierda del Río Mololoa se fueron asentando varias colonias de manera irregular ignorando la existencia del emisor sanitario de El Punto y se fueron construyendo viviendas sobre el emisor. Este emisor se encuentra actualmente colapsado por la reducida capacidad de conducción, ocasionando contaminación en el subsuelo y desbordamiento de aguas negras en las vialidades y latente contaminación del río, potenciando el riesgo sanitario para los habitantes. Se estima que esta zona de la ciudad registra un total de 466 kilómetros de red sanitaria colapsada, por lo que su rehabilitación requiere una intervención urgente.

En lo que a la red de colectores y subcolectores concierne, estos se encuentran en su mayoría azolvados o taponados ya que esta rebasada su capacidad y vida útil, asimismo existen algunos tramos con contrapendiente y esto provoca que la red de atarjeas no funcione adecuadamente por el azolve acumulado; generando también un alto consumo de energía eléctrica cuando los caudales tienen que ser derivados a los cárcamos de bombeo de aguas residuales.

Aunado al crecimiento acelerado de la población y la también creciente construcción de viviendas en la zona que se encuentran al margen del Río Mololoa, se han presentado desde hace décadas otras problemáticas relevantes. Una de ellas se refiere a la invasión de zanjones que se ha sufrido en la ciudad, generando que la capacidad de absorción natural de aguas pluviales se vea reducida de manera considerable, provocando inundaciones en la parte baja de la ciudad y saturando la infraestructura hidráulica de conducción del drenaje sanitario, la cual sufre de filtraciones desde la superficie. Se estima que de los años 60s a la fecha, los zanjones han perdido el 40% de su superficie



de cauce natural. El 71% de esta invasión se debe a la construcción de viviendas y comercios y el 29% ha sido ocupado por vialidades.

Para los años 60s se modificó de manera artificial el cauce del Río Mololoa ocasionando que los terrenos aledaños al cauce original fueran casi de inmediato ocupados por asentamientos que agravaron el problema de la reducción de la capacidad de filtración de aguas pluviales debido a las viviendas y pavimentación de vialidades. Aunado a esto, dichos terrenos quedaron por debajo del nivel del río, creando un vaso de estancamiento de las aguas que escurren desde las faldas del Cerro de San Juan.

El problema principal radica en que históricamente, todos los años, la presencia de las aguas pluviales en la red de drenaje sanitario ocasiona que la capacidad de conducción de las tuberías sea rebasada y existan por un lado resquebrajamiento, filtraciones de aguas negras al subsuelo y eventuales hundimiento y socavones; mientras que por otro lado existe un derrame de aguas negras y pluviales a las casas y calles por la insuficiencia del drenaje, inclusive llegando a regresarse el agua residual/pluvial por los muebles sanitarios de las viviendas.

### **Breve descripción del PPI**

El proyecto consiste en la rehabilitación integral del sistema de alcantarillado de la ciudad de Tepic, este proyecto consiste en Rehabilitar los colectores sanitarios Colosio y Zapopan, además del Emisor el Punto, restaurar la red de atarjeas en las colonias, según priorización del organismo operador y reconexión de descargas a la red de alcantarillado, interconexiones del drenaje sanitario al drenaje pluvial.

Para el caso del Colector Zapopan, se plantea la instalación de 1.12 km del colector a cielo abierto, el cual se realizará sobre el mismo trazo con tubería de 36" (91 cm) de diámetro, construcción de 102 pozos de visita y conexión de 212 descargas domiciliarias y tomas domésticas, además de obras complementarias como son reubicación de la red de distribución de agua, poda y tala de árboles, redes eléctricas y red de distribución.

Con respecto a las acciones a realizarse en el Tramo del Emisor El Punto, se instalarán 0.67 km de tubería de 48" (122 cm) de diámetro y 3.3 km de tubería con dos tipos de materiales distintos con 60" (152 cm) de diámetro, para un total de 3.94 km de Emisor, este tramo también comprende los trabajos de demolición y construcción de dos puentes vehiculares, interconexión del drenaje pluvial al sanitario y obras complementarias.

### **Horizonte de Evaluación**

Para la construcción del colector y emisor se considera una sola etapa de inversión, considerándose 20 años de operación de la PTAR, iniciado en el año 2023, por lo que el horizonte de evaluación es hasta el año 2043.

### **Descripción de los principales costos del PPI.**

La inversión conjunta de todos los componentes del proyecto de Rehabilitación integral de tramos críticos del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit, asciende a \$ 627,493,490.54. En tabla siguiente se registran las inversiones en los principales componentes



Descripción	Total
Colector Zapopan	\$ 50,881,542.33
Emisor El Punto	\$ 377,997,640.04
<b>Subtotal =</b>	<b>\$ 428,879,182.37</b>
IVA	\$ 68,620,669.18
<b>Total =</b>	<b>\$ 497,499,851.55</b>

Tabla 2. Monto de inversión. (Fuente: propia)

Se identificó a la Limpieza y desazolve grueso del colector y Emisor, limpieza y desazolve finos de Colectores y Emisor, bombes de flujo y video inspección de vigilancia como acciones de mantenimiento anuales para la correcta operación del sistema de alcantarillado sanitario.

### Indicadores de Rentabilidad

El riesgo es un evento incierto que, si ocurre, tiene un efecto negativo o positivo en al menos uno de los objetivos de un proyecto, tales como plazo, tiempo, costo, ámbito y calidad.

Categoría	Etapas	Riesgo Identificado	Descripción del riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Mitigación
Licitación	Preinversión	Falta de claridad y transparencia en la licitación.	Atrasos en la tramitología	Baja	Establecer bases claras y solidas en la licitación
Construcción	Inversión	Sobrecostos por incremento de los insumos del proyecto.	Generación de costos adicionales (sobre todo en insumos donde su propención de inestabilidad de precio es alta)	Media	Obtener contratos en el mercado de derivados para los insumos más significativos.
Operación y Mantenimiento	Operación	Riesgos de materiales de baja calidad .	Riesgos de materiales de baja calidad que a su vez tengan costos extras en los costos de operación de la PTAR.	Media	Supervisión en el control de calidad de los insumos, así como la consideración de holguras en los costos de los insumos.
Políticos / sociales	Inversión	Problemas sociales	Bandalismo y/o movimientos sociales	Media	Establcer vigilancia, así como consientizarr a la sociedad de la importancia de la PTAR.

Tabla 3. Riesgos Asociados al proyecto. (Fuente: propia)



## Conclusión

De acuerdo con la problemática expuesta y que origina la necesidad de rehabilitar los tramos críticos del alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit, se realizó el presente análisis costo-eficiencia, el cual se elaboró considerando criterios fundamentados en la información disponible al momento y con los estudios técnicos disponibles.

El proyecto de rehabilitación de los tramos críticos del alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit ha demostrado bajo supuestos razonables ser Factible Técnicamente al demostrarse que los tres tramos o infraestructura principal ya cuentan con la validación de CONAGUA y los permisos municipales y del órgano operador del agua (SIAPA) de Tepic para la intervención de su infraestructura hidráulica.

Ninguno de los componentes ambientales será afectado gravemente, ni ponen en peligro la continuidad de sus funciones ni de sus estructuras, ni causan efectos destructivos.

No se afectarán ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas ni regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad, asentamientos humanos, el hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el abasto de agua a las comunidades aledañas, o el libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias. Dado lo anterior, se considera que el proyecto es ambientalmente factible al cumplir con la normatividad y ubicar sus acciones en zonas que ya se encuentran impactadas.

A partir de la estimación de los indicadores de rentabilidad, se concluye que, para el proyecto de la Rehabilitación de tramos críticos del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit por el método tradicional a cielo abierto es la alternativa más eficiente por tener el CAE menor, siendo de \$7,558,837.05 mientras que la alternativa 2 es de \$10,844,900.83 en el caso del colector Zapopan y \$50,167,785.07 (alternativa 1) y \$50,760,850.26 (alternativa 2) en el caso del Emisor El Punto.

## II. Situación Actual del PPI

### a) Diagnóstico de la situación actual.

#### Medio Físico

El municipio de Tepic se localiza en el estado de Nayarit. De acuerdo a lo que señala el mapa general de la República Mexicana sobre su posición geográfica, Tepic se encuentra entre las coordenadas geográficas 21° 51' y 21° 24' latitud norte y entre 104° 34' y 105° 05' longitud oeste. Territorialmente Tepic colinda en la parte norte son los municipios de Santiago Ixcuintla y El Nayar, al sur con Xalisco,



al este nuevamente con El Nayar y con Santa María del Oro y al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.

Tepic se encuentra situado a una altura promedio de 930 metros sobre el nivel del mar (mnsnm). Está formado por una extensión territorial de unos 1,983.3 kilómetros cuadrados. De acuerdo a los resultados que arrojaron el conteo de población que el INEGI llevó a cabo en el 2010, el número total de población que habita en el municipio de Tepic es de 380,074.

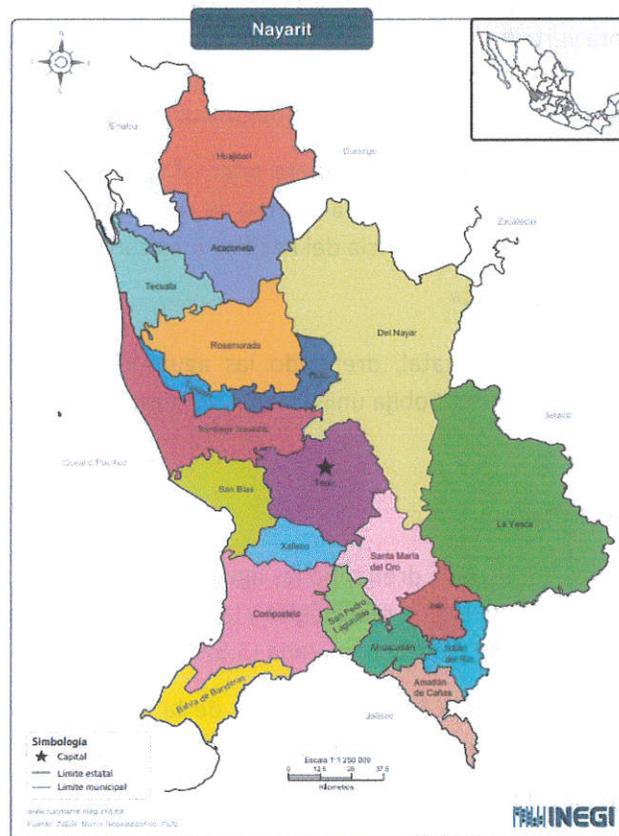


Ilustración 2. División política del estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)

## Hidrología

Las aguas superficiales del estado de Nayarit están distribuidas en cuatro regiones hidrológicas: RH11 "Presidio-San Pedro", RH12 "Lerma-Santiago", RH13 "Huicicila" y RH14 "Ameca".

### La región hidrológica RH11 "Presidio-San Pedro"

Cubre el 34.08% de la superficie estatal, drenando las aguas del noroccidente de la entidad hacia el océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río San Pedro (14.16%) y Río Acaponeta (19.92%).

El río San Pedro nace en el estado de Durango, con el nombre de río La Sauceda. Tiene una longitud de 255 km y es el séptimo río más caudaloso de México.

El río Acaponeta nace en el estado de Durango, con el nombre de quebrada de San Bartolo. Tiene una longitud de 233 km y desemboca en el estero de Teacapán, en un lugar llamado Puerta del Río.

#### **La región hidrológica RH12 “Lerma-Santiago”**

Cubre el 42.47% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y oriente de la entidad hacia el río Grande Santiago para verte finalmente sus aguas al océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Santiago-Aguamilpa (21.5%), Río Huaynamota (17.58%), Río Bolaños (3.28%) y Río Santiago-Guadalajara (0.11%).

El río Santiago nace en Ocotlán (Jalisco), en la ribera oriental del lago de Chapala y fluye por los estados de Jalisco y Nayarit, fijando su frontera a lo largo de unos 30km. Tiene una longitud de 562 km y es considerado el segundo en importancia del Pacífico mexicano.

#### **La región hidrológica RH13 “Huicicila”**

cubre el 12.82% de la superficie estatal, drenando las aguas del suroccidente de la entidad directamente hacia el océano Pacífico. Cobija únicamente la cuenca Río Huicicila-San Blas.

#### **La región hidrológica RH14 “Ameca”**

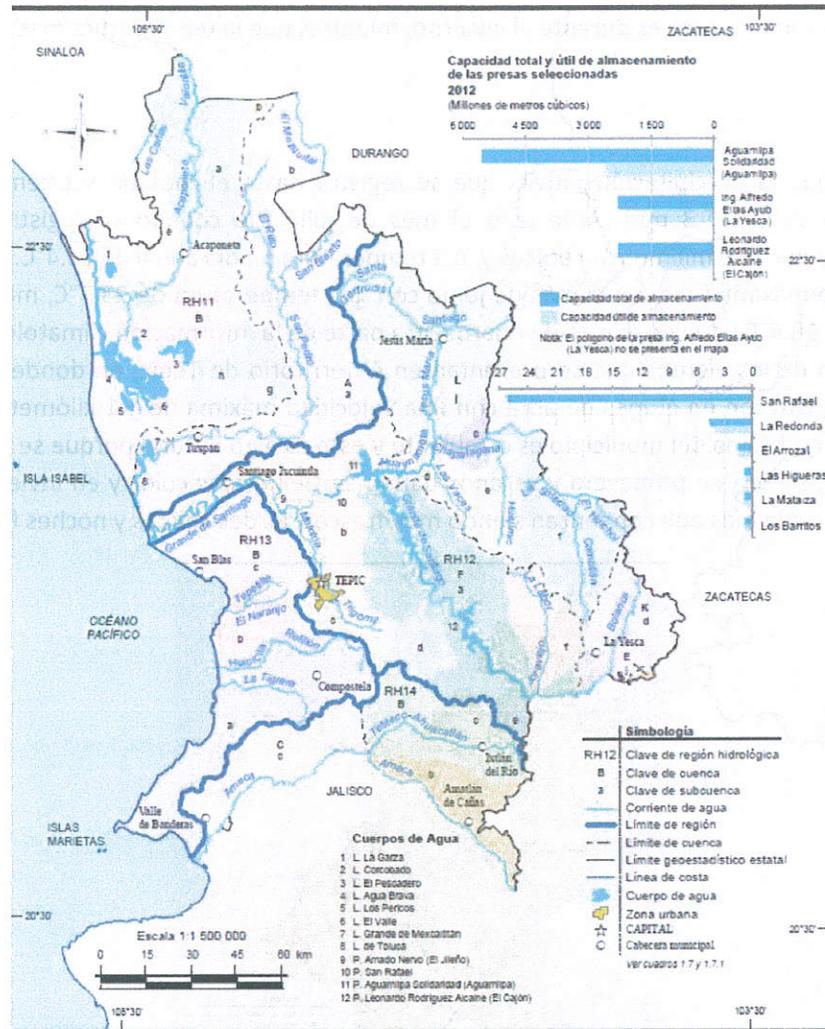
Cubre el 10.63% de la superficie estatal, drenando las aguas del extremo sur de la entidad hacia el océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Ameca-Atenguillo (6.83%) y Río Ameca-Ixtapa (3.8%).

El río Ameca nace en el Bosque de la Primavera, cerca de la ciudad de Guadalajara. Tiene una longitud de 230 km y en su tramo final forma la frontera entre los estados de Nayarit y Jalisco.

Las principales lagunas y lagos del estado son: laguna Grande de Mexcaltitán, laguna El Valle, laguna Agua Brava, laguna Carabado, laguna El Pescadero, laguna Los Pericos, laguna de Toluca, laguna La Garza y estero El Anzueleadero.

Las principales presas del estado son: Presa Aguamilpa-Solidaridad (Aguamilpa), Presa Leonardo Rodríguez Alcaine (El Cajón), Presa Ing. Alfredo Elías Ayub (La Yesca), Presa San Rafael, Presa Amado Nervo (El Jileño).

En referencia a las aguas subterráneas la CONAGUA tiene delimitados 12 acuíferos en la entidad, de los cuales ninguno está sobreexplotado. En general el estado presenta un balance hídrico positivo; es decir que la recarga supera a la extracción, con un superávit de 149 millones de metros cúbicos. Los principales acuíferos son: 1807 Valle de Banderas, 1803 Valle Santiago-San blas, 1804 Valle de Matatipac y 1805 Valle de Compostela; entre estos cuatro suman un superávit de 98 millones de metros cúbicos.



Fuente: INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie III.  
 INEGI-CONAGUA 2007. Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México Escala 1:250 000.  
 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:250 000, serie I.  
 Comisión Nacional del Agua, Dirección Local Nayarit. Subgerencia de Ingeniería y Asistencia Técnica.

Ilustración 3. Hidrografía estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)

### Clima y Temperatura

De acuerdo a la información obtenida por parte del INEGI podemos decir que años anteriores se han hecho registros de las temperaturas que se han presentado en el municipio han mostrado que el clima predominante es cálido y subhúmedo, se presentan lluvias en la época de verano y esto incide en aproximadamente el 66% de la superficie total de este territorio, pero el clima es cambiante porque también es semicálido y subhúmedo con época de lluvias en verano y esto se cubre el 34% del territorio, en donde la temperatura media anual registrada ha sido de 21.9°C. Con base a esto y a otros datos del mismo instituto aunado al observatorio meteorológico de Tepic, podemos indicar que la precipitación pluvial ha sido de 1,068.5 milímetros cúbicos. La temporada

en que los días son más fríos es durante el invierno, mientras que la temperatura media anual es de 18.2°C.

Cabe indicar que la precipitación pluvial que se registró hasta el mes de septiembre de años anteriores fue de 1,347.3 mm. Ante esto el mes de julio fue cuando se registró la máxima precipitación, con 477.9 milímetros cúbicos y una temperatura media anual de 16.4°C. Esto hizo que la temperatura máxima fuera en el mes de junio con una temperatura de 23.7°C, mientras que la mínima fue de 18.4°C y fue en el mes de enero. Otra parte de la información climatológica consiste en la dirección de los vientos que se presentan en el territorio de Tepic, en donde los días más intensos se registraron en el mes de abril con una velocidad máxima de 5.1 kilómetros por hora. Como pudo ver, el clima del municipio es cambiante y esto es algo natural porque se acopla a cada época del año, siendo en primavera y verano cuando se siente más calor y en invierno se siente mucho más frío con días que comienzan siendo muy frescos, tardes cálidas y noches frías.

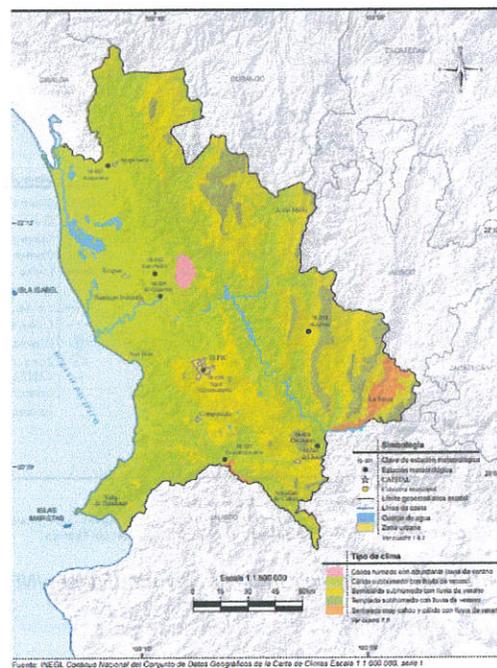


Ilustración 4. Climatología en el estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)

## Flora y Fauna

En Nayarit la superficie estatal está cubierta en un 34.4% por bosque, el 29.7% por selva, el 20.6% son zonas agrícolas, el 7.3% por pastizales, el 3.5% por manglar y el 4.4% restante por otros tipos de vegetación, cuerpos de agua y zonas urbanas.

Los bosques se ubican sobre los sistemas montañosos. Predominan los de encino y de coníferas, y en menor proporción el mesófilo de montaña; las principales especies presentes son: roble, encino carrasco, encino blanco, encino nopis, pino triste y encino verde.



Las selvas se ubican en las partes bajas de las sierras y cañadas. Predominan las selvas secas y semisecas, caducifolias y subcaducifolias; las principales especies presentes son: copal, pochote, algarrobo y ceiba.

Los pastizales están dispersos por toda la entidad. Predominan los inducidos y los cultivados; las principales especies presentes son: navajita y madroño.

Los manglares se ubican al noroccidente sobre la llanura costera desde Existen San Blas hasta Tecuala. Las principales especies presentes son: mangle blanco y mangle rojo.

En el territorio estatal existen 7 áreas naturales protegidas, de las cuales 5 son de competencia federal.

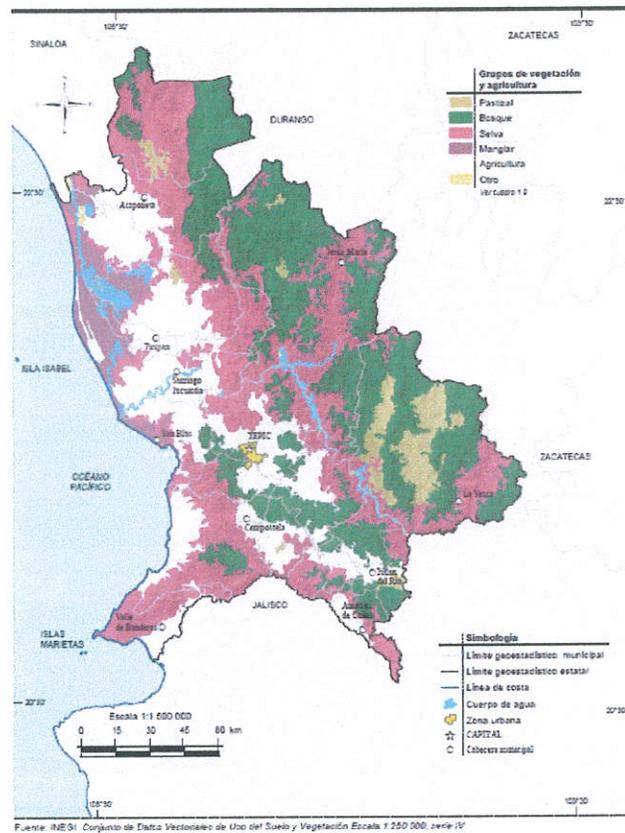


Ilustración 5. Vegetación en el estado de Nayarit. (Fuente:INEGI)

## Medio Social

### Aspecto Demográfico

La ciudad de Tepic cuenta con una población de 371,387 habitantes según datos del XIV Censo General de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) por lo cual es la ciudad más poblada del estado de Nayarit y la 47ª ciudad más poblada de México.







La ciudad tuvo un aumento de 38,524 habitantes respecto al Censo de 2010.

La ciudad concentra el 30.06 % de todos los habitantes del estado de Nayarit.

Población histórica		
Año	Pob.	+%
1900	15 488	—
1910	16 778	+8.3%
1921	13 766	-18.0%
1930	15 326	+11.3%
1940	17 547	+14.5%
1950	24 595	+40.2%
1960	54 069	+119.8%
1970	87 540	+61.9%
1980	145 741	+66.5%
1990	206 967	+42.0%
2000	265 817	+28.4%
2010	332 863	+25.2%
2020	371 387	+11.6%

Tabla 4. Estadística poblacional de Tepic, Nayarit. (Fuente: INEGI)

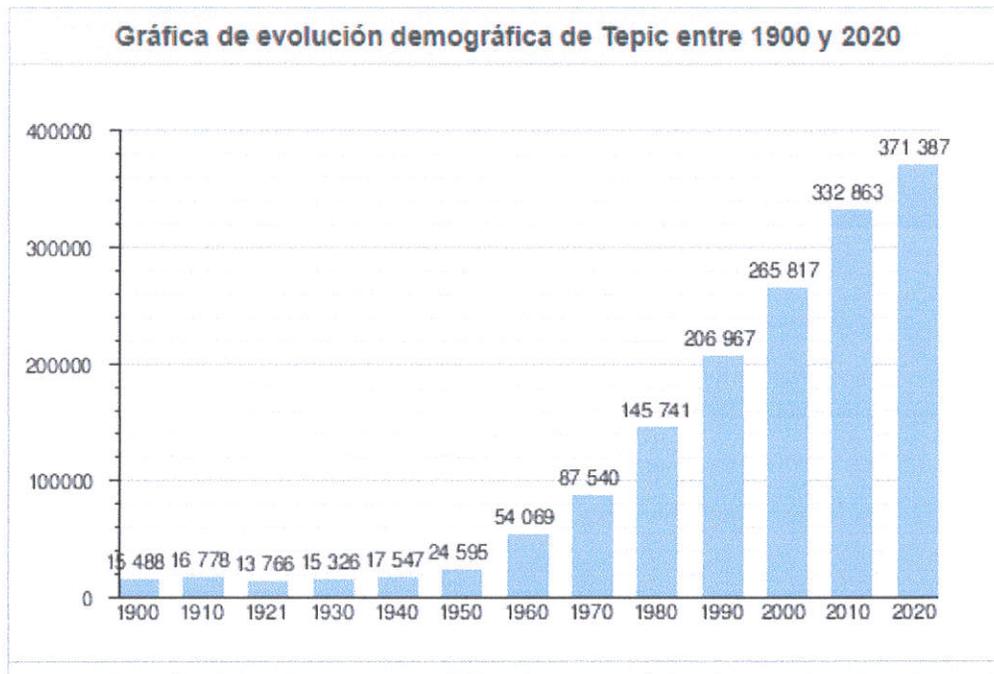


Ilustración 6. Gráfica de evolución demográfica de Tepic entre 1900 y 2020. (Fuente: INEGI)



El municipio presenta la mayor dinámica demográfica de la entidad desde 1950. En 1995 se registraron 292.780 habitantes; mientras que en 1990 fueron 241.463; lo anterior, manifiesta que la tasa de crecimiento promedio anual del periodo 90-95, fue de 3,47%. Sin embargo, durante el periodo 1970-1990 dicha tasa ascendió al 3,9%. La población censada en los años de 1950, 1960, 1970 y 1980 fue de 45.616, 73.576, 110.939 y 177.007 respectivamente. Su densidad poblacional es la mayor en el estado con 5,669.68 habitantes por kilómetro cuadrado.

#### Zona Metropolitana

La Zona Metropolitana de Tepic es la región urbana resultante de la fusión de la ciudad de Tepic con el municipio de Xalisco y las poblaciones cercanas. esta Zona Metropolitana tiene un total de 491,153 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda que realizó el INEGI en el año 2020.

Otras poblaciones cercanas son:

- San Cayetano
- Camichín de Jauja
- Pantanal
- Mora
- Bellavista
- La Cantera

La ciudad cuenta con grandes y verdes espacios recreativos para toda la familia como puede ser la nueva zona construida Ciudad de Las Artes, en parques recreativos se destacan el Parque Esteban Baca Calderón, mejor conocido como La Loma, el Parque Ecológico Metropolitano, Alameda entre otros, mientras que en Museos u otros están Museo Cora, Ciudad de las Artes, y en deportes se destaca el Estadio Arena Cora.

#### Aspectos económicos

La economía que existe en el municipio de Tepic se ha desarrollado con el paso de los años, en donde se ha contado con la participación activa de los habitantes que trabajan y que se consideran como económicamente activos. Ante esto uno de los sectores que más se ha beneficiado con los avances que se han dado en este territorio es la agricultura, misma que ha permitido ir desarrollándose poco a poco en donde los agricultores se encargan de realizar las siembras y después obtener las cosechas de los productos que más tarde comercializan de forma local y regional en otras partes del estado de Nayarit. Los cultivos predominantes en Tepic se basan en la caña de azúcar, mango, aguacate, café y limón, lo cual se debe a que el tipo de suelo que existe en la zona donde está ubicado el municipio en donde la gran mayor parte de la superficie es de temporal, lo que significa que la agricultura se desarrolla de forma temporal mientras el clima permita llevar a cabo la siembra y cosecha adecuada.

La agricultura se ha logrado fortalecer con el tiempo y está compuesta por un conjunto de técnicas y conocimientos que los agricultores deben saber para poder realizar cultivos en la tierra, en donde tiene mucho que ver la forma en cómo se realiza, debido a que en tiempos actuales algunos agricultores emplean técnicas modernas para trabajar la tierra mientras que muchos otros lo



continúan haciendo de la forma tradicional. La mayor parte del sector primario se dedica a esta actividad, de la que se han logrado obtener grandes ganancias anuales. Los trabajos que existen en este ámbito son los del tratamiento del suelo y los cultivos de verduras, en donde las personas hacen cosas que modifican el medio ambiente natural, con la finalidad de hacer que las siembras puedan crecer en poco tiempo. Todas las actividades económicas que contempla este sector se basan en la explotación de los recursos que la tierra origina de manera natural, lo cual también se favorece por las actividades que se realizan y de las cuales se pueden obtener cultivos de alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes.

También se obtienen fibras que son utilizadas por la industria textil, así como cultivos energéticos y tubérculos, entre otros. Cabe indicar que se considera a la agricultura como una actividad de gran importancia porque forma parte de una base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la riqueza de las personas que la practican. Como pudo ver en el municipio de Tepic se continúa desarrollando la agricultura como una forma de vivir con las ganancias que se obtienen de esto, siendo las familias nayaritas de las que más se han beneficiado, así como otras personas que adquieren los productos del campo. La economía se logra movilizar gracias al esfuerzo de los trabajadores y también del gobierno municipal y estatal porque saben que es elemental continuar apoyando esta actividad mediante la implementación de programas enfocados en brindar apoyos económicos al campo para que sus producciones puedan crecer y hacer que los ingresos se incrementen con el paso de los años.

Es básico decir que en Tepic existen varias zonas importantes que forman parte del sistema de abasto municipal se integra por cinco mercados públicos y dos privados, en donde también se cuenta con cuatro centros receptores de productos básicos, dos centrales de abastos y ocho tianguis. Estas zonas son parte elemental de la comercialización de todos los productos que se obtienen de la agricultura, así como de otras empresas que elaboran productos alimenticios que son capaces de satisfacer las necesidades básicas de la población. Además de esto, debemos señalar que en los mercados y tianguis en donde las personas pueden obtener productos de calidad y a bajos precios, porque en los supermercados los productos que se venden tienen otro control de calidad y esto implica que sean más caros, por lo que los habitantes de la región son quienes deciden dónde adquirir los elementos que necesitan para comer, vestir, entre otros; todo para desarrollarse integralmente.

La economía de Tepic también se fortalece con la ganadería, en donde la superficie de pastizal que se utiliza para el uso ganadero y con base a lo señalado por el INEGI, cuando se realizó el periodo de observación en años anteriores, encontraron que se utilizaron cerca de 26,665 hectáreas, lo que representó el 9.53 % de la superficie. Cabe decir que en cuanto a la producción de otros productos pecuarios que se realizan en el municipio señalado, están la leche de bovino con un 23.54 % de miles de litros en comparación con la producción total que se obtiene a nivel estatal; otro producto es el huevo para plato y representa el 54.35% de las toneladas producidas al año. La ganadería es sin duda una actividad que ha logrado salir adelante gracias a la participación activa de las personas



que centran sus esfuerzos en ésta, de lo cual se obtienen grandes ganancias al año y esto permite que se continúe incrementando las cabezas de ganado que se cuidan para obtener productos derivados de los animales.

Dentro del sector secundario se encuentra la industria y se ha logrado mantener y desarrollar con el tiempo, lo cual se comenzó a dar a partir de la década de los setentas, debido a que se contó con la participación de un número importante de personas. La industria azucarera que más se ha beneficiado es con el ingenio llamado El Molino y precisamente está ubicado en el municipio de Tepic, además del ingenio de Puga que está ubicado en la localidad de Fráncico I. Madero, así como las empresas abacaleras British American Tabaco México y Tabacos Desvenados S.A. de C.V. Todas estas industrias representan fuentes importantes de ocupación para las familias campesinas de Tepic. Cabe decir que también existen dos compañías embotelladoras de refrescos, fábricas de material para la construcción, empacadoras de alimentos y bebidas, confección de prendas de vestir, entre otras. La industria ha sido de las que más se han desarrollado y esto se debe a la fuerza de trabajo de las personas que están económicamente activas y que se enfocan en la realización de diversas actividades dentro de este sector importante.

Por otro lado, está el sector terciario, mismo que el INEGI señala que incorpora casi el 60% de la población que está económicamente activa (PEA). En este sector se encuentra el comercio y se refleja con la existencia de pequeños establecimientos y grandes empresas que son de cadenas internacionales de gran renombre. El comercio es una actividad socioeconómica que ha sido básica para la movilización de la economía de Tepic, lo cual consistente en el intercambio de productos para la compra y venta de bienes y servicios, en donde las personas adquieren lo que necesitan para vivir. Cabe recalcar que los centros de comercio forman parte primordial del comercio y es por eso que con el tiempo se han ido abriendo para atender las necesidades económicas que logran beneficiar tanto a dueños como a clientes, dándose una actividad de intercambio que permite movilizar el dinero que entra y sale del municipio de Tepic.

Otra parte de la información se centra en el sector terciario y en el cual también se encuentra el turismo, en donde con base a la información obtenida por parte del INEGI, podemos decir que se cuenta con el 9.81% del total de cuartos de hospedaje que están registrados en el estado de Nayarit, los cuales se encuentran clasificados de acuerdo a la calidad de los servicios que manejan. El municipio de Tepic cuenta con 2,600 cuartos de hospedaje que con considerados con categoría turística, de los cuales 326 tienen categoría de 5 estrellas, 474 son de 4 estrellas, 378 son de tres estrellas, 173 son de dos estrellas, 287 son de 1 estrella y existen 962 cuartos que no tienen categoría definida.

Ante esto se tiene el 38% de los establecimientos que están enfocadas en brindar servicios de alimentos y bebidas, así como los de elaboración de bebidas que son consideradas con categoría turística. En cuanto a las atracciones que existen en el municipio de Tepic, cuenta con varias zonas



y monumentos históricos que logran atraer la atención de las personas, tal como el templo de la cruz de Zacate y su ex-convento anexo, otro edificio importante es el palacio municipal, la catedral y su plaza principal en la zona centro. Otros lugares con gran historia son la ex-fábrica de hilados y tejidos de Bellavista, la ex-fábrica de la Escondida y la ex-fábrica de Jauja. El museo regional de antropología e historia es otro elemento muy visitado en Tepic, así como la casa museo Juan Escutia, la casa museo Amado Nervo y el museo de las cuatro culturas. Estas zonas hacen que la economía del municipio se movilice, beneficiando a habitantes, empresarios, inversionistas, dueños y trabajadores que se enfocan en la actividad turística para ofrecer diversos servicios a los visitantes.

El turismo se ha ido desarrollando con el paso de los años y en Tepic es uno de los aspectos más importantes que existen porque permite dejar una gran derrama económica de las personas que se interesan en visitar esta región de la Riviera Nayarita, siendo el municipio uno de los más populares y visitados por el turismo nacional e internacional. El gobierno de esta entidad señala que el municipio continúa siendo un importante destino turístico que recibe a miles de personas al año, quienes están dispuestos a recorrer los rincones más emblemáticos de esta ciudad, disfrutando zonas seguras con servicios de calidad. Esto ha permitido que se desarrolle más, reflejándose en el progreso de su economía, así como la generación de empleos. El ayuntamiento continúa realizando la promoción turística adecuada para que cada vez se incremente el número de visitantes en la región y en el estado de Nayarit.

En materia de empleo podemos decir que las administraciones que ha tenido Tepic han centrado sus esfuerzos en gestionar diversos programas y proyectos enfocados en el crecimiento personal y económico de las personas, abriendo las oportunidades laborales en los tres sectores que existen y que son el primario, secundario y terciario. Además se ha tenido una permanente inversión para el desarrollo de proyectos productivos, en donde se permite tener más ingresos por las actividades que se realizan y esto se refleja cada año, además de que se han implementado estrategias adecuadas para facilitar y simplificar la apertura de negocios chicos, medianos y grandes, ofreciendo créditos que estén más al alcance de las personas para que puedan invertir y esto a su vez beneficia a la población de Tepic al ofrecer más oportunidades de trabajo.

Eso también se ha reflejado en un sistema de apertura rápida de empresas que se enfocan en ofrecer diversos servicios a las personas y turistas. Cabe decir que el gobierno del municipio también se enfoca en ofrecer un adecuado funcionamiento de la ventanilla única de gestión de proyectos productivos. También está el aspecto de la capacitación que se ofrece a las personas que ingresan a la actividad económica y esto se realiza mediante una serie de talleres y cursos que están enfocados a ayudarlos a desarrollar diversas habilidades para transmitir el conocimiento de oficios que les permitan insertarse en el mundo laboral tan agitado que existe en todas partes del país y del mundo. Los oficios que se realizan son una parte importante en la generación de empleos, además de ser considerados ingresos extras para quienes hacen otras cosas, además de trabajar en alguna empresa o comercio pequeño.



Los productores locales resaltan la importancia del turismo para la actividad económica de Tepic, por lo que están más comprometidos a ofrecer servicios de calidad que cumplan con las expectativas de los clientes, además de que reconocen que parte de las atracciones que existen se encuentran en las zonas naturales que están cuidadas porque tratan de mantener la armonía del medio ambiente, en donde el trabajo en equipo es pieza clave para tener una organización que permite llegar al mismo fin, ofrecer todo lo necesario a los viajeros pero al mismo tiempo cuidar lo que tienen en el municipio y sobre todo, hacer que disfruten su visita rodeados de zonas naturales e históricas de gran valor cultural. Los esfuerzos del gobierno también se centran en continuar impulsando el desarrollo de las microempresas y talleres para hacer que los trabajos sean estables y estén encaminados a la generación de un valor agregado a los productos.

En lo que respecta al desarrollo del sector turístico se prevé que la economía continúe favoreciéndose por parte de sus habitantes y turistas, además de seguir realizando la promoción turística a nivel estatal, federal e internacional. El mantenimiento adecuado de los atractivos turísticos y de esparcimiento también son parte primordial para seguir atrayendo el interés de las personas, fortaleciendo la seguridad, vigilancia y el desarrollo de campañas de limpieza para tener un entorno limpio y adecuado para todos. Cabe recalcar que el municipio de Tepic es el centro administrativo donde residen los poderes estatales, lo que significa que es en donde se concentra la mayor población y cantidad de servicios públicos, considerando que su producto interno bruto alcanza varios millones de pesos, esto con base a los datos obtenidos por el INEGI, lo que representa el 50.88% del PIB a nivel estatal, convirtiéndolo en el lugar que mayor movimiento económico genera en comparación con otros municipios de Nayarit.

Ante todo lo mostrado anteriormente, este análisis nos permite decir que Tepic es un lugar con gran preponderancia en el estado, teniendo una ocupación económica variada que se concentra en los tres sectores existentes, siendo el comercio en donde se encuentra el 60.5% de la población económicamente activa, mientras que en el gobierno se encuentra el 10.7% en el gobierno, el 9.9% en la industria de la transformación, el 6.9% en el ramo de la construcción, el 4.4% en comunicaciones y transportes, el 4.2% se encuentra en otras actividades. Lo que forma parte de una indispensable movilización económica en toda la región se encuentra en el ingenio El Molino y a unos kilómetros se encuentra otro ingenio llamado Puga, ambos representan una importante fuente de ocupación para las familias campesinas del municipio porque en ellos se realiza la agricultura. Es así como podemos señalar que en Tepic se encuentran cerca del 40% de las empresas industriales del estado nayarita.

## Características de las vías de comunicación en el área de influencia

### Aéreo

Tepic cuenta con un aeropuerto internacional ubicado a 16 kilómetros de la ciudad, se ubica en la localidad de El Pantanal, del municipio conurbado de Xalisco, no cuenta con transporte público que llegue a sus instalaciones, por lo que su vía de acceso es solo en vehículo privado y servicio de taxi o Uber.



El aeropuerto lleva el nombre en honor al poeta nayarita Amado Nervo y es administrado por "Aeropuertos y Servicios Auxiliares" que depende del gobierno federal. Fue declarado oficialmente como aeropuerto internacional el 15 de diciembre de 2009 , aunque actualmente solo cuenta con 2 líneas aéreas en operación, Aeromar, que da servicio de vuelo únicamente a la Ciudad de México en 3 diferentes horarios diariamente, y Volaris que da servicio a la ciudad de Tijuana con vuelos diarios y a Ciudad de México con tres frecuencias semanales.

### **Terrestre**

En materia carretera destacan la carretera internacional del Pacífico de norte a sur y varias carreteras vecinales con una longitud de 337 kilómetros, incluyendo la carretera de cuota con 39 kilómetros. Cuenta con una Central de Autobuses donde se realizan viajes hacia el interior del municipio, Estado y toda la República.

### **Férreo**

Cuenta con una estación en la cual hace escala el ferrocarril del Pacífico de Ferromex, que parte de Guadalajara hacia Nogales.

### **Trazado urbano**

La traza urbana de la ciudad es variada pues es diferente la traza de todas las colonias, calles, avenidas, bulevares y fraccionamientos. Lo que se observa en el centro histórico es una traza antigua con calles angostas que datan del siglo xix semejante a las de distintos centros históricos de todo el país. En esta se pueden encontrar 3 principales avenidas.



*Ilustración 7. Principales vialidades de la cabecera municipal de Tepic.*

### **Problemática**

El sistema actual de alcantarillado de la ciudad de Tepic funciona por gravedad, está constituido por una extensa red de atarjeas.

En cuanto a oferta de infraestructura de tratamiento de aguas residuales, el municipio cuenta con 7 plantas de tratamiento: PTAR Norte, PTAR La Cantera, PTAR Satelite, PTAR Trapichillo, PTAR Oriente, PTAR El Punto, PTAR Xalisco 1.

Independientemente que la capacidad de la infraestructura es insuficiente, el tratamiento que se le da actualmente al agua residual que llega a esas plantas, no cumple con los parámetros establecidos en la NOM- 001-CONAGUA-2011. Por tanto, hoy día, la ciudad de Tepic descarga agua residual sin tratamiento adecuado a cuerpos de agua federales incumpliendo la normatividad vigente.

No.	Nombre	Estado
1	Colector Colosio	En construcción
2	Colector Zapopan	Activo (ineficiente)
3	Emisor el punto	Activo (ineficiente)
4	PTAR Oriente	Activo (ineficiente)
5	PTAR Xalisco (El verde)	Activo (ineficiente)
6	PTAR El Rastro	Activo (ineficiente)
7	PTAR El Punto	Activo (en rehabilitación)
8	PTAR La Cantera	Activo (en rehabilitación)
9	PTAR Norte	Activo (en rehabilitación)
10	PTAR Satelite	Inactivo (ineficiente)
11	PTAR Trapichillo	Inactivo (ineficiente)

Tabla 5. Infraestructura de saneamiento existente en la cabecera municipal de Tepic.

Ante la falta de esta infraestructura, es recurrente ver descargas de agua residual domiciliarias en los márgenes de las barrancas, convirtiéndose esto en un riesgo potencial para la salud pública a lo largo de la ciudad y en un problema de contaminación importantísimo en los cuerpos receptores finales de esa agua residual, convirtiéndose en problema de contaminación ambiental y de infección diseminados por toda la ciudad.

### Infraestructura Hidráulica

La infraestructura hidráulica de agua potable se ha adaptado temporalmente conforme a las necesidades que impone el crecimiento urbano de la ciudad, la siguiente figura expone la distribución espacial de tanques y fuentes de abastecimiento que hoy en día ostenta la zona en estudio.

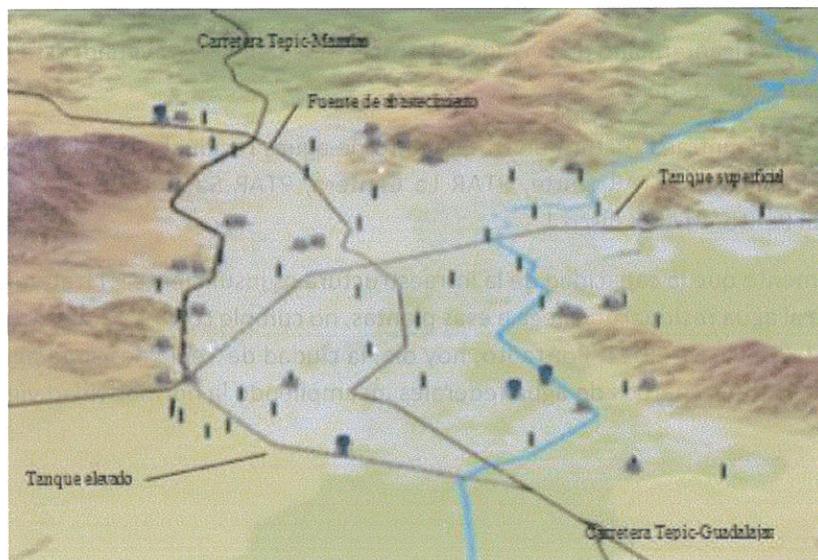


Ilustración 8. Distribución de fuentes de abastecimiento (pozos) y tanques de almacenamiento (Fuente: SIAPA)



En la Figura anterior se muestra la topo forma de la ciudad de Tepic, como se observa, el dominio de la mancha urbana se encuentra rodeada de zonas altas, lo cual, en cuestiones hidráulicas, aumenta de cierta manera, el grado de complejidad de las estructuras futuras, encargadas de alimentar la demanda de agua potable a mediano y largo plazo. El suministro de agua se obtiene directamente de las fuentes de abastecimiento de agua, esta se bombea a los tanques, y los tanques tienen algunas derivaciones directas hacia la red; cuenta también con un sistema de rebombeo el cual manda el agua hacia los tanques superficiales o elevados que se encuentran en operación.

A continuación, se muestra el listado de pozos profundos, registrados por el Sistema de Abastecimiento y Agua Potable (SIAPA).

	No pozos	Nombre pozo	Colonia	Q (l/s)	Hp	Diámetro tren de descarga
Sector 4	1	BRISAS 1	(FRACC.BRISAS)	60	200 H.P.	8"
	1	FOVSSSTE	FOVSSSTE	18	85 H.P.	6"
	2	INF. SOLIDARIDAD	INF. SOLIDARIDAD	30	100 H.P.	8"
	3	SAN JUAN 1	SAN JUAN	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	4	LINDAVISTA 1 Y 2	COLONIA SPAUAN	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	5	RODEO 1	EL RODEO 1	39	100 H.P.	6"
	6	RODEO 2	EL RODEO 2	3	150 H.P.	8"
	7	LINDAVISTA 3	COLONIA LINDAVISTA	S/DATOS	SIN DATOS	8"
Sector 5	8	POZO A	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	75	200 H.P.	10"
	9	POZO B	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	40	125 H.P.	10"
	10	POZO C	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	75	250 H.P.	10"
	11	FCO. VILLA 1	FRANCISCO VILLA	10	85 H.P.	8"
	12	FCO. VILLA 2	FRANCISCO VILLA	30	100 H.P.	8"
	13	JUAN ESCUTIA	CENTRO	30	100 H.P.	8"
	14	MOLOLOA 2	RIVAS ALLENDE	40	100 H.P.	8"
	15	PRIETO CRISPÍN	PRIETO CRISPÍN	40	150 H.P.	8"
	16	REFORMA 1	COL. PARAÍSO	40	175 H.P.	8"
	17	REFORMA 2	LOMA DE LA LAGUNA	40	125 H.P.	8"
	18	REVOLUCIÓN	AMADO NERVO	35	100 H.P.	8"
Sector 6	19	CUAUHTÉMOC	CUAUHTÉMOC	40	150 H.P.	8"
	20	GUAYABO	MIRAVALLS	30	100 H.P.	8"
	21	INSURGENTES	INSURGENTES	35	125 H.P.	8"
	22	MORELOS 1	MORELOS	30	125 H.P.	8"
	23	MORELOS 2	DEL BOSQUE	30	100 H.P.	8"
	24	TECOLOTE 1	FRACC. FRAY JUNÍPERO	S/DATOS	SIN DATOS	S/DATOS
	25	TECOLOTE 2	FRACC. FRAY JUNÍPERO	S/DATOS	SIN DATOS	10"
Sector	26	ALAMEDA	CENTRO	35	100	8"
	27	LA LOMA	CENTRO	20	125	6"
	28	STA FE	SANTA FE	50	150	10"

No pozos	Nombre pozo	Colonia	Q (l/s)	Hp	Diámetro tren de descarga	
Sector 8	29	STA TERESITA	SANTA TERESITA	35	150	8"
	30	UNIDAD DEPORTIVA	OJO DE AGUA	40	175	8"
	31	INDECO	INDECO	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	32	CRISTO REY	EMILIANO ZAPATA	39	150 H.P.	8"
	33	AVES	FARACC. LAS AVES	9	75 H.P.	8"
	34	CULTURA 1	MENCHACA	30	125 H.P.	8"
	35	LLANITOS	LLANITOS	30	100 H.P.	8" Y 6"
	36	S.O.S.P.	BURÓCRATA FEDERAL	18	101 H.P.	8"
Sector 9	37	CD DEL VALLE	CD. DEL VALLE	S/DATOS	SIN DATOS	S/DATOS
	38	CULTURA 2	CAJA DE AGUA	S/DATOS	SIN DATOS	
	39	POZO 1	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	200 H.P.	10"
	40	POZO 2	FRENTE A FRACC. CASTILLA	75	300 H.P.	10"
	41	POZO 3	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	200 H.P.	10"
	42	POZO 4	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	300 H.P.	10"
	43	POZO 5	FRENTE A FRACC. CASTILLA	85	300 H.P.	10"
	44	POZO 6	FRENTE A FRACC. CASTILLA	85	300 H.P.	10"
	45	INF. FRESNOS	INFONAVIT LOS FRESNOS	30	100 H.P.	8"
	46	INF. LOS SAUCES	INFONAVIT LOS SAUCES	8	40 H.P.	4"
Sector 10	47	26 DE SEP.1	CAMINERA	50	125 H.P.	8"
	48	26 DE SEP.2	LOS SAUCES	100	150 H.P.	8"
	49	ARMADILLO	A UN COSTADO DEL RANCHO EL ARMADILLO	100	150 H.P.	10"
	50	JACARANDAS	DEPARTAMENTOS JACARANDAS	30	125 H.P.	8"
	51	2 DE AGOSTO	2 DE AGOSTO	70	150 H.P.	8"
52	LUIS D. COLOSIO	FRACC. LAGOS DEL COUNTRY	30	100 H.P.	8"	
53	PARQUE ECOLÓGICO	BENITO JUÁREZ	24	125 H.P.	8"	

No pozos	Nombre pozo	Colonia	Q (l/s)	Hp	Diámetro tren de descarga
54	RUBÍ	COL. EL RUBÍ	20	75 H.P.	8"

Ilustración 9. Fuentes de Abastecimiento.

La figura siguiente es el mapa de la distribución geoespacial del sistema de pozos profundos ubicados en los sectores administrados por el organismo operador, SIAPA Tepic.

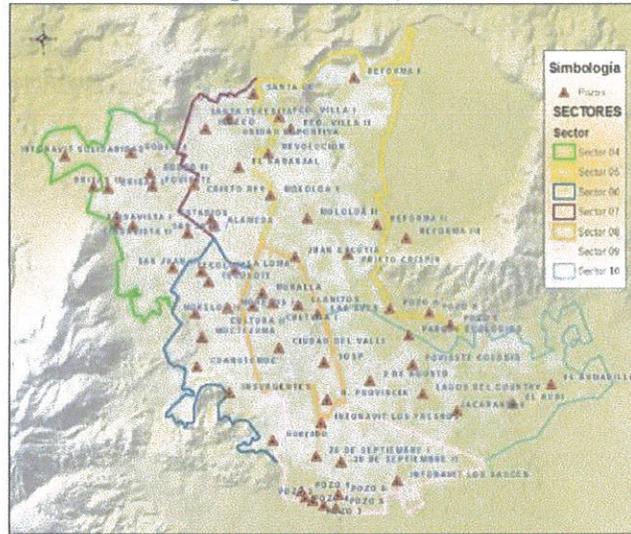


Ilustración 10. Sistema de pozos. (Fuente: SIAPA)

La ciudad está dividida en 7 sectores operativos, los cuales, cuentan con fuentes de abastecimiento, depósitos o tanque y una determinada red definida por las fronteras de cada sector. Cada uno de los sectores cuenta con encargados de sector nombrados como “jefes de sector”, además cada jefe de sector tiene a su cargo personal de apoyo para llevar a cabo las maniobras de mantenimiento, atención de la infraestructura y en general toda la operación de campo necesaria para el abasto de agua potable.

Actualmente el organismo operador del sistema de agua potable y alcantarillado de Tepic, cuenta con una estructura operativa de la red de distribución que incluye: tanques, pozos, válvulas y tubería; basada en sectores operativos.

La red de agua potable principalmente está constituida con tubería de material PVC, acero, FoFo, FoGo y AC. En la siguiente figura se muestra la distribución de la tubería en cuanto al tipo de material.

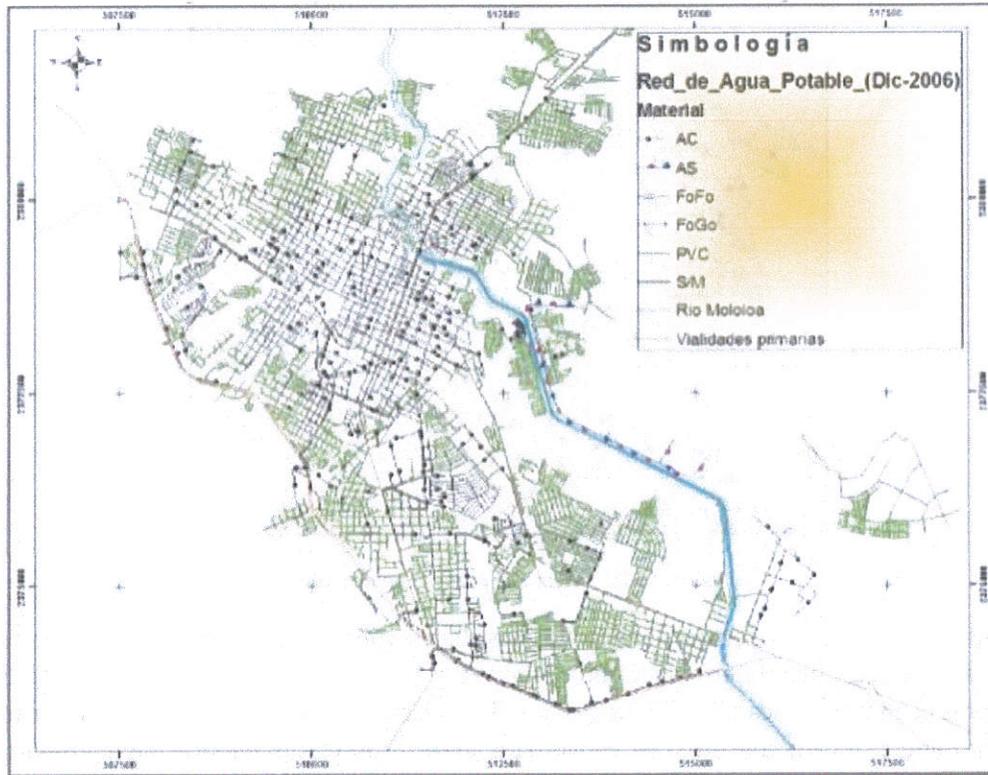


Ilustración 11. Tipo de materiales existente en la red de agua potable. (Fuente: SIAPA)

La red de agua potable sustenta una longitud de 703,35 km. En la siguiente tabla se muestra la longitud de tubería por cada uno de los diámetros y material de la red.



Diámetro (pulg.)	Material	Long. (m)
1	FoGo	31
2	AC	831
2	FoGo	136
2	PVC	11 452
2.5	PVC	33 690
2.5	FoGo	192
2.5	AC	8 113
3	AC	28 075
3	FoGo	18
3	PVC	254 638
4	AC	100 997
4	FoGo	76
4	PVC	60 697
6	AC	41 466
6	FoFo	83
6	FoGo	651
6	PVC	20 482
8	AC	39 266
8	FoGo	60
8	PVC	9 207
10	AC	31 441
10	Acero	826
10	FoGo	46
10	PVC	9 204
12	AC	16 946
12	PVC	3 418
14	AC	11 632
14	PVC	948
16	AC	5 789
16	PVC	4 970
18	AC	1 438
18	Acero	1 409
24	AC	745
24	Acero	2 702
s/d	s/m	1 681
<b>Total</b>		<b>703 356</b>

Ilustración 12. Longitud de la tubería de agua potable. (Fuente: SIAPA)

Como se observa en la tabla anterior, la tubería de PVC de 3" es la que mayor longitud tendida en la ciudad de Tepic. Drenaje La red primaria de drenaje opera por gravedad con tuberías principalmente de concreto simple que en diferentes tramos cuenta con diámetros de 30", 42" y 48", que suman un poco más de 13 mil ML de líneas primarias de conducción de aguas residuales.

Sector	Longitud m	Diámetros (Pulg.)	Material	Conducción
Colector Colosio	7,200	42"	Concreto simple	0.192m <sup>3</sup> /s
Colector Zapopan	2,200	30"	Concreto simple	0.078 m <sup>3</sup> /s
Emisor Sanitario El Punto	3,826	48"	Concreto simple	0.671 m <sup>3</sup> /s

Ilustración 13. Características de los Colectores Colosio, Zapopan y Emisor.



Ilustración 14. Localización de los colectores.

Adicionalmente a esta infraestructura, el sistema se apoya en un sistema de subcolectores y 11 cárcamos de bombeo que brindar auxilio a las descargas en aquellos lugares en donde se registran contrapendientes considerables y en la época de lluvias en la que el sistema se ve saturado por las infiltraciones sufridas por las precipitaciones pluviales. El colector principal que dirige el caudal residual hacía la planta de tratamiento es el denominado El Punto. Dicho colector se identifica como Antiguo Camino a Jauja y tiene la función de conducir la totalidad de las descargas de los demás colectores que conforman la red primaria de alcantarillado sanitario, por lo que su capacidad de operación siempre está al máximo o se sobrepasa en las horas pico de servicio. Con respecto a la población servida, se especifica que el volumen de aportación de aguas negras es del 80%. Así como este colector de importante relevancia, la ciudad de Tepic se encuentra integrada por una serie de colectores que captan, conducen aguas residuales producidas por la población, los cuales fueron identificados como la Red Primaria de Alcantarillado Sanitario de acuerdo con su importancia en la zona donde se ubican y por sus características



físicas como longitud, diámetro, pendiente y material de la tubería. De tal forma que estos colectores son los siguientes:

- Colector Antiguo Camino a Jauja
- Colector Miramar
- Colector V. Guerrero
- Colector Las Brisas
- Colector Juan Antonio de la Fuente
- Colector Zapopan
- Colector Camino Viejo a los Metates
- Colector Colosio
- Colector 12 de Octubre
- Colector Ixtlán
- Colector Veracruz
- Colector Libertad
- Colector Club Rotario
- Colector Tierra y Libertad
- Colector Acayapan
- Colector Morelia
- Colector Guadalupe Victoria
- Colector México
- Colector 20 de noviembre
- Colector Ixtapalapa

A continuación, se presentan las características principales de cada colector:

**Colector Antiguo Camino a Jauja.-** Este colector es el que recibe la descarga de todos los colectores y su principal función es conducir el agua residual aportada por la población hacia la planta de tratamiento "El Punto". Cuenta con una longitud total de 2,340,50 metros y su diámetro es de 1.22 m. Presenta una baja capacidad conductiva en algunos tramos de su recorrido encontrándose que gran parte de este colector no cuenta con fácil acceso lo cual dificulta su inspección.

**Colector Miramar.-** Este colector recibe la descarga de dos colectores principales, de los cuales, uno de ellos se caracteriza por tener mayor longitud de conducción (5903.50 m) que el resto de los colectores analizados. La longitud y diámetro de los tramos analizados se presentan a continuación:



- 2316.39 m son de diámetro de 30 cm.
- 276.68 m son de diámetro de 38 cm.
- 1760.05 m son de diámetro de 45 cm.
- 1350.52 m son de diámetro de 61 cm.
- 199.86 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector V. Guerrero.** - Este colector no recibe descarga de algún otro tramo, más que de la aportación propia de su tramo, el cual tiene una longitud de 3123.03 metros de los cuales:

- 1404.17 m son de diámetro de 38 cm.
- 1360.83 m son de diámetro de 45 cm.
- 358.03 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Las Brisas.** - Al igual que el anterior colector, este colector no recibe descargas de otros colectores, más que su aportación propia, tiene una longitud de 2095.04 m, de los cuales:

- 300.07 m son de diámetro de 30 cm.
- 722.00 m son de diámetro de 38 cm.
- 330.44 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Juan Antonio de la Fuente.** - Este colector recibe la descarga de cinco colectores cercanos y tiene una longitud de 826.72 m, de los cuales:

- 826.72 m son de diámetro de 122 cm.

**Colector Zapopan.** - Este colector no recibe descarga de otros colectores, nomás la que se lleva en su tramo de aportación y cuenta con una longitud de 2078.70 m, de los cuales:

- 270.20 m son de diámetro de 30 cm.
- 639.34 m son de diámetro de 45 cm.
- 4169.16 m son de diámetro de 76 cm

**Colector Camino Viejo a los Metates.**- Este colector recibe descarga de un colector cercano que intercepta y tiene una longitud de 3269.85 m, de los cuales:

- 2285.51 m son de diámetro de 61 cm.
- 847.52 m son de diámetro de 76 cm.
- 136.82 m son de diámetro de 91 cm.

**Colector Colosio.** - Dicho colector recibe descarga de dos colectores y tiene una longitud de 3161.50 ml, de los cuales:



- 3161.50 m son de diámetro de 107 cm.

**Colector 12 de Octubre.-** Este colector no recibe descarga de ningún colector y tiene una longitud de 2437.34 m, de los cuales:

- 1412.65 m son de diámetro de 30 cm.
- 175.78 m son de diámetro de 38 cm.
- 395.28 m son de diámetro de 45 cm.
- 270.11 m son de diámetro de 61 cm.
- 183.52 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector Ixtlán.-** Este colector no recibe descarga de ningún colector cercano y tiene una longitud de 5635.85 m, de los cuales:

- 782.34 m son de diámetro de 30 cm.
- 1818.37 m son de diámetro de 38 cm.
- 767.40 m son de diámetro de 45 cm.
- 250.18 m son de diámetro de 61 cm.
- 1901.08 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector Veracruz.-** Este colector recibe la descarga de un colector cercano, su longitud es de 741.31 m, de los cuales:

- 741.31 m son de diámetro de 45 cm.

**Colector Libertad.-** No recibe descarga algún otro colector y cuenta con una longitud de 862.09 m, de los cuales:

- 862.09 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Club Rotario. -** No recibe otra descarga más que la de su propia longitud y tiene una longitud de 3043.10 m, de los cuales:

- 285.57 m son de diámetro de 61 cm.
- 1942.05 m son de diámetro de 91 cm.
- 815.48 m son de diámetro de 107 cm.

**Colector Tierra y Libertad. -** No recibe descarga de ningún otro colector y tiene una longitud de 2408.07 m, de los cuales:

- 124.66 m son de diámetro de 30 cm.
- 362.05 m son de diámetro de 38 cm.
- 395.42 m son de diámetro de 45 cm.



- 1525.94 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Acayapan.-** No recibe descarga extra y tiene una longitud de 1526.99 m.

- 1392.21 m son de diámetro de 30 cm.
- 134.78 m son de diámetro de 38 cm.

**Colector Morelia.-** No recibe ninguna descarga y tiene una longitud de 1760.31 m, de los cuales:

- 124.99 m son de diámetro de 30 cm.
- 925.94 m son de diámetro de 38 cm.
- 709.38 m son de diámetro de 45 cm.

**Colector Guadalupe Victoria.-** Este colector recibe dos descargas y tiene una longitud de 1625.26 m, de los cuales:

- 698.65 m son de diámetro de 107 cm.
- 935.61 m son de diámetro de 122 cm.

**Colector México.-** No recibe otra descarga y tiene una longitud de 884.92 m, de los cuales:

- 207.21 m son de diámetro de 30 cm.
- 677.71 m son de diámetro de 38 cm.

**Colector 20 de Noviembre.-** Este colector no recibe descarga de ningún otro colector y tiene una longitud de 1229.00 m, de los cuales:

- 1229.00 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Ixtapalapa.-** No recibe descarga, más que la propia y tiene una longitud de 707.31 m, de los cuales:

- 707.31 m son de diámetro de 61 cm.

En términos generales, el Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Tepic, se comprende de 20 colectores principales que conforman la red primaria y cuyo diámetro menor se ha considerado de 30 cm en su parte inicial y de hasta 1.07 metros de diámetro en la parte final del tramo. El material de la tubería, en su mayoría es de concreto simple y el resto en P.V.C y las longitudes varían de acuerdo con sitio donde se ubican y al punto final de descarga. Para mayor ejemplo de estos datos, se presenta a continuación el mapa temático que ilustra la red de colectores primarios, y la clasificación que se le dio para fines de ubicación dentro del sistema de alcantarillado sanitario, así como facilitar el cálculo hidráulico de dichos colectores.

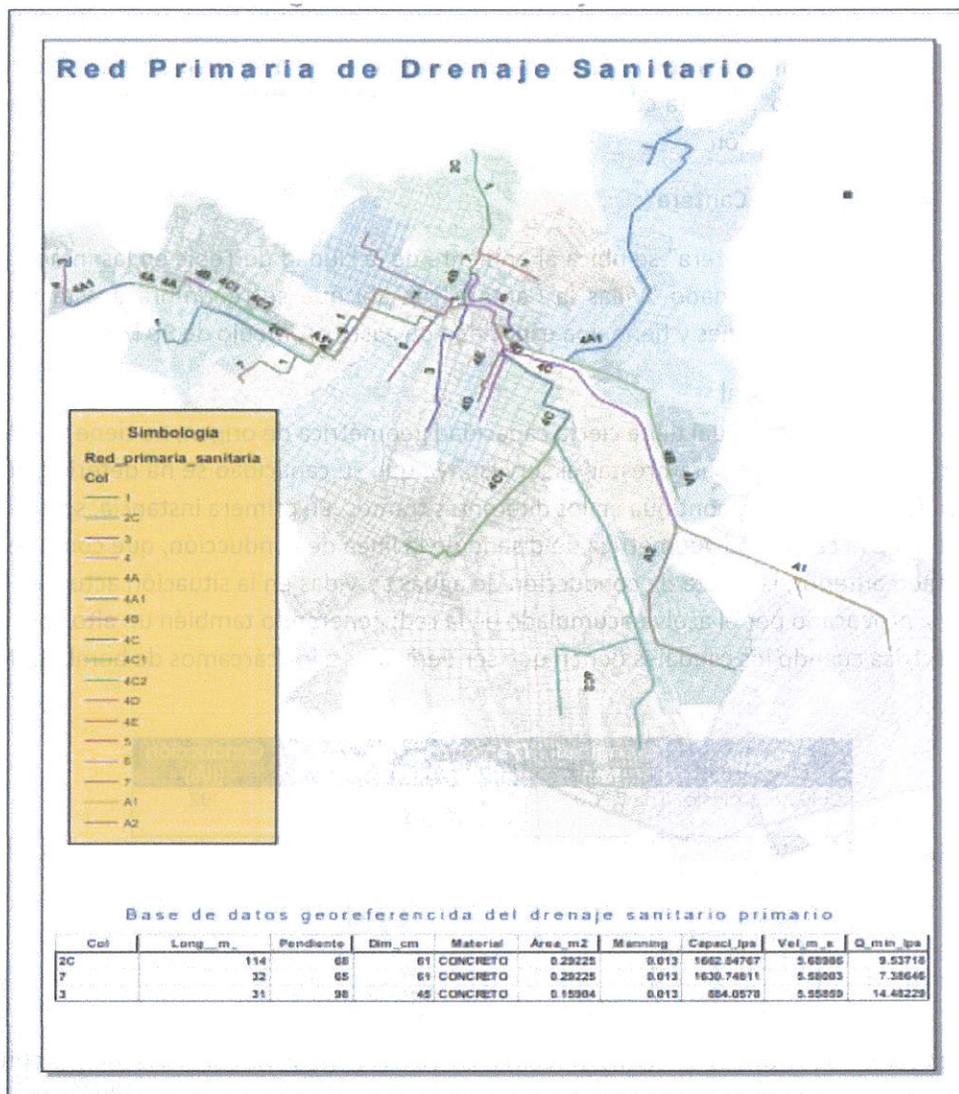


Ilustración 15. Red de drenaje sanitario. (Fuente: SIAPA)

## Saneamiento

La ciudad de Tepic cuenta con cinco plantas de tratamiento pero sólo tres tienen influencia en la zona de estudio, las cuales se mencionan incluyendo los puntos importantes de la infraestructura de cada una de estas plantas de tratamiento, que se describen a continuación:

### Planta de Tratamiento “El Punto”.

Prácticamente se conforma de un proceso convencional primario con dos líneas de tratamiento definidas que inician con un pretratamiento a base de canal de rejillas y caja rompedora de presión, canal desarenador, caja repartidora de gasto hacia dos sedimentadores circulares, caseta de cloración, tanques digestores y espesador de lodos en ambos módulos, para finalmente conducir el agua tratada a un tanque de contacto de cloro que tiene como finalidad de desinfectar el agua que



ha sido clarificada en los procesos anteriores, antes de que este caudal tratado sea vertido hacia un cuerpo receptor. Según información proporcionada por el personal operativo y de laboratorio de la planta, la PTAR “El Punto”, cuenta con una capacidad instalada de 540 l/s con una antigüedad de más de diez años de operación.

**Planta de Tratamiento “La Cantera”:**

Por su parte, la PTAR “La Cantera” se ubica al poniente de la ciudad de Tepic en las inmediaciones del fraccionamiento denominado “Villas la Cantera” de ahí que se renombra a esta planta de tratamiento. Consta de 3 trenes y tiene una capacidad de gasto promedio de 90 l/s.

**Oferta en la situación actual**

Aunque la infraestructura actual tiene cierta capacidad geométrica de origen, no tiene viabilidad ya en el corto y mediano plazo para prestar el servicio, ya que su capacidad se ha deteriorado y está fallando en forma repetida y continúa en los diferentes tramos. En primera instancia, se analizará la oferta mediante la capacidad geométrica de diseño de la línea de conducción, que como se señaló en el apartado anterior, la oferta de conducción de aguas servidas en la situación actual es de 192, 78 y 671 l/s; provocado por el azolve acumulado en la red; generando también un alto consumo de energía eléctrica cuando los caudales tienen que ser derivados a los cárcamos de bombeo de aguas residuales.

Sector	Longitud (m)	Diámetros (Pulg.)	Material	Conducción ((l/s)
Colector Colosio	7,200	42"	Concreto simple	192
Colector Zapopan	2,200	30"	Concreto simple	78
Emisor Sanitario El Punto	3,826	48"	Concreto simple	671
<b>Total</b>	<b>13,226</b>			

Tabla 6. Oferta en la situación Actual. (Fuente: SIAPA)

Para la proyección de la oferta en situación actual, se consideró que se mantendrá constante los 192, 78 y 671 l/s para todo el horizonte de evaluación, siendo este el máximo nivel que se podría conducir por el actual sistema de drenaje, en el mejor de los casos asumiendo que se mantengan las condiciones actuales.



Año	Colector Colosio (l/s)	Colector Zapopan (l/s)	Emisor Sanitario El Punto (l/s)
2021	192	78	671
2022	192	78	671
2023	192	78	671
2024	192	78	671
2025	192	78	671
2026	192	78	671
2027	192	78	671
2028	192	78	671
2029	192	78	671
2030	192	78	671
2031	192	78	671
2032	192	78	671
2033	192	78	671
2034	192	78	671
2035	192	78	671
2036	192	78	671
2037	192	78	671
2038	192	78	671
2039	192	78	671
2040	192	78	671
2041	192	78	671
2042	192	78	671
2043	192	78	671
2044	192	78	671
2045	192	78	671
2046	192	78	671
2047	192	78	671

Tabla 7. Proyección de la oferta en la situación actual. (Fuente: SIAPA)

### Demanda en la situación actual

La estimación de la demanda de infraestructura de drenaje se basa en la generación de aguas residuales de la población, es por eso que es necesario considerar la demanda de agua potable.

### Demanda de agua potable

La determinación del consumo de proyecto es el parámetro referente para la determinación de la demanda del proyecto. El estudio elaborado por CONAGUA "Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México", considera un consumo doméstico deseado por tipo de clima de 22 m<sup>3</sup> /toma/mes.

Clima	Nivel Socioeconómico			Subtotal por Clima (**)
	Bajo	Medio	Alto	
	m <sup>3</sup> /mes			
Cálido Húmedo	24	25	28	25
Cálido Subhúmedo	20	23	26	22
Seco o Muy Seco	22	22	22	22
Templado o Frío	15	16	14	16

Tabla 8. Promedio de consumo de agua potable estimado según nivel socioeconómico y clima. (Fuente: CONAGUA)

Por lo anterior, se proyecta la demanda por consumo de agua potable para la zona de influencia con los siguientes:

Consumo	Consumo Propuesto
Doméstico	22 m <sup>3</sup> /toma/mes
Comercial	28.8 m <sup>3</sup> /toma/mes

Tabla 9. Consumos propuestos por tipo de usuario (m<sup>3</sup>/toma/mes). (Fuente: SIAPA)

Cabe mencionar que la metodología para estimar la demanda es consistente con la publicación de la Conagua "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población)" del 2015.

### Proyección de la demanda

Ahora bien, de acuerdo con el SIAPA el número de tomas en Tepic son 126,816 en año 2020, siendo el 88% de estas tomas domésticas. Para la proyección de las tomas domésticas se consideró la tasa de crecimiento de CONAPO a nivel municipal. Para el caso de las tomas comerciales se tomó como referencia la proporción de tomas comerciales por tomas domésticas, siendo de 13.3% en el año 2020 y se mantuvo constante para todo el horizonte de evaluación. En la tabla siguiente se muestra la proyección de las tomas domésticas y comerciales.

Año	Tomas Domésticas	Tasa de crecimiento	Tomas Comerciales	Tasa de crecimiento	Total de tomas
2021	113,368	1.31%	15,108	1.31%	128,476
2022	114,794	1.26%	15,298	1.26%	130,092
2023	116,185	1.21%	15,484	1.21%	131,669
2024	117,548	1.17%	15,665	1.17%	133,214
2025	118,887	1.14%	15,844	1.14%	134,730
2026	120,200	1.11%	16,019	1.11%	136,219
2027	121,490	1.07%	16,191	1.07%	137,681
2028	122,773	1.06%	16,362	1.06%	139,134
2029	124,039	1.03%	16,530	1.03%	140,570
2030	125,295	1.01%	16,698	1.01%	141,992
2031	126,374	0.86%	16,841	0.86%	143,215
2032	127,502	0.89%	16,992	0.89%	144,494
2033	128,599	0.86%	17,138	0.86%	145,737
2034	129,664	0.83%	17,280	0.83%	146,944
2035	130,697	0.80%	17,418	0.80%	148,114
2036	131,698	0.77%	17,551	0.77%	149,249
2037	132,667	0.74%	17,680	0.74%	150,347
2038	133,604	0.71%	17,805	0.71%	151,409
2039	134,509	0.68%	17,926	0.68%	152,435
2040	135,383	0.65%	18,042	0.65%	153,425
2041	136,224	0.62%	18,154	0.62%	154,379
2042	137,034	0.59%	18,262	0.59%	155,296
2043	137,812	0.57%	18,366	0.57%	156,178
2044	138,558	0.54%	18,465	0.54%	157,023
2045	139,272	0.52%	18,560	0.52%	157,832
2046	139,954	0.49%	18,651	0.49%	158,605
2047	140,604	0.46%	18,738	0.46%	159,342

Tabla 10. Tomas por tipo de usuario. (Fuente: SIAPA)

Considerando los consumos deseables para la toma doméstica de 22 m<sup>3</sup> /toma/año y de 28.8 m<sup>3</sup> /toma/año para tomas comerciales, la demanda en tomas (Tomas\* Consumo deseable) quedaría como se muestra en la tabla siguiente:



Año	Demanda Doméstica	Demanda Comercial	Demanda Doméstica	Demanda Comercial	Demanda Total	Demanda Total
	m <sup>3</sup> /toma/mes	m <sup>3</sup> /toma/mes	m <sup>3</sup> año	m <sup>3</sup> año	m <sup>3</sup> año	l/s
2021	22.0	28.8	29,929,189	5,221,209	35,150,398	1,115
2022	22.0	28.8	30,305,584	5,286,872	35,592,455	1,129
2023	22.0	28.8	30,672,968	5,350,963	36,023,931	1,142
2024	22.0	28.8	31,032,799	5,413,736	36,446,535	1,156
2025	22.0	28.8	31,386,071	5,475,365	36,861,436	1,169
2026	22.0	28.8	31,732,916	5,535,873	37,268,789	1,182
2027	22.0	28.8	32,073,334	5,595,259	37,668,594	1,194
2028	22.0	28.8	32,412,030	5,654,346	38,066,376	1,207
2029	22.0	28.8	32,746,353	5,712,669	38,459,022	1,220
2030	22.0	28.8	33,077,761	5,770,484	38,848,244	1,232
2031	22.0	28.8	33,362,709	5,820,194	39,182,902	1,242
2032	22.0	28.8	33,660,634	5,872,167	39,532,801	1,254
2033	22.0	28.8	33,950,142	5,922,673	39,872,815	1,264
2034	22.0	28.8	34,231,234	5,971,710	40,202,944	1,275
2035	22.0	28.8	34,503,910	6,019,278	40,523,188	1,285
2036	22.0	28.8	34,768,169	6,065,379	40,833,548	1,295
2037	22.0	28.8	35,024,011	6,110,011	41,134,023	1,304
2038	22.0	28.8	35,271,437	6,153,175	41,424,613	1,314
2039	22.0	28.8	35,510,447	6,194,871	41,705,318	1,322
2040	22.0	28.8	35,741,040	6,235,098	41,976,138	1,331
2041	22.0	28.8	35,963,216	6,273,857	42,237,074	1,339
2042	22.0	28.8	36,176,976	6,311,148	42,488,125	1,347
2043	22.0	28.8	36,382,320	6,346,971	42,729,291	1,355
2044	22.0	28.8	36,579,247	6,381,325	42,960,572	1,362
2045	22.0	28.8	36,767,757	6,414,211	43,181,968	1,369
2046	22.0	28.8	36,947,851	6,445,629	43,393,480	1,376
2047	22.0	28.8	37,119,528	6,475,578	43,595,107	1,382

Tabla 11. Demanda en tomas. (Fuente: SIAPA)

La demanda en tomas (consumo de agua potable) de la zona de influencia se estimó en 1,115 l/s para el año 2021, y llega a 1,382 l/s para el año 2047.

#### Demanda de conducción de aguas residuales.

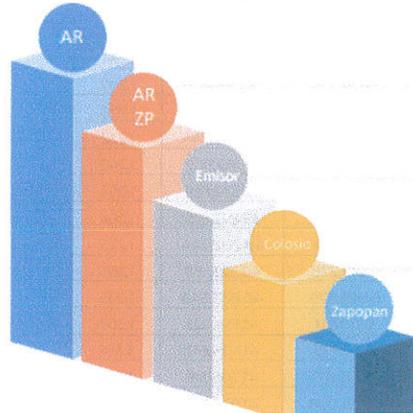
Para el cálculo del agua residual generada se toma como base que la aportación al drenaje es del 80% del agua potable (Libro 4 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la CONAGUA, el cual establece un rango de entre 0.7 y 0.9). Con lo anterior, se obtiene una aportación unitaria de agua residual a partir del agua potable. Así se puede obtener el gasto medio de aguas residuales que conducirán los ductos cada año. Cálculo de los Requerimientos de Infraestructura en la Situación Actual.

##### a) Cálculo del caudal medio de aguas residuales:

El caudal medio anual de aguas residuales se obtiene mediante la población actual y otros usuarios, los consumos unitarios para determinar el consumo total y con el factor de 0.8 se obtiene la aportación de aguas residuales. Para el año 2021, en donde la demanda de agua potable es de 1,115 l/s, lo cual al afectar por un factor de 0.8 se obtiene una generación de aguas residuales de 892 l/s (más usuarios industriales), de acuerdo con la información del SIAPA Tepic. Cabe señalar que de acuerdo a las estimaciones del SIAPA Tepic acorde a las áreas de aportación, el 75% del agua residual escurre hasta la cuenca de la infraestructura del proyecto, por lo que el caudal de agua residual es de aproximadamente 679 l/s. Posteriormente se hizo un análisis del área de aportación de los tres colectores, obteniendo que, del agua residual de la zona del proyecto, el 45% sería de la zona del colector Colosio, 10% del colector Zapopan y el



85% del emisor el punto. Es importante destacar que la suma no es el 100%, ya que los colectores Colosio y Zapopan tienen sus áreas de aportación y en forma conjunta junto con otras descargas llegan al emisor el Punto.



#### Aguas Residuales

Se obtienen con la relación del 80% del agua potable

#### Agua residual en la zona de proyecto

El Organismo Operador SIAPA Tepic estimó un 75% del agua residual total

#### Emisor el Punto

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 85% del caudal

#### Colector Colosio

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 45% del caudal

#### Colector Zapopan

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 10% del caudal

Tabla 12. Distribución del agua residual en el proyecto. (Fuente: SIAPA)

Con lo anterior se obtiene la demanda.

Año	Demanda Total	Aportación de aguas residuales	Agua residual generada doméstica y comercial	Agua residual generada industrial	Total de agua residual Tepic
	l/s		l/s	l/s	l/s
2021	1,115	80%	892	14	906
2022	1,129	80%	903	14	917
2023	1,142	80%	914	14	928
2024	1,156	80%	925	14	939
2025	1,169	80%	935	14	949
2026	1,182	80%	945	14	960
2027	1,194	80%	956	14	970
2028	1,207	80%	966	14	980
2029	1,220	80%	976	14	990
2030	1,232	80%	985	14	1,000
2031	1,242	80%	994	14	1,008
2032	1,254	80%	1,003	14	1,017
2033	1,264	80%	1,011	14	1,026
2034	1,275	80%	1,020	14	1,034
2035	1,285	80%	1,028	14	1,042
2036	1,295	80%	1,036	14	1,050
2037	1,304	80%	1,043	14	1,058
2038	1,314	80%	1,051	14	1,065
2039	1,322	80%	1,058	14	1,072
2040	1,331	80%	1,065	14	1,079
2041	1,339	80%	1,071	14	1,086
2042	1,347	80%	1,078	14	1,092
2043	1,355	80%	1,084	14	1,098
2044	1,362	80%	1,090	14	1,104
2045	1,369	80%	1,095	14	1,110
2046	1,376	80%	1,101	14	1,115
2047	1,382	80%	1,106	14	1,120

Tabla 13. Generación de agua residual en la Situación Actual. (Fuente: SIAPA)



Año	Aportación de aguas residuales zona de proyecto	Total de agua residual zona proyecto	Aportación Colector Colosio 45%	Aportación Colector Zapopan 10%	Aportación Emisor Punta 85%
	%	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	75%	679	306	68	577
2022	75%	688	310	69	585
2023	75%	696	313	70	592
2024	75%	704	317	70	598
2025	75%	712	320	71	605
2026	75%	720	324	72	612
2027	75%	727	327	73	618
2028	75%	735	331	73	625
2029	75%	742	334	74	631
2030	75%	750	337	75	637
2031	75%	756	340	76	643
2032	75%	763	343	76	648
2033	75%	769	346	77	654
2034	75%	776	349	78	659
2035	75%	782	352	78	664
2036	75%	788	354	79	669
2037	75%	793	357	79	674
2038	75%	799	359	80	679
2039	75%	804	362	80	683
2040	75%	809	364	81	688
2041	75%	814	366	81	692
2042	75%	819	369	82	696
2043	75%	824	371	82	700
2044	75%	828	373	83	704
2045	75%	832	374	83	707
2046	75%	836	376	84	711
2047	75%	840	378	84	714

Tabla 14. Demanda en la Situación Actual. (Fuente: SIAPA)

### Interacción Oferta-Demanda en la situación Actual

En la siguiente tabla se muestra el balance del sistema de drenaje para la ciudad de Tepic en la situación actual. De donde podemos concluir que existe una demanda no satisfecha.



Año	Demanda zona de proyecto			Oferta actual			Balance		
	Demanda Colector Colosio	Demanda Colector Zapopan	Demanda Emisor Punta	Capacidad Colector Colosio	Capacidad Colector Zapopan	Capacidad Emisor Punta	Capacidad Colector Colosio	Capacidad Colector Zapopan	Capacidad Emisor Punta
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	306	68	577	192	78	671	-113.7	10.1	93.5
2022	310	69	585	192	78	671	-117.5	9.2	86.4
2023	313	70	592	192	78	671	-121.2	8.4	79.4
2024	317	70	598	192	78	671	-124.8	7.6	72.6
2025	320	71	605	192	78	671	-128.4	6.8	65.9
2026	324	72	612	192	78	671	-131.9	6.0	59.3
2027	327	73	618	192	78	671	-135.3	5.3	52.8
2028	331	73	625	192	78	671	-138.7	4.5	46.4
2029	334	74	631	192	78	671	-142.0	3.8	40.0
2030	337	75	637	192	78	671	-145.4	3.0	33.7
2031	340	76	643	192	78	671	-148.2	2.4	28.3
2032	343	76	648	192	78	671	-151.2	1.7	22.7
2033	346	77	654	192	78	671	-154.2	1.1	17.2
2034	349	78	659	192	78	671	-157.0	0.4	11.8
2035	352	78	664	192	78	671	-159.7	-0.2	6.6
2036	354	79	669	192	78	671	-162.4	-0.8	1.6
2037	357	79	674	192	78	671	-165.0	-1.3	-3.2
2038	359	80	679	192	78	671	-167.4	-1.9	-7.9
2039	362	80	683	192	78	671	-169.8	-2.4	-12.5
2040	364	81	688	192	78	671	-172.2	-2.9	-16.9
2041	366	81	692	192	78	671	-174.4	-3.4	-21.1
2042	369	82	696	192	78	671	-176.5	-3.9	-25.1
2043	371	82	700	192	78	671	-178.6	-4.4	-29.0
2044	373	83	704	192	78	671	-180.6	-4.8	-32.8
2045	374	83	707	192	78	671	-182.5	-5.2	-36.4
2046	376	84	711	192	78	671	-184.3	-5.6	-39.8
2047	378	84	714	192	78	671	-186.0	-6.0	-43.0

Tabla 15. Balance en la Situación Actual. (Fuente: SIAPA)

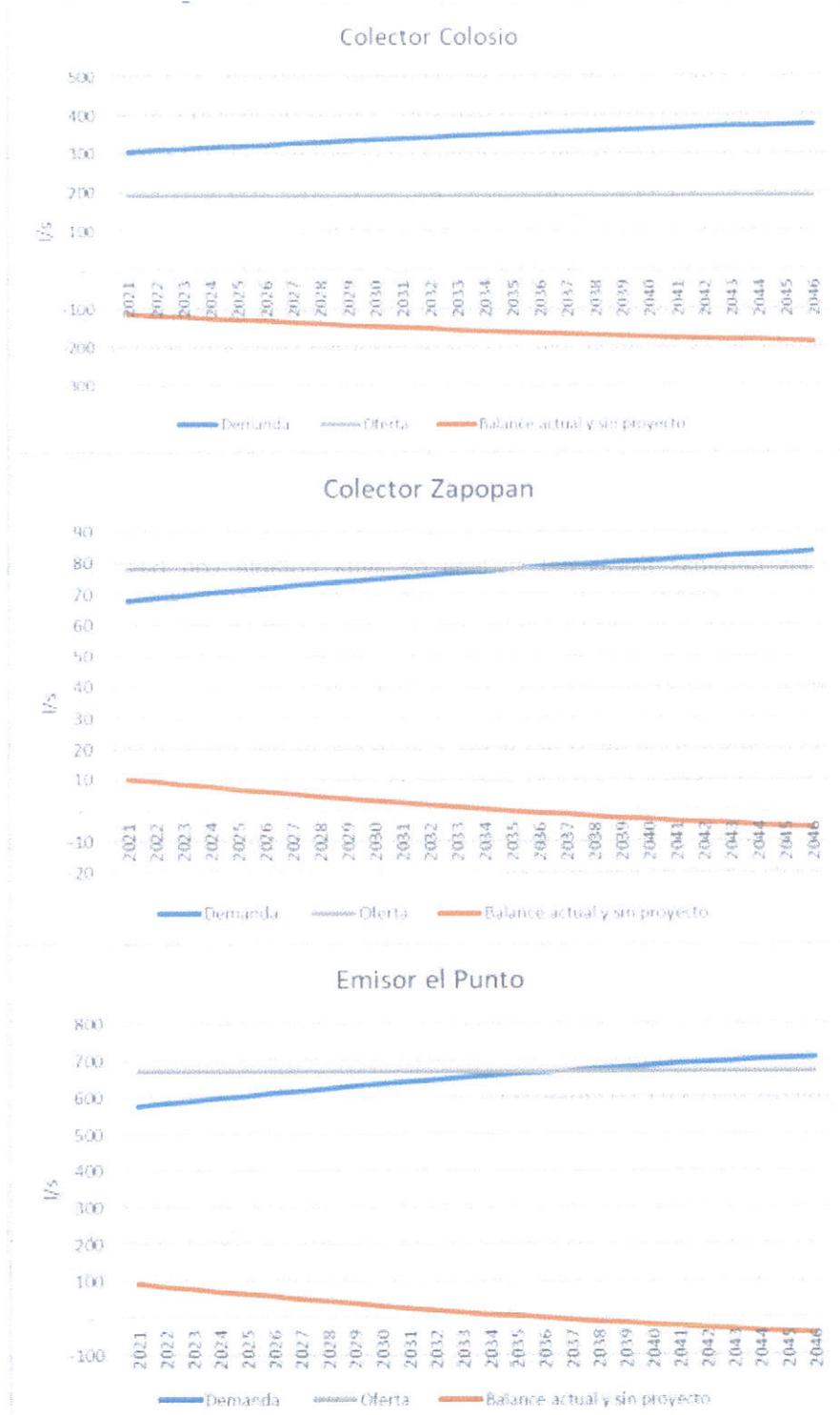


Tabla 16. Balance en la situación actual. (Fuente: SIAPA)

## Principales supuestos

Para el análisis de la oferta y la demanda se establecen supuestos con base en la información disponible, estos supuestos consisten en lo siguiente: Para la proyección de las tomas domésticas, se tomó en cuenta el número de tomas registrado en el SIAPA en el año 2020 y se proyectó con la tasa de crecimiento de la población publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) proyecciones de población 2015-2030, del municipio de Tepic.

Para la proyección de las tomas no domésticas, se tomó de igual forma el padrón de usuarios del SIAPA y para la proyección se tomó como referencia la proporción de tomas comerciales por tomas domésticas, siendo de 13.3% en el año 2020 y se mantuvo constante para todo el horizonte de evaluación.

Para las tomas comerciales se consideró su consumo actual como su consumo deseable, bajo el supuesto de que satisfacen su demanda con su consumo actual, lo cual lo vuelve un escenario conservador.

Se estimaron las pérdidas físicas del sistema de agua potable con base en la información proporcionada por el SIAPA, con los volúmenes facturados y su producción lo que dio como resultado el porcentaje de pérdidas físicas.

Las pérdidas físicas se mantuvieron constantes para el análisis.

De acuerdo con la información del SIAPA el uso consuntivo es del 20% con lo cual el 80% del agua potable usada llega al sistema de drenaje como aguas grises.

De acuerdo con el SIAPA, el 75% del total de la población de la ciudad de Tepic descarga sus aguas grises en la zona de influencia del proyecto.

De acuerdo con el SIAPA, el 85% del agua residual del área de influencia llega al emisor el Punto, 45% al colector Colosio y el 10% al colector Zapopan.

## III. Situación sin proyecto

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

En este estudio no se identificaron optimizaciones en la oferta debido a la naturaleza del proyecto que pretende sustituir los colectores ya que el estado de la infraestructura se encuentra muy deteriorado por lo que realizar optimizaciones no es una opción viable y en todo caso rebasaría el 10% del monto de la Inversión. Por lo tanto, la oferta optimizada o sin proyecto será igual a la oferta en situación actual.

Los proyectos que se evaluarán serán Colector Zapopan y Emisor El Punto.



### Análisis de la oferta

Como se observa en la siguiente tabla, la oferta sin proyecto es igual a la oferta en la situación actual, debido a que no existen cambios ni modificación en los colectores.

Año	Colector Zapopan (l/s)	Emisor Sanitario El Punto (l/s)
2021	78	671
2022	78	671
2023	78	671
2024	78	671
2025	78	671
2026	78	671
2027	78	671
2028	78	671
2029	78	671
2030	78	671
2031	78	671
2032	78	671
2033	78	671
2034	78	671
2035	78	671
2036	78	671
2037	78	671
2038	78	671
2039	78	671
2040	78	671
2041	78	671
2042	78	671
2043	78	671
2044	78	671
2045	78	671
2046	78	671
2047	78	671

Tabla 17. Proyección de la oferta en la situación sin Proyecto. (Fuentes: SIAPA)

Actualmente se tiene una oferta máxima para recibir un gasto de 192, 78 y 671 l/s en la zona de estudio; la cual permanecería constante en el tiempo en caso de no realizarse algún tipo de mejora, con un alto riesgo de que con el tiempo se deterioren las condiciones físicas de la infraestructura y se reduzcan las capacidades de conducción.



### Análisis de la Demanda

La demanda se refiere a la información que nos permita determinar el caudal de aguas residuales que necesitará conducir el proyecto. Para este caso la demanda de conducción de aguas residuales, al no haber medidas de optimización la situación actual y la situación sin proyecto son iguales.

Año	Aportación de aguas residuales zona de proyecto %	Total de agua residual zona proyecto l/s	Aportación Colector Zapopan 10% l/s	Aportación Emisor Punta 85% l/s
2021	75%	679	68	577
2022	75%	688	69	585
2023	75%	696	70	592
2024	75%	704	70	598
2025	75%	712	71	605
2026	75%	720	72	612
2027	75%	727	73	618
2028	75%	735	73	625
2029	75%	742	74	631
2030	75%	750	75	637
2031	75%	756	76	643
2032	75%	763	76	648
2033	75%	769	77	654
2034	75%	776	78	659
2035	75%	782	78	664
2036	75%	788	79	669
2037	75%	793	79	674
2038	75%	799	80	679
2039	75%	804	80	683
2040	75%	809	81	688
2041	75%	814	81	692
2042	75%	819	82	696
2043	75%	824	82	700
2044	75%	828	83	704
2045	75%	832	83	707
2046	75%	836	84	711
2047	75%	840	84	714

Tabla 18. Proyección de la demanda en la Situación sin Proyecto. (Fuente: SIAPA)

### Interacción Oferta-Demanda en la Situación sin Proyecto

En la siguiente tabla se muestra el balance del sistema de drenaje para la ciudad de Tepic en la sin proyecto. De donde podemos concluir que persiste una demanda no satisfecha.

Año	Demanda zona de proyecto		Oferta actual		Balance	
	Demanda Colector Zapopan	Demanda Emisor Punta	Capacidad Colector Zapopan	Capacidad Emisor Punta	Capacidad Colector Zapopan	Capacidad Emisor Punta
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	68	577	78	671	10.1	93.5
2022	69	585	78	671	9.2	86.4
2023	70	592	78	671	8.4	79.4
2024	70	598	78	671	7.6	72.6
2025	71	605	78	671	6.8	65.9
2026	72	612	78	671	6.0	59.3
2027	73	618	78	671	5.3	52.8
2028	73	625	78	671	4.5	46.4
2029	74	631	78	671	3.8	40.0
2030	75	637	78	671	3.0	33.7
2031	76	643	78	671	2.4	28.3
2032	76	648	78	671	1.7	22.7
2033	77	654	78	671	1.1	17.2
2034	78	659	78	671	0.4	11.8
2035	78	664	78	671	-0.2	6.6
2036	79	669	78	671	-0.8	1.6
2037	79	674	78	671	-1.3	-3.2
2038	80	679	78	671	-1.9	-7.9
2039	80	683	78	671	-2.4	-12.5
2040	81	688	78	671	-2.9	-16.9
2041	81	692	78	671	-3.4	-21.1
2042	82	696	78	671	-3.9	-25.1
2043	82	700	78	671	-4.4	-29.0
2044	83	704	78	671	-4.8	-32.8
2045	83	707	78	671	-5.2	-36.4
2046	84	711	78	671	-5.6	-39.8
2047	84	714	78	671	-6.0	-43.0

Tabla 19. Interacción oferta-demanda en la Situación sin proyecto. (Fuente: SIAPA)

En la siguiente tabla se presenta la interacción de la oferta y la demanda en la situación Sin Proyecto, señalando el déficit.

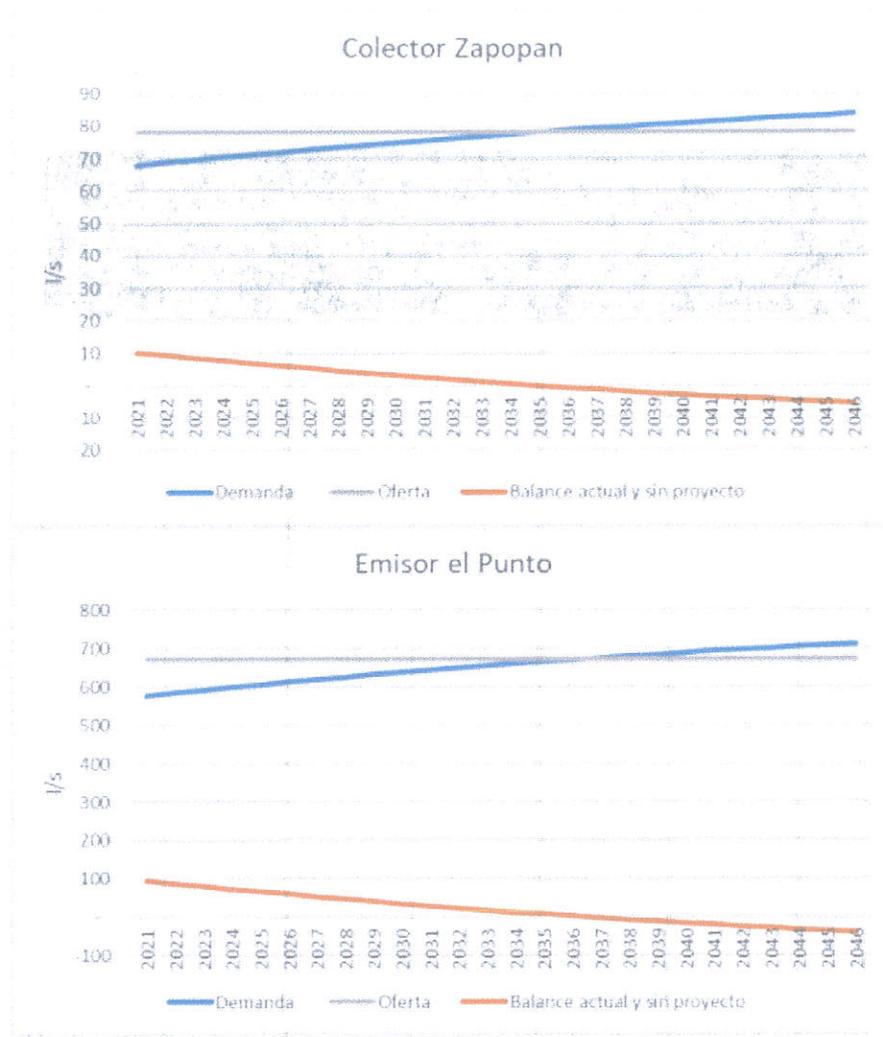


Ilustración 16. Balance en la situación sin proyecto. (Fuente: SIAPA)

### Análisis de alternativas

El drenaje de la ciudad de Tepic está colapsado y en diversos tramos ya es obsoleto y requiere la sustitución inmediata de la red de alcantarillado, la gran mayoría cuentan con 40 o 50 años de antigüedad, ya que se hicieron con tubos de concreto que su vida útil es de hasta 30 años y están totalmente rebasados.

Derivado del diagnóstico y proyectos de solución a la problemática presentados por El Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tepic (SIAPA), se requiere de la rehabilitación y ampliación de la capacidad del colector Zapopan y del Emisor El Punto.

Una vez determinada la conveniencia de la rehabilitar, reparar y modernizar el sistema de alcantarillado sanitario, se realizó el análisis de dos alternativas, las alternativas consideran dos



diferentes tecnologías y/o métodos de solución para el proyecto: Estas alternativas parten del supuesto de que generan los mismos beneficios para la zona de estudio.

El tipo de proyecto de acuerdo con los Lineamientos establecidos por la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público es un proyecto de infraestructura económica.

**Alternativa 1. Rehabilitación de los tramos a cielo abierto mediante instalación de tubería a zanja abierta.**

**Alternativa 2. Reemplazo de los tramos de tubería por el método sin zanja (Tecnología microtunnelling y pipe jacking).**

El análisis se ha planteado a un nivel de costo-eficiencia, determinando las ventajas, desventajas y CAE de cada tramo. En primera instancia se realiza la explicación de las metodologías en general y posteriormente se analiza cada tramo.

La evaluación de las alternativas propuestas se basa en el supuesto de que ambas tienen la misma vida útil de 25 años

Comparativo General de Alternativas

**Alternativa 1. Rehabilitación de Tubería por el método tradicional (cielo abierto).**

Para el proyecto de rehabilitación del colector se propone instalar tubería por el método tradicional a cielo abierto para sustituir la tubería dañada, realizándolo con zanjas excavadas a cielo abierto para poder retirar la tubería actual.

El método constructivo requiere los siguientes pasos:

- Trazo del colector en el sitio de acuerdo con la ingeniería.
- Zanjas de excavación de acuerdo con el diámetro de la tubería, para la reposición o reemplazo de la tubería en trazo paralelo al existente o retirando la tubería existente, según sea el caso.

La excavación se realiza hasta que el tramo quede totalmente descubierto retirando la tierra por medio de camiones de volteo para posteriormente poder instalar la nueva tubería.

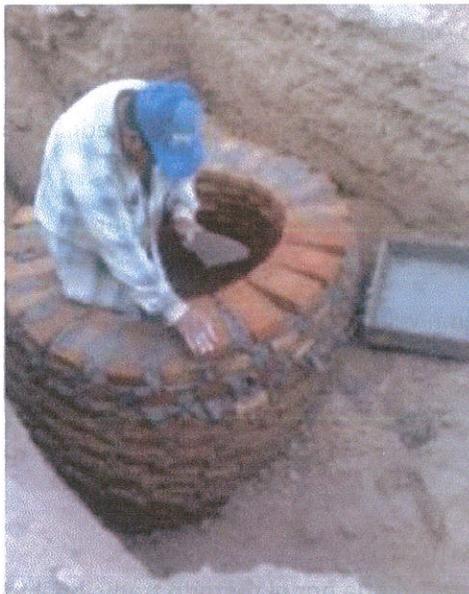
Lo primero que se realizará son las excavaciones hasta descubrir la tubería que se encuentra actualmente en el colector.

Posteriormente se retira la tubería existente para la instalación de la nueva tubería.

- Trabajos de contención lateral de las excavaciones, diseño de acuerdo con planos y de las características geotécnicas del suelo.
- Bombeo de achique de los niveles freáticos en las zanjas de excavación.
- Construcción de las cajas de interconexión.



Antes de la instalación de la nueva tubería se realiza la construcción de las cajas de interconexión, las cuales permitirán la unión de un tramo del colector con otro así, las aguas residuales podrán circular sin ningún problema y evitando el desbordamiento de estas.



*Ilustración 17. Construcción de Pozo de visita. (Fuente: SIAPA)*

Las cajas de interconexión deben de llevar pozo de visitas, los cuales funcionan al momento de que se realiza una visita al colector y poder sacar un muestreo de este, para ver su funcionamiento y así poder darle el mantenimiento adecuado que requiere.

- Ya retirada la tubería y el tramo excavado se suministra y coloca la tubería nueva.



*Ilustración 18. Instalación de tubería para alcantarillado. (Fuente: SIAPA)*



La incorporación del nuevo tubo del colector o el emisor, según sea el caso; permitirá que este sea más resistente y deje que las aguas residuales fluyan con mayor normalidad, asegurando su conducción.

- Conexión con la tubería existente que no será sustituida o que ya se realizó el proyecto.
- Plantillas, rellenos compactados, ruptura y reposición de pavimentos.

Finalmente, una vez que concluimos la obra de la rehabilitación de los colectores y emisor se pasa a realizar el relleno compactado y la reposición o construcción de las calles. También se ejecutará la reconstrucción de infraestructura secundaria y obras complementarias o inducidas que sufrieron daños por la obra de rehabilitación del colector.

### **Alternativa 2. Reemplazo de los tramos de tubería por el método sin zanja (Tecnología microtunnelling y pipe Jacking).**

La tecnología sin zanja es una familia de métodos, materiales y equipos para la instalación, el reemplazo, traslado, diagnóstico, localización, renovación y rehabilitación de servicios subterráneos con una mínima excavación e interrupción de la superficie. Las tecnologías sin zanjas se han utilizado con éxito para todas las utilidades subterráneas desde tuberías de agua, alcantarillado, pluviales, gas, tuberías industriales, conductos para redes eléctricas y de comunicaciones.

El reemplazo de la tubería se utiliza habitualmente cuando la tubería existente o en operación tienen defectos estructurales graves como ovalización o derrumbamientos que permiten la fuga de las aguas servidas, y por ende la contaminación de los suelos.

Las técnicas o tecnologías principales de sustitución o reemplazo sin zanjas son: pipe-bursting, microtúnel (microtunnelling) y empuje de tubería (pipe Jacking), estos métodos también pueden ser utilizados para aumentar el diámetro de la tubería. Tanto microtúnel y pipe Jacking, tienen el mismo principio de funcionamiento; y nacen de la necesidad de instalar tuberías sin la apertura de zanjas.

Para la presente alternativa se estaría empleando microtunelería con pipe Jacking.

Dicha técnica consiste principalmente en la ejecución de tres actividades de forma simultánea; el empuje horizontal de la tubería por medio de gatos hidráulicos, el retiro del material producto de excavación y la perforación del microtúnel, esta última se realiza mediante una Miro tuneladora (MTBM) situada en el frente de la excavación, aprovechando el empuje transmitido por el empuje de la tubería.

El retiro del material producto de la excavación (rezaga) que se genera en el frente es retirado hacia el exterior por diferentes métodos. (bombeo de lodos, carros de rezaga, bandas, entre otros).

A continuación, se describirá el procedimiento para llevar a cabo la alternativa:

Se debe excavar para encontrar la tubería conductora a nivel existente, de acuerdo a la información disponible en memorias y planos de obra terminada, teniendo como base la localización de los tramos que requieran rehabilitarse debido al deterioro producido en el transcurso de su vida útil.

Para localizar los tramos deteriorados se realiza un estudio de video inspección donde al analizar las imágenes grabadas del interior del colector se determine el estado que guarda la tubería existente.

La video inspección se puede realizar por medio de una cámara de video instalada sobre un dispositivo flotante que se conduzca sobre el flujo de agua dentro del colector existente. La inspección se realiza en tramos y por cada tramo video grabado se realiza un reporte con las observaciones e imágenes que se obtuvieron para poder determinar la gravedad del daño dentro del colector e identificar los tramos que deben ser rehabilitados.

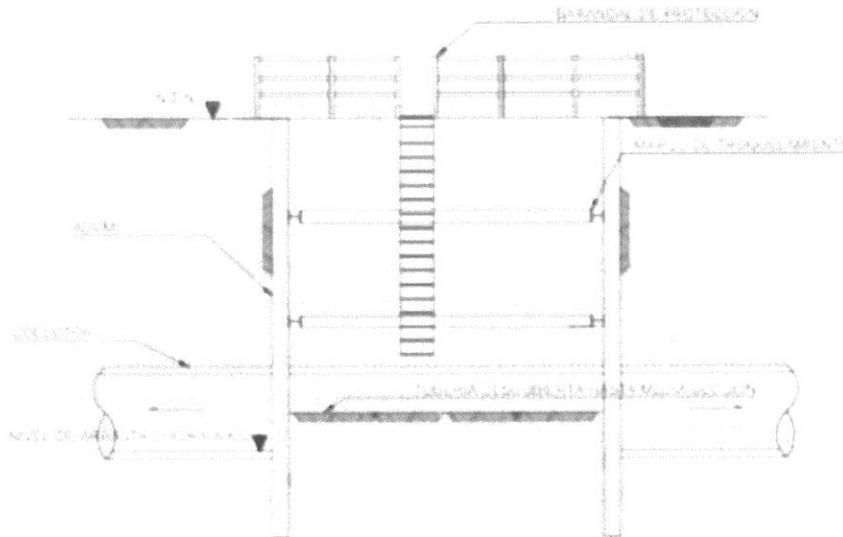
La identificación de los tramos que deben ser reemplazados se realizará mediante el análisis del video y se elaborará un reporte donde se especifiquen los tramos entre pozos y la longitud de los tramos a rehabilitar con las observaciones necesarias sobre el estado que guarda el colector.

Se debe ubicar en el plano de la obra existente el sitio donde se construirá la lumbrera para tener acceso al colector. Los colectores de aguas residuales debido a las necesidades de operación tienen a través de su desarrollo longitudinal una serie de pozos de visita que pueden ser pozos lámpara o pozos caja. De acuerdo del trazo del eje del colector es recomendable ubicar las lumbreras en un costado de las estructuras de los pozos, para evitar demoliciones, o en la mitad de un tramo, la alternativa elegida debe corresponder a la que cause los menores trastornos a las vialidades en su caso y sea la más económica rehabilitando longitudes considerables con la menor cantidad de lumbreras posible.



*Ilustración 19. Colocación de lumbreras en un colector que pasa debajo de una avenida. (Fuente: SIAPA).*

En la ilustración anterior se pueden observar rectángulos sombreados que simbolizan las lumbreras, círculos que representan los pozos de visita y los tramos del colector a rehabilitar en color rojo y flechas que indican la dirección para llevar a cabo la rehabilitación del interior del colector. Debe hacerse un levantamiento topográfico en sitio de los niveles de terreno natural y de arrastre hidráulico del colector desde el pozo de visita adyacente a la lumbrera que se construirá hacia el pozo de visita donde termina el tramo a reemplazar. Con los datos topográficos se realiza un plano con las dimensiones requeridas para la construcción de la lumbrera, considerando un espacio interior libre que sea suficiente para desarrollar todas las actividades directas y complementarias para la rehabilitación, en función de las características del procedimiento que se requiera.



*Ilustración 20. Detalle en perfil de ademe y excavación para construir una Lumbrera. (Fuente: SIAPA)*

Con base en el plano se lleva a cabo el trazo de la lumbrera en el sitio de los trabajos, debe colocarse el señalamiento vial necesario si la lumbrera queda ubicada en una calle o avenida y se deberá confinar la zona de los trabajos si hay una alta afluencia de vehículos y peatones para restringir la entrada de personas no autorizadas al sitio de los trabajos considerando el espacio suficiente para la maquinaria y equipo que se requiere para construir la lumbrera, realizar la rehabilitación y para el almacenamiento de materiales que sean necesarios.

#### Instalación de Ademe y Excavación.

Para acceder al colector y realizar los trabajos de rehabilitación es necesario excavar hasta el nivel donde se encuentra la tubería subterránea, para lo cual se deberá colocar ademe para estabilizar la excavación y evitar posibles derrumbes y fallas del suelo que pueden tener consecuencias de daños materiales y poner en riesgo al personal.

Los ademes, en función del tipo de suelo donde se va a excavar, pueden construirse con materiales como madera, vigas de acero, placas o tablestacado metálicos; este último es recomendable debido a que se logra tener una pared metálica continua que se troquela con vigas de acero para contener los empujes horizontales del suelo.

Como una mención de forma general para calcular el efecto de los empujes en un ademe con tablestaca se debe recurrir a un diagrama de presión de tierra, por medio de las propiedades características del suelo, para determinar el momento máximo que recibirá la tablestaca y si esta puede resistirlo, la revisión por falla de fondo en el nivel de troquelamiento que sea más desfavorable en conjunto con la tablestaca y el momento que deberá resistir la losa de fondo para determinar el armado de acero de refuerzo que necesite; también debe calcularse la sección de la viga de acero que se requiere para el marco más cargado por las fuerzas de empuje y utilizar este perfil en todos los marcos de troquelamiento para reforzar la seguridad.



A continuación, se describe el procedimiento constructivo de lumbreras, por medio de la instalación de ademe y excavación del núcleo.

### **Construcción de lumbrera con tablestacado metálico para rehabilitación de colectores de aguas residuales.**

Proceso constructivo:

1. Se realiza el corte perimetral de carpeta asfáltica o de concreto, de ser el caso, con la cortadora de disco para piso para marcar el perímetro exterior de la lumbrera.
2. Posterior al corte de carpeta se comienza la demolición mecánica por medio de la miniexcavadora con martillo hidráulico o por medio de la excavadora sobre orugas, dependiendo del espesor y dureza de la carpeta asfáltica o de concreto hidráulico.
3. Se retira el material producto de la demolición de carpeta cargando al camión volteo para la disposición del escombro en un tiro oficial.
4. Se excava el suelo descubierto hasta la profundidad que indique el proyecto en función del tipo de suelo existente para colocar el marco guía.
5. Se coloca dentro de la excavación el marco guía fabricado con vigas IPR de 12" X 8" y se nivela, servirá para guiar el hincado de la tablestaca en la lumbrera.
6. Se coloca la mordaza del vibro martinete en el extremo de la tablestaca, se levanta con la grúa de 40 toneladas de capacidad de carga y se coloca a un costado del marco guía, sobre el nivel actual de la excavación. La brigada de topografía da línea por medio de sus equipos para que con la grúa se acomode la tablestaca; una vez que es alineada se comienza la vibración e hincado dentro del suelo.
7. Durante el hincado se verifica la verticalidad y alineamiento horizontal de la pieza para hincar en secuencia las otras piezas de tablestaca. Se continúa vibro-hincando la tablestaca en el perímetro del marco guía cuidando su verticalidad hasta alcanzar el nivel máximo de hincado. Debe tenerse especial cuidado en hincar la tablestaca que quedará sobre la tubería existente hasta antes del nivel superior de la misma para no perforarla con la pieza metálica, se pueden hincar tablestacas más cortas en esta zona para este propósito.
8. Una vez que se hincan las tablestacas perimetrales en la lumbrera, se suelda el marco guía a las tablestacas y se reanuda la excavación del núcleo de suelo que ahora se encuentra dentro del tablestacado para llegar al nivel máximo de proyecto. Durante este proceso se debe troquelar con marcos metálicos de viga IPR, soldados a las tablestacas de acuerdo con el avance de la excavación con la separación de acuerdo con el proyecto para mantener la estabilidad del ademe.
9. Desde el inicio de la excavación después del hincado de las tablestacas debe instalarse por secciones una escalera marina para uso del personal, la cual debe tener protección "cubre hombre".
10. Si la excavación debe llegar a una profundidad tal que la excavadora sobre orugas no pueda ahondar desde la superficie, se debe bajar a la lumbrera la miniexcavadora para continuar con los trabajos, la extracción del material producto de la excavación se realiza cargándolo a una bacha, misma que se iza con la grúa y se descarga en el camión volteo para llevar el material producto de la excavación a un tiro oficial designado.

11. La excavación deberá llegar hasta el nivel donde se tenga la mitad de la tubería existente descubierta y permita colar una losa para usarse como plataforma para los trabajos de rehabilitación del colector.

12. Debe colocarse un barandal perimetral en la superficie de la lumbrera por seguridad, a una altura de 1.30 metros con tubería de acero galvanizado, protegido con esmalte, así mismo deben colocarse letreros de seguridad.



*Ilustración 21. Construcción de Lumbrera. (Fuente: SIAPA)*

Abertura de tubería del Colector. Como se mencionó anteriormente, la construcción de la lumbrera de acceso permite descubrir el colector existente que va a rehabilitarse. En este punto se procede a realizar una abertura en la tubería demoliendo la mitad superior de la misma, es decir, dejarla con forma de “media caña”. Es recomendable utilizar un detector de gases al momento de realizar la abertura de la tubería debido a que puede haber emanaciones de gases que se encuentran al interior del colector, causadas por la descomposición orgánica o fugas de combustibles que pueden llegar al drenaje.

Antes de hacer dicha abertura, se debe colar una losa o plantilla en el fondo de la lumbrera entre los muros del ademe y la línea de drenaje, misma que servirá como plataforma de trabajo para mantener en un lugar seco herramientas y algunos materiales durante la ejecución de la rehabilitación en cantidades de uso diario; el nivel de la plantilla deberá estar por encima del nivel del espejo de agua del colector, para evitar en lo posible arrastre de materiales o herramientas en caso de un aumento en el flujo de agua dentro del colector.

A continuación, se describe un breve procedimiento constructivo para la abertura de tubería del colector.

**Colado de losa en el fondo de la excavación de una lumbrera de acceso y abertura de tubería de concreto reforzado.**

Procedimiento constructivo:

1. Se afina el fondo de la excavación de la lumbrera de acceso.

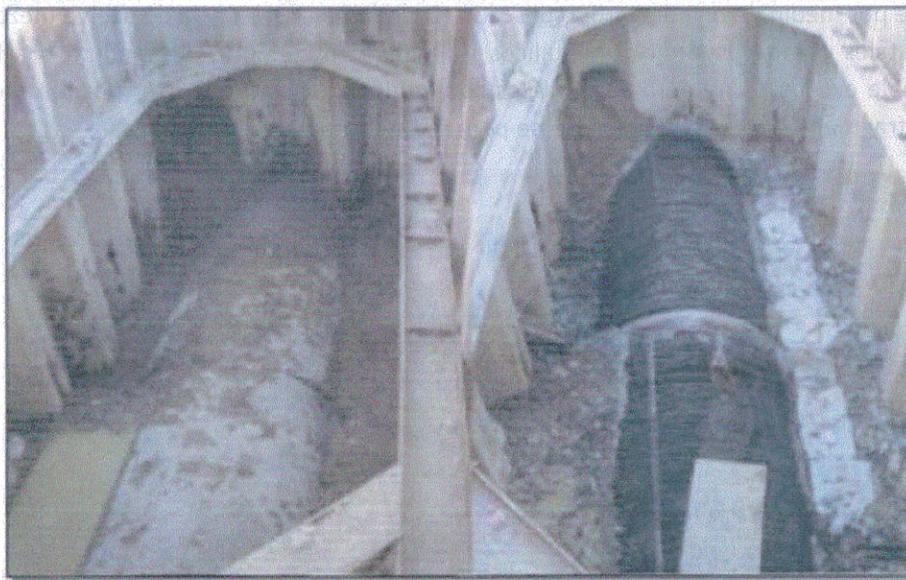


2. Se debe habilitar el acero de refuerzo para construir la losa de fondo, para evitar los posibles agrietamientos por temperatura.
3. Se arma la losa de fondo, asegurándose de separar el fondo afinado del acero con moños para garantizar el recubrimiento de concreto adecuado.
4. Se debe realizar el colado con una bacha para concreto, descendiendo la mezcla al fondo de la lumbrera para su colocación.
5. Una vez que ha fraguado el concreto, se procede a trazar la zona de demolición de la tubería descubierta.
6. Se realizan perforaciones con un sacabocados rotatorio en la tubería, de preferencia dos por cada sección de tubo descubierta, donde se aseguran con un estrobo para sostener con la grúa el fragmento a cortar.
7. Sobre el trazo se realizan perforaciones con el rotomartillo a una distancia de 10.00 cm entre cada una, para formar una línea de rotura de la tubería.
8. Se demuele la tubería con la pistola rompedora, atacando en medio de las perforaciones teniendo un corte del concreto lo más alineado posible.
9. Al descubrir el acero de refuerzo de la tubería en demolición, este debe ser cortado con el equipo de oxicorte.
10. Se continúa demoliendo la tubería sobre la línea hasta desprenderla totalmente.
11. Se levanta la sección con la grúa y se carga al camión volteo para disponer de este desecho en un tiro oficial o en un lugar designado para ello.
12. Si se tienen más secciones de tubería por quitar para la abertura necesaria para la rehabilitación del colector, se procede desde el paso 6 hasta el 11.

Procedimiento constructivo:

1. Se afina el fondo de la excavación de la lumbrera de acceso.
2. Se debe habilitar el acero de refuerzo para construir la losa de fondo, para evitar los posibles agrietamientos por temperatura.
3. Se arma la losa de fondo, asegurándose de separar el fondo afinado del acero con moños para garantizar el recubrimiento de concreto adecuado.
4. Se debe realizar el colado con una bacha para concreto, descendiendo la mezcla al fondo de la lumbrera para su colocación.
5. Una vez que ha fraguado el concreto, se procede a trazar la zona de demolición de la tubería descubierta.
6. Se realizan perforaciones con un sacabocados rotatorio en la tubería, de preferencia dos por cada sección de tubo descubierta, donde se aseguran con un estrobo para sostener con la grúa el fragmento a cortar.

7. Sobre el trazo se realizan perforaciones con el rotomartillo a una distancia de 10.00 cm entre cada una, para formar una línea de rotura de la tubería
8. Se demuele la tubería con la pistola rompedora, atacando en medio de las perforaciones teniendo un corte del concreto lo más alineado posible.
9. Al descubrir el acero de refuerzo de la tubería en demolición, este debe ser cortado con el equipo de oxicorte.
10. Se continúa demoliendo la tubería sobre la línea hasta desprenderla totalmente.
11. Se levanta la sección con la grúa y se carga al camión volteo para disponer de este desecho en un tiro oficial o en un lugar designado para ello.
12. Si se tienen más secciones de tubería por quitar para la abertura necesaria para la rehabilitación del colector, se procede desde el paso 6 hasta el 11.



*Ilustración 22. Abertura del colector existente. (Fuente: SIAPA)*

Esta alternativa de solución lo que pretende es incrementar la capacidad de conducción al incrementar el diámetro de la tubería.

### **Desazolve**

Cualquier procedimiento constructivo para realizar la rehabilitación de un colector de aguas residuales debe desarrollarse con condiciones de limpieza aceptable para que los materiales que se coloquen en el interior de la tubería existente no tengan contacto con residuos que provoquen aplicaciones inadecuadas o interrumpan la continuidad de la instalación de estos. El desazolve es un procedimiento para liberar de obstáculos el interior de un colector, los cuales pueden estar formados de diversos materiales como son basura, arena, desperdicios de tamaño considerable como llantas, perfiles metálicos, fragmentos de árboles y todo tipo de objetos que por descuido o con premeditación pueden ser arrojados a un colector de aguas residuales.

Para conocer los obstáculos de este tipo que se encuentran en el interior del colector a remplazar, se puede realizar una inspección previa a los trabajos de construcción de la lumbrera, en la cual se puede introducir una video cámara o a un buzo profesional con equipo de buceo autónomo, para conocer las características del azolve presente en condiciones de operación de la tubería existente.

Los trabajos de inspección y desazolve, así como la rehabilitación son preferibles de ejecutar durante la época de estiaje si se rehabilita un colector pluvial o sanitario. También puede considerarse el desviar las aguas residuales por otras redes o realizar bombeo para mantener lo más seco posible el colector, pero en muchas ocasiones no es posible desviar las aguas residuales o pluviales a otros ramales por lo que se deberá trabajar con el colector en funcionamiento. Muchas veces el azolve al interior provoca que el nivel del agua se vea elevado, al desazolvar se tendrá un menor tirante hidráulico y a su vez mejores condiciones de instalación.

Para la mayoría de los colectores con azolve formado por suelo arenoso y basura, se introduce un cable de acero impulsado por un malacate mecánico para arrastrar los residuos sólidos y sacarlos a la superficie por medio de una draga tipo pescado. Cuando haya presencia de azolve mezclado con obstáculos tales como desperdicios metálicos y llantas o fragmentos de madera o árboles, es recomendable extraerlos primero cortándolos con equipos mecánicos de ser posible o en forma manual en fragmentos que puedan extraerse por medio del malacate mecánico.



*Ilustración 23. Desazolve de Colectores o Emisores. (Fuente: SIAPA)*

#### **Empuje de la tubería**

Para remplazar la tubería del colector existente se introducirá una tubería nueva por tramos mediante empuje con gatos hidráulicos.

#### **Proceso constructivo:**

1. Se realiza la perforación en el centro de cada tubo con el sacabocados, este orificio se utilizará para descender la tubería y de requerirse para la inyección del relleno del espacio anular.
2. Se desciende a la lumbrera el primer tubo y se coloca en la máquina de empuje.

3. Se coloca la cadena del tecle en el tubo para asegurarlo con el marco de la máquina de empuje después de que sea empujado para ayudar al acople con el siguiente tubo.
4. Con el primer tubo colocado, se coloca la placa de empuje detrás del tubo y se desliza hasta introducirse a un 80% de su longitud.
5. Se desciende el siguiente tubo en la máquina de empuje y se acopla la espiga de este con la campana del primer tubo instalado haciendo tracción con el tecle.
6. Se repiten los pasos 2 al 5 hasta terminar de introdeslizar la tubería nueva en el tramo requerido.



*Ilustración 24. Empuje de tubería desde la lumbrera de acceso*

El introdeslizamiento de tubería al realizarse en el sentido de aguas arriba hacia aguas abajo permite disminuir la resistencia por la fricción al realizar el empuje, una vez que se termina con el introdeslizamiento.

#### **Restitución de la abertura del Colector existente y desmantelamiento de la lumbrera.**

Al concluir los trabajos de rehabilitación por empuje hidroneumático de tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), debe llevarse a cabo la restitución del sitio donde se realizó la abertura del colector de tubería de concreto reforzado por medio de la colocación de tubería de fibra de vidrio y la construcción de una placa semicircular de concreto para embovedar la tubería como se describe en el siguiente procedimiento constructivo.

Proceso constructivo:

1. Se desciende al fondo de la tubería que está abierta hasta medio diámetro, uno o varios tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para instalarse en la longitud de la tubería existente que está descubierta.
2. Una vez acoplada e instalada la tubería, se procede a emboquillar el extremo de la tubería de mortero de vidrio que no tiene relleno aún mediante el grout de secado bajo el agua.



3. Se habilita una parrilla con acero de refuerzo para colocarse encima de la tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) y sobre el tubo del colector antiguo para que sirva como refuerzo por temperatura de acuerdo con los requerimientos que se establezcan para el caso particular.

4. Se realiza una cimbra lateral para mantener el concreto sobre la tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV). 5. Se realiza la colocación del concreto premezclado sobre la tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), rellenando completamente el espacio anular y por encima del acero de refuerzo colocado hasta igualar el nivel de la tubería de concreto antigua.

### **Desmantelamiento de la lumbrera de acceso para la rehabilitación con tubería de mortero de fibra de vidrio**

Una vez concluidos los trabajos de rehabilitación y se halla sellado la abertura del colector antiguo, se procederá a rellenar y desmantelar la lumbrera de acceso hasta restituir las condiciones originales de la superficie en la zona de la misma.

Proceso constructivo:

1. En la superficie debe suministrarse el material de banco tepetate y se debe revolver con agua para alcanzar la humedad óptima que se requiera de acuerdo con las especificaciones particulares del proyecto.

2. Se carga la bacha con el material a la humedad óptima y se desciende al fondo de la lumbrera.

3. Se extiende el material humedecido en forma manual para lograr una capa de 20 cm al ser compactada.

4. Durante la compactación se deberán retirar los marcos de viga IPR de la lumbrera conforme se aproxime a su nivel.

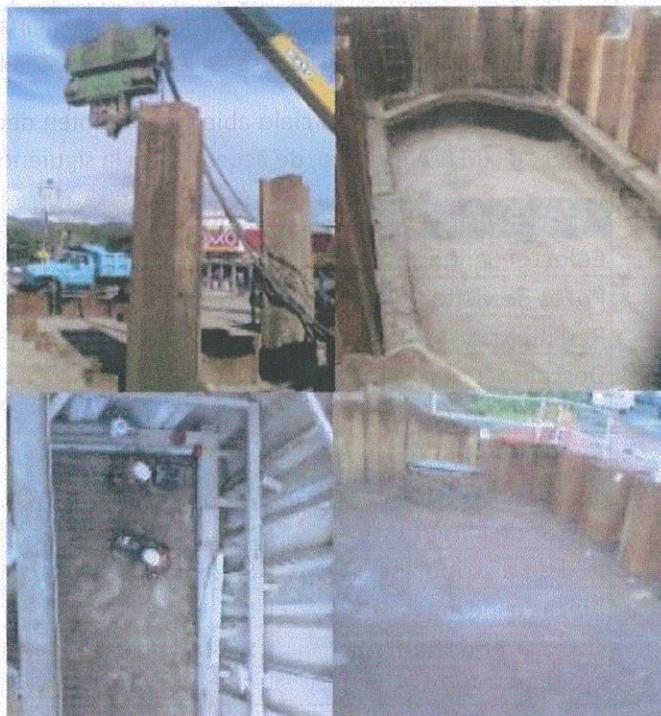
5. Se continuará el proceso desde el paso 1 hasta llegar a 1.50 m antes de la superficie; durante el relleno dentro de la lumbrera, se deberán realizar pruebas de compactación siendo la prueba Proctor la más común para determinar si el grado de compactación es el adecuado.

6. Al llegar al nivel de 2.00 m por debajo de la superficie se realiza la extracción de la tablestaca metálica por medio del Vibra hincador-extractor (vibro martinete) usando el marco de viga IPR que aún está colocado como guía para la desinstalación.

7. Una vez extraída la tablestaca metálica se retira el marco guía.

8. Se realiza el relleno con material de banco tepetate hasta llegar al nivel de la subrasante de igual manera que en los pasos 1 a 3.

9. De existir pavimento asfáltico o hidráulico se debe restituir dicha estructura según sea el caso y de acuerdo con lo que indique el proyecto específico.



*Ilustración 25. Desmantelamiento de Lumberas. (Fuente: SIAPA)*

Una vez concluidos estos trabajos se termina completamente la restitución de la zona de trabajos para la rehabilitación del colector por lo que se continúa con su operación y se libera el área superficial.



*Ilustración 26. Restitución total de la calle. (Fuente: SIAPA)*

### **Alternativa 1 – Colector Zapopan**

Para este colector la alternativa propone rehabilitar 1,213.65 metros del colector por el método de cielo abierto o mediante zanja, el tramo a rehabilitar tiene un diámetro de 36" (91 cm) y se remplazará por tubería de polietileno de alta densidad corrugado, debido al método de ataque se requerirá la construcción de pozos de visita y conecta descargas domiciliarias con registro en



banqueta, a lo largo del tramo se requerirá la reconexión de tomas domiciliarias, reubicación de la red de distribución de agua y poda y tala de árboles que se encuentren sobre el trazo del colector.

Estas acciones de rehabilitar el Colector Zapopan a cielo abierto o también denominado por zanja tienen un costo de \$59,022,589.10 con IVA incluido, de acuerdo con la siguiente tabla:

Red de alcantarillado Sanitario	
Colector Sanitario	\$24,095,647.25
Pozos de visita	\$2,269,621.61
Red de Madrinas	\$ 4,320,654.86
Descargas Domiciliarias	\$ 6,698,446.47
Boca de Tormenta	\$ 303,600.99
	\$37,687,971.18
Agua Potable	
Lineas de alimentación	\$ 6,020,351.07
Red de distribución	\$ 2,986,059.49
Piezas especiales	\$ 898,627.33
Tomas domiciliarias	\$ 3,260,182.46
Sondeos	\$ 28,350.80
	\$13,193,571.15
SubTotal =	\$50,881,542.33
IVA =	\$8,141,046.77
<b>Total =</b>	<b>\$59,022,589.10</b>

Tabla 20. Inversión alternativa 1 para proyecto Colector Zapopan. (Fuente: Propia)

## Alternativa 2 – Colector Zapopan

La alternativa corresponde a reemplazará la tubería por el método sin zanja a través de tecnología de empuje con gatos hidráulicos de tubería de poliéster reforzado de fibra de vidrio, ya que ofrece el mejor beneficio por ser muy resistente a la corrosión, material ligero y flexible con el cual se reemplazará 1,213.65 metros de tubería de 91 cm (36”) y debido a la ejecución de las obras se ha contemplado obras complementarias como reconexión de descargas sanitarias, reparación de la superficie de rodamiento.

Estas acciones tienen un costo de \$92,209,168.83 ya incluido el I.V.A, de acuerdo con la siguiente tabla.



Descripción	Total
TRAZO Y NIVELACIÓN	\$678,020.19
LUMBRERAS FLOTADAS Y PLATAFORMAS	\$7,635,054.03
HINCADO DE ADEME METÁLICO (TABLAESTACA DE PERFIL AZ)	\$11,747,694.22
CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL	\$42,147,157.74
POZOS DE VISITA COLECTOR SANITARIO	\$3,925,482.84
CAJA DE CONTROL Y DESCARGA	\$5,472,245.18
OBRAS COMPLEMENTARIAS	<b>\$7,885,008.59</b>
DESCARGAS DOMICILIARIAS	\$2,180,171.14
RÉGISTROS DOMICILIARIOS DE BANQUETA	\$785,516.05
SUPERFICIE DE RODAMIENTO-CONCRETO HIDRÁULICO	\$999,493.71
SUPERFICIE DE RODAMIENTO-ASFÁLTICA	\$2,973,504.06
BANQUETAS Y GUARNICIONES	\$946,323.63
<b>Subtotal</b>	\$79,490,662.79
<b>IVA</b>	\$12,718,506.05
<b>Total</b>	<b>\$92,209,168.83</b>

Tabla 21. Inversión alternativa 2 Colector Zapopan. (Fuente: propia)

Con respecto a la operación y mantenimiento tanto para la alternativa 1 y alternativa 2, se tienen identificados la limpieza gruesa y desazolve utilizando para ello una mancuerna de malacates, la cual a través de una draga que corre de pozo a pozo, recolecta azolve hasta extraerlo del pozo, se coloca en una artesa y se acumula hasta juntar el volumen equivalente a 7m3 dicho volumen es la capacidad de un camión de volteo, mismo que se traslada a los lugares autorizados para su disposición final.

Se instalan tapones de neopreno en los pozos del tramo en mantenimiento para seccionarlo y luego un equipo de bombeo bypass con capacidad suficiente para dar continuidad al flujo que varía dependiendo del diámetro.

Se procede con la limpieza fina misma que se realiza con el apoyo de un equipo de sondeo y succión hidrodinámica tipo VACTOR. Una vez limpio el tramo, se instala un equipo de video inspección incluyendo generador de electricidad portátil, tripié y poleas para bajar la cámara de video inspección y se realiza el recorrido por el interior del colector. Esto con la finalidad de revisar el estado físico del colector.

Se desmonta el equipo de video inspección, el bypass y por último se retiran los tapones de neopreno, finalmente se revisa y en su caso se repara el brocal y tapa del pozo de visita. Este procedimiento se realiza en los diferentes tramos de los colectores, y se espera que el número de mantenimientos se incremente en el tiempo de no realizar el proyecto.

De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento para la alternativa 1 y 2 del colector Zapopan, que es obtenido para diferentes diámetros de tubería de 36" (91 cm), estos mantenimientos tienen una periodicidad de 3 años en promedio, tal como se muestra la tabla siguiente de acuerdo con la información proporcionada por el SIAPA Tepic



	Alternativa 1.-Rehabilitación de tubería por el método tradicional (cielo abierto).	Alternativa 2.- Reemplazo de los tramos de tubería por el método sin zanja (Hincado)
Horizonte de evaluación	20	20
Tasa de descuento	10%	10
Inversión Inicial	\$50,881,542.33	\$ 79,490,662.79
Costo de Operación y MTTO	\$ 1,961,887.39	\$ 1,961,887.39
CAE	\$ 7,558,837.05	\$ 10,844,900.83
VPN	\$ 64,352,640.90	\$ 92,328,757.28

Tabla 22. Cálculo del VPN y CAE del Colector Zapopan.

De acuerdo con la tabla anterior, se elige la Alternativa 1 rehabilitar el colector por el método tradicional (cielo abierto) con tubería de polietileno de alta densidad corrugado por ser la de menor costo anual equivalente CAE de \$7, 846,785.07.

De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento que puede aplicarse tanto en la alternativa 1 y 2 del Emisor El Punto, que es obtenido para diferentes diámetros de tubería de 48" y 60" (122 y 152 cm respectivamente).

Emisor El Punto	
Emisor sanitario	\$339,953,021.49
Red de atarjeas	\$ 12,528,404.78
Línea de conducción	\$ 3,357,637.11
Red de distribución	\$ 6,498,196.86
Alcantarillado pluvial	\$ 4,595,378.08
Puentes	\$ 9,226,124.56
Sondeos	\$ 389,350.65
Estudios y trámites	\$ 1,064,850.76
Adecuaciones eléctricas	\$ 384,675.75
Subtotal =	\$377,997,640.04
IVA =	\$60,479,622.41
Total =	\$438,477,262.45

Tabla 23. Inversión Alternativa 1 Colector El Punto. (Fuente: Propia).

La alternativa 2 corresponde a reemplazará la tubería por el método sin zanja a través de tecnología de empuje con gatos hidráulicos de tubería de poliéster reforzado de fibra de vidrio, ya que ofrece el mejor beneficio por ser muy resistente a la corrosión, material ligero y flexible con el cual se reemplazará 1,213.65 metros de tubería de 91 cm (36") y debido a la ejecución de las obras se ha contemplado obras complementarias como reconexión de descargas sanitarias, reparación de la



superficie de rodamiento, construcción de 236 pozos de visita y reconexión de 268 descargas domiciliarias.

Estas acciones tienen un costo de \$ 444,372,018.70 ya incluido el I.V.A, de acuerdo con la siguiente tabla:

Descripción	Total
<b>TRAZO Y NIVELACIÓN</b>	\$957,760.11
<b>LUMBRERAS FLOTADAS Y PLATAFORMAS</b>	\$28,367,048.25
<b>HINCADO DE ADEME METÁLICO (TABLAESTACA DE PERFIL AZ)</b>	\$ 81,604,187
<b>CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL</b>	\$198,967,130.74
<b>POZOS DE VISITA COLECTOR SANITARIO</b>	\$8,665,574.74
<b>CAJA DE CONTROL Y DESCARGA</b>	\$10,524,284.78
<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	<b>\$93,429,798.80</b>
<b>DESCARGAS DOMICILIARIAS</b>	\$808,885.05
<b>REGISTROS DOMICILIARIOS DE BANQUETA</b>	948,677.12
<b>SUPERFICIE DE RODAMIENTO</b>	\$43,736,691.22
<b>BANQUETAS Y GUARNICIONES</b>	\$4,663,513.18
<b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>	\$2,189,711.31
<b>ESTRUCTURA DE DESVIO</b>	\$ 15,091,295.89
<b>OBRAS DE PROTECCION</b>	\$ 13,364,855.58
<b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>	\$ 3,189,711.31
<b>Subtotal</b>	\$ 413,079,326
<b>IVA</b>	\$ 66,092,692
<b>Total</b>	\$ 479,172,019

Tabla 24. Inversión Alternativa 2 Colector El Punto. (Fuente: propia)

Con respecto a la operación y mantenimiento tanto para la alternativa 1 y alternativa 2, se tienen identificados la limpieza gruesa y desazolve utilizando para ello una mancuerna de malacates, la cual a través de una draga que corre de pozo a pozo, recolecta azolve hasta extraerlo del pozo, se coloca en una artesa y se acumula hasta juntar el volumen equivalente a 7m<sup>3</sup> dicho volumen es la capacidad de un camión de volteo, mismo que se traslada a los lugares autorizados para su disposición final.

Se instalan tapones de neopreno en los pozos del tramo en mantenimiento para seccionarlo y luego un equipo de bombeo bypass con capacidad suficiente para dar continuidad al flujo que varía dependiendo del diámetro.

Se procede con la limpieza fina misma que se realiza con el apoyo de un equipo de sondeo y succión hidrodinámica tipo VACTOR. Una vez limpio el tramo, se instala un equipo de video inspección incluyendo generador de electricidad portátil, tripié y poleas para bajar la cámara de video inspección y se realiza el recorrido por el interior del colector. Esto con la finalidad de revisar el estado físico del colector.



Se desmonta el equipo de video inspección, el bypass y por último se retiran los tapones de neopreno, finalmente se revisa y en su caso se repara el brocal y tapa del pozo de visita. Este procedimiento se realiza en los diferentes tramos de los colectores, y se espera que el número de mantenimientos se incremente en el tiempo de no realizar el proyecto.

De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento que puede aplicarse tanto en la alternativa 1 y 2 del Emisor El Punto, que es obtenido para diferentes diámetros de tubería de 48" y 60" (122 y 152 cm respectivamente), estos mantenimientos tienen una periodicidad de 4 años en promedio.

Diámetro	Longitud	\$/m	Costo por MTTO.	Periodicidad	Mantenimiento anual
48"	665.5	6,436.20	\$ 4,282,972.11	4.00	\$ 1,070,743.03
60	3277.4	8,138.26	\$ 26,672,592.38	4.00	\$ 6,668,148.09
<b>TOTAL</b>					<b>\$7,738,891.12</b>

Tabla 25. Costo de Operación y mantenimiento de la alternativa 1 y 2 del emisor El Punto. (Fuente: propia)

	Alternativa 1.-Rehabilitación de tubería por el método tradicional (cielo abierto).	Alternativa 2.- Reemplazo de los tramos de tubería por el método sin zanja (Hincado)
Horizonte de evaluación	20	20
Tasa de descuento	10%	10
Inversión Inicial	\$ 391,191,211.19	\$ 413,079,326.47
Costo de Operación y MTTO	\$ 7,738,891.12	\$ 7,738,891.12
CAE	\$ 51,682,276.26	\$54,205,315.50
VPN	\$ 440,000,352.10	\$ 461,480,407.50

Tabla 26. Cálculo del VPN y CAE. (Fuente: propia)

De acuerdo con la tabla anterior, se elige la Alternativa 1 rehabilitar el colector por el método tradicional (cielo abierto) con tubería de polietileno de alta densidad corrugado por ser la de menor costo anual equivalente CAE de \$51,682,276.26.

#### IV. Situación con proyecto

El tipo de proyecto de acuerdo con los Lineamientos establecidos por la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público es un proyecto de infraestructura económica.

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

Tabla 27. Tipo de PPI. (Fuente: propia)

El proyecto consiste en la rehabilitación y/o reposición de la tubería que conforma la red de Colectores Zapopan y el Emisor El Punto mediante el método tradicional de cielo abierto, en los tramos que se encuentran dañados y que han llegado a concluir la vida útil, estas acciones permitirán continuar con la captación y desalojo del sistema de alcantarillado sanitario de la Ciudad de Tepic, en el Estado de Nayarit.

En la imagen siguiente se muestran los principales componentes del proyecto con la dirección del flujo hasta el punto final, el cual es la PTAR con el mismo nombre del emisor que se ubica en las coordenadas geográficas 21°33'1.65" Norte y 104°53'51.43" Oeste.



Tabla 28. Localización geográfica de los principales sistemas sanitarios de Tepic. (Fuente: propia)

A continuación, se describirá con mayor detalle las acciones que comprenden el presente proyecto en cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario.



### Colector Zapopan

Para este colector se propone rehabilitar 1,213.65 metros del colector por el método de cielo abierto o mediante zanja, el tramo a rehabilitar se realizará sobre el mismo trazo y tendrá un diámetro de 36" (91 cm) y se remplazará por tubería de polietileno de alta densidad corrugado, debido al método de ataque se requerirá la construcción de 102 pozos de visita y conectar 102 descargas domiciliarias con registro en banquetas, a lo largo del tramo se requerirá la reconexión de tomas domiciliarias, reubicación de la red de distribución de agua, poda y tala de árboles que se encuentren sobre el trazo del colector, reubicación de redes eléctricas y red de distribución.

Estas acciones en el Colector Zapopan tienen un costo de \$59,022,589.10 con IVA incluido, de acuerdo con la siguiente tabla:

Red de alcantarillado Sanitario	
Colector Sanitario	\$24,095,647.25
Pozos de visita	\$2,269,621.61
Red de Madrinas	\$ 4,320,654.86
Descargas Domiciliarias	\$ 6,698,446.47
Boca de Tormenta	\$ 303,600.99
	\$37,687,971.18
Agua Potable	
Lineas de alimentación	\$ 6,020,351.07
Red de distribución	\$ 2,986,059.49
Piezas especiales	\$ 898,627.33
Tomas domiciliarias	\$ 3,260,182.46
Sondeos	\$ 28,350.80
	\$13,193,571.15
SubTotal =	\$50,881,542.33
IVA =	\$8,141,046.77
<b>Total =</b>	<b>\$59,022,589.10</b>

Tabla 29. Inversión requerida para colector Zapopan. (Fuente: propia)

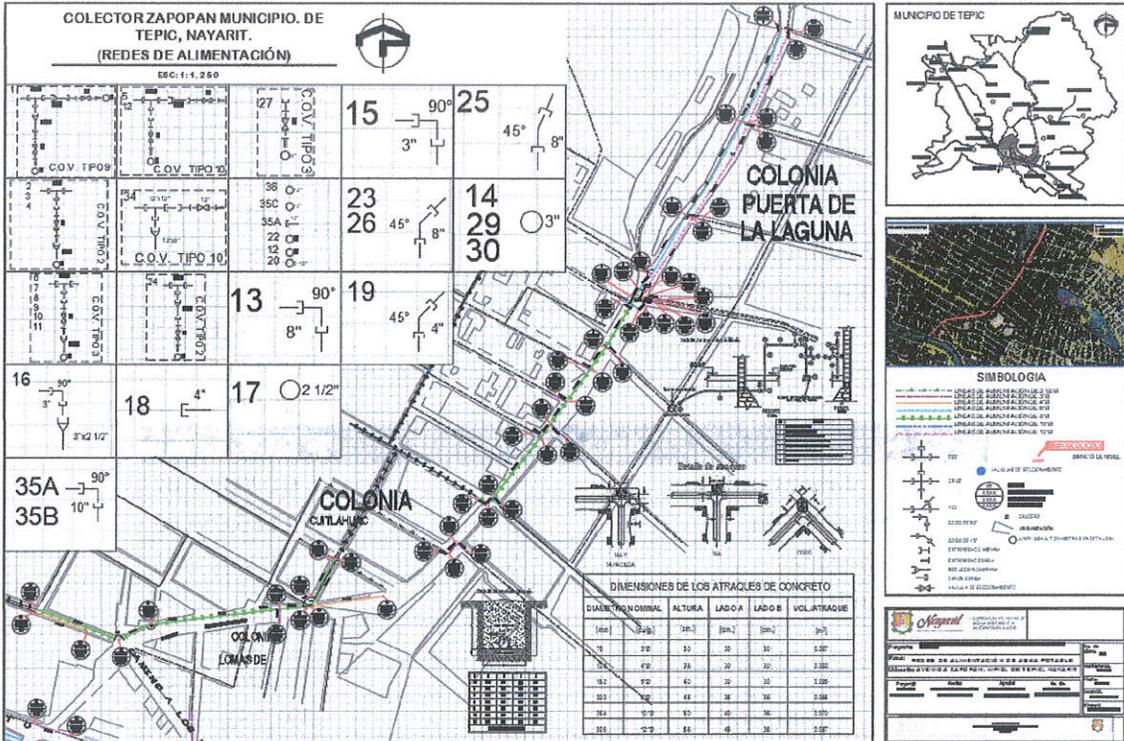
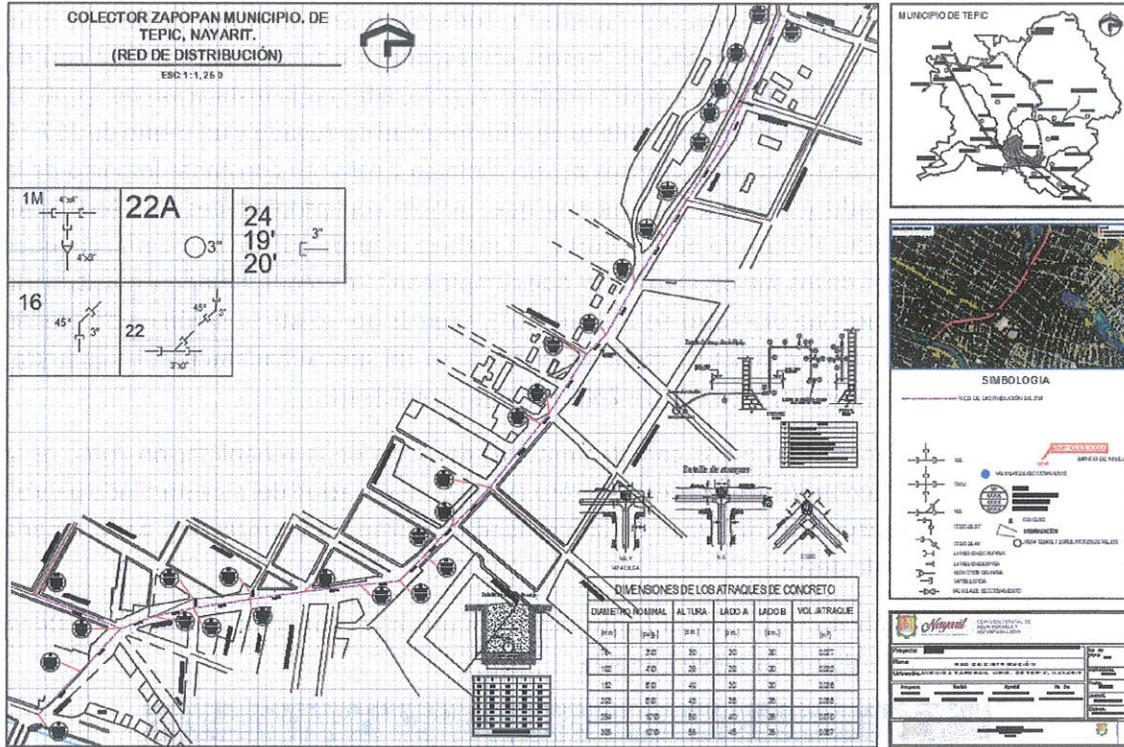


Tabla 30. Solución del colector Zapopan.

Emisor El Punto.



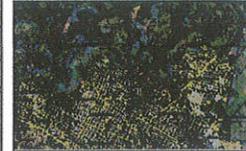
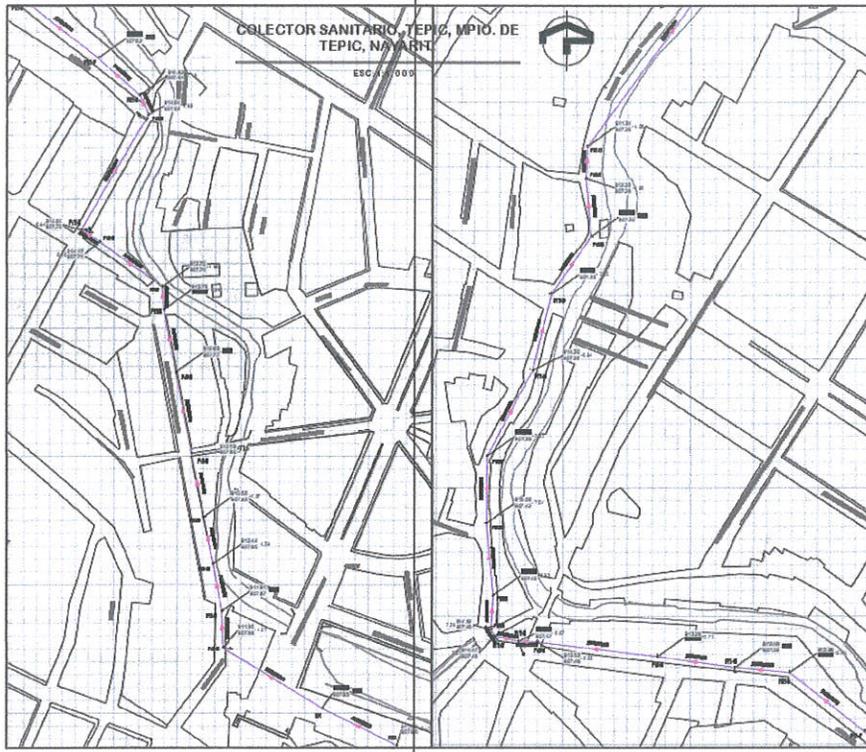
Para el Emisor, se contemplan acciones de rehabilitar y modernizar, para ellos se considera un total de 3,942 metros de tubería, de estos 665.45 metros corresponden a tubería de 48" (122 cm) de diámetro con tubería de polietileno de alta densidad corrugado, además la instalación de 3,060.33 metros de tubería de 60" (152 cm) con polietileno de alta densidad corrugado y un tramo de 217.10 metros que debido a que se encuentra a orillas del río Mololoa y estar en constante impacto de la corriente se ha planteado y decidido por tubería que cumpla con propiedades de elasticidad, alargamiento y resistencia al impacto para soportar un manejo inapropiado de la tubería, choques o condiciones inestables de los suelos, el material que cumple con tales requerimientos es la tubería de hierro dúctil que tendrá un diámetro de 152 cm (60"), además por existir invasión de propiedad federal y construcción de viviendas se modifica el trazo en un aproximadamente 1 kilometro, construcción de pozos de visita, conexión de 268 descargas domiciliarias.

También se tienen identificadas obras complementarias derivado de la rehabilitación como es la construcción de dos puentes vehiculares de concreto armado, reubicación del alcantarillado pluvial, reubicación de infraestructura existentes en la localidad de Bellavista y protección de la tubería expuesta y estructura de desvío.

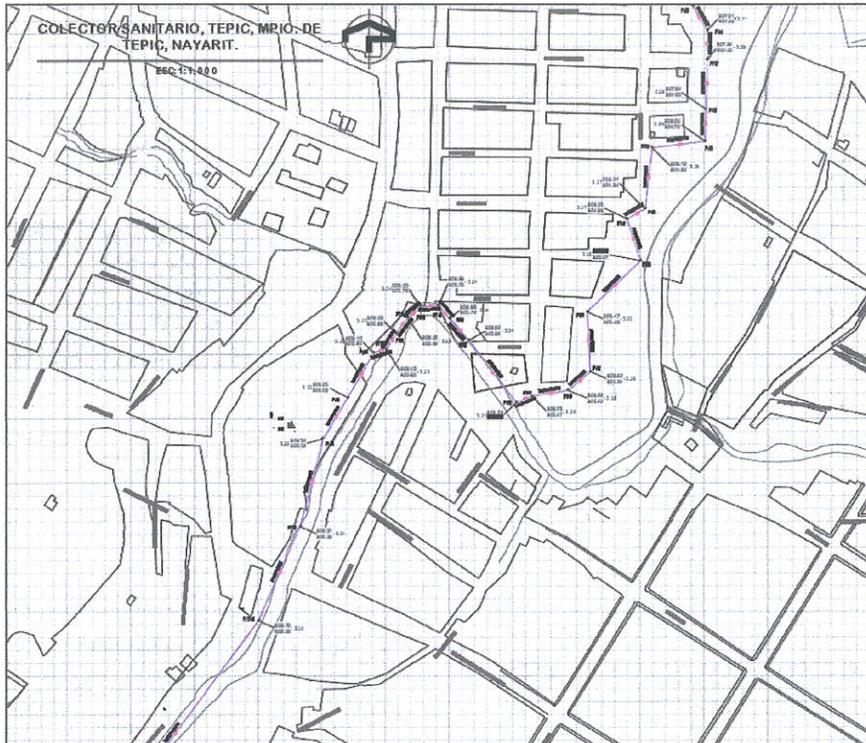
Las acciones para rehabilitar el Emisor El Punto requieren una inversión total de \$453,781,804.98 incluido el IVA, de acuerdo con la siguiente tabla:

Emisor El Punto	
Emisor sanitario	\$339,953,021.49
Red de atarjeas	\$ 12,528,404.78
Línea de conducción	\$ 3,357,637.11
Red de distribución	\$ 6,498,196.86
Alcantarillado pluvial	\$ 4,595,378.08
Puentes	\$ 9,226,124.56
Sondeos	\$ 389,350.65
Estudios y trámites	\$ 1,064,850.76
Adecuaciones eléctricas	\$ 384,675.75
Subtotal =	\$377,997,640.04
IVA =	\$60,479,622.41
Total =	\$438,477,262.45
Agua Potable	
Líneas de alimentación	\$ 6,020,351.07
Red de distribución	\$ 2,986,059.49
Piezas especiales	\$ 898,627.33
Tomas domiciliarias	\$ 3,260,182.46
Sondeos	\$ 28,350.80
	\$ 13,193,571.15
SubTotal =	\$391,191,211.19
IVA =	\$62,590,593.79
Total =	\$453,781,804.98

Tabla 31. Inversión requerida para Emisor El Punto. (Fuente: propia)



<b>COLECTOR SANITARIO</b> TEPIC, MPIO. DE TEPIC, NAYARIT	
Proyecto:	CEAPA
Fecha:	2011
Escala:	1:1000
Autores:	CEAPA
Revisado:	CEAPA
Aprobado:	CEAPA



<b>COLECTOR SANITARIO</b> TEPIC, MPIO. DE TEPIC, NAYARIT	
Proyecto:	CEAPA
Fecha:	2011
Escala:	1:1400
Autores:	CEAPA
Revisado:	CEAPA
Aprobado:	CEAPA





## Generación de empleos

Para la estimación de los empleos a generar, la metodología a considerar es considerar un 30% de la obra que corresponde a mano de obra, el cual se divide entre un sueldo promedio del grupo de trabajo de la obra. Para este proyecto se consideró una plantilla promedio con 3 frentes de trabajo.

Se estima que el proyecto puede llegar a generar 13,345 empleos (8,140 directos y 5,205 indirectos) en el año 2023.

## Alineación estratégica

El proyecto motivo de esta evaluación se encuentra alineado a los planes de desarrollo de orden federal, estatal y municipal. A continuación, se presentan las estrategias, objetivos y metas que concuerdan con el mismo:

### **Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024**

La Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

## Economía

### **Detonar el crecimiento**

#### **Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo**

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura.

#### **Programa Sectorial de Medio Ambiente y recursos Naturales 2020- 2024**

Objetivo prioritario 2 Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.

##### Estrategia prioritaria 2.1

Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño, integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población.

Acciones puntuales:



2.1.1.- Coordinar e instrumentar procesos de adaptación mediante la integración y articulación de acciones intersectoriales en el territorio, priorizando la atención en municipios y, en su caso, alcaldías, de alta vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático.

2.1.2.- Integrar criterios de adaptación al cambio climático en el diseño, actualización, implementación y evaluación de instrumentos de planeación, gestión, manejo y ordenamiento ecológico del territorio en los tres órdenes de gobierno, considerando los escenarios de cambio climático y el enfoque de cuenca.

2.1.3.- Coordinar y fortalecer la actualización y el acceso oportuno a la información para la consolidación y mejora de los protocolos y sistemas de alerta temprana ante fenómenos hidrometeorológicos, considerando las capacidades locales y la identidad cultural de la población.

Objetivo prioritario 3.

Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión. Estrategia prioritaria.

3.1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.

Acciones puntuales

3.1.2.- Abatir el rezago en el acceso al agua potable y al saneamiento para elevar el bienestar en los medios rural y periurbano.

3.1.3.- Fortalecer a los organismos operadores de agua y saneamiento, a fin de asegurar servicios de calidad a la población.

3.1.4.- Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica para hacer frente a las necesidades presentes y futuras.

4.1.1.- Impulsar una gestión integral del desempeño ambiental y de monitoreo y evaluación con información de calidad, suficiente, constante y transparente para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.

4.1.5.- Reducir y controlar la contaminación para evitar el deterioro de cuerpos de agua y sus impactos en la salud, mediante el reforzamiento de la normatividad y acciones coordinadas en áreas prioritarias.

#### **Programa Nacional Hídrico 2020-2024.**

Objetivo prioritario 3:

Reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afroamericanos.

Estrategias prioritarias: 3.1. Fortalecer los sistemas de observación e información hidrológica y meteorológica a fin de mejorar la gestión integral de riesgos.

3.2. Fortalecer medidas de prevención de daños frente a fenómenos hidrometeorológicos y de adaptación al cambio climático, para reducir vulnerabilidad.

Acciones puntuales:

3.2.1 Delimitar cauces y cuerpos de agua de propiedad nacional y sus zonas federales.

3.2.2 Mejorar los sistemas de alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación ante fenómenos hidrometeorológicos

3.2.3 Elaborar y actualizar los Atlas de Riesgos hidrometeorológicos a nivel municipal y estatal para centros de población, pueblos indígenas y afromexicanos, áreas productivas y zonas turísticas.

3.2.5 Minimizar el impacto de inundaciones mediante protocolos que aseguren la correcta operación de la infraestructura.

3.3. Desarrollar infraestructura considerando soluciones basadas en la naturaleza para la protección de centros de población y zonas productivas.

### **Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria: Mecanismo de planeación de programas y proyectos de inversión**

El Mecanismo de Planeación (MECAPLAN) de los programas y proyectos de inversión, que incluye aquellas acciones que impulse el Gobierno Federal, a través de asociaciones público privadas, para la prestación de servicios al sector público o al usuario final y en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado con objetivos que aumenten el bienestar social y los niveles de inversión en el país; es el instrumento por medio del cual las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal definen los objetivos, estrategias y prioridades de Corto Plazo, Mediano Plazo y Largo Plazo en materia de inversión, conforme a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan; así como en aquellos documentos de análisis, prospectiva, planes de negocios o programas multianuales, que de manera normal o recurrente elaboran.

Como parte del proceso para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, el Mecanismo de Planeación deberá contemplar un horizonte de seis años, a fin de mantener un enfoque estratégico de la inversión. Dicho Mecanismo de Planeación deberá ser revisado y actualizado anualmente con la finalidad de guardar congruencia con los objetivos nacionales, estrategias y prioridades contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan, considerando los resultados de los programas y proyectos de inversión que han sido ejecutados.

Para efectos de la elaboración del Mecanismo de Planeación de los programas y proyectos de inversión, previsto en el artículo 34, fracción I, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, deberán identificar los programas y proyectos de inversión en proceso, y aquellos a realizarse en los siguientes seis ejercicios fiscales, priorizarlos e incluirlos en dicho Mecanismo de Planeación.

### **Plan Estatal de Desarrollo Nayarit 2021-2027**

EJE GENERAL: INFRAESTRUCTURA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL



Alinear las inversiones públicas y privadas para impulsar las obras de desarrollo y conservación de la infraestructura productiva y social, tanto de servicios públicos como de equipamiento urbano, respetando los principios rectores de movilidad, ordenamiento territorial y desarrollo urbano, de forma que estimulen el crecimiento económico potenciando las vocaciones regionales de manera sostenible y subsanen las injusticias sociales sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, la diversidad cultural y el pleno ejercicio de los derechos humanos.

#### OBJETIVO ESTRATÉGICO 7.2

Consolidar un sistema de infraestructura para la productividad, como medio para facilitar la realización de las actividades para un desarrollo integral sustentable; tales como: rendimiento agrícola, aprovechamiento de la energía, parques para industria, bodegas agrícolas, centros de investigación aplicada, infraestructuras para el turismo.

##### Estrategia 7.2.3

Fortalecer la red de abastecimiento de agua potable con especial atención a las comunidades de alta y muy alta marginación, así como incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales y modernizar las instalaciones existentes, promoviendo la eficiencia operativa y presupuestal de los organismos operadores.

#### EJE CENTRAL: RECURSOS NATURALES

#### OBJETIVO GENERAL DE LARGO PLAZO

Garantizar el derecho a vivir en un ambiente adecuado para el desarrollo, la salud y el bienestar, a través de una política de protección y uso racional de los recursos naturales, control de la contaminación, respeto a los ecosistemas, mitigación y adaptación frente al cambio climático; vinculando la cultura, la naturaleza y la acción ciudadana para lograr la sustentabilidad política, económica y ecológica.

#### OBJETIVO ESTRATÉGICO 8.4

Promover y garantizar el acceso al agua potable en calidad y cantidad, procurando la preservación de los ecosistemas y cuencas, mediante una administración coordinada y participativa que permita atender las necesidades de los asentamientos humanos, el desarrollo de las actividades productivas y la protección del recurso hídrico.

##### Estrategia 8.4.4

Instrumentar un programa de recuperación, saneamiento e integración como espacio público de los cuerpos de agua superficiales.

#### **Programa de Gobierno Tepic 2021-2024**

#### Capítulo VIII.- ACUERDO PARA EL DESARROLLO DE TEPIC

Se plantea una visión estratégica territorial, reconociendo e integrando proyectos de largo alcance, con la oportunidad de cumplir los objetivos del desarrollo sostenible trazados para el futuro de Tepic a escala global, asentando sus bases en la generación de instrumentos de planeación urbana para el municipio, los centros de población y sus derivados en los cuales se enmarca el programa sectorial



Tepic Río. Siendo este, un aporte importante al desarrollo sostenible y las dinámicas sociales, partiendo del reconocimiento a nuestros pueblos originarios y a la multiculturalidad, la protección de los ecosistemas y la diversidad biológica.

Dicho esto, para el municipio de Tepic, es primordial garantizar los temas que aporten al desarrollo sostenible como factores que permitan abrir los candados para lograr las acciones planteadas en las en los ejes estratégicos, y así, reflejarse en la transformación de nuestro territorio.

Eje 1

Programa 02.- Alcantarillado Sanitario

Cumplir con el alejamiento de las aguas servidas del municipio, con estricto apego a la normatividad para mitigar los daños al medio ambiente.

Línea de acción

- Rehabilitar los colectores sanitarios, con priorización basada en los resultados del diagnóstico.
- Restaurar la red de atarjeas en las colonias, según priorización del organismo operador y el diagnóstico respectivo.
- Gestionar los recursos necesarios para solucionar los casos detectados de redes, subcolectores y colectores colapsados o a punto de colapsar.

Programa 03.- Alcantarillado Pluvial

Asegurar una red pluvial adecuada y suficiente para conducir las aguas de la cuenca hasta el río Mololoa sin provocar daños a la ciudadanía y su patrimonio, así como con estricto respeto al medio ambiente.

Líneas de acción

- Disminuir la cantidad de agua pluvial que corre por las vialidades y colonias a través de un proyecto que incluya todos aquellos colectores pluviales que sea necesario construir, la adición de algunos de ellos para que funcionen de manera paralela a los que ya sean insuficientes en toda la ciudad, así como el mantenimiento preventivo y correctivo de los actualmente en uso.

Localización geográfica

La Ciudad de Tepic, de acuerdo con lo que señala el mapa general de la República Mexicana sobre su posición geográfica, se encuentra entre las coordenadas geográficas 21° 51' (21.85) y 21° 24' (21.4) latitud norte y entre 104° 34' (104.566666) y 105° 05' (105.08333) longitud oeste. Territorialmente Tepic colinda en la parte norte son los municipios de Santiago Ixcuintla y El Nayar, al sur con Xalisco, al este nuevamente con El Nayar y con Santa María del Oro y al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.

Tepic se encuentra situado a una altura promedio de 922 m.s.n.m.; Está formado por una extensión territorial de unos 1,983.3 kilómetros cuadrados.

La ubicación de los principales componentes es la siguiente:



Componente	Inicio		Final	
	Latitud Norte	Latitud Oeste	Latitud Norte	Latitud Oeste
<b>Colector Zapopan</b>	21.522137	104.875781	21.519876	104.89131
<b>Emisor El Punto</b>	21.515489	104.890933	21.550458	104.897619

Tabla 32. Coordenadas geográficas de los proyecto. (Fuete:propia)



Tabla 33. Vista general de los proyectos. (Fuente: propia)

Monto total de inversión La inversión conjunta de todos los componentes del proyecto de Rehabilitación integral de tramos críticos del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit, asciende a \$ 512,881,542.33, distribuida componente de la siguiente:

Descripción	Total
Emisor Zapopan	\$ 50,881,542.33
Emisor El Punto	\$ 391,191,211.19
Subtotal =	\$ 442,072,753.52
IVA=	\$ 70,731,640.56
Total =	\$ 512,804,394.08

Tabla 34. Monto de inversión. (Fuente: propia)

### Financiamiento

Respecto a las fuentes de recursos de inversión, se prevé que las inversiones sean 90% federales y 10% estatales.

Fuentes de recurso	Monto	Porcentaje %
1. Federales	\$ 461,523,954.67	90%
2. Estatales	\$ 51,280,439.41	10%

Tabla 35. Fuentes de financiamiento. (Fuente:propia)

## Descripción de los aspectos más relevantes

### Estudios técnicos

La infraestructura ha llegado al término de su vida útil y no tuvo todas las acciones de mantenimiento óptimas que se hubieran requerido, por lo que los problemas operativos actuales tenderán a incrementarse en forma significativa en el corto plazo, poniendo en riesgo de contaminación al río mololoa debido a desbordamientos de infraestructura de alcantarillado debido a fallas o a la ya reducida capacidad de desalojo de las aguas servidas.

Debido al monto requerido de inversión, es de casi 500 millones de pesos, se evaluó este proyecto a nivel de PREFACTIBILIDAD de conformidad con lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos.

de inversión publicados por la Secretaría de hacienda y Crédito Público el lunes 30 de diciembre de 2013.

Las obras que consisten en realizar trabajos para la rehabilitación integral de tramos críticos del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Tepic ya se han llevado a cabo en nuestro país a lo largo de las últimas décadas por lo que se comprueba a través de las obras existentes que los materiales para la ejecución de las obras se encuentran disponibles, asimismo se cuenta con una amplia experiencia de las empresas constructoras para ejecutar los trabajos de instalación de tubería por el método tradicional a cielo abierto o también denominada de zanja.

Los proyectos de la presente evaluación socioeconómica ya están avalados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que con fecha de marzo de 2019 emitió a favor de los componentes del proyecto los correspondientes dictámenes de factibilidad, dando así validación a la pertinencia del proyecto.

Las obras comprendidas en este estudio tienen un nivel de detalle de proyecto ejecutivo, que valida la viabilidad técnica del proyecto.

El proyecto se ha realizado previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial empleando un coeficiente de seguridad de acuerdo al MAPAS de CONAGUA.

Los proyectos ejecutivos de los Colectores y Emisor se encuentran acordes al Libro 4 "Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado" del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la CONAGUA.

### Estudios legales

Ley de aguas nacionales, artículos 15, 83, 84, 96 Bis 2, Frac. III y 100.



Ley General de Asentamientos Humanos tiene relación con la fijación de normas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Art. 1 Fracc. II; artículo 2º, Fracción XIV; Art. 3, Fracc XII, Art. 4; Art. 5 Fracc. VIII; Art. 11; artículo 19;

Ley General de Protección Civil tiene por objeto el establecer las bases de la coordinación en materia de protección civil entre los tres órdenes de gobierno. Art. 1; artículo 2º, fracciones IV, V, XII, XVII, XVII y XIX.

Tomando en cuenta que la mayor parte de las obras se llevarán a cabo en terrenos propiedad de la federación y de la jurisdicción estatal, no se prevén mayores problemas legales.

El artículo 115 constitucional, que establece la obligación de los Ayuntamientos de brindar los servicios públicos básicos a sus habitantes y como resultado de la creación en 1995 de un organismo público descentralizado responsable de administrar los servicios de dotación de agua y mantenimientos del sistema de drenajes, tanto sanitario como pluvial de la ciudad, denominado Sistema Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Tepic (SIAPA), con personalidad jurídica y patrimonio propios, emitiendo su reglamento de funcionamiento, atribuciones y obligaciones, publicándolo en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado en la Segunda Sección de fecha 11 de diciembre de 1996 , del cual se derivan las facultades de gestionar ante las autoridades estatales y federales los recursos necesario para el mejoramiento de la infraestructura hidráulica y garantizar el cumplimiento cabal de sus obligaciones.

Por su parte, la CONAGUA se define como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal, que tiene a su cargo el ejercicio de las facultades y el despacho de los asuntos que le encomienden la Ley de Aguas Nacionales y los distintos ordenamientos legales aplicables, tal y como lo establece su Reglamento Interior, publicado en el Diario Oficial el 30 de noviembre de 2006; dicha instancia ejercerá como ejecutora de las obras que abarcan el proyecto de inversión, en virtud de tratarse de un financiamiento en el que no concurren recursos de origen municipal, enmarcado en lo que establece la fracción XXII, del artículo 13 del mencionado reglamento, que a la letra dice:

“XXII. Participar, de conformidad con las disposiciones aplicables y aquellas que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en la concertación de créditos y mecanismos financieros que se establezcan con recursos federales o de terceros, a fin de obtener financiamiento de obras y servicios de acuerdo con lo dispuesto por la Ley y su Reglamento, e intervenir, cuando así lo soliciten, en las gestiones que realicen los gobiernos de las entidades federativas y los gobiernos municipales en dicha materia.”

El proyecto consiste en la rehabilitación y/o reposición de la tubería que conforma la red de Colector Zapopan y el Emisor El Punto mediante el método tradicional de cielo abierto, en los tramos que se encuentran dañados y que han llegado a concluir la vida útil, estas acciones permitirán continuar con la captación y desalajo del sistema de alcantarillado sanitario de la Ciudad de Tepic, en el Estado de Nayarit.



## Estudios Ambientales

El proyecto nace como respuesta a la necesidad de infraestructura segura y eficiente para el desalajo de agua en el corto y mediano plazo, prevista en los instrumentos de planeación hidráulica tanto a nivel nacional como en el Estado Nayarit.

Las acciones de rehabilitación no generarán impactos ambientales sinérgicos, toda vez que se desarrollará en la infraestructura instalada, cuyos sitios fueron previamente modificados. Ninguno de los componentes ambientales será afectado gravemente, ni ponen en peligro la continuidad de sus funciones ni de sus estructuras, ni causan efectos destructivos.

El paisaje no sufrirá modificaciones importantes que puedan ser apreciadas por la población a lo largo de la red de Colectores y/o Emisor. No se afectarán ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas ni regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad, asentamientos humanos, el hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el abasto de agua a las comunidades aledañas, o el libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias. Por otra parte, no se inundará o removerá vegetación arbórea.

El 19 de noviembre de 2019, mediante oficio No. SDS/SMAOT/DGEA/DEIRA/0107/2019 indica que el proyecto no se encuentra dentro de los supuestos del artículo 5 del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit al ser un área impactada que es utilizada para el mismo fin desde hace entre 20 y 30 años.

## Análisis de la Oferta

El proyecto permitirá alcanzar una capacidad de conducción de 905 l/s en el colector Colosio, 183 l/s en el colector Zapopan y 1,679 en el Emisor El Punto, a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto. Aclarando que esa es la capacidad máxima de la tubería y que se recomienda que opere a un 70% de su capacidad para la recolección de lluvias.

En la tabla siguiente se muestra la oferta en la situación con proyecto:



Año	Colector Sanitario Zapopan	Emisor Sanitario El Punto
2021	78	671
2022	183	1,679
2023	183	1,679
2024	183	1,679
2025	183	1,679
2026	183	1,679
2027	183	1,679
2028	183	1,679
2029	183	1,679
2030	183	1,679
2031	183	1,679
2032	183	1,679
2033	183	1,679
2034	183	1,679
2035	183	1,679
2036	183	1,679
2037	183	1,679
2038	183	1,679
2039	183	1,679
2040	183	1,679
2041	183	1,679
2042	183	1,679
2043	183	1,679
2044	183	1,679
2045	183	1,679
2046	183	1,679
2047	183	1,679

Tabla 36. Oferta en la situación del proyecto (l/s). (Fuente: propia)



## Análisis de la Demanda

La demanda de conducción de agua residual es la misma que en la situación sin proyecto.

Año	Aportación de aguas residuales zona de proyecto	Total de agua residual zona proyecto	Aportación Colector Zapopan 10%	Aportación Emisor Punta 85%
	%	l/s	l/s	l/s
2021	75%	679	68	577
2022	75%	688	69	585
2023	75%	696	70	592
2024	75%	704	70	598
2025	75%	712	71	605
2026	75%	720	72	612
2027	75%	727	73	618
2028	75%	735	73	625
2029	75%	742	74	631
2030	75%	750	75	637
2031	75%	756	76	643
2032	75%	763	76	648
2033	75%	769	77	654
2034	75%	776	78	659
2035	75%	782	78	664
2036	75%	788	79	669
2037	75%	793	79	674
2038	75%	799	80	679
2039	75%	804	80	683
2040	75%	809	81	688
2041	75%	814	81	692
2042	75%	819	82	696
2043	75%	824	82	700
2044	75%	828	83	704
2045	75%	832	83	707
2046	75%	836	84	711
2047	75%	840	84	714

Tabla 37. Demanda en la situación con proyecto. (Fuente: propia)

Interacción Oferta-Demanda En la siguiente tabla se muestra el balance del sistema de drenaje para la ciudad de Tepic en la Situación con Proyecto.



Año	Demanda zona de proyecto		Oferta con proyecto		Balance	
	Demanda Colector Zapopan	Demanda Emisor Punta	Capacidad Colector Zapopan	Capacidad Emisor Punta	Capacidad Colector Zapopan	Capacidad Emisor Punta
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	68	577	78	671	10	94
2022	69	585	183	1,679	114	1,094
2023	70	592	183	1,679	113	1,087
2024	70	598	183	1,679	113	1,080
2025	71	605	183	1,679	112	1,073
2026	72	612	183	1,679	111	1,067
2027	73	618	183	1,679	110	1,060
2028	73	625	183	1,679	110	1,054
2029	74	631	183	1,679	109	1,048
2030	75	637	183	1,679	108	1,041
2031	76	643	183	1,679	107	1,036
2032	76	648	183	1,679	107	1,030
2033	77	654	183	1,679	106	1,025
2034	78	659	183	1,679	105	1,019
2035	78	664	183	1,679	105	1,014
2036	79	669	183	1,679	104	1,009
2037	79	674	183	1,679	104	1,004
2038	80	679	183	1,679	103	1,000
2039	80	683	183	1,679	103	995
2040	81	688	183	1,679	102	991
2041	81	692	183	1,679	102	986
2042	82	696	183	1,679	101	982
2043	82	700	183	1,679	101	978
2044	83	704	183	1,679	100	975
2045	83	707	183	1,679	100	971
2046	84	711	183	1,679	99	968
2047	84	714	183	1,679	99	964

Tabla 38. Interacción de la oferta-demanda en la situación con proyecto. (Fuente: propia)



Ilustración 28. Interacción de la oferta-demanda en situación con proyectos. (Fuente: propia)

### Evaluación del PPI

La presente evaluación socioeconómica se realizó, apegada a los Lineamientos para elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre 2013, así como tomando como referencia el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población), publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Cabe mencionar que esta evaluación, se realiza considerando costos y beneficios sociales, es decir sin considerar el impuesto al valor agregado (IVA).



En el rubro de Análisis de Alternativas de la Situación Sin Proyecto se presentaron los detalles de la identificación, cuantificación y valoración de los costos de cada una de las alternativas de solución planteadas, explicando de forma detallada como se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

### **Identificación, cuantificación y valoración de costos de las alternativas de solución del PPI**

Los costos identificados y atribuibles al Proyecto y cada uno de los componentes del mismo, se agrupan en dos grandes rubros, costos de inversión y costos de operación y mantenimiento. Los primeros hacen referencia a los costos para la, rehabilitación o sustitución o construcción de infraestructura, y se ejecutan una sola vez todos los componentes del proyecto de rehabilitación integral de los tramos críticos del alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic se ejecutarán durante el año fiscal 2023.

Debido a que en la situación sin proyecto se presentó ampliamente el análisis de los componentes de las alternativas, en las siguientes tablas se presentan los costos de inversión y de operación de forma integral del sistema del acueducto en las que incurría cada una de las dos alternativas propuestas.

#### **Costos de operación y mantenimiento**

Con respecto a la operación y mantenimiento, se tienen identificados la limpieza gruesa y desazolve utilizando para ello una mancuerna de malacates, la cual a través de una draga que corre de pozo a pozo, recolecta azolve hasta extraerlo del pozo.

Se instalan tapones de neopreno en los pozos del tramo en mantenimiento para seccionarlo y luego un equipo de bombeo bypass con capacidad suficiente para dar continuidad al flujo que varía dependiendo del diámetro.

Se procede con la limpieza fina misma que se realiza con el apoyo de un equipo de sondeo y succión hidrodinámica tipo VACTOR. Una vez limpio el tramo, se instala un equipo de video inspección incluyendo generador de electricidad portátil, tripié y poleas para bajar la cámara de video inspección y se realiza el recorrido por el interior del colector. Esto con la finalidad de revisar el estado físico del colector.

Se desmonta el equipo de video inspección, el bypass y por último se retiran los tapones de neopreno, finalmente se revisa y en su caso se repara el brocal y tapa del pozo de visita. Este procedimiento se realiza en los diferentes tramos de los colectores, y se espera que el número de mantenimientos se incremente en el tiempo de no realizar el proyecto.

De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento para diferentes diámetros de tubería de 36" (91 cm), estos mantenimientos tienen una periodicidad promedio, tal como se muestra la tabla siguiente de acuerdo con la información proporcionada por el SIAPA Tepic.

Cabe hacer mención que estos costos son iguales para ambas alternativas ya que no existe variación en longitudes o diámetros de tubería en sí.

#### **Análisis de riesgos**

Los principales riesgos asociados a la ejecución y operación del proyecto son los siguientes:



Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgos en la etapa de licitación</b>						
<b>Riesgo de licitación desierta</b>	Baja	Medio	Bajo	Medio	Plazos de ejecución imposibles de cumplir. Dificultad de cumplir con especificaciones de equipos o materiales. Requisitos que parecen dirigir el concurso a un ofertante.	Formular Términos de Referencia, bases de licitación y alcances de los concursos claros y precisos, con proyectos ejecutivos y documentos de concurso completos fundamentados en condiciones de mercado y campo estudiadas con el máximo detalle posible. Especificar requisitos razonables para que los licitantes puedan ser admitidos como tales. Evitar requisitos que puedan parecer que el concurso está dirigido.
<b>Riesgo en la demora de adjudicación del contrato</b>	Baja	Bajo	Bajo	Bajo	Dilación en el análisis de las propuestas de los licitantes y el fallo correspondiente.	signar prioridad alta al análisis de los documentos presentados por los licitantes.
<b>Riesgo de impugnación</b>	Baja	Bajo	Bajo	Medio	Bases de licitación equívocas. Fallo insuficientemente documentado y fundado.	Emitir bases de licitación sin errores e inequívocas y llevar el proceso de licitación con estricto apego a la normatividad y a las bases de licitación, y emitir el fallo con base en análisis objetivos sólidamente fundados.
<b>Riesgos en la etapa de planeación y diseño</b>						



Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo de estimación inadecuada de plazos para ejecución de obras</b>	Baja	Medio	Medio	Bajo	Que las condiciones climatológicas impidan el desarrollo de ciertas actividades. La adquisición de materiales y equipamiento dependa de terceros.	Establecer en el contrato sanciones por incumplimiento de plazos por parte de la empresa adjudicada. Establecer dobles o triples turnos en la ejecución del proyecto
<b>Riesgo de fallas en estimación de costos</b>	Baja	Alto	Alto	Medio	Incremento súbito en algún concepto con relevancia en los componentes del proyecto.	Identificar los momentos de operación mínima y en periodo de punta, a fin de evitar el impacto del costo.
<b>Riesgo de proyectos ejecutivos con alcances erróneos</b>	Baja	Baja	Alto	Bajo	Incapacidad del Acuaférico Sur para abastecer a la población.	Se deberá realizar un estudio hidrológico a nivel diario que estime el volumen de disposición anual y los gastos de operación máximo, medio y mínimo.
<b>Riesgos en la etapa de construcción</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo de carecer de los permisos, licencias y autorizaciones</b>	Baja	Bajo	Alto	Medio	Insuficiencias en la realización de los trámites correspondientes	Revisión por parte de los organismos federales, estatales y municipales involucrados durante la construcción.
<b>Riesgos de no contar con recursos para su financiamiento</b>	Baja	Bajo	Bajo	Alto	Retraso en la disponibilidad de recursos en el PEF o de disponibilidad en organismo operador.	Hacer la solicitud en el ejercicio fiscal anterior y tener preparada la documentación, como registro en cartera, plurianualidad y oficios de liberación de inversión.
<b>Riesgo de sobrecostos por cálculos inadecuados u obras no previstas</b>	Media	Medio	Bajo	Medio	Obras adicionales no contempladas originalmente y recuperar retrasos en la obra.	Revisar minuciosamente los proyectos para evitar la ocurrencia de conceptos no contemplados y en caso de ocurrir realizarles un análisis minucioso de precios para minimizar el

Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
						costo y hacer lo propio por acelerar el ritmo de los trabajos
<b>Riesgos en la etapa de operación</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo asociado a oferta insuficiente o sobreestimada</b>	Baja	Medio	Alto	Bajo	Fallas en el sistema que generen obstrucciones, fracturas o desbordamiento	Se deberá monitorear continuamente el funcionamiento del sistema y proveer de mantenimiento a la infraestructura.
<b>Riesgo asociado a incremento inesperado de costos</b>	Baja	Medio	Bajo	Bajo	Incremento súbito en algún concepto con relevancia en los componentes de los costos de operación y/o mantenimiento.	Crear un stock de refacciones y herramientas para un mantenimiento constante y preventivo.
<b>Riesgos por causas de fuerza mayor</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgos de catástrofes naturales</b>	Baja	Medio	Medio	Medio	Movimiento telúrico o lluvias extraordinarias.	Procurar el diseño con normas actualizadas para diseño sísmico y Precipitaciones Máximas de acuerdo a normas vigentes.
<b>Riesgos macro económicos</b>	Media	Medio	Medio	Medio	Movimiento al alza de tasas de interés, problemas de liquidez en el país.	Cobertura mediante seguros, fianzas, cumplimiento de programas de obra en tiempo.
<b>Riesgos de tipo de cambio</b>	Media	Alto	Medio	Medio	Tenga los licitantes ganadores problemas con sus compras de equipo importado y que no hayan previsto seguros de paridad cambiaria.	Que los licitantes tengan seguros de paridad cambiaria.

Ilustración 29 Análisis de riesgos. (Fuente: propia)

### Selección de la mejor alternativa

En este apartado, se presenta la evaluación socioeconómica del proyecto, en este caso se realizó mediante un Análisis Costo Eficiencia, donde se comparan los costos de diferentes alternativas que solucionan la problemática que da origen al proyecto, eligiendo la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE), el cual se estimó de acuerdo con lo establecido en los "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión", elaborados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

El costo eficiencia es un tipo de evaluación socioeconómica, que permite asegurar el uso eficiente de los recursos cuando se comparan las alternativas de solución, bajo el supuesto que resuelven la



misma problemática. En este tipo de evaluación, el indicador para determinar la rentabilidad del proyecto es el costo anual equivalente (CAE) y la mejor alternativa será la que genere el menor CAE.

En la rehabilitación de la infraestructura es válido considerar este tipo de análisis, el cual ya fue plenamente considerado en el capítulo III Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión, Alternativas de Solución, y en el cual se detalló que existían diferenciaciones en los componentes y acciones del proyecto y se analizaron.

Se trata de seleccionar la mejor alternativa de solución de acuerdo con el análisis realizado. Adicionalmente, describir las ventajas y desventajas técnicas y económicas de la alternativa seleccionada.

#### **Alternativa 1. Rehabilitación de los tramos a cielo abierto mediante instalación de tubería a zanja abierta.**

Ventajas:

- Se tendrá mayor velocidad y capacidad de las aguas residuales reduciendo en su totalidad la problemática existente.
- Existirá nueva tubería en el colector con material más resistente que la se encuentra actualmente instalada.
- Incrementa la vida útil de la red de drenaje
- Existirá nueva tubería de un material más resistente que la que se encuentra actualmente instalada.
- Menor inversión inicial.
- Este método constructivo es el mayor mente empleado y conocido.
- Se tiene disponibilidad en el mercado nacional la maquinaria y equipo.

#### **Alternativa 2. Reemplazo de los tramos de tubería por el método sin zanja (Tecnología microtunnelling y pipe jacking).**

Ventajas:

- Capacidad de trabajar por debajo del nivel freático.
- Mínima descompensación del suelo.
- Trazados con grandes longitudes y posibilidad de realizar trazados en curva.
- Posibilidad de excavar debajo de estructuras.
- Altos rendimientos.
- Poca afectación al tráfico vehicular
- Baja interrupción a las actividades comerciales, zonas residenciales.



- Mínima contaminación ambiental por ruido y polvo.
- Las técnicas conocidas como excavación de microtúneles e hincado de tuberías se basan en los mismos principios, La diferencia entre ambas técnicas suele establecerse tomando como referencia el diámetro del túnel.
- Prolonga la vida de las tuberías.

#### **Desventajas:**

- Los costos iniciales de inversión elevados.
- Maniobras de maquinaria pesada.
- Mano de obra altamente calificada
- Aún no es tan común la tecnología para este tipo de ejecuciones.
- Mayor tiempo muerto debido a descomposturas.
- Dificultad para adquirir refacciones por ser equipos de importación.
- Compatibilidad.
- Requiere capacitación especial de la tecnología
- Mantenimientos especializados
- Requiere protecciones especiales.

Lo anterior concluye que ambas alternativas buscan y permiten dar solución a la necesidad de drenaje e incrementar la capacidad de flujo de agua al sustituir tramos de alcantarillado sanitario que han concluido con su vida útil y ya presentan capacidad hidráulica insuficiente debido al crecimiento poblacional de la ciudad. También ambas alternativas permiten incrementar la capacidad de conducción, tener infraestructura más segura, además de garantizar el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario para el desalojo de las aguas servidas de la ciudad, por lo cual ambas alternativas son factibles técnicamente de realizarse con variaciones tecnológicas que permiten su evaluación, cumpliendo ambas con los beneficios de otorgar seguridad en el servicio de alcantarillado sanitario al poder conducir en el sistema hasta 2.7 m<sup>3</sup> /s.

Se concluye que la mejor alternativa desde el punto de vista económico es la "Alternativa 1. Ya que dio como resultado un menor Valor Presente de los Costos y menor Costo Anual Equivalente. Los costos de operación y mantenimiento son lo más bajos.

Aunado a lo anterior con la implementación del proyecto al llevar a cabo la rehabilitación integral de los tramos críticos del alcantarillado sanitario para la ciudad de Tepic, Nayarit, se han identificado los siguientes beneficios de acuerdo con el Libro 2 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) publicado por CONAGUA y que por su naturaleza son difíciles de valorar son:

- Beneficio por mejoramiento de la imagen, eliminación de fauna nociva en la zona de estudio.



- Beneficio por eliminación de molestias por malos olores durante un colapso. La eliminación de los colapsos en el colector y emisor evitarán la presencia de malos olores debido a las aguas residuales crudas durante el tiempo que se efectúen las reparaciones.
- Ahorro de los costos de instalación y mantenimiento de los sistemas alternativos de evacuación,
- Ahorro de recursos al evitar enfermedades de origen hídrico.
- Los ahorros en gastos incurridos en los establecimientos comerciales, industriales y de servicios afectados por las inundaciones, por daños a mercancías, equipo, mobiliario y activos, así como como en la actividad productiva suspendida.
- Beneficio por eliminación de riesgo de contaminación de manto freático. Las condiciones de operación del colector permitirán eliminar las posibles filtraciones hacia el manto freático.
- Afectaciones a la salud pública que es posible evitar.
- La eliminación de las fallas potenciales en el colector eliminará los eventos en los cuales las aguas residuales crudas sean expulsadas hacia la superficie con el riesgo de contacto directo con la población en el área afectada y contaminación del río Mololoa, lo que podría generar enfermedades.

Adicionalmente se evitarán problemas viales en las zonas inundadas, al evitar congestionamientos y reducir el tiempo de traslado de automovilistas y transporte público, así como descomposturas y accidentes.



## V. Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo con la problemática expuesta y que origina la necesidad de rehabilitar los tramos críticos del alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit, se realizó el presente análisis beneficio-eficiencia, el cual se elaboró considerando criterios fundamentados en la información disponible al momento y con los estudios técnicos disponibles.

El proyecto de rehabilitación del alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic en el estado de Nayarit ha demostrado bajo supuestos razonables ser Factible Técnicamente al demostrarse que los tres tramos o infraestructura principal ya cuentan con la validación de CONAGUA y los permisos municipales y del órgano operador del agua (SIAPA) de Tepic para la intervención de su infraestructura hidráulica.

Considerando las facultades legales que se le confieren al Sistema Integral de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) de Tepic, se determinó que la ejecución del proyecto es factible desde un punto de vista legal.

Ninguno de los componentes ambientales será afectado gravemente, ni ponen en peligro la continuidad de sus funciones ni de sus estructuras, ni causan efectos destructivos.

El paisaje no sufrirá modificaciones importantes que puedan ser apreciadas por la población a lo largo de la red de Colectores y/o Emisor. No se afectarán ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas ni regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad, asentamientos humanos, el hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el abasto de agua a las comunidades aledañas, o el libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias.

Dado lo anterior, se considera que el proyecto es ambientalmente factible al cumplir con la normatividad y ubicar sus acciones en zonas que ya se encuentran impactadas. El programa de rehabilitación implica importantes inversiones especialmente en los rubros de suministro e instalación de tubería, estos componentes representan alrededor del 68.4 % de la inversión requerida, así como de inversiones de obras complementarias derivadas de la sustitución de los tramos de la línea de colectores y del Emisor.

Se realizó un exhaustivo análisis costo-eficiencia, primero analizando cada uno de los tres tramos que comprende el proyecto y posteriormente en forma integral, sopesando los costos de inversión y de operación y mantenimiento.

Se valoró el ahorro contra la diferencia de inversión, viéndose la conveniencia en este caso de rehabilitar el Sistema Integral del Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit por el método tradicional a cielo abierto.

A partir de la estimación de los indicadores de rentabilidad, se concluye que, para el proyecto de la Rehabilitación de tramos críticos del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic, Nayarit por el método tradicional a cielo abierto es la alternativa más eficiente por tener el CAE menor, siendo de \$7,558,837.05 mientras que la alternativa 2 es de \$10,844,900.83 en el caso del colector Zapopan y \$ 51,682,276 (alternativa 1) y \$ 54,205,316 (alternativa 2) en el caso del Emisor El Punto.



A partir de la información proporcionada por la CEA (Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado) se concluye que el proyecto tiene factibilidad técnica, legal y ambiental por lo que resulta viable su ejecución, además que el proyecto es económicamente factible, se recomienda su inmediata ejecución.



## VI. Bibliografía

- 2020, CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle Santiago-San Blas (1803), estado de Nayarit
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2: Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población).
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 5: Estudios Técnicos Para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Topografía y Mecánica de Suelos.
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 20: Alcantarillado Sanitario.
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 37: Saneamiento básico.
- 2009, INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tepic, Nayarit
- XLI Ayuntamiento de Tepic. Plan Municipal de Desarrollo 2017-2021.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Manual para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.
- INEGI, Censo de población y vivienda 2020,2010, 2000, 1990.
- Gobierno del Estado de Nayarit. Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021.
- Gobierno de la República. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024.
- CONAPO, proyecciones de población 2015-2030.
- Atlas Nacional de Riesgos



## GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT

### VALIDACIÓN O DICTAMEN DE FACTIBILIDAD

Los abajo firmantes, hacen constar que el presente Proyecto de: **SANEAMIENTO RIO MOLOLOA**  
**REHABILITACION Y MODERNIZACION DEL COLECTOR SANITARIO EL PUNTO, EN LA**  
**CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT**

cumple con los requisitos y Normas Técnicas establecidas por la Dependencia Federal y/o Estatal Normativa por lo que es viable su ejecución, comprometiéndose la misma a proporcionar la supervisión y asistencia Técnica necesaria durante el proceso constructivo

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
FEDERAL Y/O ESTATAL, NORMATIVA  
DIRECTOR LOCAL DE LA  
COMISIÓN NACIONAL DE AGUA  
DE NAYARIT

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
EJECUTORA  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE NAYARIT

ING. JESUS LUIS ARAGON MORALES

ING. FERNANDO CAMBEROS GUERRERO

TEPIC, NAYARIT  
LUGAR

14 DE NOVIEMBRE DEL 2022  
FECHA

#### OPINIÓN TÉCNICA DE LA NORMATIVA

El proyecto consiste en la

- Construcción del emisor sanitario "El Punto" con suministro e instalación de 3,040.90 m de tubería corrugada de polietileno de alta densidad tipo angular, de doble pared, con interior liso de 60" de diámetro para alcantarillado sanitario, con unión espiga-campana con dos empaques anti-rolado, montado y protegido de intemperie desde fábrica en la espiga. La campana deberá tener termofusionada doble banda de material compuesto de matriz polimérica reforzada unidireccionalmente con fibra de vidrio (cerámica verde), para mantener la hermeticidad. La tubería deberá cumplir la norma de fabricación NMX-E-241-CNEP-2013, y con la norma NOM-001-CANAVEA-2011 y avalado por el certificado oficial vigente.
- Sum. inst. de 1,202.73 m tubería de hierro dúctil de 64" Ø.
- Construcción de hincado de tubería de acero al carbono de 72" Ø ced. 40 en 90.71 m, y en hincado 2 por 80.2 m
- Construcción de ataguía, rectificación del río; rampa de acceso y 2 pozos de visita con brocal y tapa de hierro dúctil.
- Construcción de red de atarjeas y 376 descargas domiciliarias.
- Línea de conducción, red de distribución alc. pública, puentes, sondeos estudios y adecuaciones eléctricas.



## GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT

### VALIDACIÓN O DICTAMEN DE FACTIBILIDAD

Los abajo firmantes, hacen constar que el presente Proyecto de: **SANEAMIENTO RIO MOLOLOA**  
**REHABILITACION Y MODERNIZACION DEL COLECTOR SANITARIO ZAPOPAN, EN LA**  
**CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT**

cumple con los requisitos y Normas Técnicas establecidas por la Dependencia Federal y/o Estatal Normativa por lo que es viable su ejecución, comprometiéndose la misma a proporcionar la supervisión y asistencia Técnica necesaria durante el proceso constructivo

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
FEDERAL Y/O ESTATAL, NORMATIVA  
DIRECTOR LOCAL DE LA  
COMISIÓN NACIONAL DE AGUA  
DE NAYARIT

  
ING. JESUS LUIS ARAGON MORALES

COMISION NACIONAL DEL AGUA  
NAYARIT

TEPIC, NAYARIT  
LUGAR

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
EJECUTORA  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE NAYARIT

  
ING. FERNANDO CAMBEROS GUERRERO  
COMISION ESTATAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO  
NAYARIT

22 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
FECHA

#### OPINIÓN TÉCNICA DE LA NORMATIVA

- El proyecto consiste en la
- construcción del colector sanitario con suministro e instalación de tubería corrugada de polietileno de alta densidad tipo anular de doble pared, con interior liso, de 30" de diámetro para alcantarillado sanitario. Con unión espiga campana con dos empaques anti-relajo, montado y protegido de intemperie desde fábrica en la espiga. La campana deberá tener termofusionada, doble banda de material compuesto de matriz polimérica reforzada unidireccionalmente con fibra de vidrio, para mantener la hermeticidad. La tubería deberá cumplir la norma de fabricación NMX-E-241-CNCP-2013 y con la Norma NOM-001-CONAGUA-2011 y avalado por el certificado oficial vigente. (1,313.21 m<sup>3</sup>).
  - construcción de 34 pozos de visita con braca y tapas de hierro ductil.
  - construcción de red de madrinas con tubería de PVC de pared estructurada anularmente para alcantarillado sanitario doble pared 423.44 m<sup>3</sup> de 8" de diámetro y 1,423.93 de 10" de diámetro.
  - construcción de 381 descargas domiciliarias.
  - boca de tormenta, y obras complementarias para agua potable.





*Nayarit*  
NUESTRO HONOR Y COMPROMISO

COMISIÓN ESTATAL DE  
AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO

# ANÁLISIS COSTO EFICIENCIA PTAR ORIENTE

UBICACIÓN: TEPIC, NAYARIT.

COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO



## Contenido

I.	Resumen Ejecutivo .....	3
	Nombre del proyecto .....	3
	Localización .....	3
	Monto total de inversión.....	3
	Objetivo del PPI .....	4
	Problemática identificada .....	4
	Breve descripción del PPI .....	4
	Horizonte de Evaluación.....	4
	Descripción de los principales costos del PPI. ....	4
	Indicadores de Rentabilidad .....	5
	Conclusión.....	5
II.	Situación Actual del PPI .....	6
	Medio Físico .....	6
	Hidrología .....	7
	Clima y Temperatura .....	9
	Flora y Fauna .....	10
	Medio Social .....	11
	Aspecto Demográfico .....	11
	Aspectos económicos .....	13
	Características de las vías de comunicación en el área de influencia .....	17
	Problemática .....	18
	Infraestructura Hidráulica .....	19
	Saneamiento .....	30
	Oferta en la situación actual.....	31
	Demanda en la situación actual .....	31
	Demanda de agua potable .....	31
	Proyección de la demanda .....	32
	Demanda de conducción de aguas residuales.....	34
	Interacción Oferta-Demanda en la situación Actual.....	36
III.	Situación sin proyecto .....	38
	Análisis de la oferta .....	39
	Análisis de la Demanda .....	39



---

Interacción Oferta-Demanda en la Situación sin Proyecto .....	39
Análisis de alternativas .....	40
Comparativo General de Alternativas .....	40
Alternativa 1 – PTAR ORIENTE .....	44
Alternativa 2 – PTAR Oriente .....	46
CAE PTAR ORIENTE .....	51
IV.    Situación con proyecto .....	53
Generación de empleos .....	59
Alineación estratégica .....	59
Financiamiento .....	67
Estudios legales .....	68
Estudios Ambientales .....	69
Análisis de la Oferta .....	70
Análisis de la Demanda .....	71
Identificación, cuantificación y valoración de costos de las alternativas de solución del PPI .....	71
Costos de operación y mantenimiento .....	72
Análisis de riesgos .....	72
V.    Conclusiones y Recomendaciones .....	79
VI.    Bibliografía .....	80

## I. Resumen Ejecutivo

### Nombre del proyecto

REHABILITACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ORIENTE EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYART.

### Localización

En la cabecera municipal de Tepic se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Oriente”, cuyas coordenadas geográficas son 21°29’17.75” N, 104°52’10.73” O.

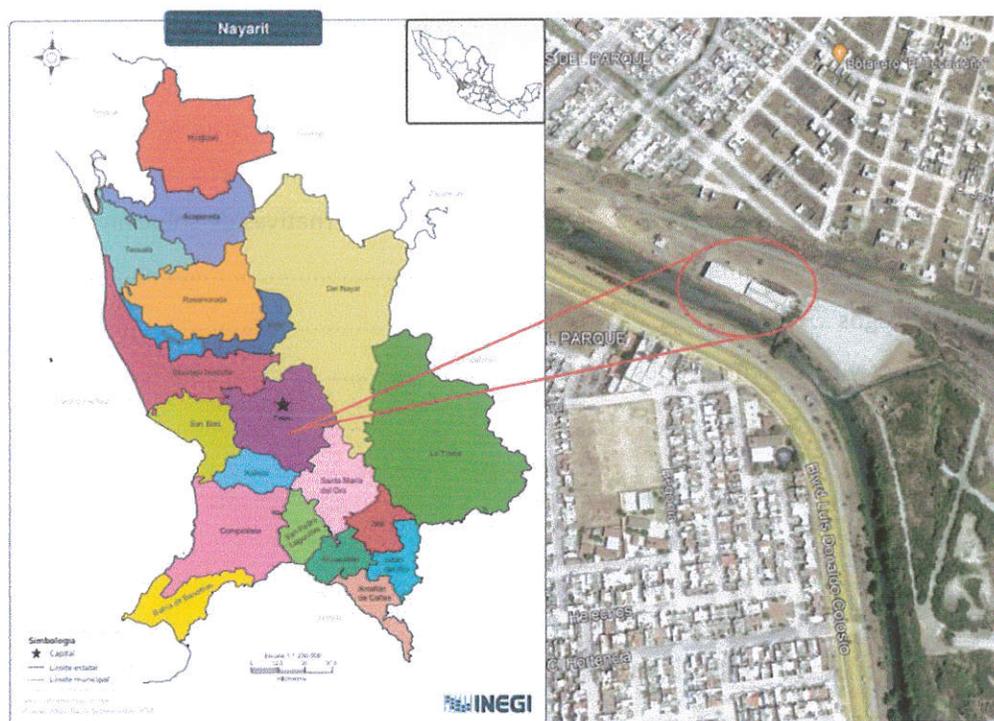


Ilustración 1. Localización. (fuente: INEGI)

### Monto total de inversión

El monto de inversión para la puesta en marcha de la PTAR asciende a \$ 87, 955, 711. 37 sin IVA a precios 2023, la inversión total con IVA es de \$ 102, 028, 625. 20, incluye PTAR y obras complementarias. La inversión total se dará en una etapa.



## Objetivo del PPI

El proyecto de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Oriente, tiene como objetivo primario cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT/1996 al tratar las aguas residuales que actualmente se vierten a los cauces.

El objetivo del presente estudio es determinar la rentabilidad socioeconómica del proyecto de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Oriente y emitir una recomendación en torno a la factibilidad económica en términos sociales de llevar a cabo este proyecto.

## Problemática identificada

Uno de los principales problemas que tiene la Ciudad de Tepic, es la necesidad de tratar las aguas residuales que actualmente se vierten a los cauces naturales, principalmente al denominado "Río Mololoa"; así como la ineficiencia de sistemas que tengan como objetivo fundamental el tratamiento de aguas residuales. Ante el crecimiento demográfico que se vive en la ciudad, es importante la construcción o en su caso la rehabilitación de este tipo de infraestructura.

## Breve descripción del PPI

El proyecto consiste en la construcción de un sistema para el saneamiento con una capacidad de tratamiento de 200 l/s, mediante un sistema de lodos activados que estará compuesta de techumbre; refuerzo de estructura para techumbre; equipo de bombeo; criba autolimpiante; deshidratación de lodos; lecho de secado; sistema eléctrico; sopladores; sistema neumático; caja rompedora de presión; tablero de control; sistema de paneles solares; puerta en marcha; instrumentación y clarificador.

## Horizonte de Evaluación

Para la construcción de la planta de tratamiento se considera una sola etapa de inversión, considerándose 20 años de operación de la PTAR, iniciado en el año 2023, por lo que el horizonte de evaluación es hasta el año 2043.

## Descripción de los principales costos del PPI.

Una vez que se lleve a cabo la construcción de las obras que permitan tratar las aguas residuales con la calidad exigida por la normatividad vigente, se podrá verterlas al cuerpo receptor cumpliendo con los límites máximos permisibles que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, se tendrán los siguientes beneficios intangibles:

- Recuperación y preservación de la calidad del agua en los cauces y demás cuerpos receptores de propiedad nacional.
- Conservación y protección del entorno ambiental y del ecosistema.
- Impacto directo en la calidad de vida, salud y bienestar de los habitantes de la ciudad de Tepic, Nayarit. y de los municipios conurbados.



## Indicadores de Rentabilidad

El riesgo es un evento incierto que, si ocurre, tiene un efecto negativo o positivo en al menos uno de los objetivos de un proyecto, tales como plazo, tiempo, costo, ámbito y calidad

Categoría	Etapas	Riesgo Identificado	Descripción del riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Mitigación
Licitación	Preinversión	Falta de claridad y transparencia en la licitación.	Atrasos en la tramitología	Baja	Establecer bases claras y sólidas en la licitación
Construcción	Inversión	Sobrecostos por incremento de los insumos del proyecto.	Generación de costos adicionales (sobre todo en insumos donde su propensión de inestabilidad de precio es alta)	Media	Obtener contratos en el mercado de derivados para los insumos más significativos.
Operación y Mantenimiento	Operación	Riesgos de materiales de baja calidad .	Riesgos de materiales de baja calidad que a su vez tengan costos extras en los costos de operación de la PTAR.	Media	Supervisión en el control de calidad de los insumos, así como la consideración de holguras en los costos de los insumos.
Políticos / sociales	Inversión	Problemas sociales	Bandalismo y/o movimientos sociales	Media	Establecer vigilancia, así como consientizar a la sociedad de la importancia de la PTAR.

Tabla 1. Riesgos Asociados al proyecto. (Fuente: propia)

## Conclusión

A pesar de que las alternativas presentadas son factibles técnicamente, y que cumplen con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT/1996 al tratar las aguas residuales que actualmente se vierten a los cauces, el CAE de la alternativa de “REHABILITACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ORIENTE EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYART”. Se considera la mejor alternativa ya que cumple con el objetivo a un costo anual equivalente más bajo que es de \$ 87'955,711.37.



## II. Situación Actual del PPI

### a) Diagnóstico de la situación actual.

#### Medio Físico

El municipio de Tepic se localiza en el estado de Nayarit. De acuerdo a lo que señala el mapa general de la República Mexicana sobre su posición geográfica, Tepic se encuentra entre las coordenadas geográficas 21° 51' y 21° 24' latitud norte y entre 104° 34' y 105° 05' longitud oeste. Territorialmente Tepic colinda en la parte norte son los municipios de Santiago Ixcuintla y El Nayar, al sur con Xalisco, al este nuevamente con El Nayar y con Santa María del Oro y al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.

Tepic se encuentra situado a una altura promedio de 930 metros sobre el nivel del mar (mnsn). Está formado por una extensión territorial de unos 1,983.3 kilómetros cuadrados. De acuerdo a los resultados que arrojaron el conteo de población que el INEGI llevó a cabo en el 2010, el número total de población que habita en el municipio de Tepic es de 380,074.

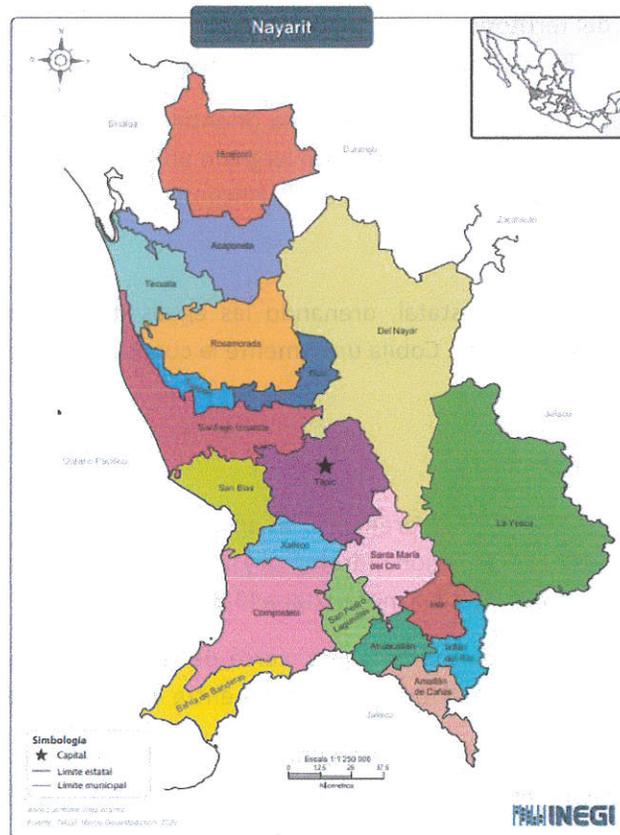


Ilustración 2. División política del estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)



## Hidrología

Las aguas superficiales del estado de Nayarit están distribuidas en cuatro regiones hidrológicas: RH11 “Presidio-San Pedro”, RH12 “Lerma-Santiago”, RH13 “Huicicila” y RH14 “Ameca”.

### **La región hidrológica RH11 “Presidio-San Pedro”**

Cubre el 34.08% de la superficie estatal, drenando las aguas del noroccidente de la entidad hacia el océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río San Pedro (14.16%) y Río Acaponeta (19.92%).

El río San Pedro nace en el estado de Durango, con el nombre de río La Saucedá. Tiene una longitud de 255 km y es el séptimo río más caudaloso de México.

El río Acaponeta nace en el estado de Durango, con el nombre de quebrada de San Bartolo. Tiene una longitud de 233 km y desemboca en el estero de Teacapán, en un lugar llamado Puerta del Río.

### **La región hidrológica RH12 “Lerma-Santiago”**

Cubre el 42.47% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y oriente de la entidad hacia el río Grande Santiago para verte finalmente sus aguas al océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Santiago-Aguamilpa (21.5%), Río Huaynamota (17.58%), Río Bolaños (3.28%) y Río Santiago-Guadalajara (0.11%).

El río Santiago nace en Ocotlán (Jalisco), en la ribera oriental del lago de Chapala y fluye por los estados de Jalisco y Nayarit, fijando su frontera a lo largo de unos 30km. Tiene una longitud de 562 km y es considerado el segundo en importancia del Pacífico mexicano.

### **La región hidrológica RH13 “Huicicila”**

cubre el 12.82% de la superficie estatal, drenando las aguas del suroccidente de la entidad directamente hacia el océano Pacífico. Cobija únicamente la cuenca Río Huicicila-San Blas.

### **La región hidrológica RH14 “Ameca”**

Cubre el 10.63% de la superficie estatal, drenando las aguas del extremo sur de la entidad hacia el océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Ameca-Atenguillo (6.83%) y Río Ameca-Ixtapa (3.8%).

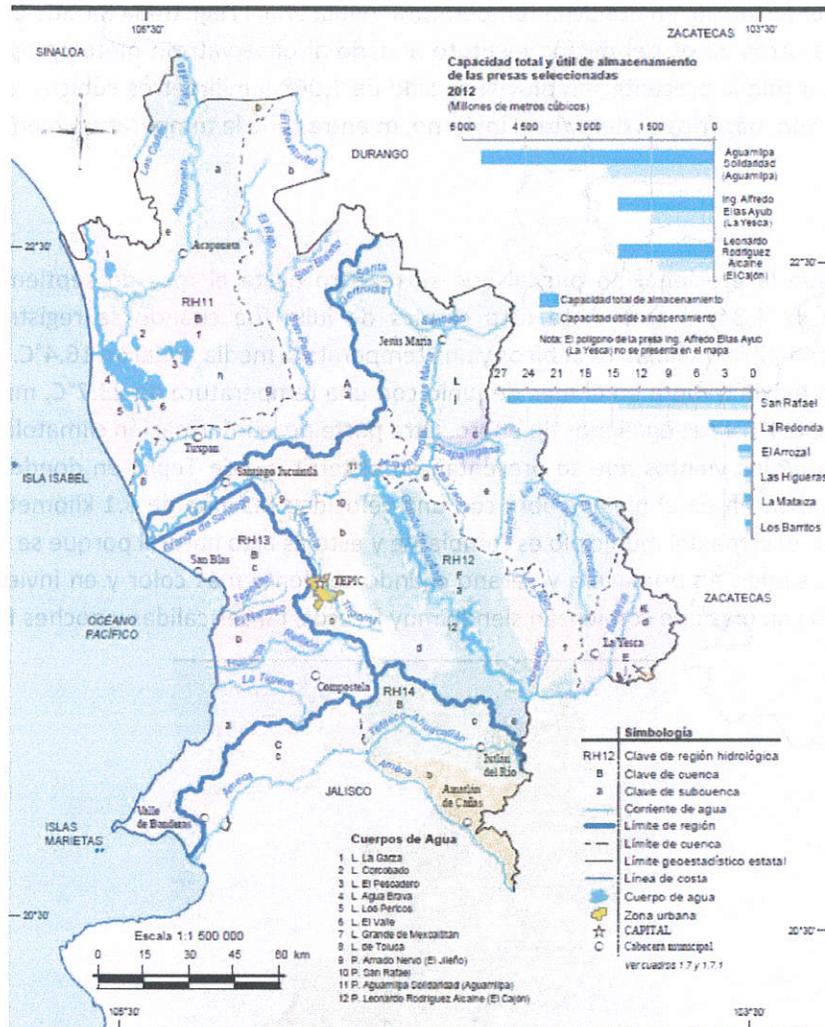
El río Ameca nace en el Bosque de la Primavera, cerca de la ciudad de Guadalajara. Tiene una longitud de 230 km y en su tramo final forma la frontera entre los estados de Nayarit y Jalisco.

Las principales lagunas y lagos del estado son: laguna Grande de Mexcaltitán, laguna El Valle, laguna Agua Brava, laguna Carabado, laguna El Pescadero, laguna Los Pericos, laguna de Toluca, laguna La Garza y estero El Anzueleadero.

Las principales presas del estado son: Presa Aguamilpa-Solidaridad (Aguamilpa), Presa Leonardo Rodríguez Alcaine (El Cajón), Presa Ing. Alfredo Elías Ayub (La Yesca), Presa San Rafael, Presa Amado Nervo (El Jileño).



En referencia a las aguas subterráneas la CONAGUA tiene delimitados 12 acuíferos en la entidad, de los cuales ninguno está sobreexplotado. En general el estado presenta un balance hídrico positivo; es decir que la recarga supera a la extracción, con un superávit de 149 millones de metros cúbicos. Los principales acuíferos son: 1807 Valle de Banderas, 1803 Valle Santiago-San blas, 1804 Valle de Matatipac y 1805 Valle de Compostela; entre estos cuatro suman un superávit de 98 millones de metros cúbicos.



Fuente: INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie III.  
INEGI-CONAGUA 2007. Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México Escala 1:250 000.  
INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:250 000, serie I.  
Comisión Nacional del Agua. Dirección Local Nayarit. Subgerencia de Ingeniería y Asistencia Técnica.

Ilustración 3. Hidrografía estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)



## Clima y Temperatura

De acuerdo a la información obtenida por parte del INEGI podemos decir que años anteriores se han hecho registros de las temperaturas que se han presentado en el municipio han mostrado que el clima predominante es cálido y subhúmedo, se presentan lluvias en la época de verano y esto incide en aproximadamente el 66% de la superficie total de este territorio, pero el clima es cambiante porque también es semicálido y subhúmedo con época de lluvias en verano y esto se cubre el 34% del territorio, en donde la temperatura media anual registrada ha sido de 21.9°C. Con base a esto y a otros datos del mismo instituto aunado al observatorio meteorológico de Tepic, podemos indicar que la precipitación pluvial ha sido de 1,068.5 milímetros cúbicos. La temporada en que los días son más fríos es durante el invierno, mientras que la temperatura media anual es de 18.2°C.

Cabe indicar que la precipitación pluvial que se registró hasta el mes de septiembre de años anteriores fue de 1,347.3 mm. Ante esto el mes de julio fue cuando se registró la máxima precipitación, con 477.9 milímetros cúbicos y una temperatura media anual de 16.4°C. Esto hizo que la temperatura máxima fuera en el mes de junio con una temperatura de 23.7°C, mientras que la mínima fue de 18.4°C y fue en el mes de enero. Otra parte de la información climatológica consiste en la dirección de los vientos que se presentan en el territorio de Tepic, en donde los días más intensos se registraron en el mes de abril con una velocidad máxima de 5.1 kilómetros por hora. Como pudo ver, el clima del municipio es cambiante y esto es algo natural porque se acopla a cada época del año, siendo en primavera y verano cuando se siente más calor y en invierno se siente mucho más frío con días que comienzan siendo muy frescos, tardes cálidas y noches frías.

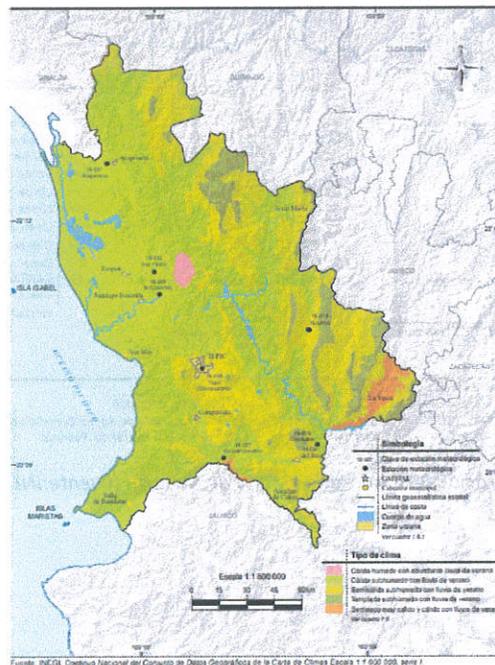


Ilustración 4. Climatología en el estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)



## Flora y Fauna

En Nayarit la superficie estatal está cubierta en un 34.4% por bosque, el 29.7% por selva, el 20.6% son zonas agrícolas, el 7.3% por pastizales, el 3.5% por manglar y el 4.4% restante por otros tipos de vegetación, cuerpos de agua y zonas urbanas.

Los bosques se ubican sobre los sistemas montañosos. Predominan los de encino y de coníferas, y en menor proporción el mesófilo de montaña; las principales especies presentes son: roble, encino carrasco, encino blanco, encino nopis, pino triste y encino verde.

Las selvas se ubican en las partes bajas de las sierras y cañadas. Predominan las selvas secas y semisecas, caducifolias y subcaducifolias; las principales especies presentes son: copal, pochote, algarrobo y ceiba.

Los pastizales están dispersos por toda la entidad. Predominan los inducidos y los cultivados; las principales especies presentes son: navajita y madroño.

Los manglares se ubican al noroccidente sobre la llanura costera desde Existen San Blas hasta Tecuala. Las principales especies presentes son: mangle blanco y mangle rojo.

En el territorio estatal existen 7 áreas naturales protegidas, de las cuales 5 son de competencia federal.

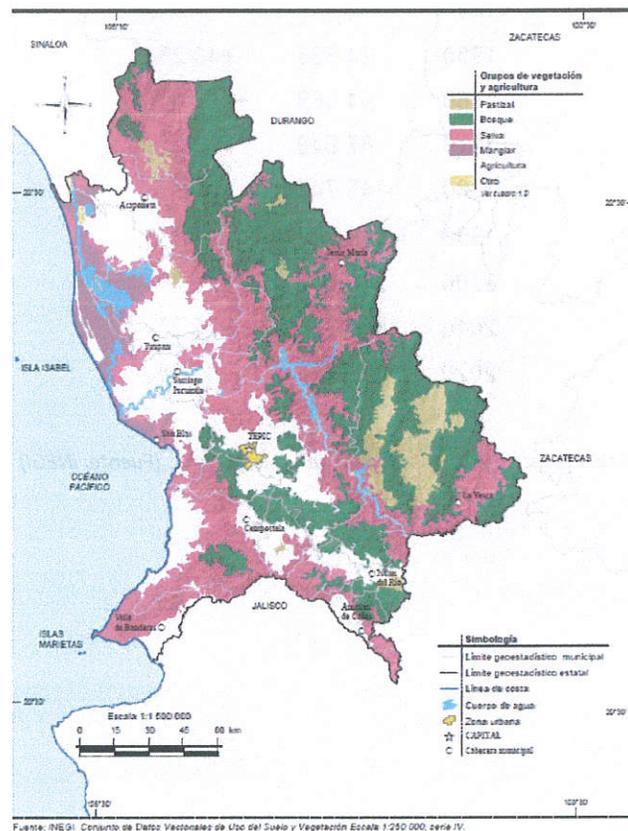


Ilustración 5. Vegetación en el estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)



## Medio Social

### Aspecto Demográfico

La ciudad de Tepic cuenta con una población de 371,387 habitantes según datos del XIV Censo General de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) por lo cual es la ciudad más poblada del estado de Nayarit y la 47ª ciudad más poblada de México.

La ciudad tuvo un aumento de 38,524 habitantes respecto al Censo de 2010.

La ciudad concentra el 30.06 % de todos los habitantes del estado de Nayarit.

Población histórica		
Año	Pob.	±%
1900	15 488	—
1910	16 778	+8.3%
1921	13 766	-18.0%
1930	15 326	+11.3%
1940	17 547	+14.5%
1950	24 595	+40.2%
1960	54 069	+119.8%
1970	87 540	+61.9%
1980	145 741	+66.5%
1990	206 967	+42.0%
2000	265 817	+28.4%
2010	332 863	+25.2%
2020	371 387	+11.6%

Tabla 2. Estadística poblacional de Tepic, Nayarit. (Fuente: INEGI)

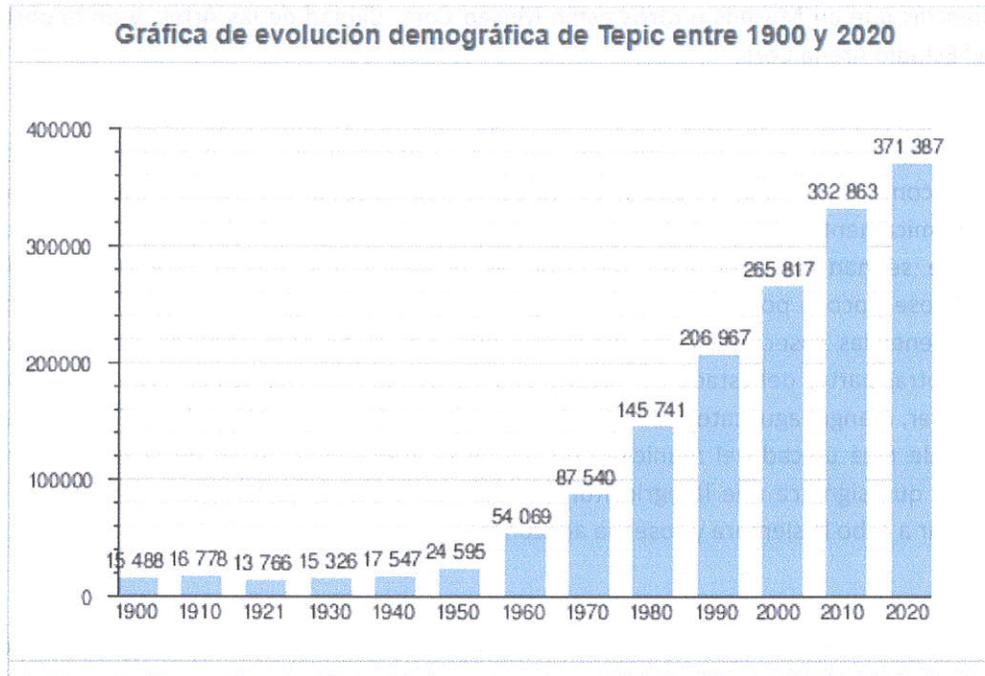


Ilustración 6. Gráfica de evolución demográfica de Tepic entre 1900 y 2020. (Fuente: INEGI)

El municipio presenta la mayor dinámica demográfica de la entidad desde 1950. En 1995 se registraron 292.780 habitantes; mientras que en 1990 fueron 241.463; lo anterior, manifiesta que la tasa de crecimiento promedio anual del periodo 90-95, fue de 3,47%. Sin embargo, durante el periodo 1970-1990 dicha tasa ascendió al 3,9%. La población censada en los años de 1950, 1960, 1970 y 1980 fue de 45.616, 73.576, 110.939 y 177.007 respectivamente. Su densidad poblacional es la mayor en el estado con 5,669.68 habitantes por kilómetro cuadrado.

#### Zona Metropolitana

La Zona Metropolitana de Tepic es la región urbana resultante de la fusión de la ciudad de Tepic con el municipio de Xalisco y las poblaciones cercanas. esta Zona Metropolitana tiene un total de 491,153 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda que realizó el INEGI en el año 2020.

Otras poblaciones cercanas son:

- San Cayetano
- Camichín de Jauja
- Pantanal
- Mora
- Bellavista
- La Cantera

La ciudad cuenta con grandes y verdes espacios recreativos para toda la familia como puede ser la nueva zona construida Ciudad de Las Artes, en parques recreativos se destacan el Parque Esteban Baca Calderón, mejor conocido como La Loma, el Parque Ecológico Metropolitano, Alameda entre



otros, mientras que en Museos u otros están Museo Cora, Ciudad de las Artes, y en deportes se destaca el Estadio Arena Cora.

### Aspectos económicos

La economía que existe en el municipio de Tepic se ha desarrollado con el paso de los años, en donde se ha contado con la participación activa de los habitantes que trabajan y que se consideran como económicamente activos. Ante esto uno de los sectores que más se ha beneficiado con los avances que se han dado en este territorio es la agricultura, misma que ha permitido ir desarrollándose poco a poco en donde los agricultores se encargan de realizar las siembras y después obtener las cosechas de los productos que más tarde comercializan de forma local y regional en otras partes del estado de Nayarit. Los cultivos predominantes en Tepic se basan en la caña de azúcar, mango, aguacate, café y limón, lo cual se debe a que el tipo de suelo que existe en la zona donde está ubicado el municipio en donde la gran mayor parte de la superficie es de temporal, lo que significa que la agricultura se desarrolla de forma temporal mientras el clima permita llevar a cabo la siembra y cosecha adecuada.

La agricultura se ha logrado fortalecer con el tiempo y está compuesta por un conjunto de técnicas y conocimientos que los agricultores deben saber para poder realizar cultivos en la tierra, en donde tiene mucho que ver la forma en cómo se realiza, debido a que en tiempos actuales algunos agricultores emplean técnicas modernas para trabajar la tierra mientras que muchos otros lo continúan haciendo de la forma tradicional. La mayor parte del sector primario se dedica a esta actividad, de la que se han logrado obtener grandes ganancias anuales. Los trabajos que existen en este ámbito son los del tratamiento del suelo y los cultivos de verduras, en donde las personas hacen cosas que modifican el medio ambiente natural, con la finalidad de hacer que las siembras puedan crecer en poco tiempo. Todas las actividades económicas que contempla este sector se basan en la explotación de los recursos que la tierra origina de manera natural, lo cual también se favorece por las actividades que se realizan y de las cuales se pueden obtener cultivos de alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes.

También se obtienen fibras que son utilizadas por la industria textil, así como cultivos energéticos y tubérculos, entre otros. Cabe indicar que se considera a la agricultura como una actividad de gran importancia porque forma parte de una base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la riqueza de las personas que la practican. Como pudo ver en el municipio de Tepic se continúa desarrollando la agricultura como una forma de vivir con las ganancias que se obtienen de esto, siendo las familias nayaritas de las que más se han beneficiado, así como otras personas que adquieren los productos del campo. La economía se logra movilizar gracias al esfuerzo de los trabajadores y también del gobierno municipal y estatal porque saben que es elemental continuar apoyando esta actividad mediante la implementación de programas enfocados en brindar apoyos económicos al campo para que sus producciones puedan crecer y hacer que los ingresos se incrementen con el paso de los años.



Es básico decir que en Tepic existen varias zonas importantes que forman parte del sistema de abasto municipal se integra por cinco mercados públicos y dos privados, en donde también se cuenta con cuatro centros receptores de productos básicos, dos centrales de abastos y ocho tianguis. Estas zonas son parte elemental de la comercialización de todos los productos que se obtienen de la agricultura, así como de otras empresas que elaboran productos alimenticios que son capaces de satisfacer las necesidades básicas de la población. Además de esto, debemos señalar que en los mercados y tianguis en donde las personas pueden obtener productos de calidad y a bajos precios, porque en los supermercados los productos que se venden tienen otro control de calidad y esto implica que sean más caros, por lo que los habitantes de la región son quienes deciden dónde adquirir los elementos que necesitan para comer, vestir, entre otros; todo para desarrollarse integralmente.

La economía de Tepic también se fortalece con la ganadería, en donde la superficie de pastizal que se utiliza para el uso ganadero y con base a lo señalado por el INEGI, cuando se realizó el periodo de observación en años anteriores, encontraron que se utilizaron cerca de 26,665 hectáreas, lo que representó el 9.53 % de la superficie. Cabe decir que en cuanto a la producción de otros productos pecuarios que se realizan en el municipio señalado, están la leche de bovino con un 23.54 % de miles de litros en comparación con la producción total que se obtiene a nivel estatal; otro producto es el huevo para plato y representa el 54.35% de las toneladas producidas al año. La ganadería es sin duda una actividad que ha logrado salir adelante gracias a la participación activa de las personas que centran sus esfuerzos en ésta, de lo cual se obtienen grandes ganancias al año y esto permite que se continúe incrementando las cabezas de ganado que se cuidan para obtener productos derivados de los animales.

Dentro del sector secundario se encuentra la industria y se ha logrado mantener y desarrollar con el tiempo, lo cual se comenzó a dar a partir de la década de los setentas, debido a que se contó con la participación de un número importante de personas. La industria azucarera que más se ha beneficiado es con el ingenio llamado El Molino y precisamente está ubicado en el municipio de Tepic, además del ingenio de Puga que está ubicado en la localidad de Fráncico I. Madero, así como las empresas abacaleras British American Tabaco México y Tabacos Desvenados S.A. de C.V. Todas estas industrias representan fuentes importantes de ocupación para las familias campesinas de Tepic. Cabe decir que también existen dos compañías embotelladoras de refrescos, fábricas de material para la construcción, empacadoras de alimentos y bebidas, confección de prendas de vestir, entre otras. La industria ha sido de las que más se han desarrollado y esto se debe a la fuerza de trabajo de las personas que están económicamente activas y que se enfocan en la realización de diversas actividades dentro de este sector importante.

Por otro lado, está el sector terciario, mismo que el INEGI señala que incorpora casi el 60% de la población que está económicamente activa (PEA). En este sector se encuentra el comercio y se refleja con la existencia de pequeños establecimientos y grandes empresas que son de cadenas internacionales de gran renombre. El comercio es una actividad socioeconómica que ha sido básica



para la movilización de la economía de Tepic, lo cual consistente en el intercambio de productos para la compra y venta de bienes y servicios, en donde las personas adquieren lo que necesitan para vivir. Cabe recalcar que los centros de comercio forman parte primordial del comercio y es por eso que con el tiempo se han ido abriendo para atender las necesidades económicas que logran beneficiar tanto a dueños como a clientes, dándose una actividad de intercambio que permite movilizar el dinero que entra y sale del municipio de Tepic.

Otra parte de la información se centra en el sector terciario y en el cual también se encuentra el turismo, en donde con base a la información obtenida por parte del INEGI, podemos decir que se cuenta con el 9.81% del total de cuartos de hospedaje que están registrados en el estado de Nayarit, los cuales se encuentran clasificados de acuerdo a la calidad de los servicios que manejan. El municipio de Tepic cuenta con 2,600 cuartos de hospedaje que con considerados con categoría turística, de los cuales 326 tienen categoría de 5 estrellas, 474 son de 4 estrellas, 378 son de tres estrellas, 173 son de dos estrellas, 287 son de 1 estrella y existen 962 cuartos que no tienen categoría definida.

Ante esto se tiene el 38% de los establecimientos que están enfocadas en brindar servicios de alimentos y bebidas, así como los de elaboración de bebidas que son consideradas con categoría turística. En cuanto a las atracciones que existen en el municipio de Tepic, cuenta con varias zonas y monumentos históricos que logran atraer la atención de las personas, tal como el templo de la cruz de Zacate y su ex-convento anexo, otro edificio importante es el palacio municipal, la catedral y su plaza principal en la zona centro. Otros lugares con gran historia son la ex-fábrica de hilados y tejidos de Bellavista, la ex-fábrica de la Escondida y la ex-fábrica de Jauja. El museo regional de antropología e historia es otro elemento muy visitado en Tepic, así como la casa museo Juan Escutia, la casa museo Amado Nervo y el museo de las cuatro culturas. Estas zonas hacen que la economía del municipio se movilice, beneficiando a habitantes, empresarios, inversionistas, dueños y trabajadores que se enfocan en la actividad turística para ofrecer diversos servicios a los visitantes.

El turismo se ha ido desarrollando con el paso de los años y en Tepic es uno de los aspectos más importantes que existen porque permite dejar una gran derrama económica de las personas que se interesan en visitar esta región de la Riviera Nayarita, siendo el municipio uno de los más populares y visitados por el turismo nacional e internacional. El gobierno de esta entidad señala que el municipio continúa siendo un importante destino turístico que recibe a miles de personas al año, quienes están dispuestos a recorrer los rincones más emblemáticos de esta ciudad, disfrutando zonas seguras con servicios de calidad. Esto ha permitido que se desarrolle más, reflejándose en el progreso de su economía, así como la generación de empleos. El ayuntamiento continúa realizando la promoción turística adecuada para que cada vez se incremente el número de visitantes en la región y en el estado de Nayarit.



En materia de empleo podemos decir que las administraciones que ha tenido Tepic han centrado sus esfuerzos en gestionar diversos programas y proyectos enfocados en el crecimiento personal y económico de las personas, abriendo las oportunidades laborales en los tres sectores que existen y que son el primario, secundario y terciario. Además se ha tenido una permanente inversión para el desarrollo de proyectos productivos, en donde se permite tener más ingresos por las actividades que se realizan y esto se refleja cada año, además de que se han implementado estrategias adecuadas para facilitar y simplificar la apertura de negocios chicos, medianos y grandes, ofreciendo créditos que estén más al alcance de las personas para que puedan invertir y esto a su vez beneficia a la población de Tepic al ofrecer más oportunidades de trabajo.

Eso también se ha reflejado en un sistema de apertura rápida de empresas que se enfocan en ofrecer diversos servicios a las personas y turistas. Cabe decir que el gobierno del municipio también se enfoca en ofrecer un adecuado funcionamiento de la ventanilla única de gestión de proyectos productivos. También está el aspecto de la capacitación que se ofrece a las personas que ingresan a la actividad económica y esto se realiza mediante una serie de talleres y cursos que están enfocados a ayudarlos a desarrollar diversas habilidades para transmitir el conocimiento de oficios que les permitan insertarse en el mundo laboral tan agitado que existe en todas partes del país y del mundo. Los oficios que se realizan son una parte importante en la generación de empleos, además de ser considerados ingresos extras para quienes hacen otras cosas, además de trabajar en alguna empresa o comercio pequeño.

Los productores locales resaltan la importancia del turismo para la actividad económica de Tepic, por lo que están más comprometidos a ofrecer servicios de calidad que cumplan con las expectativas de los clientes, además de que reconocen que parte de las atracciones que existen se encuentran en las zonas naturales que están cuidadas porque tratan de mantener la armonía del medio ambiente, en donde el trabajo en equipo es pieza clave para tener una organización que permite llegar al mismo fin, ofrecer todo lo necesario a los viajeros pero al mismo tiempo cuidar lo que tienen en el municipio y sobre todo, hacer que disfruten su visita rodeados de zonas naturales e históricas de gran valor cultural. Los esfuerzos del gobierno también se centran en continuar impulsando el desarrollo de las microempresas y talleres para hacer que los trabajos sean estables y estén encaminados a la generación de un valor agregado a los productos.

En lo que respecta al desarrollo del sector turístico se prevé que la economía continúe favoreciéndose por parte de sus habitantes y turistas, además de seguir realizando la promoción turística a nivel estatal, federal e internacional. El mantenimiento adecuado de los atractivos turísticos y de esparcimiento también son parte primordial para seguir atrayendo el interés de las personas, fortaleciendo la seguridad, vigilancia y el desarrollo de campañas de limpieza para tener un entorno limpio y adecuado para todos. Cabe recalcar que el municipio de Tepic es el centro administrativo donde residen los poderes estatales, lo que significa que es en donde se concentra la mayor población y cantidad de servicios públicos, considerando que su producto interno bruto alcanza varios millones de pesos, esto con base a los datos obtenidos por el INEGI, lo que representa



el 50.88% del PIB a nivel estatal, convirtiéndolo en el lugar que mayor movimiento económico genera en comparación con otros municipios de Nayarit.

Ante todo lo mostrado anteriormente, este análisis nos permite decir que Tepic es un lugar con gran preponderancia en el estado, teniendo una ocupación económica variada que se concentra en los tres sectores existentes, siendo el comercio en donde se encuentra el 60.5% de la población económicamente activa, mientras que en el gobierno se encuentra el 10.7% en el gobierno, el 9.9% en la industria de la transformación, el 6.9% en el ramo de la construcción, el 4.4% en comunicaciones y transportes, el 4.2% se encuentra en otras actividades. Lo que forma parte de una indispensable movilización económica en toda la región se encuentra en el ingenio El Molino y a unos kilómetros se encuentra otro ingenio llamado Puga, ambos representan una importante fuente de ocupación para las familias campesinas del municipio porque en ellos se realiza la agricultura. Es así como podemos señalar que en Tepic se encuentran cerca del 40% de las empresas industriales del estado nayarita.

### Características de las vías de comunicación en el área de influencia

#### **Aéreo**

Tepic cuenta con un aeropuerto internacional ubicado a 16 kilómetros de la ciudad, se ubica en la localidad de El Pantanal, del municipio conurbado de Xalisco, no cuenta con transporte público que llegue a sus instalaciones, por lo que su vía de acceso es solo en vehículo privado y servicio de taxi o Uber.

El aeropuerto lleva el nombre en honor al poeta nayarita Amado Nervo y es administrado por "A Fue declarado oficialmente como aeropuerto internacional el 15 de diciembre de 2009 , aunque actualmente solo cuenta con 2 líneas aéreas en operación, Aeromar, que da servicio de vuelo únicamente a la Ciudad de México en 3 diferentes horarios diariamente, y Volaris que da servicio a la ciudad de Tijuana con vuelos diarios y a Ciudad de México con tres frecuencias semanales.eropuertos y Servicios Auxiliares" que depende del gobierno federal.

#### **Terrestre**

En materia carretera destacan la carretera internacional del Pacífico de norte a sur y varias carreteras vecinales con una longitud de 337 kilómetros, incluyendo la carretera de cuota con 39 kilómetros. Cuenta con una Central de Autobuses donde se realizan viajes hacia el interior del municipio, Estado y toda la República.

#### **Férreo**

Cuenta con una estación en la cual hace escala el ferrocarril del Pacífico de Ferromex, que parte de Guadalajara hacia Nogales.

#### **Trazado urbano**

La traza urbana de la ciudad es variada pues es diferente la traza de todas las colonias, calles, avenidas, bulevares y fraccionamientos. Lo que se observa en el centro histórico es una traza antigua con calles angostas que datan del siglo XIX semejante a las de distintos centros históricos de todo el país. En esta se pueden encontrar 3 principales avenidas.



*Ilustración 7. Principales vialidades de la cabecera municipal de Tepic.*

### Problemática

El sistema actual de alcantarillado de la ciudad de Tepic funciona por gravedad, está constituido por una extensa red de atarjeas.

En cuanto a oferta de infraestructura de tratamiento de aguas residuales, el municipio cuenta con 7 plantas de tratamiento: PTAR Norte, PTAR La Cantera, PTAR Satelite, PTAR Trapichillo, PTAR Oriente, PTAR El Punto, PTAR Xalisco 1.

Independientemente que la capacidad de la infraestructura es insuficiente, el tratamiento que se le da actualmente al agua residual que llega a esas plantas, no cumple con los parámetros establecidos en la NOM- 001-SEMARNAT-1996. Por tanto, hoy día, la ciudad de Tepic descarga agua residual sin tratamiento adecuado a cuerpos de agua federales incumpliendo la normatividad vigente.

No.	Nombre	Estado
1	Colector Colosio	En construcción
2	Colector Zapopan	Activo (ineficiente)
3	Emisor el punto	Activo (ineficiente)
4	PTAR Oriente	Activo (ineficiente)
5	PTAR Xalisco (El verde)	Activo (ineficiente)
6	PTAR El Rastro	Activo (ineficiente)
7	PTAR El Punto	Activo (en rehabilitación)
8	PTAR La Cantera	Activo (en rehabilitación)
9	PTAR Norte	Activo (en rehabilitación)
10	PTAR Satelite	Inactivo (ineficiente)
11	PTAR Trapichillo	Inactivo (ineficiente)

Tabla 3. Infraestructura de saneamiento existente en la cabecera municipal de Tepic.

Ante la falta de esta infraestructura, es recurrente ver descargas de agua residual domiciliarias en los márgenes de las barrancas, convirtiéndose esto en un riesgo potencial para la salud pública a lo largo de la ciudad y en un problema de contaminación importantísimo en los cuerpos receptores finales de esa agua residual, convirtiéndose en problema de contaminación ambiental y de infección diseminados por toda la ciudad.

### Infraestructura Hidráulica

La infraestructura hidráulica de agua potable se ha adaptado temporalmente conforme a las necesidades que impone el crecimiento urbano de la ciudad, la siguiente figura expone la distribución espacial de tanques y fuentes de abastecimiento que hoy en día ostenta la zona en estudio.

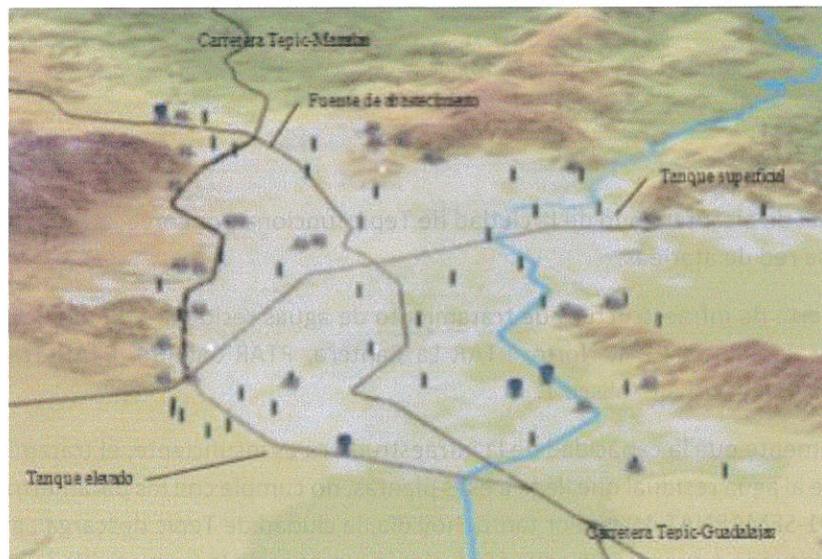


Ilustración 8. Distribución de fuentes de abastecimiento (pozos) y tanques de almacenamiento (Fuente: SIAPA)



En la Figura anterior se muestra la topo forma de la ciudad de Tepic, como se observa, el dominio de la mancha urbana se encuentra rodeada de zonas altas, lo cual, en cuestiones hidráulicas, aumenta de cierta manera, el grado de complejidad de las estructuras futuras, encargadas de alimentar la demanda de agua potable a mediano y largo plazo. El suministro de agua se obtiene directamente de las fuentes de abastecimiento de agua, esta se bombea a los tanques, y los tanques tienen algunas derivaciones directas hacia la red; cuenta también con un sistema de rebombeo el cual manda el agua hacia los tanques superficiales o elevados que se encuentran en operación.

A continuación, se muestra el listado de pozos profundos, registrados por el Sistema de Abastecimiento y Agua Potable (SIAPA).

	No pozos	Nombre pozo	Colonia	Q (l/s)	Hp	Diámetro tren de descarga
Sector 4	1	BRISAS 1	(FRACC.BRISAS)	60	200 H.P.	8"
	1	FOVISSSTE	FOVISSSTE	18	85 H.P.	6"
	2	INF. SOLIDARIDAD	INF. SOLIDARIDAD	30	100 H.P.	8"
	3	SAN JUAN 1	SAN JUAN	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	4	LINDAVISTA 1 Y 2	COLONIA SPAUAN	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	5	RODEO 1	EL RODEO 1	39	100 H.P.	6"
	6	RODEO 2	EL RODEO 2	3	150 H.P.	8"
	7	LINDAVISTA 3	COLONIA LINDAVISTA	S/DATOS	SIN DATOS	8"
Sector 5	8	POZO A	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	75	200 H.P.	10"
	9	POZO B	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	40	125 H.P.	10"
	10	POZO C	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	75	250 H.P.	10"
	11	FCO. VILLA 1	FRANCISCO VILLA	10	85 H.P.	8"
	12	FCO. VILLA 2	FRANCISCO VILLA	30	100 H.P.	8"
	13	JUAN ESCUTIA	CENTRO	30	100 H.P.	8"
	14	MOLOLOA 2	RIVAS ALLENDE	40	100 H.P.	8"
	15	PRIETO CRISPÍN	PRIETO CRISPÍN	40	150 H.P.	8"
	16	REFORMA 1	COL. PARAÍSO	40	175 H.P.	8"
17	REFORMA 2	LOMA DE LA LAGUNA	40	125 H.P.	8"	
18	REVOLUCIÓN	AMADO NERVO	35	100 H.P.	8"	
Sector 6	19	CUAUHTÉMOC	CUAUHTÉMOC	40	150 H.P.	8"
	20	GUAYABO	MIRAVALLÉS	30	100 H.P.	8"
	21	INSURGENTES	INSURGENTES	35	125 H.P.	8"
	22	MORELOS 1	MORELOS	30	125 H.P.	8"
	23	MORELOS 2	DEL BOSQUE	30	100 H.P.	8"
	24	TECOLOTE 1	FRACC. FRAY JUNÍPERO	S/DATOS	SIN DATOS	S/DATOS
	25	TECOLOTE 2	FRACC. FRAY JUNÍPERO	S/DATOS	SIN DATOS	10"
Sector	26	ALAMEDA	CENTRO	35	100	8"
	27	LA LOMA	CENTRO	20	125	6"
	28	STA FE	SANTA FE	50	150	10"



No pozos	Nombre pozo	Colonia	Q (l/s)	Hp	Diámetro tren de descarga	
Sector 8	29	STA TERESITA	SANTA TERESITA	35	150	8"
	30	UNIDAD DEPORTIVA	OJO DE AGUA	40	175	8"
	31	INDECO	INDECO	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	32	CRISTO REY	EMILIANO ZAPATA	39	150 H.P.	8"
	33	AVES	FARACC. LAS AVES	9	75 H.P.	8"
	34	CULTURA 1	MENCHACA	30	125 H.P.	8"
	35	LLANITOS	LLANITOS	30	100 H.P.	8" Y 6"
	36	S.O.S.P.	BURÓCRATA FEDERAL	18	101 H.P.	8"
Sector 9	37	CD DEL VALLE	CD. DEL VALLE	S/DATOS	SIN DATOS	S/DATOS
	38	CULTURA 2	CAJA DE AGUA	S/DATOS	SIN DATOS	
	39	POZO 1	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	200 H.P.	10"
	40	POZO 2	FRENTE A FRACC. CASTILLA	75	300 H.P.	10"
	41	POZO 3	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	200 H.P.	10"
	42	POZO 4	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	300 H.P.	10"
	43	POZO 5	FRENTE A FRACC. CASTILLA	85	300 H.P.	10"
	44	POZO 6	FRENTE A FRACC. CASTILLA	85	300 H.P.	10"
Sector 10	45	INF. FRESNOS	INFONAVIT LOS FRESNOS	30	100 H.P.	8"
	46	INF. LOS SAUCES	INFONAVIT LOS SAUCES	8	40 H.P.	4"
	47	26 DE SEP.1	CAMINERA	50	125 H.P.	8"
	48	26 DE SEP.2	LOS SAUCES	100	150 H.P.	8"
	49	ARMADILLO	A UN COSTADO DEL RANCHO EL ARMADILLO	100	150 H.P.	10"
50	JACARANDAS	DEPARTAMENTOS JACARANDAS	30	125 H.P.	8"	
51	2 DE AGOSTO	2 DE AGOSTO	70	150 H.P.	8"	
52	LUIS D. COLOSIO	FRACC. LAGOS DEL COUNTRY	30	100 H.P.	8"	
53	PARQUE ECOLÓGICO	BENITO JUÁREZ	24	125 H.P.	8"	
54	RUBÍ	COL. EL RUBÍ	20	75 H.P.	8"	

Ilustración 9. Fuentes de Abastecimiento.

La figura siguiente es el mapa de la distribución geoespacial del sistema de pozos profundos ubicados en los sectores administrados por el organismo operador, SIAPA Tepic.

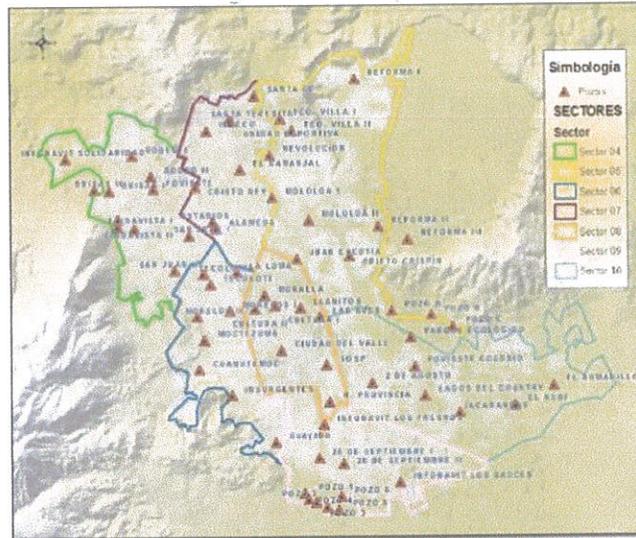


Ilustración 10. Sistema de pozos. (Fuente: SIAPA)

La ciudad está dividida en 7 sectores operativos, los cuales, cuentan con fuentes de abastecimiento, depósitos o tanque y una determinada red definida por las fronteras de cada sector. Cada uno de los sectores cuenta con encargados de sector nombrados como “jefes de sector”, además cada jefe de sector tiene a su cargo personal de apoyo para llevar a cabo las maniobras de mantenimiento, atención de la infraestructura y en general toda la operación de campo necesaria para el abasto de agua potable.

Actualmente el organismo operador del sistema de agua potable y alcantarillado de Tepic, cuenta con una estructura operativa de la red de distribución que incluye: tanques, pozos, válvulas y tubería; basada en sectores operativos.

La red de agua potable principalmente está constituida con tubería de material PVC, acero, FoFo, FoGo y AC. En la siguiente figura se muestra la distribución de la tubería en cuanto al tipo de material.

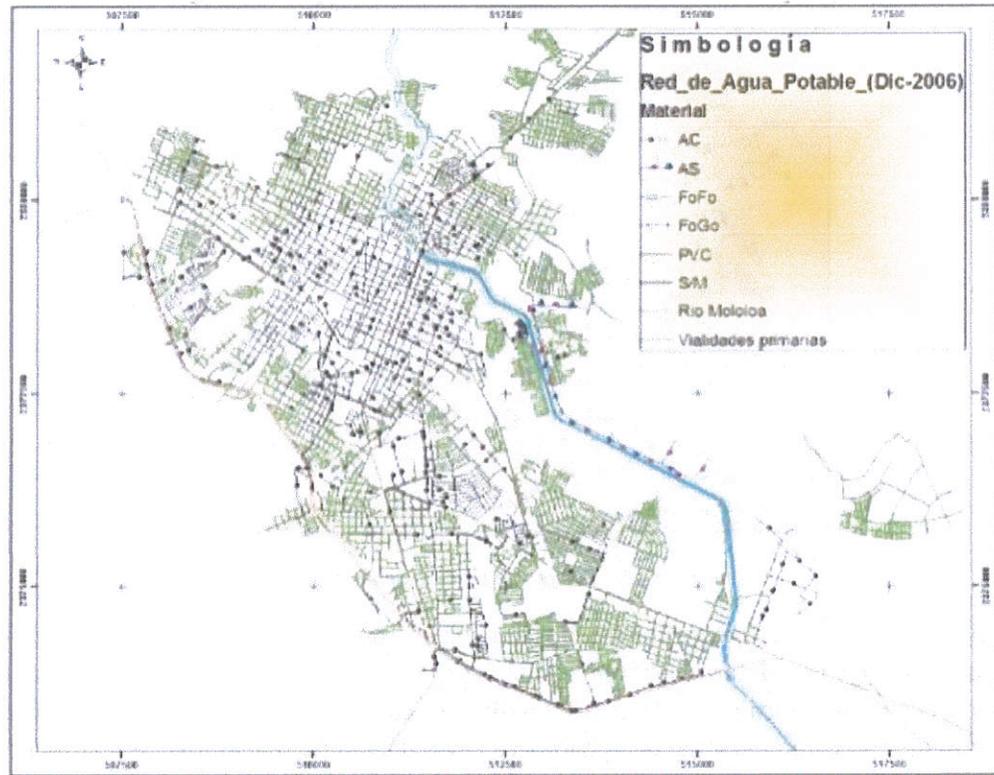


Ilustración 11. Tipo de materiales existente en la red de agua potable. (Fuente: SIAPA)

La red de agua potable sustenta una longitud de 703,35 km. En la siguiente tabla se muestra la longitud de tubería por cada uno de los diámetros y material de la red.



Diámetro (pulg.)	Material	Long. (m)
1	FoGo	31
2	AC	831
2	FoGo	136
2	PVC	11 452
2.5	PVC	33 690
2.5	FoGo	192
2.5	AC	8 113
3	AC	28 075
3	FoGo	18
3	PVC	254 638
4	AC	100 997
4	FoGo	76
4	PVC	60 697
6	AC	41 466
6	FoFo	83
6	FoGo	651
6	PVC	20 482
8	AC	39 266
8	FoGo	60
8	PVC	9 207
10	AC	31 441
10	Acero	826
10	FoGo	46
10	PVC	9 204
12	AC	16 946
12	PVC	3 418
14	AC	11 632
14	PVC	948
16	AC	5 789
16	PVC	4 970
18	AC	1 438
18	Acero	1 409
24	AC	745
24	Acero	2 702
s/d	s/m	1 681
<b>Total</b>		<b>703 356</b>

Ilustración 12. Longitud de la tubería de agua potable. (Fuente: SIAPA)

Como se observa en la tabla anterior, la tubería de PVC de 3" es la que mayor longitud tendida en la ciudad de Tepic. Drenaje La red primaria de drenaje opera por gravedad con tuberías principalmente de concreto simple que en diferentes tramos cuenta con diámetros de 30", 42" y 48", que suman un poco más de 13 mil ML de líneas primarias de conducción de aguas residuales.

Sector	Longitud m	Diámetros (Pulg.)	Material	Conducción
Colector Colosio	7,200	42"	Concreto simple	0.192m <sup>3</sup> /s
Colector Zapopan	2,200	30"	Concreto simple	0.078 m <sup>3</sup> /s
Emisor Sanitario El Punto	3,826	48"	Concreto simple	0.671 m <sup>3</sup> /s

Ilustración 13. Características de los Colectores Colosio, Zapopan y Emisor.

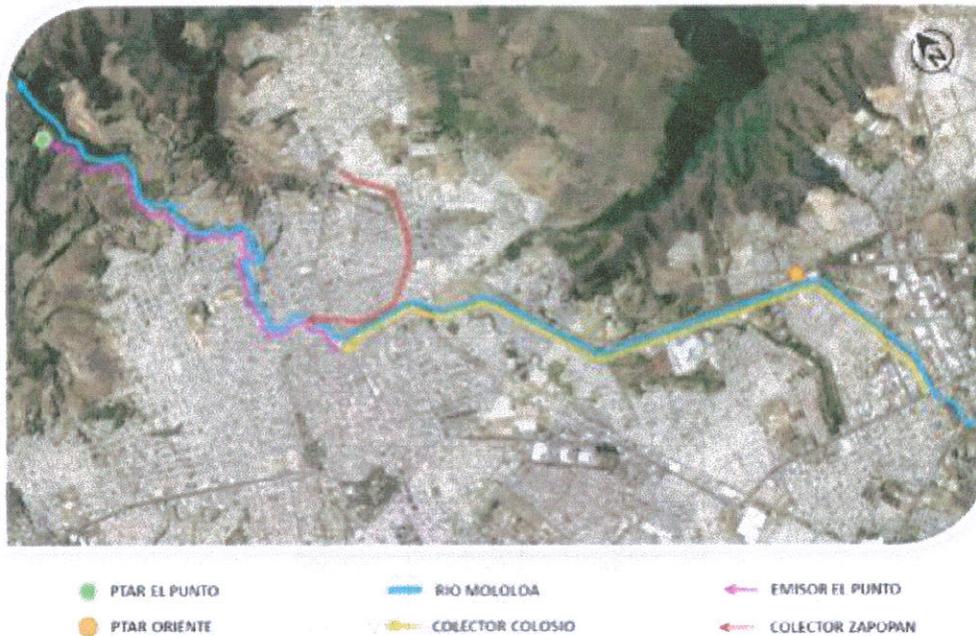


Ilustración 14. Localización de los colectores.

Adicionalmente a esta infraestructura, el sistema se apoya en un sistema de subcolectores y 11 cárcamos de bombeo que brindar auxilio a las descargas en aquellos lugares en donde se registran contrapendientes considerables y en la época de lluvias en la que el sistema se ve saturado por las infiltraciones sufridas por las precipitaciones pluviales. El colector principal que dirige el caudal residual hacia la planta de tratamiento es el denominado El Punto. Dicho colector se identifica como Antiguo Camino a Jauja y tiene la función de conducir la totalidad de las descargas de los demás colectores que conforman la red primaria de alcantarillado sanitario, por lo que su capacidad de operación siempre está al máximo o se sobrepasa en las horas pico de servicio. Con respecto a la población servida, se especifica que el volumen de aportación de aguas negras es del 80% Así como este colector de importante relevancia, la ciudad de Tepic se encuentra integrada por una serie de colectores que captan, conducen aguas residuales producidas por la población, los cuales fueron identificados como la Red Primaria de Alcantarillado Sanitario de acuerdo con su importancia en la zona donde se ubican y por sus características



físicas como longitud, diámetro, pendiente y material de la tubería. De tal forma que estos colectores son los siguientes:

- Colector Antiguo Camino a Jauja
- Colector Miramar
- Colector V. Guerrero
- Colector Las Brisas
- Colector Juan Antonio de la Fuente
- Colector Zapopan
- Colector Camino Viejo a los Metates
- Colector Colosio
- Colector 12 de Octubre
- Colector Ixtlán
- Colector Veracruz
- Colector Libertad
- Colector Club Rotario
- Colector Tierra y Libertad
- Colector Acayapan
- Colector Morelia
- Colector Guadalupe Victoria
- Colector México
- Colector 20 de noviembre
- Colector Ixtapalapa

A continuación, se presentan las características principales de cada colector:

**Colector Antiguo Camino a Jauja.-** Este colector es el que recibe la descarga de todos los colectores y su principal función es conducir el agua residual aportada por la población hacia la planta de tratamiento "El Punto". Cuenta con una longitud total de 2,340,50 metros y su diámetro es de 1.22 m. Presenta una baja capacidad conductiva en algunos tramos de su recorrido encontrándose que gran parte de este colector no cuenta con fácil acceso lo cual dificulta su inspección.

**Colector Miramar.-** Este colector recibe la descarga de dos colectores principales, de los cuales, uno de ellos se caracteriza por tener mayor longitud de conducción (5903.50 m) que el resto de los colectores analizados. La longitud y diámetro de los tramos analizados se presentan a continuación:



- 2316.39 m son de diámetro de 30 cm.
- 276.68 m son de diámetro de 38 cm.
- 1760.05 m son de diámetro de 45 cm.
- 1350.52 m son de diámetro de 61 cm.
- 199.86 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector V. Guerrero.** - Este colector no recibe descarga de algún otro tramo, más que de la aportación propia de su tramo, el cual tiene una longitud de 3123.03 metros de los cuales:

- 1404.17 m son de diámetro de 38 cm.
- 1360.83 m son de diámetro de 45 cm.
- 358.03 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Las Brisas.** - Al igual que el anterior colector, este colector no recibe descargas de otros colectores, más que su aportación propia, tiene una longitud de 2095.04 m, de los cuales:

- 300.07 m son de diámetro de 30 cm.
- 722.00 m son de diámetro de 38 cm.
- 330.44 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Juan Antonio de la Fuente.** - Este colector recibe la descarga de cinco colectores cercanos y tiene una longitud de 826.72 m, de los cuales:

- 826.72 m son de diámetro de 122 cm.

**Colector Zapopan.** - Este colector no recibe descarga de otros colectores, nomás la que se lleva en su tramo de aportación y cuenta con una longitud de 2078.70 m, de los cuales:

- 270.20 m son de diámetro de 30 cm.
- 639.34 m son de diámetro de 45 cm.
- 4169.16 m son de diámetro de 76 cm

**Colector Camino Viejo a los Metates.**- Este colector recibe descarga de un colector cercano que intercepta y tiene una longitud de 3269.85 m, de los cuales:

- 2285.51 m son de diámetro de 61 cm.
- 847.52 m son de diámetro de 76 cm.
- 136.82 m son de diámetro de 91 cm.

**Colector Colosio.** - Dicho colector recibe descarga de dos colectores y tiene una longitud de 3161.50 ml, de los cuales:



- 3161.50 m son de diámetro de 107 cm.

**Colector 12 de Octubre.-** Este colector no recibe descarga de ningún colector y tiene una longitud de 2437.34 m, de los cuales:

- 1412.65 m son de diámetro de 30 cm.
- 175.78 m son de diámetro de 38 cm.
- 395.28 m son de diámetro de 45 cm.
- 270.11 m son de diámetro de 61 cm.
- 183.52 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector Ixtlán.-** Este colector no recibe descarga de ningún colector cercano y tiene una longitud de 5635.85 m, de los cuales:

- 782.34 m son de diámetro de 30 cm.
- 1818.37 m son de diámetro de 38 cm.
- 767.40 m son de diámetro de 45 cm.
- 250.18 m son de diámetro de 61 cm.
- 1901.08 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector Veracruz.-** Este colector recibe la descarga de un colector cercano, su longitud es de 741.31 m, de los cuales:

- 741.31 m son de diámetro de 45 cm.

**Colector Libertad.-** No recibe descarga algún otro colector y cuenta con una longitud de 862.09 m, de los cuales:

- 862.09 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Club Rotario. -** No recibe otra descarga más que la de su propia longitud y tiene una longitud de 3043.10 m, de los cuales:

- 285.57 m son de diámetro de 61 cm.
- 1942.05 m son de diámetro de 91 cm.
- 815.48 m son de diámetro de 107 cm.

**Colector Tierra y Libertad. -** No recibe descarga de ningún otro colector y tiene una longitud de 2408.07 m, de los cuales:

- 124.66 m son de diámetro de 30 cm.
- 362.05 m son de diámetro de 38 cm.
- 395.42 m son de diámetro de 45 cm.



- 1525.94 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Acayapan.-** No recibe descarga extra y tiene una longitud de 1526.99 m.

- 1392.21 m son de diámetro de 30 cm.
- 134.78 m son de diámetro de 38 cm.

**Colector Morelia.-** No recibe ninguna descarga y tiene una longitud de 1760.31 m, de los cuales:

- 124.99 m son de diámetro de 30 cm.
- 925.94 m son de diámetro de 38 cm.
- 709.38 m son de diámetro de 45 cm.

**Colector Guadalupe Victoria.-** Este colector recibe dos descargas y tiene una longitud de 1625.26 m, de los cuales:

- 698.65 m son de diámetro de 107 cm.
- 935.61 m son de diámetro de 122 cm.

**Colector México.-** No recibe otra descarga y tiene una longitud de 884.92 m, de los cuales:

- 207.21 m son de diámetro de 30 cm.
- 677.71 m son de diámetro de 38 cm.

**Colector 20 de Noviembre.-** Este colector no recibe descarga de ningún otro colector y tiene una longitud de 1229.00 m, de los cuales:

- 1229.00 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Ixtapalapa.-** No recibe descarga, más que la propia y tiene una longitud de 707.31 m, de los cuales:

- 707.31 m son de diámetro de 61 cm.

En términos generales, el Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Tepic, se comprende de 20 colectores principales que conforman la red primaria y cuyo diámetro menor se ha considerado de 30 cm en su parte inicial y de hasta 1.07 metros de diámetro en la parte final del tramo. El material de la tubería, en su mayoría es de concreto simple y el resto en P.V.C y las longitudes varían de acuerdo con sitio donde se ubican y al punto final de descarga. Para mayor ejemplo de estos datos, se presenta a continuación el mapa temático que ilustra la red de colectores primarios, y la clasificación que se le dio para fines de ubicación dentro del sistema de alcantarillado sanitario, así como facilitar el cálculo hidráulico de dichos colectores.

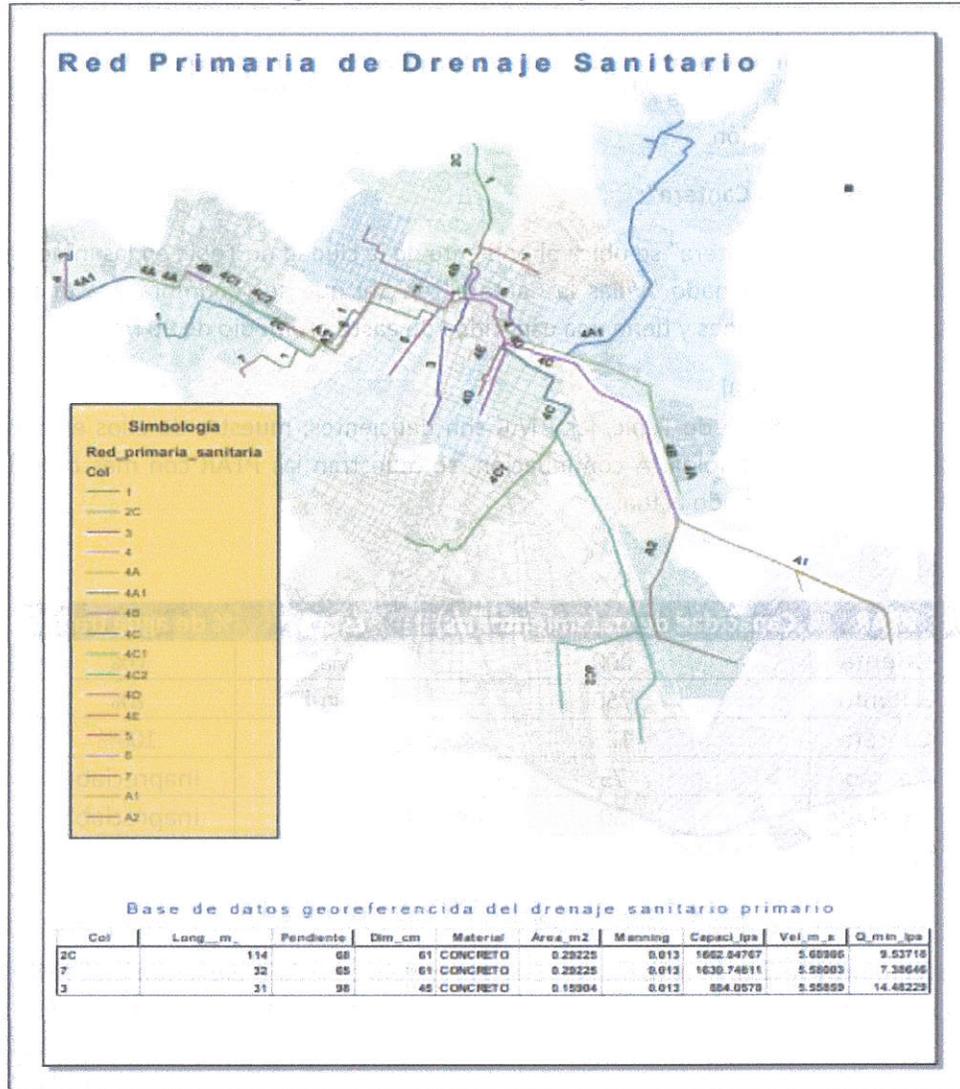


Ilustración 15. Red de drenaje sanitario. (Fuente: SIAPA)

## Saneamiento

La ciudad de Tepic cuenta con cinco plantas de tratamiento pero sólo tres tienen influencia en la zona de estudio, las cuales se mencionan incluyendo los puntos importantes de la infraestructura de cada una de estas plantas de tratamiento, que se describen a continuación:

### Planta de Tratamiento "El Punto".

Prácticamente se conforma de un proceso convencional primario con dos líneas de tratamiento definidas que inician con un pretratamiento a base de canal de rejillas y caja rompedora de presión, canal desarenador, caja repartidora de gasto hacia dos sedimentadores circulares, caseta de cloración, tanques digestores y espesador de lodos en ambos módulos, para finalmente conducir el agua tratada a un tanque de contacto de cloro que tiene como finalidad de desinfectar el agua que

ha sido clarificada en los procesos anteriores, antes de que este caudal tratado sea vertido hacia un cuerpo receptor. Según información proporcionada por el personal operativo y de laboratorio de la planta, la PTAR “El Punto”, cuenta con una capacidad instalada de 540 l/s con una antigüedad de más de diez años de operación.

#### Planta de Tratamiento “La Cantera”:

Por su parte, la PTAR “La Cantera” se ubica al poniente de la ciudad de Tepic en las inmediaciones del fraccionamiento denominado “Villas la Cantera” de ahí que se renombra a esta planta de tratamiento. Consta de 3 trenes y tiene una capacidad de gasto promedio de 90 l/s.

#### Oferta en la situación actual

Actualmente en el municipio de Tepic, las PTAR son deficientes; muestra de ellos es el nivel de contaminación en el Río Mololoa. A continuación, se muestran las PTAR con más capacidad de tratamiento, así como su estado actual.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	0%
El Punto	750	Regular	8%
Cantera	125	Bueno	100%
Xalisco	75	Malo	inapreciable
Trapichillo	30	Malo	inapreciable
Norte	70	Malo	inapreciable

*Tabla 4. Oferta en la situación Actual. (Fuente: SIAPA)*

Con el proyecto propuestos, el porcentaje de agua residual tratada representaría el 16% (200 l/s) de toda la capacidad que se tiene en cuanto a tratamiento de aguas residuales se refiere.

*Tabla 5. Proyección de la oferta en la situación actual. (Fuente: SIAPA)*

#### Demanda en la situación actual

La estimación de la demanda de infraestructura de drenaje se basa en la generación de aguas residuales de la población, es por eso que es necesario considerar la demanda de agua potable.

#### Demanda de agua potable

La determinación del consumo de proyecto es el parámetro referente para la determinación de la demanda del proyecto. El estudio elaborado por CONAGUA “Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México”, considera un consumo doméstico deseado por tipo de clima de 22 m<sup>3</sup> /toma/mes.



Clima	Nivel Socioeconómico			Subtotal por Clima (**)
	Bajo	Medio	Alto	
	m <sup>3</sup> /mes			
Cálido Húmedo	24	25	28	<b>25</b>
Cálido Subhúmedo	20	23	26	<b>22</b>
Seco o Muy Seco	22	22	22	<b>22</b>
Templado o Frío	15	16	14	<b>16</b>

Tabla 6. Promedio de consumo de agua potable estimado según nivel socioeconómico y clima. (Fuente: CONAGUA)

Por lo anterior, se proyecta la demanda por consumo de agua potable para la zona de influencia con los siguientes:

Consumo	Consumo Propuesto
Doméstico	22 m <sup>3</sup> /toma/mes
Comercial	28.8 m <sup>3</sup> /toma/mes

Tabla 7. Consumos propuestos por tipo de usuario (m<sup>3</sup>/toma/mes). (Fuente: SIAPA)

Cabe mencionar que la metodología para estimar la demanda es consistente con la publicación de la Conagua "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población)" del 2015.

### Proyección de la demanda

Ahora bien, de acuerdo con el SIAPA el número de tomas en Tepic son 126,816 en año 2020, siendo el 88% de estas tomas domésticas. Para la proyección de las tomas domésticas se consideró la tasa de crecimiento de CONAPO a nivel municipal. Para el caso de las tomas comerciales se tomó como referencia la proporción de tomas comerciales por tomas domésticas, siendo de 13.3% en el año 2020 y se mantuvo constante para todo el horizonte de evaluación. En la tabla siguiente se muestra la proyección de las tomas domésticas y comerciales.



Año	Tomas Domésticas	Tasa de crecimiento	Tomas Comerciales	Tasa de crecimiento	Total de tomas
2021	113,368	1.31%	15,108	1.31%	128,476
2022	114,794	1.26%	15,298	1.26%	130,092
2023	116,185	1.21%	15,484	1.21%	131,669
2024	117,548	1.17%	15,665	1.17%	133,214
2025	118,887	1.14%	15,844	1.14%	134,730
2026	120,200	1.11%	16,019	1.11%	136,219
2027	121,490	1.07%	16,191	1.07%	137,681
2028	122,773	1.06%	16,362	1.06%	139,134
2029	124,039	1.03%	16,530	1.03%	140,570
2030	125,295	1.01%	16,698	1.01%	141,992
2031	126,374	0.86%	16,841	0.86%	143,215
2032	127,502	0.89%	16,992	0.89%	144,494
2033	128,599	0.86%	17,138	0.86%	145,737
2034	129,664	0.83%	17,280	0.83%	146,944
2035	130,697	0.80%	17,418	0.80%	148,114
2036	131,698	0.77%	17,551	0.77%	149,249
2037	132,667	0.74%	17,680	0.74%	150,347
2038	133,604	0.71%	17,805	0.71%	151,409
2039	134,509	0.68%	17,926	0.68%	152,435
2040	135,383	0.65%	18,042	0.65%	153,425
2041	136,224	0.62%	18,154	0.62%	154,379
2042	137,034	0.59%	18,262	0.59%	155,296
2043	137,812	0.57%	18,366	0.57%	156,178
2044	138,558	0.54%	18,465	0.54%	157,023
2045	139,272	0.52%	18,560	0.52%	157,832
2046	139,954	0.49%	18,651	0.49%	158,605
2047	140,604	0.46%	18,738	0.46%	159,342

Tabla 8. Tomas por tipo de usuario. (Fuente: SIAPA)

Considerando los consumos deseables para la toma doméstica de 22 m<sup>3</sup> /toma/año y de 28.8 m<sup>3</sup> /toma/año para tomas comerciales, la demanda en tomas (Tomas\* Consumo deseable) quedaría como se muestra en la tabla siguiente:

Año	Demanda Doméstica	Demanda Comercial	Demanda Doméstica	Demanda Comercial	Demanda Total	Demanda Total
	m <sup>3</sup> /toma/mes	m <sup>3</sup> /toma/mes	m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /año	l/s
2021	22.0	28.8	29,929,189	5,221,209	35,150,398	1,115
2022	22.0	28.8	30,305,584	5,286,872	35,592,455	1,129
2023	22.0	28.8	30,672,968	5,350,963	36,023,931	1,142
2024	22.0	28.8	31,032,799	5,413,736	36,446,535	1,156
2025	22.0	28.8	31,386,071	5,475,365	36,861,436	1,169
2026	22.0	28.8	31,732,916	5,535,873	37,268,789	1,182
2027	22.0	28.8	32,073,334	5,595,259	37,668,594	1,194
2028	22.0	28.8	32,412,030	5,654,346	38,066,376	1,207
2029	22.0	28.8	32,746,353	5,712,669	38,459,022	1,220
2030	22.0	28.8	33,077,761	5,770,484	38,848,244	1,232
2031	22.0	28.8	33,362,709	5,820,194	39,182,902	1,242
2032	22.0	28.8	33,660,634	5,872,167	39,532,801	1,254
2033	22.0	28.8	33,950,142	5,922,673	39,872,815	1,264
2034	22.0	28.8	34,231,234	5,971,710	40,202,944	1,275
2035	22.0	28.8	34,503,910	6,019,278	40,523,188	1,285
2036	22.0	28.8	34,768,169	6,065,379	40,833,548	1,295
2037	22.0	28.8	35,024,011	6,110,011	41,134,022	1,304
2038	22.0	28.8	35,271,437	6,153,175	41,424,613	1,314
2039	22.0	28.8	35,510,447	6,194,871	41,705,318	1,322
2040	22.0	28.8	35,741,040	6,235,098	41,976,138	1,331
2041	22.0	28.8	35,963,216	6,273,857	42,237,074	1,339
2042	22.0	28.8	36,176,976	6,311,148	42,488,125	1,347
2043	22.0	28.8	36,382,320	6,346,971	42,729,291	1,355
2044	22.0	28.8	36,579,247	6,381,325	42,960,572	1,362
2045	22.0	28.8	36,767,757	6,414,211	43,181,968	1,369
2046	22.0	28.8	36,947,851	6,445,629	43,393,480	1,376
2047	22.0	28.8	37,119,528	6,475,578	43,595,107	1,382

Tabla 9. Demanda en tomas. (Fuente: SIAPA)

La demanda en tomas (consumo de agua potable) de la zona de influencia se estimó en 1,115 l/s para el año 2021, y llega a 1,382 l/s para el año 2047.

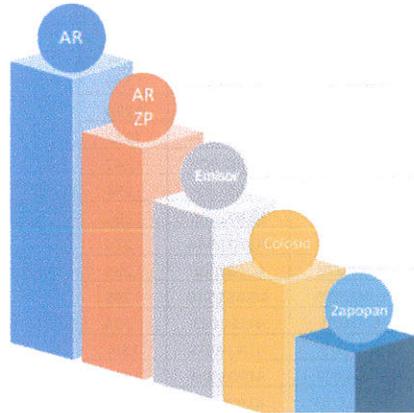
#### Demanda de conducción de aguas residuales.

Para el cálculo del agua residual generada se toma como base que la aportación al drenaje es del 80% del agua potable (Libro 4 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la CONAGUA, el cual establece un rango de entre 0.7 y 0.9). Con lo anterior, se obtiene una aportación unitaria de agua residual a partir del agua potable. Así se puede obtener el gasto medio de aguas residuales que conducirán los ductos cada año. Cálculo de los Requerimientos de Infraestructura en la Situación Actual.

##### a) Cálculo del caudal medio de aguas residuales:

El caudal medio anual de aguas residuales se obtiene mediante la población actual y otros usuarios, los consumos unitarios para determinar el consumo total y con el factor de 0.8 se obtiene la aportación de aguas residuales. Para el año 2021, en donde la demanda de agua potable es de 1,115 l/s, lo cual al afectar por un factor de 0.8 se obtiene una generación de aguas residuales de 892 l/s (más usuarios industriales), de acuerdo con la información del SIAPA Tepic. Cabe señalar que de acuerdo a las estimaciones del SIAPA Tepic acorde a las áreas de aportación, el 75% del agua residual escurre hasta la cuenca de la infraestructura del proyecto, por lo que el caudal de agua residual es de aproximadamente 679 l/s. Posteriormente se hizo un análisis del área de aportación de los tres colectores, obteniendo que, del agua residual de la zona del proyecto, el 45% sería de la zona del colector Colosio, 10% del colector Zapopan y el

85% del emisor el punto. Es importante destacar que la suma no es el 100%, ya que los colectores Colosio y Zapopan tienen sus áreas de aportación y en forma conjunta junto con otras descargas llegan al emisor el Punto.



#### Aguas Residuales

Se obtienen con la relación del 80% del agua potable

#### Agua residual en la zona de proyecto

El Organismo Operador SIAPA Tepic estimó un 75% del agua residual total

#### Emisor el Punto

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 85% del caudal

#### Colector Colosio

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 45% del caudal

#### Colector Zapopan

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 10% del caudal

Tabla 10. Distribución del agua residual en el proyecto. (Fuente: SIAPA)

Con lo anterior se obtiene la demanda.

Año	Demanda Total	Aportación de aguas residuales	Agua residual generada doméstica y comercial	Agua residual generada industrial	Total de agua residual Tepic
	l/s		l/s	l/s	l/s
2021	1,115	80%	892	14	906
2022	1,129	80%	903	14	917
2023	1,142	80%	914	14	928
2024	1,156	80%	925	14	939
2025	1,169	80%	935	14	949
2026	1,182	80%	945	14	960
2027	1,194	80%	956	14	970
2028	1,207	80%	966	14	980
2029	1,220	80%	976	14	990
2030	1,232	80%	985	14	1,000
2031	1,242	80%	994	14	1,008
2032	1,254	80%	1,003	14	1,017
2033	1,264	80%	1,011	14	1,026
2034	1,275	80%	1,020	14	1,034
2035	1,285	80%	1,028	14	1,042
2036	1,295	80%	1,036	14	1,050
2037	1,304	80%	1,043	14	1,058
2038	1,314	80%	1,051	14	1,065
2039	1,322	80%	1,058	14	1,072
2040	1,331	80%	1,065	14	1,079
2041	1,339	80%	1,071	14	1,086
2042	1,347	80%	1,078	14	1,092
2043	1,355	80%	1,084	14	1,098
2044	1,362	80%	1,090	14	1,104
2045	1,369	80%	1,095	14	1,110
2046	1,376	80%	1,101	14	1,115
2047	1,382	80%	1,106	14	1,120

Tabla 11. Generación de agua residual en la Situación Actual. (Fuente: SIAPA)



Año	Aportación de aguas residuales zona de proyecto	Total de agua residual zona proyecto	Aportación Colector Colosio 45%	Aportación Colector Zapopan 10%	Aportación Emisor Punta 85%
	%	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	75%	679	306	68	577
2022	75%	688	310	69	585
2023	75%	696	313	70	592
2024	75%	704	317	70	598
2025	75%	712	320	71	605
2026	75%	720	324	72	612
2027	75%	727	327	73	618
2028	75%	735	331	73	625
2029	75%	742	334	74	631
2030	75%	750	337	75	637
2031	75%	756	340	76	643
2032	75%	763	343	76	648
2033	75%	769	346	77	654
2034	75%	776	349	78	659
2035	75%	782	352	78	664
2036	75%	788	354	79	669
2037	75%	793	357	79	674
2038	75%	799	359	80	679
2039	75%	804	362	80	683
2040	75%	809	364	81	688
2041	75%	814	366	81	692
2042	75%	819	369	82	696
2043	75%	824	371	82	700
2044	75%	828	373	83	704
2045	75%	832	374	83	707
2046	75%	836	376	84	711
2047	75%	840	378	84	714

Tabla 12. Demanda en la Situación Actual. (Fuente: SIAPA)

#### Interacción Oferta-Demanda en la situación Actual

En la siguiente tabla se muestra el balance del sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Tepic en la situación actual. De donde podemos concluir que las PTAR tiene la capacidad

de tratamiento suficiente, sin embargo, las condiciones no permiten el funcionamiento eficiente de estas.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	Demanda
Oriente	200	Malo	200
El Punto	750	Regular	750
Cantera	125	Bueno	125
Xalisco	75	Malo	75
Trapichillo	30	Malo	30
Norte	70	Malo	70

*Tabla 13. Balance en la Situación Actual. (Fuente: propia)*

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	0%
El Punto	750	Regular	8%
Cantera	125	Bueno	100%
Xalisco	75	Malo	inapreciable
Trapichillo	30	Malo	inapreciable
Norte	70	Malo	inapreciable

*Tabla 14. Condiciones actuales de las PTAR. (Fuente: propia)*

#### Principales supuestos

Para el análisis de la oferta y la demanda se establecen supuestos con base en la información disponible, estos supuestos consisten en lo siguiente: Para la proyección de las tomas domésticas, se tomó en cuenta el número de tomas registrado en el SIAPA en el año 2020 y se proyectó con la tasa de crecimiento de la población publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) proyecciones de población 2015-2030, del municipio de Tepic.

Para la proyección de las tomas no domésticas, se tomó de igual forma el padrón de usuarios del SIAPA y para la proyección se tomó como referencia la proporción de tomas comerciales por tomas domésticas, siendo de 13.3% en el año 2020 y se mantuvo constante para todo el horizonte de evaluación.

Para las tomas comerciales se consideró su consumo actual como su consumo deseable, bajo el supuesto de que satisfacen su demanda con su consumo actual, lo cual lo vuelve un escenario conservador.

Se estimaron las pérdidas físicas del sistema de agua potable con base en la información proporcionada por el SIAPA, con los volúmenes facturados y su producción lo que dio como resultado el porcentaje de pérdidas físicas.

Las pérdidas físicas se mantuvieron constantes para el análisis.

De acuerdo con la información del SIAPA el uso consuntivo es del 20% con lo cual el 80% del agua potable usada llega al sistema de drenaje como aguas grises.

De acuerdo con el SIAPA, el 75% del total de la población de la ciudad de Tepic descarga sus aguas grises en la zona de influencia del proyecto.

De acuerdo con el SIAPA, el 85% del agua residual del área de influencia llega al emisor el Punto, 45% al colector Colosio y el 10% al colector Zapopan.

Todas las aguas residuales de la ciudad convergen en las respectivas plantas de tratamiento que se encuentran en la ciudad de Tepic. En la siguiente tabla se mencionan.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado
Oriente	200	Malo
El Punto	750	Regular
Cantera	125	Bueno
Xalisco	75	Malo
Trapichillo	30	Malo
Norte	70	Malo

*Tabla 15. PTAR en la ciudad de Tepic. (Fuente: propia)*

### III. Situación sin proyecto

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

En este estudio no se identificaron optimizaciones en la oferta debido a la naturaleza del proyecto que pretende sustituir los colectores ya que el estado de la infraestructura se encuentra muy deteriorado por lo que realizar optimizaciones no es una opción viable y en todo caso rebasaría el 10% del monto de la Inversión. Por lo tanto, la oferta optimizada o sin proyecto será igual a la oferta en situación actual.

El proyecto que se evaluará será la PTAR Oriente.



### Análisis de la oferta

Como se observa en la siguiente tabla, la oferta sin proyecto es igual a la oferta en la situación actual, debido a que no existen cambios ni modificación en los colectores.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado
Oriente	200	Malo
El Punto	750	Regular
Cantera	125	Bueno
Xalisco	75	Malo
Trapichillo	30	Malo
Norte	70	Malo

Tabla 16. PTAR en la ciudad de Tepic. (Fuente: propia)

Actualmente se tiene una oferta máxima para recibir aportaciones de hasta 1250 l/s en la ciudad en cuestión; de lo cual solo en 10% es aprovechada, dado que la única PTAR que funciona correctamente es la PTAR “La Cantera” con una capacidad de 125 l/s.

### Análisis de la Demanda

La demanda se refiere a la información que nos permita determinar el caudal de aguas residuales que es tratada. Para este caso la demanda del tratamiento de aguas residuales, al no haber medidas de optimización la situación actual y la situación sin proyecto son iguales.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	15%
El Punto	750	Regular	
Cantera	125	Bueno	
Xalisco	75	Malo	
Trapichillo	30	Malo	
Norte	70	Malo	

Tabla 17. Proyección de la demanda en la Situación sin Proyecto. (Fuente: propia)

### Interacción Oferta-Demanda en la Situación sin Proyecto

En la siguiente tabla se muestra el balance del sistema de tratamiento para la ciudad de Tepic en la sin proyecto. De donde podemos concluir que persiste una demanda no satisfecha.



PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	l/s tratados	% de agua tratada
Oriente	200	0	15%
El Punto	750	62.5	
Cantera	125	125	
Xalisco	75	inapreciable	
Trapichillo	30	inapreciable	
Norte	70	inapreciable	

Tabla 18. Interacción oferta-demanda en la Situación sin proyecto. (Fuente: propia)

### Análisis de alternativas

Cualquiera que sea la alternativa, el objetivo fundamental es el saneamiento del Río Mololoa, dado que este se encuentra a niveles de contaminación bastantes altos.

**Alternativa 1. Reconversión de la PTAR Oriente a un sistema de lodos activados convencional.**

**Alternativa 2. Rehabilitación del sistema actual (biodiscos) de la PTAR Oriente.**

El análisis se ha planteado a un nivel de costo-eficiencia, determinando las ventajas, desventajas y CAE de cada tramo. En primera instancia se realiza la explicación de las metodologías en general y posteriormente se analiza cada tramo.

La evaluación de las alternativas propuestas se basa en el supuesto de que ambas tienen la misma vida útil de 20 años

### Comparativo General de Alternativas

**Alternativa 1. Reconversión de la PTAR Oriente a un sistema de lodos activados convencional.**

El proceso de lodos activados es un proceso biológico conocido también como bioproceso, el cual permite desarrollar una depuración de origen natural donde los microorganismos presentes en el mismo, permiten depurar el agua contaminada a su estado natural por medio de procesos anaerobios mediante la aireación prolongada y la recirculación de fangos activos que eliminan las sustancias biodegradables disueltas en las aguas residuales.

La depuración mediante fangos o barros activados, es un proceso de tipo biológico empleado para el tratamiento convencional de aguas residuales ya sean de tipo doméstico o urbano, y el cual consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo en un depósito agitado, aireado y alimentado con el recurso a tratar, que es capaz de metabolizar y transformar a nutrientes los agentes biológicos presentes en el agua.

La agitación que se realiza durante este proceso, evita la sedimentación y permite homogenizar la mezcla que contiene los flóculos bacterianos con el agua residual a tratar. La aireación durante la depuración, tiene por objeto, suministrar las concentraciones de oxígeno necesarias para la supervivencia y desarrollo tanto de las bacterias como el resto de los microorganismos aerobios

presentes, ya que estos, con ayuda de nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y oligoelementos, son los encargados de realizar el proceso de depuración.

Componentes:

- El reactor o el tanque de aireación: es donde los microorganismos se mantienen en suspensión y aireados. Es la parte fundamental de un sistema de lodos activados, su diseño y operación dependen de numerosas variables como la carga orgánica, la temperatura o la presencia de sustancias tóxicas.
- Fuente de aireación: permite airear y transferir el oxígeno al sistema. Puede ser un soplador con difusores, aeración mecánica o a través de la inyección de oxígeno puro.
- Sistema de separación de sólidos (tanque de sedimentación): se utiliza para separar los sólidos biológicos del agua tratada.
- Sistema de tuberías y bomba: sirve para recircular los sólidos biológicos (microorganismos y sólidos inertes) del sedimentador al reactor biológico. Este proceso también se le conoce como la "recirculación de lodos activados".
- Tubería de desecho: se desechan lodos biológicos del sistema que quedan en exceso. A este proceso también se denomina "purga de lodos".

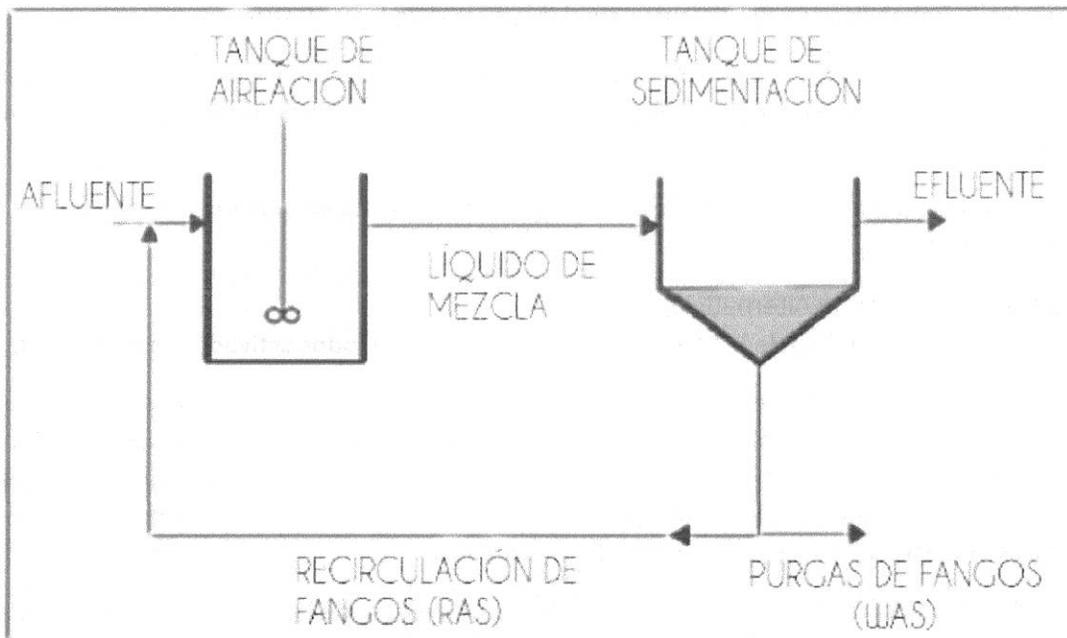


Ilustración 16. Sistema de lodos activados. (Fuente: SIA)

### Alternativa 2. Rehabilitación del sistema actual (biodiscos) de la PTAR Oriente.

El reactor biológico de discos rotatorios o biodiscos forma parte de los llamados procesos de biopelícula, constituyendo una variante de depuración de aguas residuales que puede brindar resultados comparables con cualquier otro tipo de sistema de depuración convencional. Las

reducciones del contenido de materia orgánica (expresada como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o Demanda Química de Oxígeno (DQO)) obtenidas por este sistema de tratamiento, pueden variar entre 80 y 95 % para aguas residuales municipales, pudiéndose obtener además altos niveles de nitrificación (Eckenfelder 1989).

Los biodiscos son básicamente instalaciones de discos con superficie cubierta de biomasa en condiciones aerobias que, en régimen continuo, consumen materia orgánica presente en el agua residual afluyente. Es además considerada parte de las tecnologías de tratamiento biológico secundario del tipo de crecimiento de biomasa adherida a un soporte, o reactor de película fija. Desde el punto de vista estructural consisten en placas sintéticas que rotan montadas sobre un eje horizontal a velocidad variable, sumergidas parcialmente en un tanque donde está contenida el agua residual.

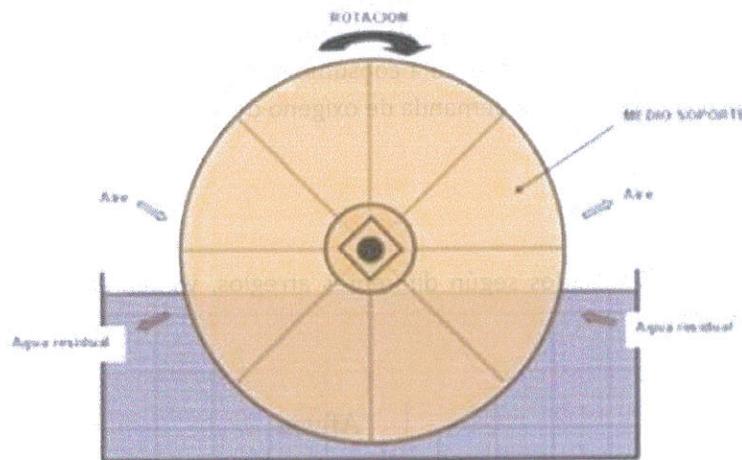


Ilustración 17. Sistema de biodiscos. (Fuente: Artículo Criterios de diseño y escalado de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales)

El primer biodisco para el tratamiento de aguas residuales de origen industrial que registra la literatura fue instalado en los años 60 del siglo pasado en Alemania. A partir de ese momento, debido a su sencillez, simplicidad y economía en su funcionamiento, fue introducido en Inglaterra y Estados Unidos, países donde su aplicación se extendió a partir del desarrollo de nuevos materiales para la construcción de los discos, y el bajo requerimiento de energía en comparación con otras tecnologías de tratamiento. De esta manera su aplicación fue ascendiendo en todo el mundo. Para el año 1978 ya se había reportado 59 plantas de biodiscos en Estados Unidos, 308 en 1980 y más de 600 en 1988. En Japón, en 1985 sobrepasaban las 1 300 plantas (Castillo et al. 2007). En esa época ya había más de 3 000 plantas de biodiscos en todo el mundo (Romero Rojas 2008).

Posteriormente su empleo se vio limitado como consecuencia de problemas de operación observados en algunas plantas que utilizaban esta tecnología, como los ocasionados por la poca

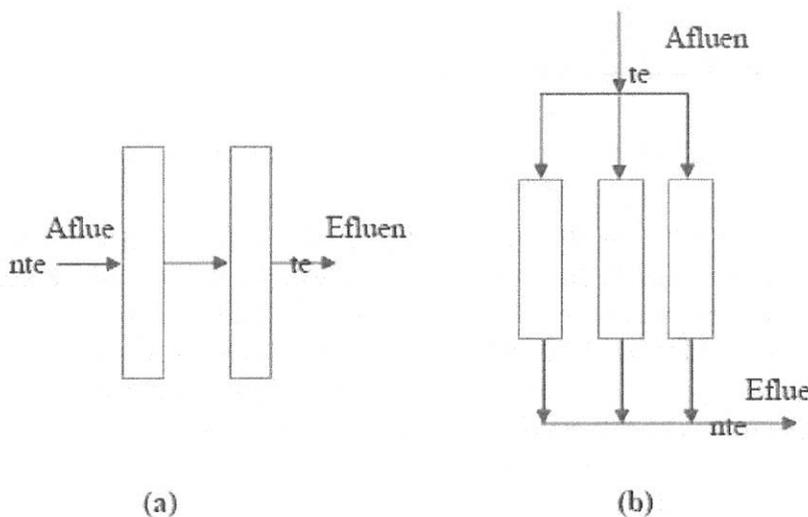
resistencia mecánica de los ejes de soporte empleados hasta ese momento y variaciones no deseadas en la velocidad de rotación de los discos. Recientes investigaciones asociadas con los biodiscos, y su introducción en plantas de tratamiento combinados con reactores anaerobios de flujo ascendente, han reconsiderado los biodiscos como una opción tecnológica para el tratamiento de aguas residuales municipales, fundamentalmente para pequeñas y medianas áreas urbanas (Patwardhan 2003), (Panchana y Kristtel 2017).

Los biodiscos emplean el mismo principio de los filtros percoladores, pero en lugar de estar constituidos por un medio estático (empaquete), el medio soporte rota. Los discos giran alrededor de un eje central a una velocidad comprendida entre 1 y 5 rpm, con una parte de su área sumergida y otra expuesta al aire, alternándose ambas. La rotación del disco induce la transferencia de oxígeno y mantiene la biomasa en condiciones aerobias. El área sumergida comprende entre el 35 y 40% de la superficie total de los discos (Von Sperling 2007). Cuando la sección del disco está sumergida, la biomasa adherida a ella consume materia orgánica presente en el agua residual, mientras que, durante su exposición al aire, la biopelícula arrastra una capa de agua que escurre sobre la superficie del disco y absorbe oxígeno. De esta manera, la biopelícula consume materia orgánica y oxígeno para su desarrollo, propiciando la disminución de la demanda de oxígeno del agua residual.

## DESARROLLO

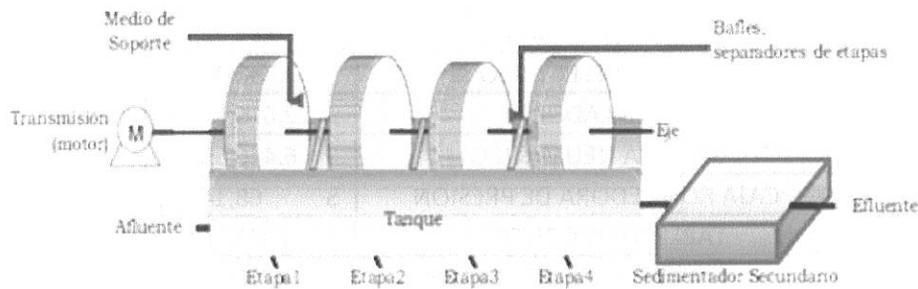
### Configuración de los sistemas de biodiscos

Los sistemas de biodiscos pueden ser instalados según diferentes arreglos, ya sea en serie, en paralelo, o con una configuración mixta.



*Ilustración 18. Posibilidad de arreglos de biodiscos: en serie (a) y en paralelo (b). (Fuente: Artículo Criterios de diseño y escalado de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales)*

Los biodiscos pueden diseñarse de uno o varios módulos y a su vez cada módulo se dispone en etapas o secciones, generalmente no menos de tres como se muestra en la figura 3. El agua entra en la primera etapa y avanza hacia las siguientes, cada una con un mezclado completo en la cual tiene lugar la degradación de la DBO, al mismo tiempo que los microorganismos consumen oxígeno, se produce el crecimiento de la biopelícula y ocurre el desprendimiento de biomasa, todo ello en equilibrio dinámico.



*Ilustración 19. Esquema de biodiscos de 4 secciones con sedimentador secundario. (Fuente: Artículo Criterios de diseño y escalado de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales)*

Las etapas se comunican entre sí, permitiendo el paso del flujo de agua, usualmente en paralelo al eje que sustenta los discos, pero también puede fluir en sentido perpendicular. Además, se debe acoplar un sedimentador primario y otro secundario. Cuando se trata de pequeños caudales pueden emplearse sistemas de biodiscos compactos que ya poseen incorporado el sedimentador secundario.

### Alternativa 1 – PTAR ORIENTE

La alternativa 1 consiste en el cambio de sistema de biodiscos por uno de lodos activados convencional, dentro que la infraestructura que se plantea construir esta: techumbre, refuerzo de estructura para techumbre, equipo de bombeo, criba autolimpiante, lecho de secado, deshidratador de lodos, sistema eléctrico, sopladores, sistema neumático, caja rompedora de presión, tablero de presión, tablero de control, sistema de paneles solares, puesta en marcha, instrumentación y la adaptación de un clarificador.



ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS CONVENCIONAL		
1	TECHUMBRE	\$ 5,135,898.45
2	REFUERZO DE ESTRUCTURA PARA TECHUMBRE	\$ 848,819.33
3	EQUIPO DE BOMBEO	\$ 1,765,558.19
4	CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 5,827,521.32
5	DESHIDRATACION DE LODOS	\$ 6,649,085.28
6	LECHO DE SECADOS	\$ 513,561.06
7	SISTEMA ELECTRICO	\$ 2,738,863.74
8	SOPLADOR	\$ 27,616,737.72
9	SISTEMA NEUMATICO	\$ 6,446,559.86
10	CAJA ROMPEDORA DE PRESION	\$ 68,145.72
11	TABLERO DE CONTROL	\$ 3,361,673.77
12	SISTEMA DE PANELES SOLARES	\$ 9,716,031.45
13	PUESTA EN MARCHA	\$ 246,000.00
14	INSTRUMENTACION	\$ 2,735,594.36
15	CLARIFICADOR	\$ 470,735.56
<b>SUBTOTAL</b>		\$ 74,140,785.81
<b>IVA</b>		\$ 11,862,525.73
<b>TOTAL</b>		\$ 86,003,311.54

Tabla 19. Inversión alternativa 1 para proyecto PTAR Oriente. (Fuente: Propia)



## Alternativa 2 – PTAR Oriente

1	Desmantelamiento de estructuras existentes y techumbre	\$530,000.00
2	Suministro e instalación de estructura y barandales	\$4,900,000.00
3	Suministro e instalación de techumbre de lámina galvanizada, incluye extractor tipo hongo	\$2,490,000.00
4	Aplicación y suministro de recubrimiento anticorrosivo en techumbre y estructura metálica	\$2,276,000.00
5	Suministro y aplicación de pintura en barandales	\$332,000.00
6	Suministro e instalación de malla ciclónica de 2.4 mts de altura y postes a cada 3.00 mts incluye trabe de desplante de .20 por .20 CM armada con aremec de .15 por .15 CM y concreto de 200 Kg/cm2	\$ 543,750.00
7	Suministro e instalación de criba automática fabricada en acero inoxidable 304. Incluye construcción de canal de concreto armado.	\$8,980,000.00
8	Suministro e instalación de baleros para sistema de biodiscos	\$3,784,000.00
9	Suministro e instalación de chumaceras para sistema de biodiscos	\$3,436,000.00
10	Suministro e instalación de motor de 20hp 440 v 3f	\$ 540,000.00
11	Mantenimiento a motoredutores de sistema de biodisco	\$ 7,960,000.00
12	Suministro e instalación de compuertas con tornillo sin fin	\$ 812,000.00
13	Mantenimiento general y limpieza a estructuras de aluminio biodiscos	\$ 464,000.00
14	Suministro e instalación de rejillas fabricadas en acero inoxidable	\$ 261,000.00
15	Servicio de vaciado, limpieza e inspección a tanques de biodiscos	\$ 296,500.00
16	Suministro e instalación de medidor de flujo electromagnético, de instalación externa	\$ 725,000.00
17	Suministro e instalación de tablero de control de biodiscos con variador de velocidad, control lógico programable, incluye panel touch y sistema de apertura segura	\$ 3,088,000.00
18	Suministro e instalación de bomba sumergible de 7.5 hp, descarga en 3". Incluye codo de instalación fija	\$3,204,000.00
19	Tablero de control integral para 6 equipos de bombeo de 7.5hp 440 volts, con variador de velocidad independiente y operación con control lógico programable. Unidad de monitoreo por equipo, protecciones termomagnéticas, panel de control touch de alto desempeño.	\$ 2,632,500.00
20	Suministro e instalación de clorador salino con capacidad de generación de 100 gr/hr	\$ 232,000.00



---

21	Servicio de rehabilitación de tuberías y válvulas	\$ 2,432,500.00
22	Mantenimiento a estructuras soporte de piso, incluye revisión, y cambio de estructura	\$ 3,520,000.00
<b>Subtotal</b>		<b>\$53,439,250.00</b>



## OBRA COMPLEMENTARIA

Los siguientes conceptos describen la construcción de un nuevo módulo, el cual tiene como objetivo aumentar a 200 l/s la capacidad de tratamiento de aguas residuales en la PTAR Oriente en la ciudad de Tepic. Esta obra complementaria forma parte de lo requerido por la alternativa dos, la cual consiste en la rehabilitación del sistema actual de biodiscos .



001	<b>OBRA CIVIL</b> Ejecución de obra civil conformada por cinco reactores aerobios, cinco digestores de lodos, cinco clarificadores de alta tasa cinco cloradores, cinco lechos de secado, cárcamo de bombeo , pretratamiento, todo construido en concreto armado fc 250kg/cm2 con paredes de 35 Y 25 cm de espesor, con impermeabilizante integral y resistencia a sulfatos, pasos de interconexión, accesorios y todo lo necesario para su instalación, acero de refuerzo de ½" colocado cada 20 cm en ambos sentidos, doble parrilla. Línea de conducción a nuevo cárcamo. Incluye preparación de terreno, cimbra, construcción de losa de cimentación y muros, cuarto de máquinas, sanitario, cuarto de filtros prensa. Incluye escaleras, pasillos y pasamanos de acero estructural con recubrimiento epóxico, y rejillas de fibra de vidrio.		\$20,780,200.00
2	<b>INSTALACIÓN HIDRÁULICA</b> Suministro e instalación de bomba bombas sumergibles con impulsor tipo tornillo, con motor eléctrico de 7.5hp de potencia a 440 volts, con impulsor fabricado en acero inoxidable, y voluta en hierro blanco. Incluye codo de descarga de instalación fija, cadena de izaje, tubos guía fabricados en acero al carbón galvanizado.		\$ 2,260,000.00
3	<b>DESHIDRATACIÓN DE LODOS</b> Suministro e instalación de sistema de deshidratación de lodos, a base de un filtro prensa de operación semiautomática con unidad hidráulica de servicio pesado con capacidad de 20m3/día, para operación en paralelo, incluye tablero de control independiente y bomba de doble diafragma		\$5,140,000.00
4	<b>SOPLADOR</b> Suministro e instalación de soplador de tornillo, con motor de 20 hp con sistema de arranque integrado con variador de velocidad, sistema de válvulas automáticas para alternado y simultaneo.		\$ 11,140,000.00
5	<b>SISTEMA NEUMATICO</b> Sistema de difusión a base de 500 difusores de disco de 12" de burbuja fina de alta eficiencia, tubería de PVC y acero galvanizado, conexiones, válvulas, instrumentos y accesorios periféricos.		\$ 4,720,000.00
6	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>		\$2,650,000.00



	Sistema de instrumentación que incluye: válvulas, sensores ultrasónicos de nivel, sensores de oxígeno disuelto, sensores de pH, sensores de cloro libre.		
7	<b>CONTROL</b> Suministro e instalación de tablero de control para control de bombas sumergibles, dosificación y monitoreo de cloro, monitoreo a distancia a través de red 4G. Control maestro a base de PLC siemens con 2 HMI tocuh a color (uno de monitoreo y otro de control). Gabinete autosoportado		\$3,191,200.00
8	<b>PUESTA EN MARCHA</b> Servicio de Puesta en marcha de la planta de tratamiento, Estabilización de la planta de tratamiento, Capacitación a operadores, Entrega de un manual de operación.		\$ 353,100.00
<b>Subtotal</b>			<b>\$50,234,500.00</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 103,673,750.00</b>

*Tabla 20. Inversión alternativa 2 PTAR Oriente. (Fuente: propia)*

Alternativa 2	
Concepto	Costo
Obra primaria (Rehabilitación de sistema de biodiscos)	\$ 53,439,250.00
Obra complementaria	\$ 50,234,500.00
Subtotal =	\$ 103,673,750.00
IVA	\$ 16,587,800.00
Total =	\$ 120,261,550.00

*Tabla 21. Resumen inversión de alternativa 2. (Fuente: propia)*

Como se mencionó la alternativa 2, estriba en la rehabilitación del sistema actual de biodiscos, y para cumplir con una capacidad de 200 l/s es necesaria la construcción de obra complementaria que se describe en la tabla 20.

Las variables que se tomaron en cuenta para el costo de operación y mantenimiento fue: personal de apoyo, energía eléctrica de estaciones de bombeo, energía eléctrica en equipos de sedimentadores, energía eléctrica en difusores (alternativa 1), energía eléctrica en biodiscos (alternativa 2), costos de mantenimiento, mantenimiento en el sistema de clarificación, transporte de lodos.



### CAE PTAR ORIENTE

	Alternativa 1.- Reconversión a sistema de lodos activados convencional.	Alternativa 2.-Rehabilitación de la PTAR con el sistema actual de biodiscos.
Horizonte de evaluación	20	20
Tasa de descuento	10%	10
Inversión Inicial	\$74,140,785.81	\$ 103,673,750.00
Costo de Operación y MTTO	\$ 42,567,837.00	\$ 58,265,751.00
CAE	\$ 45,789,789.34	\$ 62,930,104.18
VPN	\$ 389,834,289.30	\$ 535,759,451.80

Tabla 22. Cálculo del VPN y CAE de PTAR Oriente.

De acuerdo con la tabla anterior, se elige la Alternativa 1 Reconversión a sistema de lodos activados convencional, por ser la de menor costo anual equivalente CAE de \$45, 789,789.34.

De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento que en algunos conceptos de puede aplicarse tanto en la alternativa 1 y 2, sin embargo, el gasto en la energía eléctrica por parte de la alternativa 2 es mayor; esto por el sistema de biodiscos y más bombeo.

ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS CONVENCIONAL		
1	TECHUMBRE	\$ 5,135,898.45
2	REFUERZO DE ESTRUCTURA PARA TECHUMBRE	\$ 848,819.33
3	EQUIPO DE BOMBEO	\$ 1,765,558.19
4	CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 5,827,521.32
5	DESHIDRATACION DE LODOS	\$ 6,649,085.28
6	LECHO DE SECADOS	\$ 513,561.06
7	SISTEMA ELECTRICO	\$ 2,738,863.74
8	SOPLADOR	\$ 27,616,737.72
9	SISTEMA NEUMATICO	\$ 6,446,559.86
10	CAJA ROMPEDORA DE PRESION	\$ 68,145.72
11	TABLERO DE CONTROL	\$ 3,361,673.77
12	SISTEMA DE PANELES SOLARES	\$ 9,716,031.45
13	PUESTA EN MARCHA	\$ 246,000.00
14	INSTRUMENTACION	\$ 2,735,594.36
15	CLARIFICADOR	\$ 470,735.56
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 74,140,785.81</b>
<b>IVA</b>		<b>\$ 11,862,525.73</b>
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 86,003,311.54</b>

Tabla 23. Inversión Alternativa 1 PTAR Oriente. (Fuente: Propia).



La alternativa 2 corresponde a mantener el mismo sistema de tratamiento (biodiscos) más otro tren o módulo de tratamiento complementario, con el fin de alcanzar una capacidad de tratamiento de 200 l/s.

Estas acciones tienen un costo de \$ 120,261,550070 ya incluido el I.V.A, de acuerdo con la siguiente tabla:

Alternativa 2	
Concepto	Costo
Obra primaria (Rehabilitación de sistema de biodiscos)	\$ 53,439,250.00
Obra complementaria	\$ 50,234,500.00
Subtotal =	\$ 103,673,750.00
IVA	\$ 16,587,800.00
Total =	\$ 120,261,550.00

Tabla 24. Inversión Alternativa 2 PTAR Oriente. (Fuente: propia)

#### IV. Situación con proyecto

El tipo de proyecto de acuerdo con los Lineamientos establecidos por la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público es un proyecto de infraestructura económica.

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

Tabla 25. Tipo de PPI. (Fuente: propia)

El proyecto consiste en la conversión a un sistema de lodos activados convencional, el cual tiene como objetivo que la PTAR Oriente tenga una capacidad de 200 l/s.

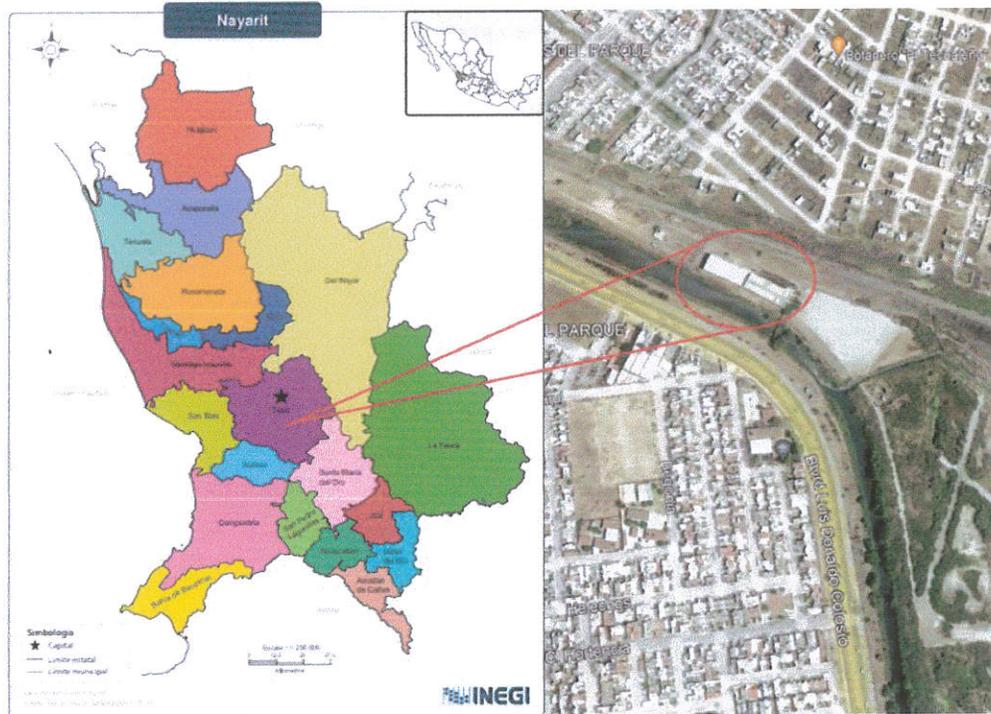


Tabla 26. Localización geográfica de la PTAR Oriente. (Fuente: propia)

A continuación, se describirá con mayor detalle las acciones que comprenden el presente proyecto en cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario.



## PTAR Oriente

Para la PTAR Oriente, se propone reconvertir su sistema de biodiscos por uno de lodos activados convencional, eso implicaría la rehabilitación y renovación de los elementos que componen la PTAR, incluso la adaptación para la construcción de un clarificador.

ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS CONVENCIONAL		
1	TECHUMBRE	\$ 5,135,898.45
2	REFUERZO DE ESTRUCTURA PARA TECHUMBRE	\$ 848,819.33
3	EQUIPO DE BOMBEO	\$ 1,765,558.19
4	CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 5,827,521.32
5	DESHIDRATACION DE LODOS	\$ 6,649,085.28
6	LECHO DE SECADOS	\$ 513,561.06
7	SISTEMA ELECTRICO	\$ 2,738,863.74
8	SOPLADOR	\$ 27,616,737.72
9	SISTEMA NEUMATICO	\$ 6,446,559.86
10	CAJA ROMPEDORA DE PRESION	\$ 68,145.72
11	TABLERO DE CONTROL	\$ 3,361,673.77
12	SISTEMA DE PANELES SOLARES	\$ 9,716,031.45
13	PUESTA EN MARCHA	\$ 246,000.00
14	INSTRUMENTACION	\$ 2,735,594.36
15	CLARIFICADOR	\$ 470,735.56
SUBTOTAL		\$ 74,140,785.81
IVA		\$ 11,862,525.73
TOTAL		\$ 86,003,311.54

Tabla 27. Inversión requerida para PTAR Oriente. (Fuente: propia)

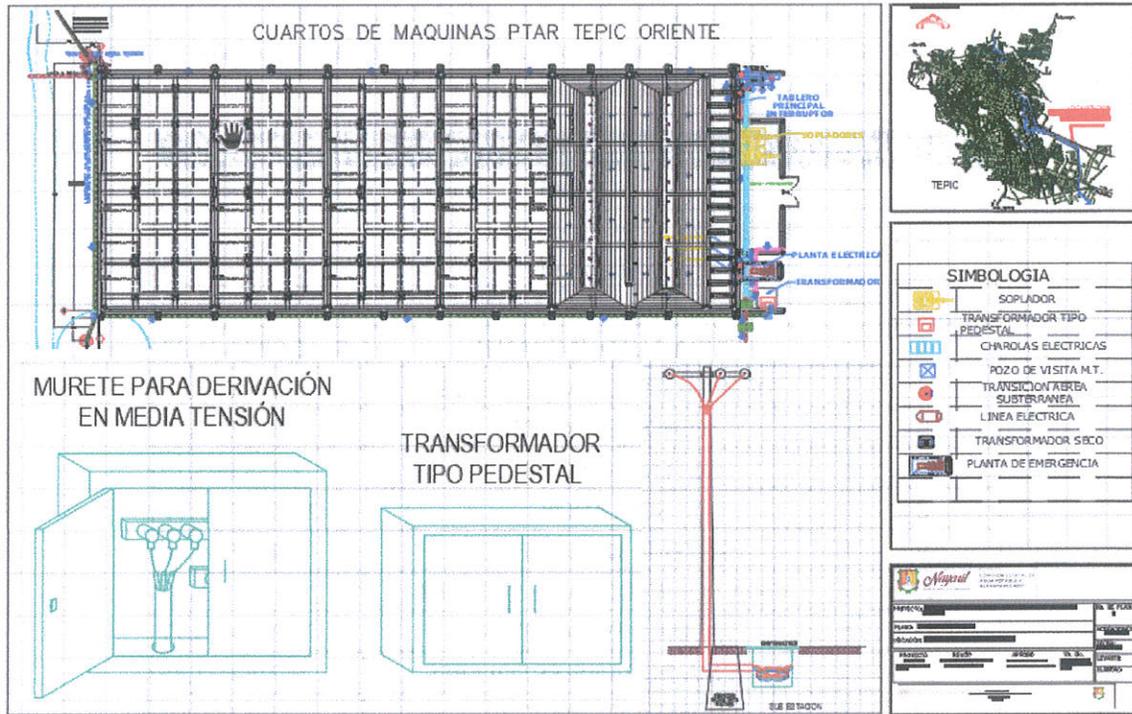


Ilustración 20. Equipamiento eléctrico PTAR Oriente. (Fuente: Propia)

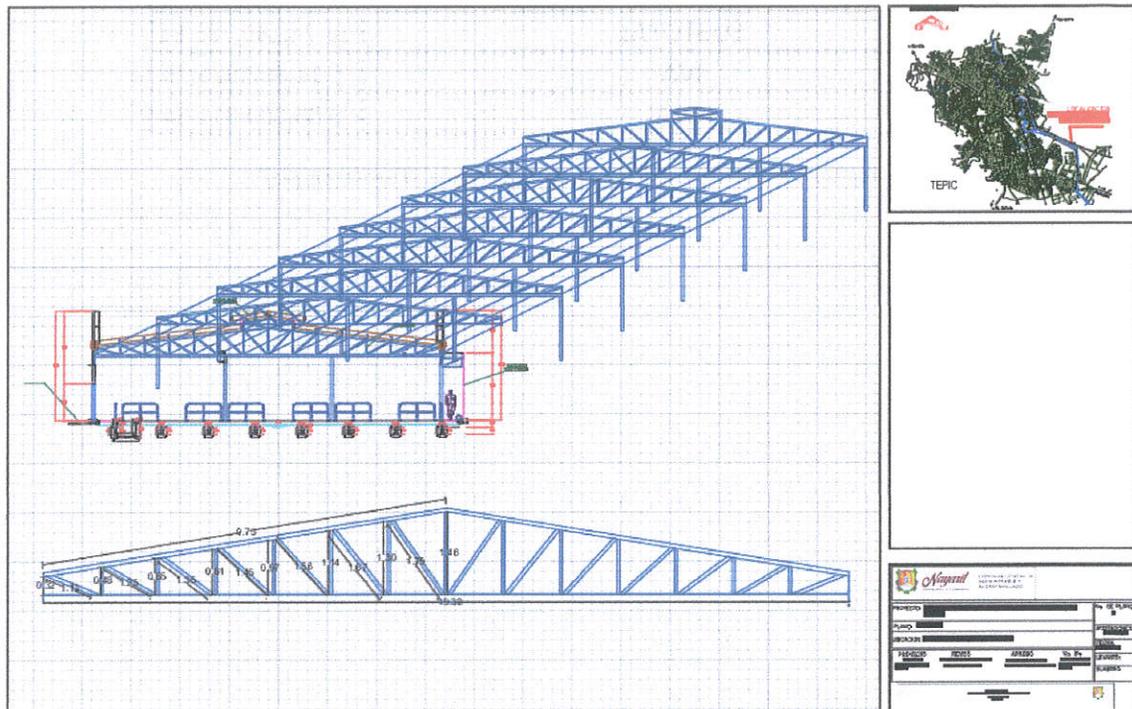


Ilustración 21. Techumbre PTAR Oriente. (Fuente: propia)

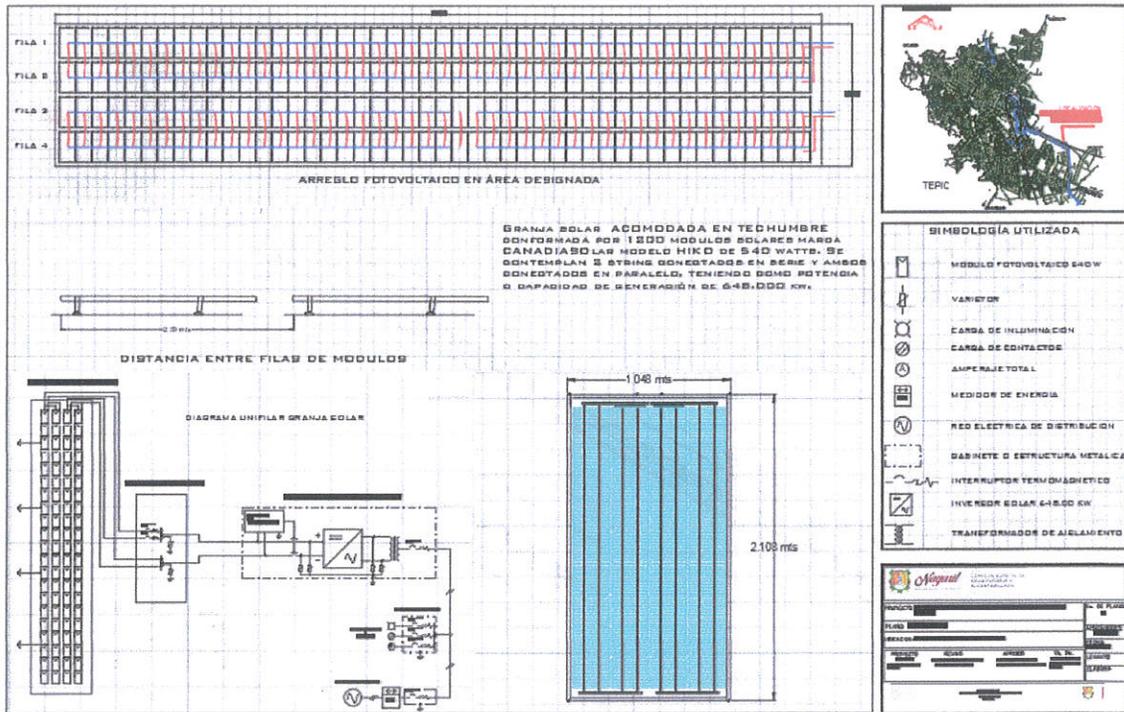


Ilustración 22. Paneles solares PTAR Oriente. (Fuente: propia)

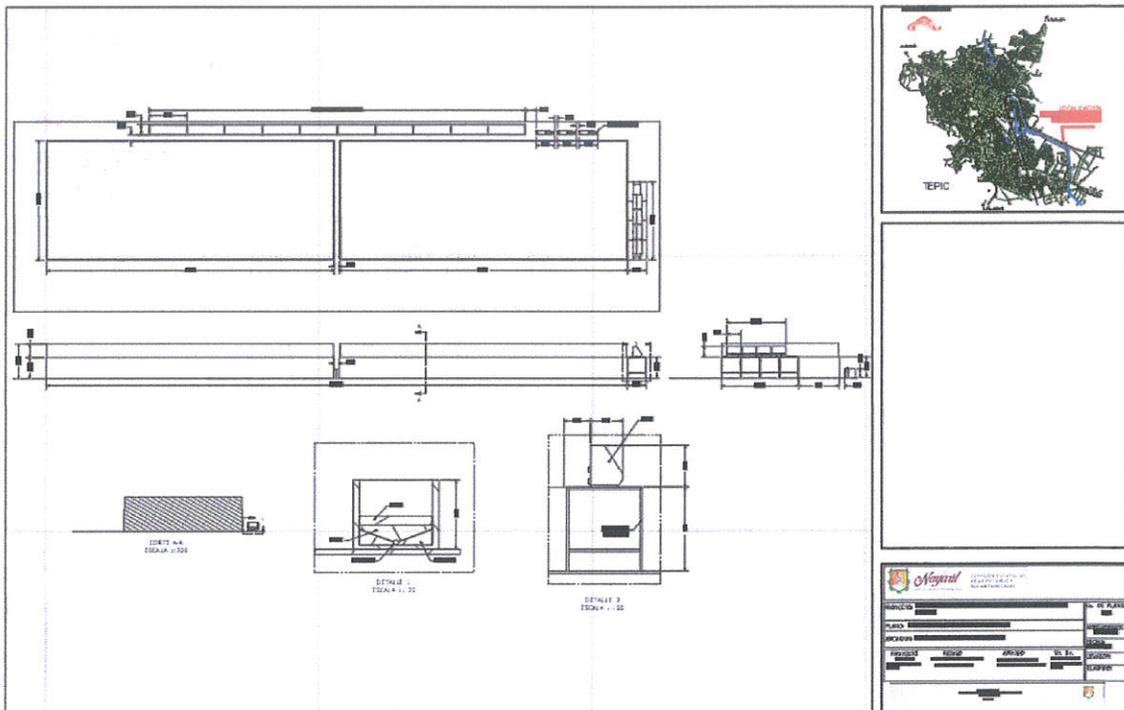


Ilustración 23. Lecho de secado A. (Fuente: propia)

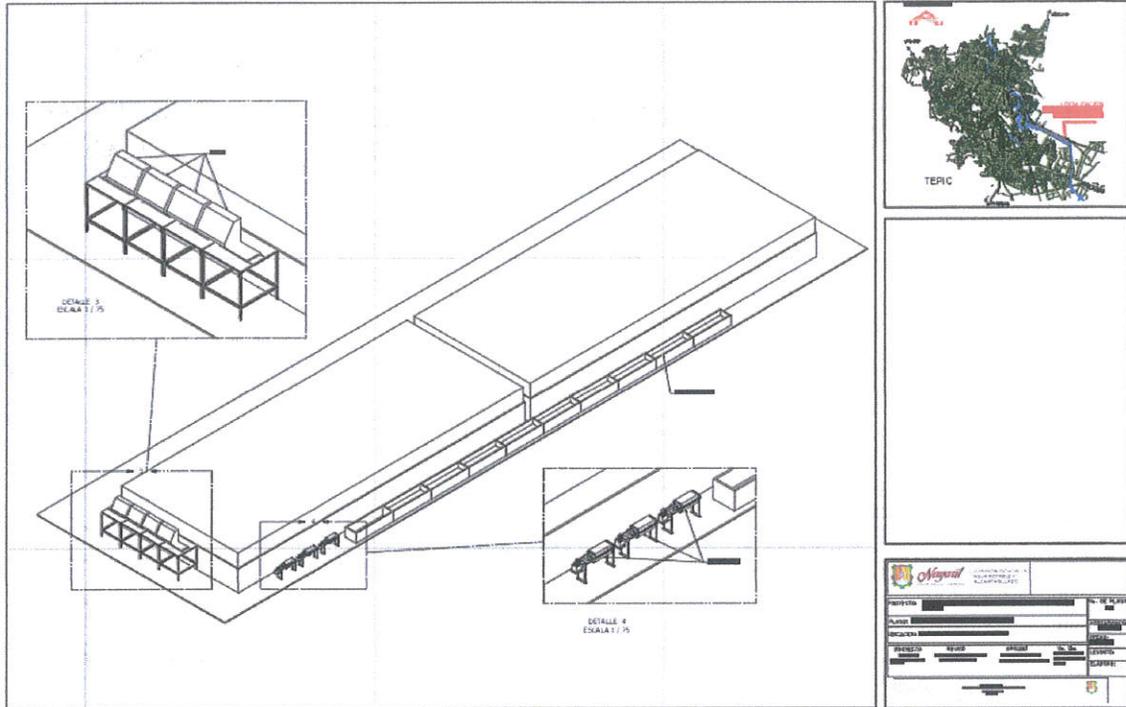


Ilustración 24. Vista PTAR Oriente. (Fuente: propia)

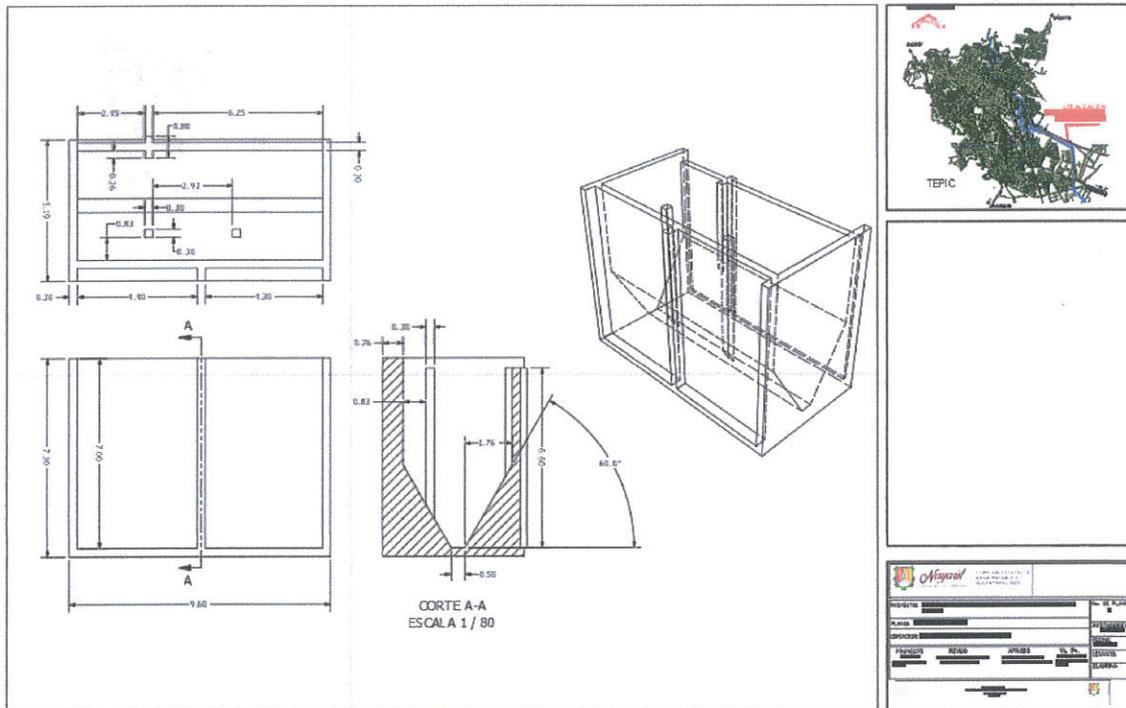


Ilustración 25. Clarificador. (Fuente: propia)

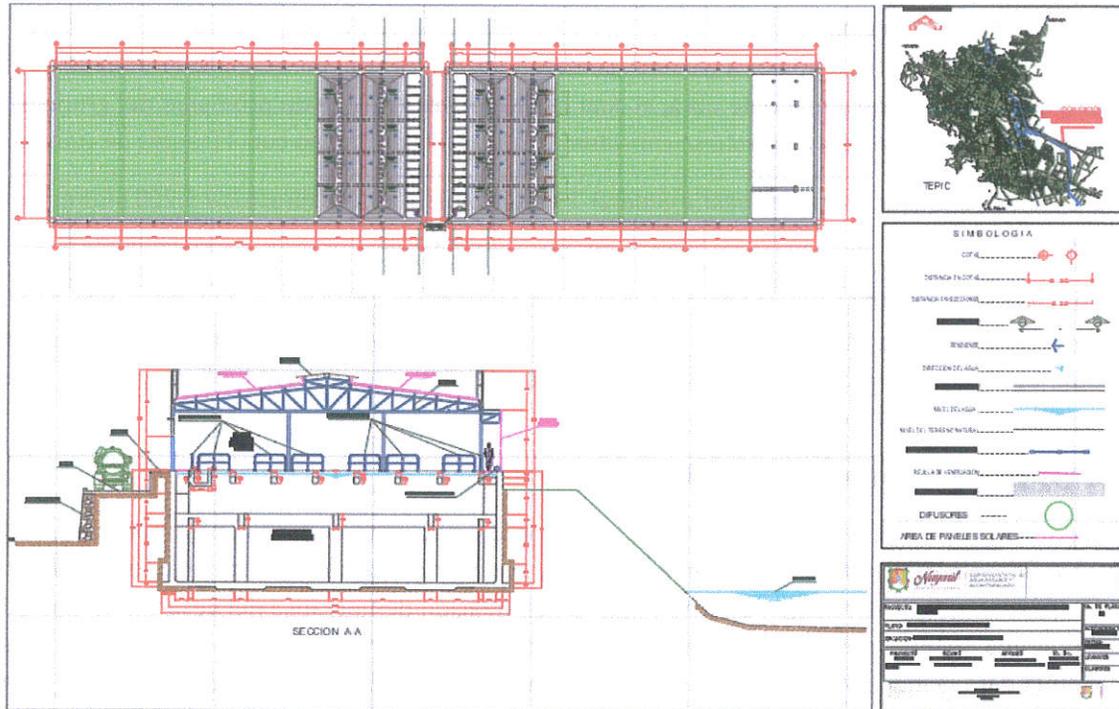


Ilustración 26. Difusores. (Fuente: propia)

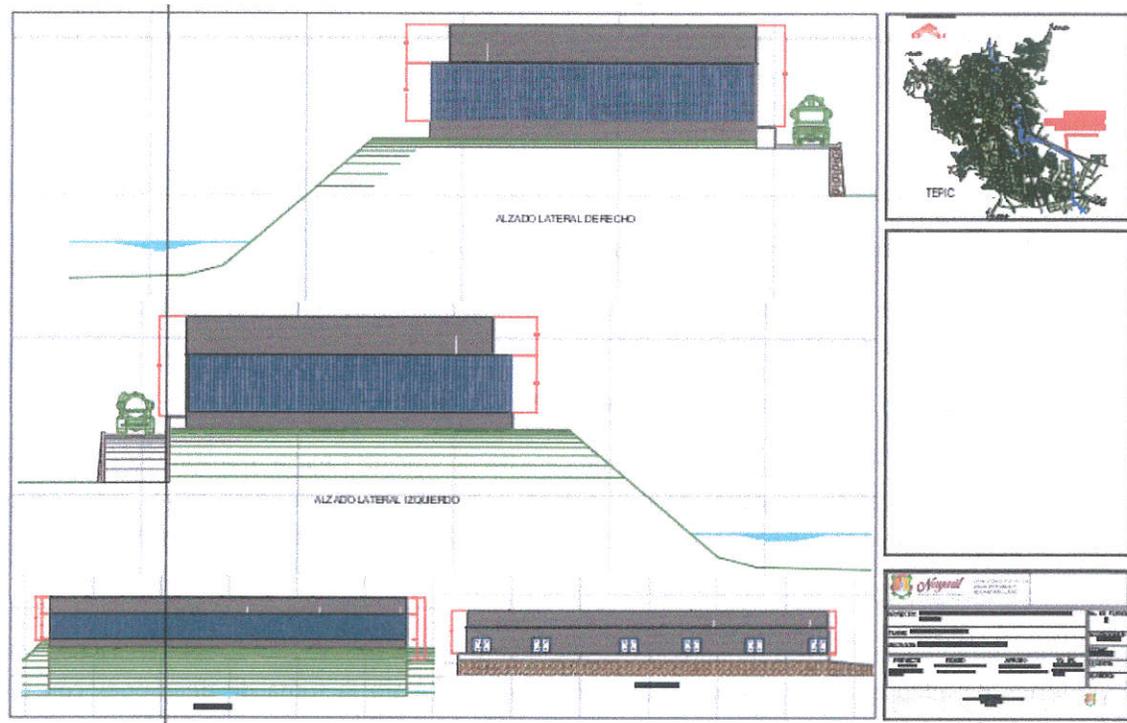


Ilustración 27. Planta PTAR Oriente. (Fuente: propia)



## Generación de empleos

Para la estimación de los empleos a generar, la metodología a considerar es considerar un 30% de la obra que corresponde a mano de obra, el cual se divide entre un sueldo promedio del grupo de trabajo de la obra. Para este proyecto se consideró una plantilla promedio con 3 frentes de trabajo.

Se estima que el proyecto puede llegar a generar 13,345 empleos (8,140 directos y 5,205 indirectos) en el año 2023.

## Alineación estratégica

El proyecto motivo de esta evaluación se encuentra alineado a los planes de desarrollo de orden federal, estatal y municipal. A continuación, se presentan las estrategias, objetivos y metas que concuerdan con el mismo:

### **Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024**

La Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

### **Economía**

#### **Detonar el crecimiento**

#### **Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo**

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura.

#### **Programa Sectorial de Medio Ambiente y recursos Naturales 2020- 2024**

Objetivo prioritario 2 Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.

##### **Estrategia prioritaria 2.1**

Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño, integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población.

Acciones puntuales:



2.1.1.- Coordinar e instrumentar procesos de adaptación mediante la integración y articulación de acciones intersectoriales en el territorio, priorizando la atención en municipios y, en su caso, alcaldías, de alta vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático.

2.1.2.- Integrar criterios de adaptación al cambio climático en el diseño, actualización, implementación y evaluación de instrumentos de planeación, gestión, manejo y ordenamiento ecológico del territorio en los tres órdenes de gobierno, considerando los escenarios de cambio climático y el enfoque de cuenca.

2.1.3.- Coordinar y fortalecer la actualización y el acceso oportuno a la información para la consolidación y mejora de los protocolos y sistemas de alerta temprana ante fenómenos hidrometeorológicos, considerando las capacidades locales y la identidad cultural de la población.

### Objetivo prioritario 3.

Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión. Estrategia prioritaria.

3.1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.

#### Acciones puntuales

3.1.2.- Abatir el rezago en el acceso al agua potable y al saneamiento para elevar el bienestar en los medios rural y periurbano.

3.1.3.- Fortalecer a los organismos operadores de agua y saneamiento, a fin de asegurar servicios de calidad a la población.

3.1.4.- Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica para hacer frente a las necesidades presentes y futuras.

4.1.1.- Impulsar una gestión integral del desempeño ambiental y de monitoreo y evaluación con información de calidad, suficiente, constante y transparente para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.

4.1.5.- Reducir y controlar la contaminación para evitar el deterioro de cuerpos de agua y sus impactos en la salud, mediante el reforzamiento de la normatividad y acciones coordinadas en áreas prioritarias.

### **Programa Nacional Hídrico 2020-2024.**

#### Objetivo prioritario 3:

Reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afroamericanos.

Estrategias prioritarias: 3.1. Fortalecer los sistemas de observación e información hidrológica y meteorológica a fin de mejorar la gestión integral de riesgos.



3.2. Fortalecer medidas de prevención de daños frente a fenómenos hidrometeorológicos y de adaptación al cambio climático, para reducir vulnerabilidad.

Acciones puntuales:

3.2.1 Delimitar cauces y cuerpos de agua de propiedad nacional y sus zonas federales.

3.2.2 Mejorar los sistemas de alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación ante fenómenos hidrometeorológicos

3.2.3 Elaborar y actualizar los Atlas de Riesgos hidrometeorológicos a nivel municipal y estatal para centros de población, pueblos indígenas y afroamericanos, áreas productivas y zonas turísticas.

3.2.5 Minimizar el impacto de inundaciones mediante protocolos que aseguren la correcta operación de la infraestructura.

3.3. Desarrollar infraestructura considerando soluciones basadas en la naturaleza para la protección de centros de población y zonas productivas.

#### **Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria: Mecanismo de planeación de programas y proyectos de inversión**

El Mecanismo de Planeación (MECAPLAN) de los programas y proyectos de inversión, que incluye aquellas acciones que impulse el Gobierno Federal, a través de asociaciones público privadas, para la prestación de servicios al sector público o al usuario final y en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado con objetivos que aumenten el bienestar social y los niveles de inversión en el país; es el instrumento por medio del cual las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal definen los objetivos, estrategias y prioridades de Corto Plazo, Mediano Plazo y Largo Plazo en materia de inversión, conforme a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan; así como en aquellos documentos de análisis, prospectiva, planes de negocios o programas multianuales, que de manera normal o recurrente elaboran.

Como parte del proceso para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, el Mecanismo de Planeación deberá contemplar un horizonte de seis años, a fin de mantener un enfoque estratégico de la inversión. Dicho Mecanismo de Planeación deberá ser revisado y actualizado anualmente con la finalidad de guardar congruencia con los objetivos nacionales, estrategias y prioridades contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan, considerando los resultados de los programas y proyectos de inversión que han sido ejecutados.

Para efectos de la elaboración del Mecanismo de Planeación de los programas y proyectos de inversión, previsto en el artículo 34, fracción I, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, deberán identificar los programas y proyectos de inversión en proceso, y aquellos a realizarse en los siguientes seis ejercicios fiscales, priorizarlos e incluirlos en dicho Mecanismo de Planeación.

#### **Plan Estatal de Desarrollo Nayarit 2021-2027**

EJE GENERAL: INFRAESTRUCTURA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL



Alinear las inversiones públicas y privadas para impulsar las obras de desarrollo y conservación de la infraestructura productiva y social, tanto de servicios públicos como de equipamiento urbano, respetando los principios rectores de movilidad, ordenamiento territorial y desarrollo urbano, de forma que estimulen el crecimiento económico potenciando las vocaciones regionales de manera sostenible y subsanen las injusticias sociales sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, la diversidad cultural y el pleno ejercicio de los derechos humanos.

#### OBJETIVO ESTRATÉGICO 7.2

Consolidar un sistema de infraestructura para la productividad, como medio para facilitar la realización de las actividades para un desarrollo integral sustentable; tales como: rendimiento agrícola, aprovechamiento de la energía, parques para industria, bodegas agrícolas, centros de investigación aplicada, infraestructuras para el turismo.

##### Estrategia 7.2.3

Fortalecer la red de abastecimiento de agua potable con especial atención a las comunidades de alta y muy alta marginación, así como incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales y modernizar las instalaciones existentes, promoviendo la eficiencia operativa y presupuestal de los organismos operadores.

#### EJE CENTRAL: RECURSOS NATURALES

#### OBJETIVO GENERAL DE LARGO PLAZO

Garantizar el derecho a vivir en un ambiente adecuado para el desarrollo, la salud y el bienestar, a través de una política de protección y uso racional de los recursos naturales, control de la contaminación, respeto a los ecosistemas, mitigación y adaptación frente al cambio climático; vinculando la cultura, la naturaleza y la acción ciudadana para lograr la sustentabilidad política, económica y ecológica.

#### OBJETIVO ESTRATÉGICO 8.4

Promover y garantizar el acceso al agua potable en calidad y cantidad, procurando la preservación de los ecosistemas y cuencas, mediante una administración coordinada y participativa que permita atender las necesidades de los asentamientos humanos, el desarrollo de las actividades productivas y la protección del recurso hídrico.

##### Estrategia 8.4.4

Instrumentar un programa de recuperación, saneamiento e integración como espacio público de los cuerpos de agua superficiales.

#### **Programa de Gobierno Tepic 2021-2024**

#### Capítulo VIII.- ACUERDO PARA EL DESARROLLO DE TEPIC

Se plantea una visión estratégica territorial, reconociendo e integrando proyectos de largo alcance, con la oportunidad de cumplir los objetivos del desarrollo sostenible trazados para el futuro de Tepic a escala global, asentando sus bases en la generación de instrumentos de planeación urbana para el municipio, los centros de población y sus derivados en los cuales se enmarca el programa sectorial



Tepic Río. Siendo este, un aporte importante al desarrollo sostenible y las dinámicas sociales, partiendo del reconocimiento a nuestros pueblos originarios y a la multiculturalidad, la protección de los ecosistemas y la diversidad biológica.

Dicho esto, para el municipio de Tepic, es primordial garantizar los temas que aporten al desarrollo sostenible como factores que permitan abrir los candados para lograr las acciones planteadas en las en los ejes estratégicos, y así, reflejarse en la transformación de nuestro territorio.

Eje 1

Programa 02.- Alcantarillado Sanitario

Cumplir con el alejamiento de las aguas servidas del municipio, con estricto apego a la normatividad para mitigar los daños al medio ambiente.

Línea de acción

- Rehabilitar los colectores sanitarios, con priorización basada en los resultados del diagnóstico.
- Restaurar la red de atarjeas en las colonias, según priorización del organismo operador y el diagnóstico respectivo.
- Gestionar los recursos necesarios para solucionar los casos detectados de redes, subcolectores y colectores colapsados o a punto de colapsar.

Programa 03.- Alcantarillado Pluvial

Asegurar una red pluvial adecuada y suficiente para conducir las aguas de la cuenca hasta el río Mololoa sin provocar daños a la ciudadanía y su patrimonio, así como con estricto respeto al medio ambiente.

Líneas de acción

- Disminuir la cantidad de agua pluvial que corre por las vialidades y colonias a través de un proyecto que incluya todos aquellos colectores pluviales que sea necesario construir, la adición de algunos de ellos para que funcionen de manera paralela a los que ya sean insuficientes en toda la ciudad, así como el mantenimiento preventivo y correctivo de los actualmente en uso.

### **Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**

En la ciudad de Tepic existen seis plantas de tratamiento de aguas residuales, que trabajan muy por debajo de los niveles óptimos, lo que, aunado a las descargas clandestinas, vertederos a cielo abierto y directos a canales contamina el río Mololoa, genera un factor de riesgo para la salud pública y un reto para el organismo operador y el gobierno municipal. El río Mololoa desde su nacimiento hasta su incorporación al río Santiago se encuentra sujeto a diversos tipos de contaminación, siendo principalmente la urbana, la que más lo afecta, seguida de la actividad pecuaria y agrícola, el arrastre de material pétreo, el relleno sanitario de El Iztete y en menor medida la de tipo industrial La primera planta en el municipio fue construida en 1992 esta planta, con una capacidad de diseño de 540 litros por segundo, se concibe originalmente para otorgar un tratamiento primario, compuesto de rejillas separadoras de sólidos gruesos, desarenador, dos tanques de sedimentación, dos digestores de



lodos con arreadores, espesador de lodos, separador de lodos de bandas filtro, caseta de cloración y cámara de contacto de desinfección.

A partir de la instalación del colector principal en el año de 1993, los gastos aumentaron a más de 1000 litros por segundo, rebasando considerablemente el gasto de diseño, razón por la cual, aproximadamente 500 litros por segundo son vertidos directamente y sin tratamiento alguno al río Mololoa, a la altura de la presa de El Punto. De las seis plantas de tratamiento que se han construido para la atención de las aguas residuales de la ciudad, el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Tepic sólo cuenta con los títulos de concesión de las plantas de El Punto, La Cantera y la Oriente. Las plantas Poniente y Norte no cuentan con dicho título

### **Programa 6**

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Objetivo Específico Integrar las plantas de tratamiento de aguas residuales en el marco de la gestión integral del saneamiento del río Mololoa, con todos los beneficios sociales, económicos y ambientales, contemplando tecnologías innovadoras y amigables con el medio ambiente.

### **Estrategia**

Conveniar con los órdenes de gobierno estatal y federal la reestructuración del sistema de saneamiento de la ciudad, incluidas las plantas de tratamiento, los colectores que las alimentan, así como los cárcamos de bombeo que sean necesarios, considerándolo parte de la gestión del saneamiento de las aguas del municipio.

### **Metas**

- Integrar las plantas de tratamiento del municipio de Tepic al sistema general para la gestión integral del río Mololoa, asegurando el saneamiento de las aguas negras producidas por la población y como un proceso de priorización de inversiones para la consecución de ese fin.
- Poner en operación la PTAR de Ciudad Industrial para cumplir con la NOM001-ECOL 1996, en relación con el desalojo de residuos líquidos y sólidos vertidos en el cuerpo del río Mololoa sin tratamiento alguno provenientes del Rastro Municipal de Tepic



EJE	OBJETIVO GENERAL	PROGRAMA	DESCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN
EJE 1.	OG01	P06	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.</b>	PROGRAMA
EJE 1.	OG01	P06	<b>Integrar las plantas de tratamiento del municipio de Tepic al sistema general para la gestión integral del río Mololoa, asegurando el saneamiento de las aguas negras producidas por la población y como un proceso de priorización de inversiones para la consecución de ese fin.</b>	META
EJE 1.	OG01	P06	Proponer convenios con el gobierno estatal y federal para realización de las más urgentes acciones tendientes a poner en funcionamiento las plantas de tratamiento de la zona metropolitana Tepic-Xalisco, para asegurar la disminución de los niveles de contaminación del río.	LÍNEA DE ACCIÓN
EJE 1.	OG01	P06	Realizar un programa de consolidación de la infraestructura que complemente la operatividad de la plantas del municipio de Tepic	LÍNEA DE ACCIÓN
EJE 1.	OG01	P06	<b>Cumplir con la Nom 001-ECOL 1996, en relación con el desalojo de residuos líquidos y sólidos vertidos en el cuerpo del río Mololoa sin tratamiento alguno provenientes del Rastro Municipal de Tepic.</b>	META
EJE 1.	OG01	P06	Poner en funcionamiento del sistema de saneamiento de agua del rastro. Instalar separador de sólidos, biodigestor capacidad 222 M3, trampas de grasa 600 M3, compostador, horno incinerador, rehabilitación y/o cambio de rejillas metálicas.	LÍNEA DE ACCIÓN

Ilustración 28. Planificación del gobierno municipal respecto a las PTAR. (Fuente: Gaceta municipal).

### Localización geográfica

La Ciudad de Tepic, de acuerdo con lo que señala el mapa general de la República Mexicana sobre su posición geográfica, se encuentra entre las coordenadas geográficas 21° 51' (21.85) y 21° 24' (21.4) latitud norte y entre 104° 34' (104.566666) y 105° 05' (105.08333) longitud oeste. Territorialmente Tepic colinda en la parte norte son los municipios de Santiago Ixcuintla y El Nayar, al sur con Xalisco, al este nuevamente con El Nayar y con Santa María del Oro y al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.

Tepic se encuentra situado a una altura promedio de 922 m.s.n.m.; Está formado por una extensión territorial de unos 1,983.3 kilómetros cuadrados.

La ubicación de los principales componentes es la siguiente:





ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS CONVENCIONAL		
1	TECHUMBRE	\$ 5,135,898.45
2	REFUERZO DE ESTRUCTURA PARA TECHUMBRE	\$ 848,819.33
3	EQUIPO DE BOMBEO	\$ 1,765,558.19
4	CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 5,827,521.32
5	DESHIDRATACION DE LODOS	\$ 6,649,085.28
6	LECHO DE SECADOS	\$ 513,561.06
7	SISTEMA ELECTRICO	\$ 2,738,863.74
8	SOPLADOR	\$ 27,616,737.72
9	SISTEMA NEUMATICO	\$ 6,446,559.86
10	CAJA ROMPEDORA DE PRESION	\$ 68,145.72
11	TABLERO DE CONTROL	\$ 3,361,673.77
12	SISTEMA DE PANELES SOLARES	\$ 9,716,031.45
13	PUESTA EN MARCHA	\$ 246,000.00
14	INSTRUMENTACION	\$ 2,735,594.36
15	CLARIFICADOR	\$ 470,735.56
<b>SUBTOTAL</b>		\$ 74,140,785.81
<b>IVA</b>		\$ 11,862,525.73
<b>TOTAL</b>		\$ 86,003,311.54

Tabla 30. Monto de inversión. (Fuente: propia)

## Financiamiento

Respecto a las fuentes de recursos de inversión, se prevé que las inversiones sean 90% federales y 10% estatales.

Fuentes de recursos	Monto	Porcentaje %
1. Federales	\$ 77,402,980.39	90%
2. Estatales	\$ 8,600,331.15	10%
3. Municipales		
4. Fideicomisos		
5. Otros		

Tabla 31. Fuentes de financiamiento. (Fuente:propia)

## Descripción de los aspectos más relevantes

### Estudios técnicos

La infraestructura ha llegado al término de su vida útil y no tuvo todas las acciones de mantenimiento óptimas que se hubieran requerido, por lo que los problemas operativos actuales tenderán a incrementarse en forma significativa en el corto plazo, poniendo en riesgo de contaminación al río mololoa debido a desbordamientos de infraestructura de alcantarillado debido a fallas o a la ya reducida capacidad de desalojo de las aguas servidas.



Debido al monto requerido de inversión, es de casi 500 millones de pesos, se evaluó este proyecto a nivel de PREFACTIBILIDAD de conformidad con lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos.

de inversión publicados por la Secretaría de hacienda y Crédito Público el lunes 30 de diciembre de 2013.

Las obras que consisten en realizar trabajos para la rehabilitación integral de tramos críticos del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Tepic ya se han llevado a cabo en nuestro país a lo largo de las últimas décadas por lo que se comprueba a través de las obras existentes que los materiales para la ejecución de las obras se encuentran disponibles, asimismo se cuenta con una amplia experiencia de las empresas constructoras para ejecutar los trabajos de instalación de tubería por el método tradicional a cielo abierto o también denominada de zanja.

Los proyectos de la presente evaluación socioeconómica ya están avalados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que con fecha de marzo de 2019 emitió a favor de los componentes del proyecto los correspondientes dictámenes de factibilidad, dando así validación a la pertinencia del proyecto.

Las obras comprendidas en este estudio tienen un nivel de detalle de proyecto ejecutivo, que valida la viabilidad técnica del proyecto.

El proyecto se ha realizado previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial empleando un coeficiente de seguridad de acuerdo al MAPAS de CONAGUA.

Los proyectos ejecutivos de los Colectores y Emisor se encuentran acordes al Libro 4 “Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado” del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la CONAGUA.

## Estudios legales

Ley de aguas nacionales, artículos 15, 83, 84, 96 Bis 2, Frac. III y 100.

Ley General de Asentamientos Humanos tiene relación con la fijación de normas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Art. 1 Fracc. II; artículo 2º, Fracción XIV; Art. 3, Fracc XII, Art. 4; Art. 5 Fracc. VIII; Art. 11; artículo 19;

Ley General de Protección Civil tiene por objeto el establecer las bases de la coordinación en materia de protección civil entre los tres órdenes de gobierno. Art. 1; artículo 2º, fracciones IV, V, XII, XVII, XVII y XIX.

Tomando en cuenta que la mayor parte de las obras se llevarán a cabo en terrenos propiedad de la federación y de la jurisdicción estatal, no se prevén mayores problemas legales.

El artículo 115 constitucional, que establece la obligación de los Ayuntamientos de brindar los servicios públicos básicos a sus habitantes y como resultado de la creación en 1995 de un organismo público descentralizado responsable de administrar los servicios de dotación de agua y mantenimientos del sistema de drenajes, tanto sanitario como pluvial de la ciudad, denominado Sistema Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Tepic (SIAPA), con personalidad jurídica y



patrimonio propios, emitiendo su reglamento de funcionamiento, atribuciones y obligaciones, publicándolo en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado en la Segunda Sección de fecha 11 de diciembre de 1996 , del cual se derivan las facultades de gestionar ante las autoridades estatales y federales los recursos necesario para el mejoramiento de la infraestructura hidráulica y garantizar el cumplimiento cabal de sus obligaciones.

Por su parte, la CONAGUA se define como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal, que tiene a su cargo el ejercicio de las facultades y el despacho de los asuntos que le encomienden la Ley de Aguas Nacionales y los distintos ordenamientos legales aplicables, tal y como lo establece su Reglamento Interior, publicado en el Diario Oficial el 30 de noviembre de 2006; dicha instancia ejercerá como ejecutora de las obras que abarcan el proyecto de inversión, en virtud de tratarse de un financiamiento en el que no concurren recursos de origen municipal, enmarcado en lo que establece la fracción XXII, del artículo 13 del mencionado reglamento, que a la letra dice:

“XXII. Participar, de conformidad con las disposiciones aplicables y aquellas que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en la concertación de créditos y mecanismos financieros que se establezcan con recursos federales o de terceros, a fin de obtener financiamiento de obras y servicios de acuerdo con lo dispuesto por la Ley y su Reglamento, e intervenir, cuando así lo soliciten, en las gestiones que realicen los gobiernos de las entidades federativas y los gobiernos municipales en dicha materia.”

El proyecto consiste en la rehabilitación y/o reposición de la tubería que conforma la red de Colector Zapopan y el Emisor El Punto mediante el método tradicional de cielo abierto, en los tramos que se encuentran dañados y que han llegado a concluir la vida útil, estas acciones permitirán continuar con la captación y desalojo del sistema de alcantarillado sanitario de la Ciudad de Tepic, en el Estado de Nayarit.

### Estudios Ambientales

El proyecto nace como respuesta a la necesidad de infraestructura segura y eficiente para el desalojo de agua en el corto y mediano plazo, prevista en los instrumentos de planeación hidráulica tanto a nivel nacional como en el Estado Nayarit.

Las acciones de rehabilitación no generarán impactos ambientales sinérgicos, toda vez que se desarrollará en la infraestructura instalada, cuyos sitios fueron previamente modificados. Ninguno de los componentes ambientales será afectado gravemente, ni ponen en peligro la continuidad de sus funciones ni de sus estructuras, ni causan efectos destructivos.

El paisaje no sufrirá modificaciones importantes que puedan ser apreciadas por la población a lo largo de la red de Colectores y/o Emisor. No se afectarán ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas ni regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad, asentamientos humanos, el hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el abasto de agua a las comunidades aledañas, o el libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias. Por otra parte, no se inundará o removerá vegetación arbórea.

El 19 de noviembre de 2019, mediante oficio No. SDS/SMAOT/DGEA/DEIRA/0107/2019 indica que el proyecto no se encuentra dentro de los supuestos del artículo 5 del Reglamento en Materia de



Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit al ser un área impactada que es utilizada para el mismo fin desde hace entre 20 y 30 años.

### Análisis de la Oferta

El proyecto tendrá como consecuencia un aumento del 16% en el tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Tepic, lo que significa un aumento al 31% de lo que actualmente se trata en la ciudad de Tepic.

En la tabla siguiente se muestra la oferta en la situación con proyecto:

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	l/s tratados	% de agua tratada
Oriente	200	200	31%
El Punto	750	62.5	
Cantera	125	125	
Xalisco	75	inapreciable	
Trapichillo	30	inapreciable	
Norte	70	inapreciable	

Tabla 32. Oferta en la situación del proyecto (l/s). (Fuente: propia)

## Análisis de la Demanda

La demanda de conducción de agua residual es la misma que en la situación sin proyecto.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	15%
El Punto	750	Regular	
Cantera	125	Bueno	
Xalisco	75	Malo	
Trapichillo	30	Malo	
Norte	70	Malo	

Tabla 33. Demanda en la situación con proyecto. (Fuente: propia)

### Evaluación del PPI

La presente evaluación socioeconómica se realizó, apegada a los Lineamientos para elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre 2013, así como tomando como referencia el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población), publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Cabe mencionar que esta evaluación, se realiza considerando costos y beneficios sociales, es decir sin considerar el impuesto al valor agregado (IVA).

En el rubro de Análisis de Alternativas de la Situación Sin Proyecto se presentaron los detalles de la identificación, cuantificación y valoración de los costos de cada una de las alternativas de solución planteadas, explicando de forma detallada como se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

### Identificación, cuantificación y valoración de costos de las alternativas de solución del PPI

Los costos identificados y atribuibles al Proyecto y cada uno de los componentes del mismo, se agrupan en dos grandes rubros, costos de inversión y costos de operación y mantenimiento. Los primeros hacen referencia a los costos para la, rehabilitación o sustitución o construcción de infraestructura, y se ejecutan una sola vez todos los componentes del proyecto de rehabilitación integral de los tramos críticos del alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic se ejecutarán durante el año fiscal 2023.

Debido a que en la situación sin proyecto se presentó ampliamente el análisis de los componentes de las alternativas, en las siguientes tablas se presentan los costos de inversión y de operación de forma integral del sistema del acueducto en las que incurría cada una de las dos alternativas propuestas.



### Costos de operación y mantenimiento

Las variables que se tomaron en cuenta para el costo de operación y mantenimiento fue: personal de apoyo, energía eléctrica de estaciones de bombeo, energía eléctrica en equipos de sedimentadores, energía eléctrica en difusores, costos de mantenimiento, mantenimiento en el sistema de clarificación, transporte de lodos.

### Análisis de riesgos

Los principales riesgos asociados a la ejecución y operación del proyecto son los siguientes:

Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgos en la etapa de licitación</b>						
<b>Riesgo de licitación desierta</b>	Baja	Medio	Bajo	Medio	Plazos de ejecución imposibles de cumplir. Dificultad de cumplir con especificaciones de equipos o materiales. Requisitos que parecen dirigir el concurso a un ofertante.	Formular Términos de Referencia, bases de licitación y alcances de los concursos claros y precisos, con proyectos ejecutivos y documentos de concurso completos fundamentados en condiciones de mercado y campo estudiadas con el máximo detalle posible. Especificar requisitos razonables para que los licitantes puedan ser admitidos como tales. Evitar requisitos que puedan parecer que el concurso está dirigido.
<b>Riesgo en la demora de adjudicación del contrato</b>	Baja	Bajo	Bajo	Bajo	Dilación en el análisis de las propuestas de los licitantes y el fallo correspondiente.	signar prioridad alta al análisis de los documentos presentados por los licitantes.
<b>Riesgo de impugnación</b>	Baja	Bajo	Bajo	Medio	Bases de licitación equívocas. Fallo insuficientemente documentado y fundado.	Emitir bases de licitación sin errores e inequívocas y llevar el proceso de licitación con estricto apego a la normatividad y a las bases de licitación, y emitir el fallo con base en análisis objetivos sólidamente fundados.
<b>Riesgos en la etapa de planeación y diseño</b>						



Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo de estimación inadecuada de plazos para ejecución de obras</b>	Baja	Medio	Medio	Bajo	Que las condiciones climatológicas impidan el desarrollo de ciertas actividades. La adquisición de materiales y equipamiento dependa de terceros.	Establecer en el contrato sanciones por incumplimiento de plazos por parte de la empresa adjudicada. Establecer dobles o triples turnos en la ejecución del proyecto
<b>Riesgo de fallas en estimación de costos</b>	Baja	Alto	Alto	Medio	Incremento súbito en algún concepto con relevancia en los componentes del proyecto.	Identificar los momentos de operación mínima y en periodo de punta, a fin de evitar el impacto del costo.
<b>Riesgo de proyectos ejecutivos con alcances erróneos</b>	Baja	Baja	Alto	Bajo	Incapacidad del Acuaférico Sur para abastecer a la población.	Se deberá realizar un estudio hidrológico a nivel diario que estime el volumen de disposición anual y los gastos de operación máximo, medio y mínimo.
<b>Riesgos en la etapa de construcción</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo de carecer de los permisos, licencias y autorizaciones</b>	Baja	Bajo	Alto	Medio	Insuficiencias en la realización de los trámites correspondientes	Revisión por parte de los organismos federales, estatales y municipales involucrados durante la construcción.
<b>Riesgos de no contar con recursos para su financiamiento</b>	Baja	Bajo	Bajo	Alto	Retraso en la disponibilidad de recursos en el PEF o de disponibilidad en organismo operador.	Hacer la solicitud en el ejercicio fiscal anterior y tener preparada la documentación, como registro en cartera, plurianualidad y oficios de liberación de inversión.
<b>Riesgo de sobrecostos por cálculos inadecuados u obras no previstas</b>	Media	Medio	Bajo	Medio	Obras adicionales no contempladas originalmente y recuperar retrasos en la obra.	Revisar minuciosamente los proyectos para evitar la ocurrencia de conceptos no contemplados y en caso de ocurrir realizarles un análisis minucioso de precios para minimizar el



Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
						costo y hacer lo propio por acelerar el ritmo de los trabajos
<b>Riesgos en la etapa de operación</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo asociado a oferta insuficiente o sobreestimada</b>	Baja	Medio	Alto	Bajo	Fallas en el sistema que generen obstrucciones, fracturas o desbordamiento	Se deberá monitorear continuamente el funcionamiento del sistema y proveer de mantenimiento a la infraestructura.
<b>Riesgo asociado a incremento inesperado de costos</b>	Baja	Medio	Bajo	Bajo	Incremento súbito en algún concepto con relevancia en los componentes de los costos de operación y/o mantenimiento.	Crear un stock de refacciones y herramientas para un mantenimiento constante y preventivo.
<b>Riesgos por causas de fuerza mayor</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgos de catástrofes naturales</b>	Baja	Medio	Medio	Medio	Movimiento telúrico o lluvias extraordinarias.	Procurar el diseño con normas actualizadas para diseño sísmico y Precipitaciones Máximas de acuerdo a normas vigentes.
<b>Riesgos macro económicos</b>	Media	Medio	Medio	Medio	Movimiento al alza de tasas de interés, problemas de liquidez en el país.	Cobertura mediante seguros, fianzas, cumplimiento de programas de obra en tiempo.
<b>Riesgos de tipo de cambio</b>	Media	Alto	Medio	Medio	Tenga los licitantes ganadores problemas con sus compras de equipo importado y que no hayan previsto seguros de paridad cambiaria.	Que los licitantes tengan seguros de paridad cambiaria.

Ilustración 29 Análisis de riesgos. (Fuente: propia)

### Selección de la mejor alternativa

En este apartado, se presenta la evaluación socioeconómica del proyecto, en este caso se realizó mediante un Análisis Costo Eficiencia, donde se comparan los costos de diferentes alternativas que solucionan la problemática que da origen al proyecto, eligiendo la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE), el cual se estimó de acuerdo con lo establecido en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”, elaborados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

El costo eficiencia es un tipo de evaluación socioeconómica, que permite asegurar el uso eficiente de los recursos cuando se comparan las alternativas de solución, bajo el supuesto que resuelven la



misma problemática. En este tipo de evaluación, el indicador para determinar la rentabilidad del proyecto es el costo anual equivalente (CAE) y la mejor alternativa será la que genere el menor CAE.

En la rehabilitación de la infraestructura es válido considerar este tipo de análisis, el cual ya fue plenamente considerado en el capítulo III Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión, Alternativas de Solución, y en el cual se detalló que existían diferenciaciones en los componentes y acciones del proyecto y se analizaron.

Se trata de seleccionar la mejor alternativa de solución de acuerdo con el análisis realizado. Adicionalmente, describir las ventajas y desventajas técnicas y económicas de la alternativa seleccionada.

### **Alternativas 1. (Sistema aerobio de lodos activados convencional)**

Ventajas:

#### **Tiempo de retención hidráulica**

Quizás el aspecto más importante de cualquier proceso de tratamiento de aguas residuales es el tiempo. Cualquier solución de tratamiento necesita tiempo para seguir su curso y ciertos tratamientos tardan más que otros. ASP es una de esas soluciones. Debido a la relación entre las aguas residuales y el lodo y cómo ocurre el proceso, el tiempo de retención hidráulica de ASP puede tomar la mayor parte del día (12-24 hrs.) O hasta varios días (3-5) para lograr niveles adecuados de resultados de tratamiento.

#### **Tiempo de retención de lodos / reciclaje**

El tiempo también se aplica al medio de la reacción. En este caso, el medio es el lodo activado. Con respecto al lodo en sí, un ASP es un sistema abierto y hay una tasa de masa diferente que ingresa al sistema que la que sale del sistema.

Con el tiempo (sin un sistema de recirculación), todo el lodo activado en el tanque se bombearía. La idea es maximizar el tiempo que el lodo pasa en el sistema. Esta vez es para asegurar que haya suficiente biomasa para descomponer la materia orgánica entrante; De ahí la necesidad de recirculación.

Por lo tanto, como la mayoría de los procesos biológicos de crecimiento suspendidos o procesos de película fija, incluido MBBR, tienen tiempos de retención de lodo más altos, ASP tiende a tener tiempos de retención de lodo más bajos.

#### **Tamaño**

Debido a los dos puntos indicados anteriormente, los tanques del reactor para el proceso de lodo activado (ASP) tienden a ser bastante grandes para tratar grandes volúmenes de efluente. Esto requiere grandes áreas de tierra necesarias para su operación.



## **Cambios en el volumen o el carácter de las aguas residuales**

ASP puede tratar grandes cantidades de diversos materiales orgánicos, pero la reacción depende de variables que lo hacen bastante susceptible a errores en condiciones fuera de aquellas para las que fue diseñado.

En particular, los cambios en el volumen de las aguas residuales y las características de las aguas residuales pueden provocar una disminución de la calidad del tratamiento o alteraciones del tratamiento. Si una planta de tratamiento decide que quiere aumentar su volumen de tratamiento o comienza a tratar las aguas residuales de una fuente nueva y diferente, los reactores ASP normalmente tendrían que rediseñarse por completo en consecuencia.

### **Eliminación de lodos**

Como se puede esperar al tratar con un proceso de tratamiento que usa lodo para tratar las aguas residuales, hay volúmenes considerables de lodo que deben eliminarse después de este proceso. Mayores volúmenes de lodo significan mayores costos de eliminación asociados.

### **Operación / Supervisión**

La biología es un tema complejo, por lo tanto, es lógico pensar que un proceso de tratamiento biológico del agua sería complejo en ciertos aspectos. A gran escala, el proceso general parece bastante simple. Sin embargo, el diseño y la operación de un reactor de lodo activado generalmente requiere expertos en diseño de sistemas biológicos para monitorearlo. Un sistema como este necesita un poco más de supervisión experta que solo vigilar las fallas mecánicas y monitorear el pH. Es necesario que existan operadores y supervisores altamente calificados que puedan verificar la viabilidad y la eficiencia de las bacterias y los protozoos en el lodo para evitar alteraciones del sistema.

### **Problemas con la sedimentación de lodos**

Algunos de los mayores problemas con el proceso de lodo activado se revelan en cómo todo se resuelve en el proceso de clarificación secundaria. A veces, los sólidos no se compactan muy bien en el fondo y el lodo tiene un alto contenido de agua.

A veces, el sobrenadante (material flotante) tiene una turbidez mayor de la que desea, lo que puede afectar la calidad del agua del efluente final. Otros problemas pueden dar como resultado una disminución de las concentraciones de lodo activado de retorno.

Desventajas:

- a) Altos costos de diseño, construcción, operación y mantenimiento.
- b) El proceso es sensible a sólidos suspendidos y a metales.
- c) Generalmente los lodos de exceso contienen metales y compuestos orgánicos recalcitrantes.

### **Alternativas 2. Sistemas de Biodiscos.**

Ventajas:

- Facilidad de construcción gradual (proceso de construcción modular).



- Bajos requisitos de superficie para su implantación.
- Excelente resistencia a las sobrecargas (siempre que sean puntuales).
- Explotación relativamente simple (no hace falta mano de obra especializada).
- Elevados rendimientos de reducción DBO5. Buen comportamiento ante la presencia de tóxicos.
- Posibilidad de Nitrificación y desnitrificación del efluente.
- Corto periodo de retención hidráulica.
- Transferencia directa del oxígeno.
- Buen grado de mineralización del lodo (en instalaciones con decantación –digestión)
- Ausencia de contaminación acústica por la escasa potencia instalada.
- Al estar en recintos cubiertos (cubiertas), los rendimientos se resienten menos en los períodos fríos.

**Desventajas:**

- a) Son sensibles a los cambios de temperatura.
- b) El agua a tratar debe poseer un mínimo de oxígeno disuelto antes de entrar al biodisco.
- c) Acumulación de sólidos en el disco

Lo anterior concluye que ambas alternativas buscan y permiten dar solución a la necesidad de drenaje e incrementar la capacidad de flujo de agua al sustituir tramos de alcantarillado sanitario que han concluido con su vida útil y ya presentan capacidad hidráulica insuficiente debido al crecimiento poblacional de la ciudad. También ambas alternativas permiten incrementar la capacidad de conducción, tener infraestructura más segura, además de garantizar el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario para el desalojo de las aguas servidas de la ciudad, por lo cual ambas alternativas son Factibles técnicamente de realizarse con variaciones tecnológicas que permiten su evaluación, cumpliendo ambas con los beneficios de otorgar seguridad en el servicio de alcantarillado sanitario al poder conducir en el sistema hasta 2.7 m<sup>3</sup> /s.

Se concluye que la mejor alternativa desde el punto de vista económico es la "Alternativa 1. Ya que dio como resultado un menor Valor Presente de los Costos y menor Costo Anual Equivalente. Los costos de operación y mantenimiento son lo más bajos.

Aunado a lo anterior con la implementación del proyecto al llevar a cabo la rehabilitación integral de los tramos críticos del alcantarillado sanitario para la ciudad de Tepic, Nayarit, se han identificado los siguientes beneficios de acuerdo con el Libro 2 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) publicado por CONAGUA y que por su naturaleza son difíciles de valorar son:

- Beneficio por mejoramiento de la imagen, eliminación de fauna nociva en la zona de estudio.
- Beneficio por eliminación de molestias por malos olores durante un colapso. La eliminación de los colapsos en el colector y emisor evitara la presencia de malos olores debido a las aguas residuales crudas durante el tiempo que se efectúen las reparaciones.
- Ahorro de los costos de instalación y mantenimiento de los sistemas alternativos de evacuación,
- Ahorro de recursos al evitar enfermedades de origen hídrico.



- Los ahorros en gastos incurridos en los establecimientos comerciales, industriales y de servicios afectados por las inundaciones, por daños a mercancías, equipo, mobiliario y activos, así como como en la actividad productiva suspendida.
- Beneficio por eliminación de riesgo de contaminación de manto freático. Las condiciones de operación del colector permitirán eliminar las posibles filtraciones hacia el manto freático.
- Afectaciones a la salud pública que es posible evitar.
- La eliminación de las fallas potenciales en el colector eliminará los eventos en los cuales las aguas residuales crudas sean expulsadas hacia la superficie con el riesgo de contacto directo con la población en el área afectada y contaminación del río Mololoa, lo que podría generar enfermedades.

Adicionalmente se evitarán problemas viales en las zonas inundadas, al evitar congestionamientos y reducir el tiempo de traslado de automovilistas y transporte público, así como descomposturas y accidentes.



## V. Conclusiones y Recomendaciones

Una planta de tratamiento de aguas residuales de 200 litros por segundo en la ciudad de Tepic, Nayarit es de gran importancia para la salud pública y el medio ambiente. Entre los impactos que tendría la construcción de este proyecto están:

**Prevención de enfermedades:** El tratamiento de aguas residuales es esencial para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas. La descarga de aguas residuales no tratadas puede contener patógenos que pueden propagarse a través del agua y causar enfermedades como la diarrea, la hepatitis y la fiebre tifoidea. Con una planta de tratamiento de aguas residuales de 200 litros por segundo, se puede tratar una cantidad significativa de aguas residuales, lo que reduce la posibilidad de propagación de enfermedades.

**Protección del medio ambiente:** La descarga de aguas residuales sin tratar puede tener efectos negativos en el medio ambiente. Puede contaminar ríos, arroyos y otros cuerpos de agua, lo que puede afectar la vida acuática y la calidad del agua potable. Con una planta de tratamiento de aguas residuales adecuada, se pueden eliminar los contaminantes del agua residual antes de su liberación, lo que reduce el impacto negativo en el medio ambiente.

**Cumplimiento de normas y regulaciones:** El tratamiento de aguas residuales es un requisito regulatorio en la mayoría de los países. Las plantas de tratamiento de aguas residuales de 200 litros por segundo pueden ayudar a las ciudades y municipios a cumplir con las normas y regulaciones ambientales nacionales e internacionales.

En conclusión, una planta de tratamiento de aguas residuales de 200 litros por segundo en la ciudad de Tepic, Nayarit es importante porque puede prevenir enfermedades, proteger el medio ambiente y ayudar a cumplir con las normas y regulaciones ambientales.

A partir de la estimación de los indicadores de rentabilidad, se concluye que, para el proyecto que estriba en la reconversión del sistema actual basado en biodiscos a un sistema de lodos activados convencional de la PTAR Oriente en la ciudad de Tepic, Nayarit por la rehabilitación del sistema actual de biodiscos es la alternativa más eficiente por tener el CAE menor, siendo de \$ 45,789, 789.34 mientras que la alternativa 2 es de \$ 62,930, 104.18.

A partir de la información proporcionada por la CEA (Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado) se concluye que el proyecto tiene factibilidad técnica, legal y ambiental por lo que resulta viable su ejecución, además que el proyecto es económicamente factible, se recomienda su inmediata ejecución.



## VI. Bibliografía

- 2020, CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle Santiago-San Blas (1803), estado de Nayarit
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2: Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población).
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 5: Estudios Técnicos Para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Topografía y Mecánica de Suelos.
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 20: Alcantarillado Sanitario.
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 37: Saneamiento básico.
- 2009, INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tepic, Nayarit
- XLI Ayuntamiento de Tepic. Plan Municipal de Desarrollo 2017-2021.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Manual para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.
- INEGI, Censo de población y vivienda 2020,2010, 2000, 1990.
- Gobierno del Estado de Nayarit. Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021.
- Gobierno de la República. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024.
- CONAPO, proyecciones de población 2015-2030.
- Atlas Nacional de Riesgos



## GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT

### VALIDACIÓN O DICTAMEN DE FACTIBILIDAD

Los abajo firmantes, hacen constar que el presente Proyecto de: **SANEAMIENTO RIO MOLOLOA**  
**REHABILITACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ORIENTE EN**  
**LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT**

cumple con los requisitos y Normas Técnicas establecidas por la Dependencia Federal y/o Estatal Normativa por lo que es viable su ejecución, comprometiéndose la misma a proporcionar la supervisión y asistencia Técnica necesaria durante el proceso constructivo

**POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
FEDERAL Y/O ESTATAL, NORMATIVA  
DIRECTOR LOCAL DE LA  
COMISIÓN NACIONAL DE AGUA  
DE NAYARIT**



COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA  
DIRECCIÓN LOCAL  
ING. JESUS LUIS ARAGON MORALES  
NAYARIT

**POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
EJECUTORA  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE NAYARIT**



COMISIÓN ESTATAL  
DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO  
DE NAYARIT  
ING. FERNANDO CAMBEROS GUTIERREZ  
28 DE NOVIEMBRE DEL 2022



TEPIC, NAYARIT  
LUGAR

FECHA

#### OPINIÓN TÉCNICA DE LA NORMATIVA

El proyecto "REHABILITACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ORIENTE EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT", consiste en:

1. Trabajos de retiro y desmantelamiento de techumbre para rehabilitación y mantenimiento de montenes, armaduras y columnas estructurales de acero.
2. Refuerzo de estructura para techumbre
3. Equipos de bombeo con 2 bombas sumergibles con motor eléctrico de 5 HP a 400 Volts, tablero de control para simultanear dos bombas, 3 bombas sumergibles para agua cruda con motor eléctrico de 7.5 HP a 440 Volts, tablero de control para simultanear 3 bombas
4. Criba autolimpiante en acero modulada en 4 secciones con válvulas automáticas.
5. Suministro e instalación de sistema de Deshidratación de lodos a base de filtro prensa de operación semiautomática, capacidad de 20 m3 por día con tablero de control.
6. Construcción de estructura de lecho de secado de lodos con muros de 20 cm de espesor de concreto armado.
7. Sistema eléctrico: transformador tipo pedestal de 300 KVA relación 13 KV/440-220 Volts, cableado y conexiones, trámites ante CFE, 27 choroletas de aluminio.
8. Suministro e instalación de 2 sopladores de alta eficiencia con motor de 200 HP, sistema de arranque integrado con variador de velocidad, válvulas automáticas y tablero de control.
9. Sistema neumático: suministro e instalación de 2,500 m de tubería de acero liso de 4", 400 m de tubería de acero liso de 6" de diámetro, 130m de tubería de acero liso de 8" de diámetro
10. Caja rompedora de presión
11. Tablero de control. Sistema de paneles solares: 1,200 módulos fotovoltaicos monocristalino de 540 Wp.
12. Puesta en marcha de PTAR, tres meses de de estabilización, manual de operación.
13. Instrumentación, válvulas, medidoras de flujo.
14. Construcción de Clarificador de 5.19mX9.60mX7.30m con muros de concreto de 30 cm de espesor con acero de refuerzo.



*Nayarit*  
NUESTRO HONOR Y COMPROMISO

COMISIÓN ESTATAL DE  
AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO

# EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA PTAR XALISCO, PTAR CD. INDUSTRIAL Y PTAR EL PUNTO.

UBICACIÓN: TEPIC, NAYARIT.

COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO



## Contenido

I.	Resumen Ejecutivo .....	3
	Nombre del proyecto .....	3
	Localización .....	3
	Monto total de inversión.....	5
	Objetivo del PPI .....	5
	Problemática identificada .....	6
	Breve descripción del PPI .....	6
	Horizonte de Evaluación.....	7
	Descripción de los principales costos del PPI. ....	7
	Indicadores de Rentabilidad.....	7
	Conclusión.....	8
II.	Situación Actual del PPI .....	9
	Medio Físico .....	9
	Hidrología.....	10
	Clima y Temperatura .....	12
	Flora y Fauna .....	13
	Medio Social .....	14
	Aspecto Demográfico .....	14
	Aspectos económicos .....	16
	Características de las vías de comunicación en el área de influencia .....	20
	Problemática .....	21
	Infraestructura Hidráulica .....	22
	Saneamiento .....	33
	Oferta en la situación actual.....	34
	Demanda en la situación actual .....	34
	Demanda de agua potable .....	34
	Proyección de la demanda .....	35
	Demanda de conducción de aguas residuales.....	37
	Interacción Oferta-Demanda en la situación Actual.....	39
III.	Situación sin proyecto .....	42
	Análisis de la oferta .....	42
	Análisis de la Demanda .....	42



---

Interacción Oferta-Demanda en la Situación sin Proyecto .....	43
Análisis de alternativas .....	43
Comparativo General de Alternativas .....	44
Alternativa 1 – PTAR XALISCO .....	49
Alternativa 2 – PTAR XALISCO .....	50
CAE PTAR XALISCO .....	50
Alternativa 1.- PTAR EL PUNTO .....	52
Alternativa 2.- PTAR EL PUNTO .....	53
CAE PTAR EL PUNTO .....	54
Alternativa 1.- PTAR CD. INDUSTRIAL.....	54
Alternativa 2.- PTAR CD. INDUSTRIAL.....	55
CAE PTAR CD. INDUSTRIAL .....	56
IV.    Situación con proyecto .....	57
Generación de empleos .....	67
Alineación estratégica .....	67
Financiamiento.....	76
Estudios legales .....	77
Estudios Ambientales .....	78
Análisis de la Oferta .....	79
Análisis de la Demanda .....	80
Identificación, cuantificación y valoración de costos de las alternativas de solución del PPI .....	80
Costos de operación y mantenimiento .....	81
Análisis de riesgos .....	81
V.    Conclusiones y Recomendaciones.....	87
VI.    Bibliografía .....	88



## I. Resumen Ejecutivo

### Nombre del proyecto

- CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE XALISCO, MUNICIPIO DE XALISCO, NAYARIT.
- REHABILITACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL PUNTO, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT.
- CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD INDUSTRIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT.

### Localización

#### PTAR Xalisco

En el municipio de Tepic se pretende construir una planta de tratamiento de aguas residuales, cuyo predio donde pretende construirse tiene como coordenadas geográficas son 21°26'38.26" N, 104°50'06.34" O. Dicha planta atenderá las aguas residuales de las localidades de Xalico y San Cayetano.



Ilustración 1. Localización PTAR Xalisco. (fuente: google earth)



## PTAR El Punto

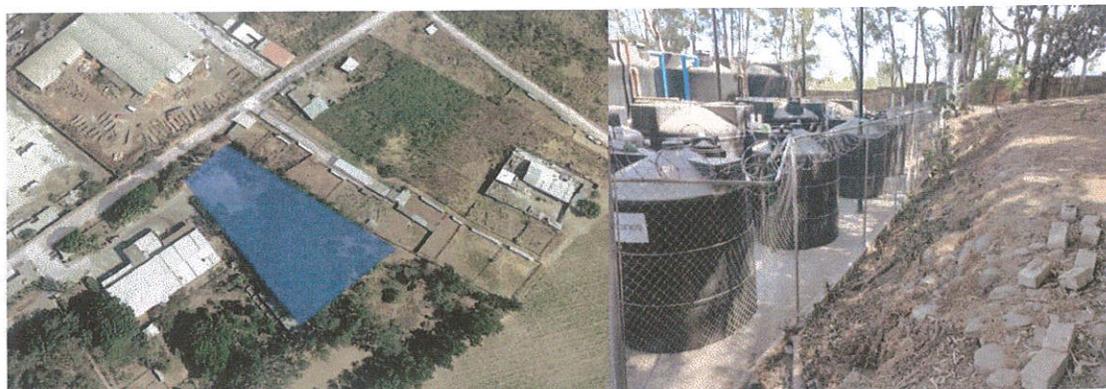
En el municipio de Tepic se pretende rehabilitar la PTAR El Punto, cuyas coordenadas geográficas son  $21^{\circ}33'01.65''$  N,  $104^{\circ}53'48.71''$  O. Dicha planta atenderá las aguas residuales de las localidades de Tepic.



*Ilustración 2. PTAR El Punto. (Fuente: google earth)*

## PTAR Cd. Industrial

En el municipio de Tepic se pretende rehabilitar la PTAR CD. Industrial, cuyas coordenadas geográficas son  $21^{\circ}28'25.13''$  N,  $104^{\circ}50'32.64''$  O. Dicha planta atenderá las aguas residuales de las localidades de Tepic.



*Ilustración 3. PTAR Cd. Industrial. (Fuente: propia)*

### **Monto total de inversión**

El monto de inversión para la puesta en marcha de la PTAR Xalisco asciende a \$47,862,483.69 sin IVA a precios 2023, la inversión total con IVA es de \$55,520,481.08, incluye PTAR y obras complementarias. La inversión total se dará en una etapa.

El monto de inversión para la puesta en marcha de la PTAR El Punto asciende a \$57,619,076.16 sin IVA a precios 2023, la inversión total con IVA es de \$66,838,128.35, incluye PTAR y obras complementarias. La inversión total se dará en una etapa.

El monto de inversión para la puesta en marcha de la PTAR Cd. Industrial asciende a \$15,719,487.97 sin IVA a precios 2023, la inversión total con IVA es de \$18,234,606.05, incluye PTAR y obras complementarias. La inversión total se dará en una etapa.

### **Objetivo del PPI**

En los tres casos, los proyectos de construcción o rehabilitación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Oriente, tiene como objetivo primario cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT/2021 al tratar las aguas residuales que actualmente se vierten a los cauces.

El objetivo del presente estudio es determinar la rentabilidad socioeconómica del proyecto de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Xalisco, El Punto (rehabilitación) y Cd. Industrial (rehabilitación), emitir una recomendación en torno a la factibilidad económica en términos sociales de llevar a cabo este proyecto.



## Problemática identificada

Uno de los principales problemas que tiene la Ciudad de Tepic, es la necesidad de tratar las aguas residuales que actualmente se vierten a los cauces naturales, principalmente al denominado "Río Mololoa"; así como la ineficiencia de sistemas que tengan como objetivo fundamental el tratamiento de aguas residuales. Ante el crecimiento demográfico que se vive en la ciudad, es importante la construcción o en su caso la rehabilitación de este tipo de infraestructura.

## Breve descripción del PPI

### PTAR Xalico

Esta etapa constructiva consiste en la construcción de un emisor de agua residual de 1.5 km en tubería de pvc de 6", y una planta de tratamiento de agua residual para una capacidad media de 30 lps, la cual constará de tratamiento primario a base de desarenador con cribas mecánicas, cárcamo de bombeo, tratamiento secundario en tres trenes de tratamiento para 10 lps cada uno: reactor anaerobio, dos sedimentadores y tratamiento aerobio con lodos activados. Tratamiento terciario mediante aplicación de cloro en dos tanques de 15 lps., tratamiento y secado de lodos en lecho de secado y criba mecánica para lodos. Cercado perimetral de block de jal y porton de malla ciclónica, edificio administrativo y caseta de controles, edificio de vigilancia, línea eléctrica de media tensión y equipamiento electromecánico, bombas, y aeradores para suministro de oxígeno.

### PTAR El Punto

Para la rehabilitación de la PTAR El Punto, se llevarán a cabo las siguientes tareas: desmontaje, revisión, diagnóstico y mantenimiento correctivo de motorreductor, tanque sedimentador secundario y reactor; instalación de difusores de aire de burbuja fina; instalación de 10 bombas para lodos de 25 HP; pintura en piso, barandales y estructuras metálicas de las diferentes estructuras o módulos a rehabilitar y limpieza de tanque sedimentador, percolador, tanque espesador de lodos.

### PTAR Cd. Industrial

Como parte de los proyectos agendados para el saneamiento del río mololoa, se contempla la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales ciudad industrial, también identificada como PTAR Cd. Industrial, el cual dará servicio de saneamiento del agua servida de toda la zona industrial de la ciudad de Tepic, Nayarit. A continuación, se enlistan las consideraciones de obra generales que se toman en cuenta para la realización de este proyecto:

- Cárcamo de bombeo
- Desarenador
- Ampliación de tanques sedimentadores
- Sistema fotovoltaico
- Cuarto de máquinas
- Refuerzo estructural en tanques existentes



- Equipamiento electromecánico (criba auto limpiante, equipo de bombeo, tratamiento de lodos, instalación neumática, sistema eléctrico)

### Horizonte de Evaluación

Para la construcción de la planta de tratamiento se considera una sola etapa de inversión, considerándose 20 años de operación de las PTAR, iniciado en el año 2023, por lo que el horizonte de evaluación es hasta el año 2043.

### Descripción de los principales costos del PPI.

Una vez que se lleve a cabo la construcción de las obras que permitan tratar las aguas residuales con la calidad exigida por la normatividad vigente, se podrá verterlas al cuerpo receptor cumpliendo con los límites máximos permisibles que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, se tendrán los siguientes beneficios intangibles:

- Recuperación y preservación de la calidad del agua en los cauces y demás cuerpos receptores de propiedad nacional.
- Conservación y protección del entorno ambiental y del ecosistema.
- Impacto directo en la calidad de vida, salud y bienestar de los habitantes de la ciudad de Tepic, Nayarit. y de los municipios conurbados.

### Indicadores de Rentabilidad

El riesgo es un evento incierto que, si ocurre, tiene un efecto negativo o positivo en al menos uno de los objetivos de un proyecto, tales como plazo, tiempo, costo, ámbito y calidad



Categoría	Etapa	Riesgo Identificado	Descripción del riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Mitigación
Licitación	Preinversión	Falta de claridad y transparencia en la licitación.	Atrasos en la tramitología	Baja	Establecer bases claras y solidas en la licitación
Construcción	Inversión	Sobrecostos por incremento de los insumos del proyecto.	Generación de costos adicionales (sobre todo en insumos donde su propención de inestabilidad de precio es alta)	Media	Obtener contratos en el mercado de derivados para los insumos más significativos.
Operación y Mantenimiento	Operación	Riesgos de materiales de baja calidad .	Riesgos de materiales de baja calidad que a su vez tengan costos extras en los costos de operación de la PTAR.	Media	Supervisión en el control de calidad de los insumos, así como la consideración de holguras en los costos de los insumos.
Políticos / sociales	Inversión	Problemas sociales	Bandalismo y/o movimientos sociales	Media	Establcer vigilancia, así como consientizar a la sociedad de la importancia de la PTAR.

Tabla 1. Riesgos Asociados al proyecto. (Fuente: propia)

## Conclusión

A pesar de que las alternativas presentadas son factibles técnicamente, y que cumplen con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT/2021 al tratar las aguas residuales que actualmente se vierten a los cauces, el CAE de las alternativas de:

- CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE XALISCO, MUNICIPIO DE XALISCO, NAYARIT.
- REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL COLECTOR SANITARIO EL PUNTO, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT.
- CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD INDUSTRIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT.”

Se considera la mejor alternativa ya que cumple con el objetivo a un costo anual equivalente más bajo que es de \$ 31'314,020.13.(PTAR Xalisco), \$ 50'049,924.88.(PTAR El Punto) y \$ 20'105,449.21.(PTAR Cd. Industrial)



## II. Situación Actual del PPI

### a) Diagnóstico de la situación actual.

#### Medio Físico

El municipio de Tepic se localiza en el estado de Nayarit. De acuerdo a lo que señala el mapa general de la República Mexicana sobre su posición geográfica, Tepic se encuentra entre las coordenadas geográficas 21° 51' y 21° 24' latitud norte y entre 104° 34' y 105° 05' longitud oeste. Territorialmente Tepic colinda en la parte norte son los municipios de Santiago Ixcuintla y El Nayar, al sur con Xalisco, al este nuevamente con El Nayar y con Santa María del Oro y al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.

Tepic se encuentra situado a una altura promedio de 930 metros sobre el nivel del mar (mnsn). Está formado por una extensión territorial de unos 1,983.3 kilómetros cuadrados. De acuerdo a los resultados que arrojaron el conteo de población que el INEGI llevó a cabo en el 2010, el número total de población que habita en el municipio de Tepic es de 380,074.

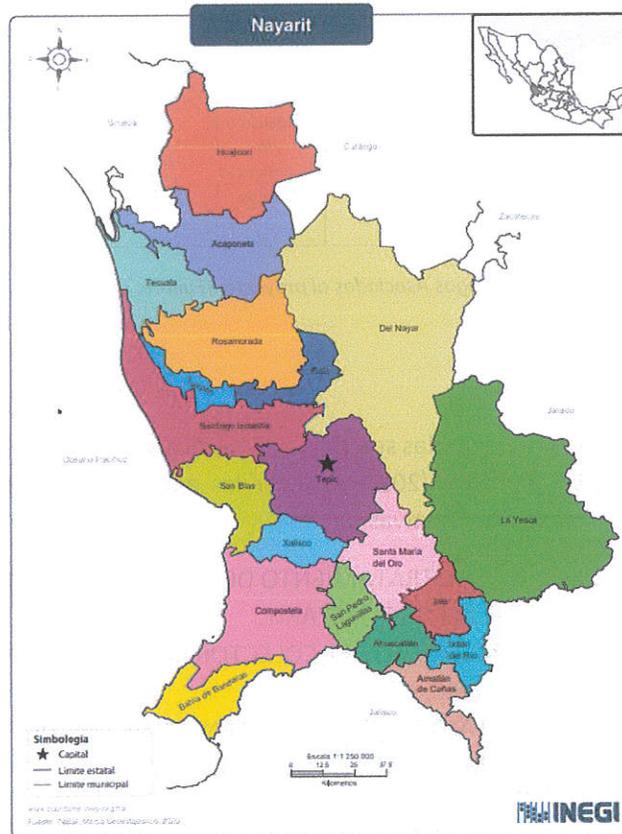


Ilustración 4. División política del estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)



## Hidrología

Las aguas superficiales del estado de Nayarit están distribuidas en cuatro regiones hidrológicas: RH11 "Presidio-San Pedro", RH12 "Lerma-Santiago", RH13 "Huicicila" y RH14 "Ameca".

### **La región hidrológica RH11 "Presidio-San Pedro"**

Cubre el 34.08% de la superficie estatal, drenando las aguas del noroccidente de la entidad hacia el océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río San Pedro (14.16%) y Río Acaponeta (19.92%).

El río San Pedro nace en el estado de Durango, con el nombre de río La Saucedá. Tiene una longitud de 255 km y es el séptimo río más caudaloso de México.

El río Acaponeta nace en el estado de Durango, con el nombre de quebrada de San Bartolo. Tiene una longitud de 233 km y desemboca en el estero de Teacapán, en un lugar llamado Puerta del Río.

### **La región hidrológica RH12 "Lerma-Santiago"**

Cubre el 42.47% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y oriente de la entidad hacia el río Grande Santiago para verte finalmente sus aguas al océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Santiago-Aguamilpa (21.5%), Río Huaynamota (17.58%), Río Bolaños (3.28%) y Río Santiago-Guadalajara (0.11%).

El río Santiago nace en Ocotlán (Jalisco), en la ribera oriental del lago de Chapala y fluye por los estados de Jalisco y Nayarit, fijando su frontera a lo largo de unos 30km. Tiene una longitud de 562 km y es considerado el segundo en importancia del Pacífico mexicano.

### **La región hidrológica RH13 "Huicicila"**

cubre el 12.82% de la superficie estatal, drenando las aguas del suroccidente de la entidad directamente hacia el océano Pacífico. Cobija únicamente la cuenca Río Huicicila-San Blas.

### **La región hidrológica RH14 "Ameca"**

Cubre el 10.63% de la superficie estatal, drenando las aguas del extremo sur de la entidad hacia el océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Ameca-Atenguillo (6.83%) y Río Ameca-Ixtapa (3.8%).

El río Ameca nace en el Bosque de la Primavera, cerca de la ciudad de Guadalajara. Tiene una longitud de 230 km y en su tramo final forma la frontera entre los estados de Nayarit y Jalisco.

Las principales lagunas y lagos del estado son: laguna Grande de Mexcaltitán, laguna El Valle, laguna Agua Brava, laguna Carabado, laguna El Pescadero, laguna Los Pericos, laguna de Toluca, laguna La Garza y estero El Anzueleadero.

Las principales presas del estado son: Presa Aguamilpa-Solidaridad (Aguamilpa), Presa Leonardo Rodríguez Alcaine (El Cajón), Presa Ing. Alfredo Elías Ayub (La Yesca), Presa San Rafael, Presa Amado Nervo (El Jileño).



En referencia a las aguas subterráneas la CONAGUA tiene delimitados 12 acuíferos en la entidad, de los cuales ninguno está sobreexplotado. En general el estado presenta un balance hídrico positivo; es decir que la recarga supera a la extracción, con un superávit de 149 millones de metros cúbicos. Los principales acuíferos son: 1807 Valle de Banderas, 1803 Valle Santiago-San blas, 1804 Valle de Matatipac y 1805 Valle de Compostela; entre estos cuatro suman un superávit de 98 millones de metros cúbicos.

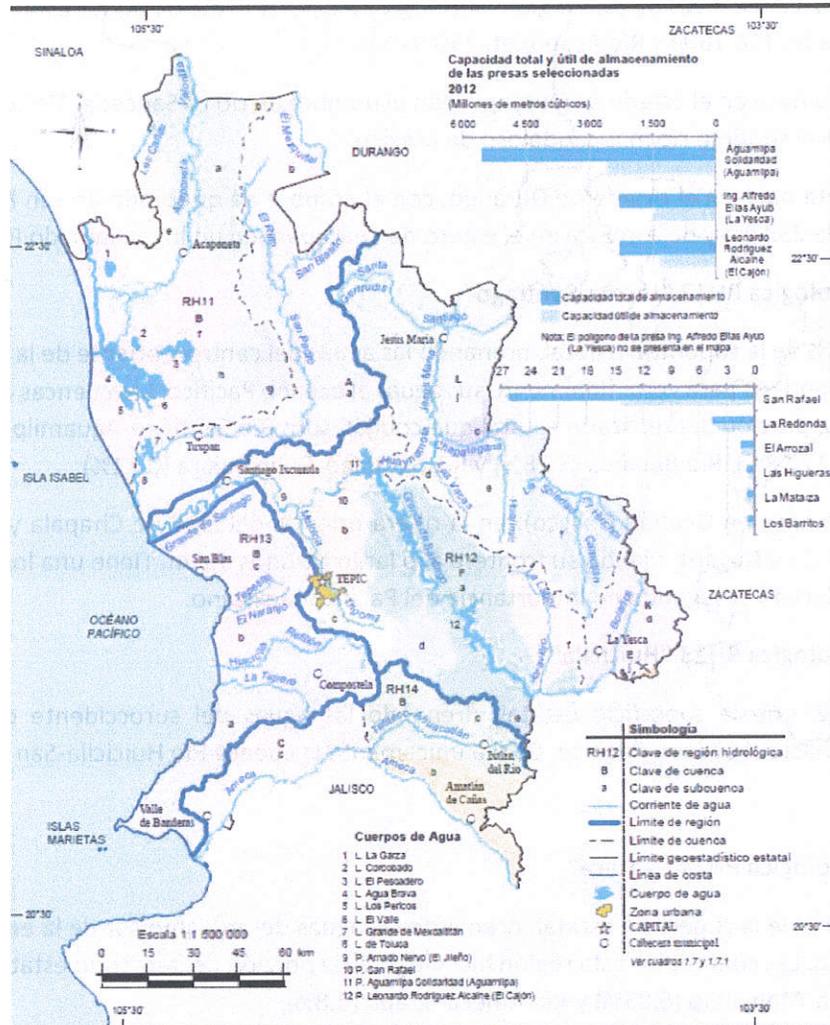


Ilustración 5. Hidrografía estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)

## Clima y Temperatura

De acuerdo a la información obtenida por parte del INEGI podemos decir que años anteriores se han hecho registros de las temperaturas que se han presentado en el municipio han mostrado que el clima predominante es cálido y subhúmedo, se presentan lluvias en la época de verano y esto incide en aproximadamente el 66% de la superficie total de este territorio, pero el clima es cambiante porque también es semicálido y subhúmedo con época de lluvias en verano y esto se cubre el 34% del territorio, en donde la temperatura media anual registrada ha sido de 21.9°C. Con base a esto y a otros datos del mismo instituto aunado al observatorio meteorológico de Tepic, podemos indicar que la precipitación pluvial ha sido de 1,068.5 milímetros cúbicos. La temporada en que los días son más fríos es durante el invierno, mientras que la temperatura media anual es de 18.2°C.

Cabe indicar que la precipitación pluvial que se registró hasta el mes de septiembre de años anteriores fue de 1,347.3 mm. Ante esto el mes de julio fue cuando se registró la máxima precipitación, con 477.9 milímetros cúbicos y una temperatura media anual de 16.4°C. Esto hizo que la temperatura máxima fuera en el mes de junio con una temperatura de 23.7°C, mientras que la mínima fue de 18.4°C y fue en el mes de enero. Otra parte de la información climatológica consiste en la dirección de los vientos que se presentan en el territorio de Tepic, en donde los días más intensos se registraron en el mes de abril con una velocidad máxima de 5.1 kilómetros por hora. Como pudo ver, el clima del municipio es cambiante y esto es algo natural porque se acopla a cada época del año, siendo en primavera y verano cuando se siente más calor y en invierno se siente mucho más frío con días que comienzan siendo muy frescos, tardes cálidas y noches frías.

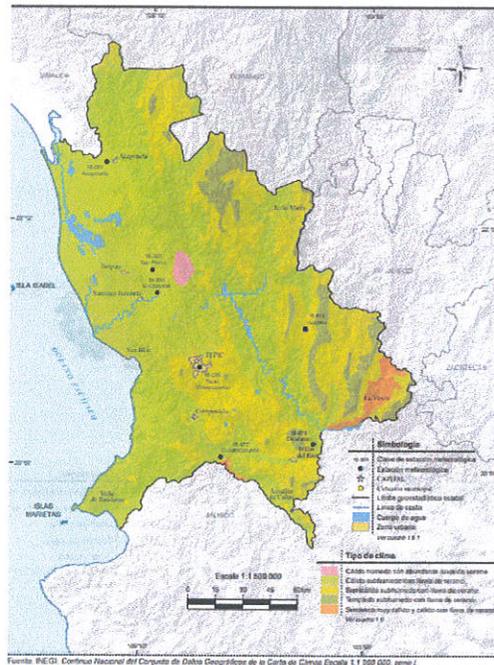


Ilustración 6. Climatología en el estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)

## Flora y Fauna

En Nayarit la superficie estatal está cubierta en un 34.4% por bosque, el 29.7% por selva, el 20.6% son zonas agrícolas, el 7.3% por pastizales, el 3.5% por manglar y el 4.4% restante por otros tipos de vegetación, cuerpos de agua y zonas urbanas.

Los bosques se ubican sobre los sistemas montañosos. Predominan los de encino y de coníferas, y en menor proporción el mesófilo de montaña; las principales especies presentes son: roble, encino carrasco, encino blanco, encino nopis, pino triste y encino verde.

Las selvas se ubican en las partes bajas de las sierras y cañadas. Predominan las selvas secas y semisecas, caducifolias y subcaducifolias; las principales especies presentes son: copal, pochote, algarrobo y ceiba.

Los pastizales están dispersos por toda la entidad. Predominan los inducidos y los cultivados; las principales especies presentes son: navajita y madroño.

Los manglares se ubican al noroccidente sobre la llanura costera desde Existen San Blas hasta Tecuala. Las principales especies presentes son: mangle blanco y mangle rojo.

En el territorio estatal existen 7 áreas naturales protegidas, de las cuales 5 son de competencia federal.

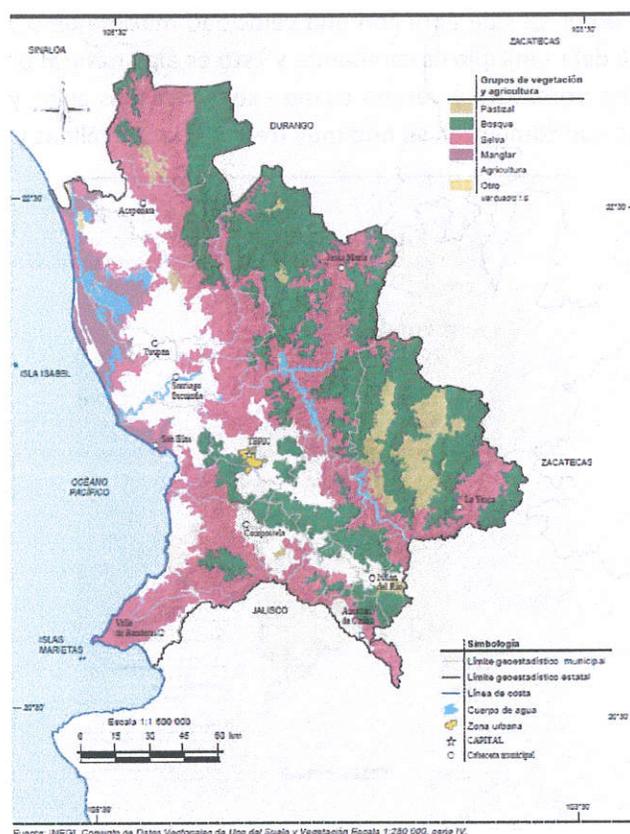


Ilustración 7. Vegetación en el estado de Nayarit. (Fuente: INEGI)



## Medio Social

### Aspecto Demográfico

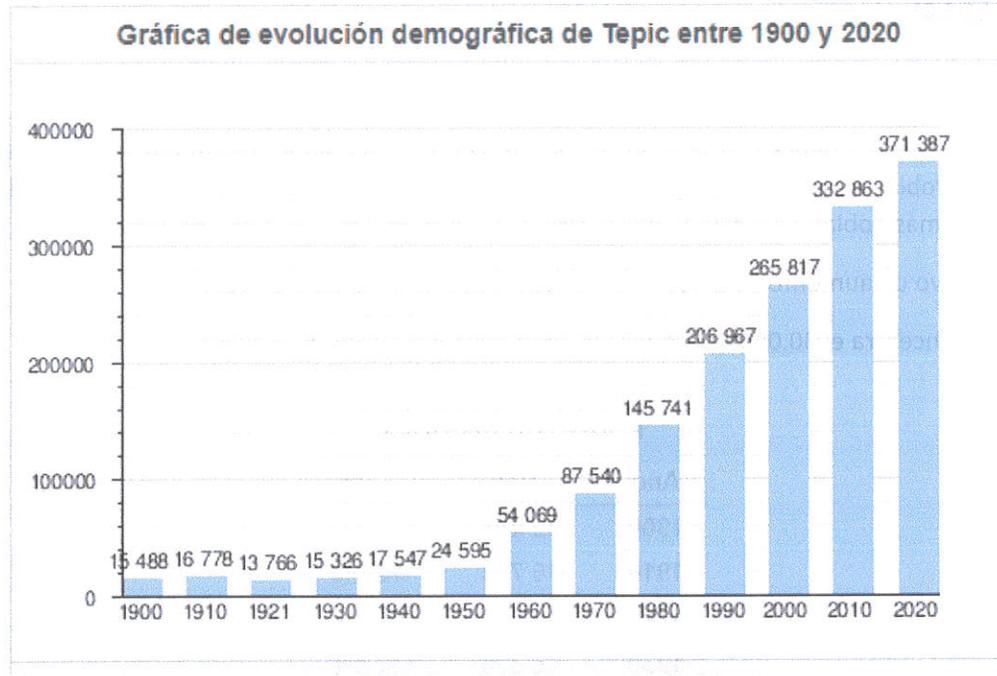
La ciudad de Tepic cuenta con una población de 371,387 habitantes según datos del XIV Censo General de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) por lo cual es la ciudad más poblada del estado de Nayarit y la 47ª ciudad más poblada de México.

La ciudad tuvo un aumento de 38,524 habitantes respecto al Censo de 2010.

La ciudad concentra el 30.06 % de todos los habitantes del estado de Nayarit.

Población histórica		
Año	Pob.	±%
1900	15 488	—
1910	16 778	+8.3%
1921	13 766	-18.0%
1930	15 326	+11.3%
1940	17 547	+14.5%
1950	24 595	+40.2%
1960	54 069	+119.8%
1970	87 540	+61.9%
1980	145 741	+66.5%
1990	206 967	+42.0%
2000	265 817	+28.4%
2010	332 863	+25.2%
2020	371 387	+11.6%

Tabla 2. Estadística poblacional de Tepic, Nayarit. (Fuente: INEGI)



*Ilustración 8. Gráfica de evolución demográfica de Tepic entre 1900 y 2020. (Fuente: INEGI)*

El municipio presenta la mayor dinámica demográfica de la entidad desde 1950. En 1995 se registraron 292.780 habitantes; mientras que en 1990 fueron 241.463; lo anterior, manifiesta que la tasa de crecimiento promedio anual del periodo 90-95, fue de 3,47%. Sin embargo, durante el periodo 1970-1990 dicha tasa ascendió al 3,9%. La población censada en los años de 1950, 1960, 1970 y 1980 fue de 45.616, 73.576, 110.939 y 177.007 respectivamente. Su densidad poblacional es la mayor en el estado con 5,669.68 habitantes por kilómetro cuadrado.

#### Zona Metropolitana

La Zona Metropolitana de Tepic es la región urbana resultante de la fusión de la ciudad de Tepic con el municipio de Xalisco y las poblaciones cercanas. esta Zona Metropolitana tiene un total de 491,153 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda que realizó el INEGI en el año 2020.

Otras poblaciones cercanas son:

- San Cayetano
- Camichín de Jauja
- Pantanal
- Mora
- Bellavista
- La Cantera

La ciudad cuenta con grandes y verdes espacios recreativos para toda la familia como puede ser la nueva zona construida Ciudad de Las Artes, en parques recreativos se destacan el Parque Esteban Baca Calderón, mejor conocido como La Loma, el Parque Ecológico Metropolitano, Alameda entre

otros, mientras que en Museos u otros están Museo Cora, Ciudad de las Artes, y en deportes se destaca el Estadio Arena Cora.

### Aspectos económicos

La economía que existe en el municipio de Tepic se ha desarrollado con el paso de los años, en donde se ha contado con la participación activa de los habitantes que trabajan y que se consideran como económicamente activos. Ante esto uno de los sectores que más se ha beneficiado con los avances que se han dado en este territorio es la agricultura, misma que ha permitido ir desarrollándose poco a poco en donde los agricultores se encargan de realizar las siembras y después obtener las cosechas de los productos que más tarde comercializan de forma local y regional en otras partes del estado de Nayarit. Los cultivos predominantes en Tepic se basan en la caña de azúcar, mango, aguacate, café y limón, lo cual se debe a que el tipo de suelo que existe en la zona donde está ubicado el municipio en donde la gran mayor parte de la superficie es de temporal, lo que significa que la agricultura se desarrolla de forma temporal mientras el clima permita llevar a cabo la siembra y cosecha adecuada.

La agricultura se ha logrado fortalecer con el tiempo y está compuesta por un conjunto de técnicas y conocimientos que los agricultores deben saber para poder realizar cultivos en la tierra, en donde tiene mucho que ver la forma en cómo se realiza, debido a que en tiempos actuales algunos agricultores emplean técnicas modernas para trabajar la tierra mientras que muchos otros lo continúan haciendo de la forma tradicional. La mayor parte del sector primario se dedica a esta actividad, de la que se han logrado obtener grandes ganancias anuales. Los trabajos que existen en este ámbito son los del tratamiento del suelo y los cultivos de verduras, en donde las personas hacen cosas que modifican el medio ambiente natural, con la finalidad de hacer que las siembras puedan crecer en poco tiempo. Todas las actividades económicas que contempla este sector se basan en la explotación de los recursos que la tierra origina de manera natural, lo cual también se favorece por las actividades que se realizan y de las cuales se pueden obtener cultivos de alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes.

También se obtienen fibras que son utilizadas por la industria textil, así como cultivos energéticos y tubérculos, entre otros. Cabe indicar que se considera a la agricultura como una actividad de gran importancia porque forma parte de una base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la riqueza de las personas que la practican. Como pudo ver en el municipio de Tepic se continúa desarrollando la agricultura como una forma de vivir con las ganancias que se obtienen de esto, siendo las familias nayaritas de las que más se han beneficiado, así como otras personas que adquieren los productos del campo. La economía se logra movilizar gracias al esfuerzo de los trabajadores y también del gobierno municipal y estatal porque saben que es elemental continuar apoyando esta actividad mediante la implementación de programas enfocados en brindar apoyos económicos al campo para que sus producciones puedan crecer y hacer que los ingresos se incrementen con el paso de los años.



Es básico decir que en Tepic existen varias zonas importantes que forman parte del sistema de abasto municipal se integra por cinco mercados públicos y dos privados, en donde también se cuenta con cuatro centros receptores de productos básicos, dos centrales de abastos y ocho tianguis. Estas zonas son parte elemental de la comercialización de todos los productos que se obtienen de la agricultura, así como de otras empresas que elaboran productos alimenticios que son capaces de satisfacer las necesidades básicas de la población. Además de esto, debemos señalar que en los mercados y tianguis en donde las personas pueden obtener productos de calidad y a bajos precios, porque en los supermercados los productos que se venden tienen otro control de calidad y esto implica que sean más caros, por lo que los habitantes de la región son quienes deciden dónde adquirir los elementos que necesitan para comer, vestir, entre otros; todo para desarrollarse integralmente.

La economía de Tepic también se fortalece con la ganadería, en donde la superficie de pastizal que se utiliza para el uso ganadero y con base a lo señalado por el INEGI, cuando se realizó el periodo de observación en años anteriores, encontraron que se utilizaron cerca de 26,665 hectáreas, lo que representó el 9.53 % de la superficie. Cabe decir que en cuanto a la producción de otros productos pecuarios que se realizan en el municipio señalado, están la leche de bovino con un 23.54 % de miles de litros en comparación con la producción total que se obtiene a nivel estatal; otro producto es el huevo para plato y representa el 54.35% de las toneladas producidas al año. La ganadería es sin duda una actividad que ha logrado salir adelante gracias a la participación activa de las personas que centran sus esfuerzos en ésta, de lo cual se obtienen grandes ganancias al año y esto permite que se continúe incrementando las cabezas de ganado que se cuidan para obtener productos derivados de los animales.

Dentro del sector secundario se encuentra la industria y se ha logrado mantener y desarrollar con el tiempo, lo cual se comenzó a dar a partir de la década de los setentas, debido a que se contó con la participación de un número importante de personas. La industria azucarera que más se ha beneficiado es con el ingenio llamado El Molino y precisamente está ubicado en el municipio de Tepic, además del ingenio de Puga que está ubicado en la localidad de Fráncico I. Madero, así como las empresas abacaleras British American Tabaco México y Tabacos Desvenados S.A. de C.V. Todas estas industrias representan fuentes importantes de ocupación para las familias campesinas de Tepic. Cabe decir que también existen dos compañías embotelladoras de refrescos, fábricas de material para la construcción, emparadoras de alimentos y bebidas, confección de prendas de vestir, entre otras. La industria ha sido de las que más se han desarrollado y esto se debe a la fuerza de trabajo de las personas que están económicamente activas y que se enfocan en la realización de diversas actividades dentro de este sector importante.

Por otro lado, está el sector terciario, mismo que el INEGI señala que incorpora casi el 60% de la población que está económicamente activa (PEA). En este sector se encuentra el comercio y se refleja con la existencia de pequeños establecimientos y grandes empresas que son de cadenas internacionales de gran renombre. El comercio es una actividad socioeconómica que ha sido básica



para la movilización de la economía de Tepic, lo cual consistente en el intercambio de productos para la compra y venta de bienes y servicios, en donde las personas adquieren lo que necesitan para vivir. Cabe recalcar que los centros de comercio forman parte primordial del comercio y es por eso que con el tiempo se han ido abriendo para atender las necesidades económicas que logran beneficiar tanto a dueños como a clientes, dándose una actividad de intercambio que permite movilizar el dinero que entra y sale del municipio de Tepic.

Otra parte de la información se centra en el sector terciario y en el cual también se encuentra el turismo, en donde con base a la información obtenida por parte del INEGI, podemos decir que se cuenta con el 9.81% del total de cuartos de hospedaje que están registrados en el estado de Nayarit, los cuales se encuentran clasificados de acuerdo a la calidad de los servicios que manejan. El municipio de Tepic cuenta con 2,600 cuartos de hospedaje que con considerados con categoría turística, de los cuales 326 tienen categoría de 5 estrellas, 474 son de 4 estrellas, 378 son de tres estrellas, 173 son de dos estrellas, 287 son de 1 estrella y existen 962 cuartos que no tienen categoría definida.

Ante esto se tiene el 38% de los establecimientos que están enfocadas en brindar servicios de alimentos y bebidas, así como los de elaboración de bebidas que son consideradas con categoría turística. En cuanto a las atracciones que existen en el municipio de Tepic, cuenta con varias zonas y monumentos históricos que logran atraer la atención de las personas, tal como el templo de la cruz de Zacate y su ex-convento anexo, otro edificio importante es el palacio municipal, la catedral y su plaza principal en la zona centro. Otros lugares con gran historia son la ex-fábrica de hilados y tejidos de Bellavista, la ex-fábrica de la Escondida y la ex-fábrica de Jauja. El museo regional de antropología e historia es otro elemento muy visitado en Tepic, así como la casa museo Juan Escutia, la casa museo Amado Nervo y el museo de las cuatro culturas. Estas zonas hacen que la economía del municipio se movilice, beneficiando a habitantes, empresarios, inversionistas y dueños .

El turismo se ha ido desarrollando con el paso de los años y en Tepic es uno de los aspectos más importantes que existen porque permite dejar una gran derrama económica de las personas que se interesan en visitar esta región de la Riviera Nayarita, siendo el municipio uno de los más populares y visitados por el turismo nacional e internacional. El gobierno de esta entidad señala que el municipio continúa siendo un importante destino turístico que recibe a miles de personas al año, quienes están dispuestos a recorrer los rincones más emblemáticos de esta ciudad, disfrutando zonas seguras con servicios de calidad. Esto ha permitido que se desarrolle más, reflejándose en el progreso de su economía, así como la generación de empleos. El ayuntamiento continúa realizando la promoción turística adecuada para que cada vez se incremente el número de visitantes en la región y en el estado de Nayarit.

En materia de empleo podemos decir que las administraciones que ha tenido Tepic han centrado sus esfuerzos en gestionar diversos programas y proyectos enfocados en el crecimiento personal y económico de las personas, abriendo las oportunidades laborales en los tres sectores que existen y que son el primario, secundario y terciario. Además se ha tenido una permanente inversión para el



desarrollo de proyectos productivos, en donde se permite tener más ingresos por las actividades que se realizan y esto se refleja cada año, además de que se han implementado estrategias adecuadas para facilitar y simplificar la apertura de negocios chicos, medianos y grandes, ofreciendo créditos que estén más al alcance de las personas para que puedan invertir y esto a su vez beneficia a la población de Tepic al ofrecer más oportunidades de trabajo.

Eso también se ha reflejado en un sistema de apertura rápida de empresas que se enfocan en ofrecer diversos servicios a las personas y turistas. Cabe decir que el gobierno del municipio también se enfoca en ofrecer un adecuado funcionamiento de la ventanilla única de gestión de proyectos productivos. También está el aspecto de la capacitación que se ofrece a las personas que ingresan a la actividad económica y esto se realiza mediante una serie de talleres y cursos que están enfocados a ayudarlos a desarrollar diversas habilidades para transmitir el conocimiento de oficios que les permitan insertarse en el mundo laboral tan agitado que existe en todas partes del país y del mundo. Los oficios que se realizan son una parte importante en la generación de empleos, además de ser considerados ingresos extras para quienes hacen otras cosas, además de trabajar en alguna empresa o comercio pequeño.

Los productores locales resaltan la importancia del turismo para la actividad económica de Tepic, por lo que están más comprometidos a ofrecer servicios de calidad que cumplan con las expectativas de los clientes, además de que reconocen que parte de las atracciones que existen se encuentran en las zonas naturales que están cuidadas porque tratan de mantener la armonía del medio ambiente, en donde el trabajo en equipo es pieza clave para tener una organización que permite llegar al mismo fin, ofrecer todo lo necesario a los viajeros pero al mismo tiempo cuidar lo que tienen en el municipio y sobre todo, hacer que disfruten su visita rodeados de zonas naturales e históricas de gran valor cultural. Los esfuerzos del gobierno también se centran en continuar impulsando el desarrollo de las microempresas y talleres para hacer que los trabajos sean estables y estén encaminados a la generación de un valor agregado a los productos.

En lo que respecta al desarrollo del sector turístico se prevé que la economía continúe favoreciéndose por parte de sus habitantes y turistas, además de seguir realizando la promoción turística a nivel estatal, federal e internacional. El mantenimiento adecuado de los atractivos turísticos y de esparcimiento también son parte primordial para seguir atrayendo el interés de las personas, fortaleciendo la seguridad, vigilancia y el desarrollo de campañas de limpieza para tener un entorno limpio y adecuado para todos. Cabe recalcar que el municipio de Tepic es el centro administrativo donde residen los poderes estatales, lo que significa que es en donde se concentra la mayor población y cantidad de servicios públicos, considerando que su producto interno bruto alcanza varios millones de pesos, esto con base a los datos obtenidos por el INEGI, lo que representa el 50.88% del PIB a nivel estatal, convirtiéndolo en el lugar que mayor movimiento económico genera en comparación con otros municipios de Nayarit.



Ante todo lo mostrado anteriormente, este análisis nos permite decir que Tepic es un lugar con gran preponderancia en el estado, teniendo una ocupación económica variada que se concentra en los tres sectores existentes, siendo el comercio en donde se encuentra el 60.5% de la población económicamente activa, mientras que en el gobierno se encuentra el 10.7% en el gobierno, el 9.9% en la industria de la transformación, el 6.9% en el ramo de la construcción, el 4.4% en comunicaciones y transportes, el 4.2% se encuentra en otras actividades. Lo que forma parte de una indispensable movilización económica en toda la región se encuentra en el ingenio El Molino y a unos kilómetros se encuentra otro ingenio llamado Puga, ambos representan una importante fuente de ocupación para las familias campesinas del municipio porque en ellos se realiza la agricultura. Es así como podemos señalar que en Tepic se encuentran cerca del 40% de las empresas industriales del estado nayarita.

## Características de las vías de comunicación en el área de influencia

### Aéreo

Tepic cuenta con un aeropuerto internacional ubicado a 16 kilómetros de la ciudad, se ubica en la localidad de El Pantanal, del municipio conurbado de Xalisco, no cuenta con transporte público que llegue a sus instalaciones, por lo que su vía de acceso es solo en vehículo privado y servicio de taxi o Uber.

El aeropuerto lleva el nombre en honor al poeta nayarita Amado Nervo y es administrado por "A Fue declarado oficialmente como aeropuerto internacional el 15 de diciembre de 2009 , aunque actualmente solo cuenta con 2 líneas aéreas en operación, Aeromar, que da servicio de vuelo únicamente a la Ciudad de México en 3 diferentes horarios diariamente, y Volaris que da servicio a la ciudad de Tijuana con vuelos diarios y a Ciudad de México con tres frecuencias semanales. eropuertos y Servicios Auxiliares" que depende del gobierno federal.

### Terrestre

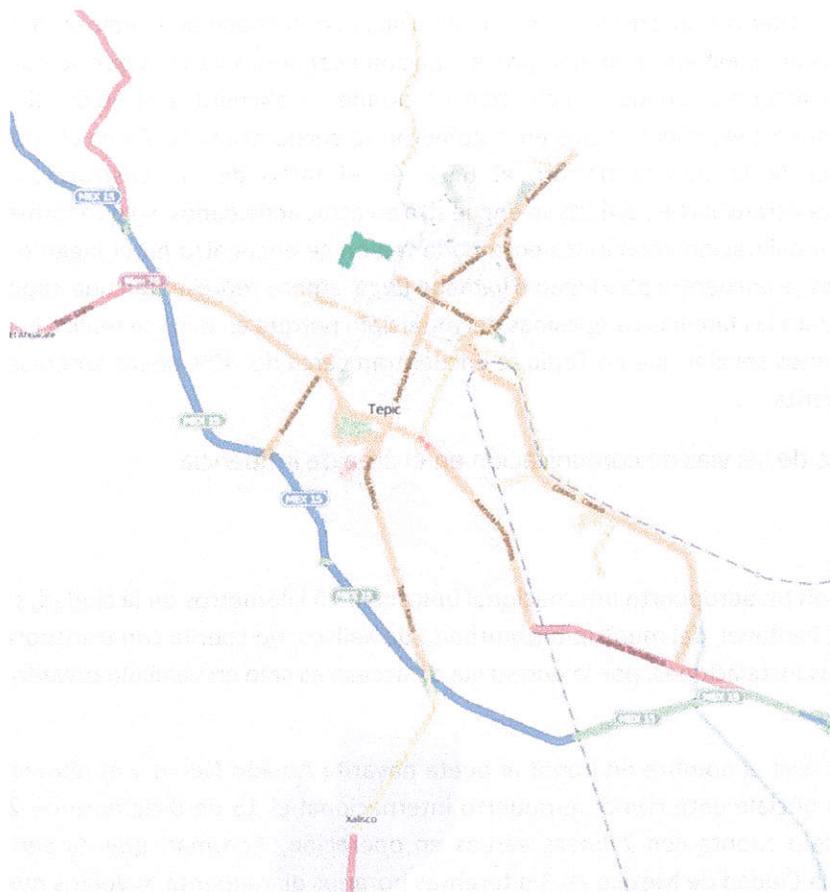
En materia carretera destacan la carretera internacional del Pacífico de norte a sur y varias carreteras vecinales con una longitud de 337 kilómetros, incluyendo la carretera de cuota con 39 kilómetros. Cuenta con una Central de Autobuses donde se realizan viajes hacia el interior del municipio, Estado y toda la República.

### Férreo

Cuenta con una estación en la cual hace escala el ferrocarril del Pacífico de Ferromex, que parte de Guadalajara hacia Nogales.

### Trazado urbano

La traza urbana de la ciudad es variada pues es diferente la traza de todas las colonias, calles, avenidas, bulevares y fraccionamientos. Lo que se observa en el centro histórico es una traza antigua con calles angostas que datan del siglo xix semejante a las de distintos centros históricos de todo el país. En esta se pueden encontrar 3 principales avenidas.



*Ilustración 9. Principales vialidades de la cabecera municipal de Tepic.*

## Problemática

El sistema actual de alcantarillado de la ciudad de Tepic funciona por gravedad, está constituido por una extensa red de atarjeas.

En cuanto a oferta de infraestructura de tratamiento de aguas residuales, el municipio cuenta con 7 plantas de tratamiento: PTAR Norte, PTAR La Cantera, PTAR Satelite, PTAR Trapichillo, PTAR Oriente, PTAR El Punto, PTAR Xalisco 1.

Independientemente que la capacidad de la infraestructura es insuficiente, el tratamiento que se le da actualmente al agua residual que llega a esas plantas, no cumple con los parámetros establecidos en la NOM- 001-SEMARNAT-2021. Por tanto, hoy día, la ciudad de Tepic descarga agua residual sin tratamiento adecuado a cuerpos de agua federales incumpliendo la normatividad vigente.

No.	Nombre	Estado
1	Colector Colosio	En construcción
2	Colector Zapopan	Activo (ineficiente)
3	Emisor el punto	Activo (ineficiente)
4	PTAR Oriente	Activo (ineficiente)
5	PTAR Xalisco (El verde)	Activo (ineficiente)
6	PTAR El Rastro	Activo (ineficiente)
7	PTAR El Punto	Activo (en rehabilitación)
8	PTAR La Cantera	Activo (en rehabilitación)
9	PTAR Norte	Activo (en rehabilitación)
10	PTAR Satelite	Inactivo (ineficiente)
11	PTAR Trapichillo	Inactivo (ineficiente)

Tabla 3. Infraestructura de saneamiento existente en la cabecera municipal de Tepic.

Ante la falta de esta infraestructura, es recurrente ver descargas de agua residual domiciliarias en los márgenes de las barrancas, convirtiéndose esto en un riesgo potencial para la salud pública a lo largo de la ciudad y en un problema de contaminación importantísimo en los cuerpos receptores finales de esa agua residual, convirtiéndose en problema de contaminación ambiental y de infección diseminados por toda la ciudad.

### Infraestructura Hidráulica

La infraestructura hidráulica de agua potable se ha adaptado temporalmente conforme a las necesidades que impone el crecimiento urbano de la ciudad, la siguiente figura expone la distribución espacial de tanques y fuentes de abastecimiento que hoy en día ostenta la zona en estudio.

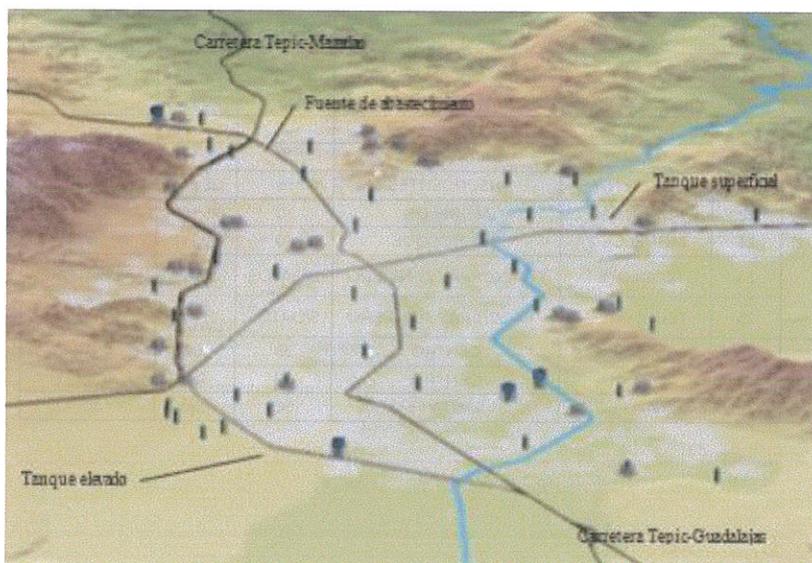


Ilustración 10. Distribución de fuentes de abastecimiento (pozos) y tanques de almacenamiento (Fuente: SIAPA)



En la Figura anterior se muestra la topo forma de la ciudad de Tepic, como se observa, el dominio de la mancha urbana se encuentra rodeada de zonas altas, lo cual, en cuestiones hidráulicas, aumenta de cierta manera, el grado de complejidad de las estructuras futuras, encargadas de alimentar la demanda de agua potable a mediano y largo plazo. El suministro de agua se obtiene directamente de las fuentes de abastecimiento de agua, esta se bombea a los tanques, y los tanques tienen algunas derivaciones directas hacia la red; cuenta también con un sistema de rebombeo el cual manda el agua hacia los tanques superficiales o elevados que se encuentran en operación.

A continuación, se muestra el listado de pozos profundos, registrados por el Sistema de Abastecimiento y Agua Potable (SIAPA).

No pozos	Nombre pozo	Colonia	Q (l/s)	Hp	Diámetro tren de descarga	
Sector 4	1	BRISAS 1	(FRACC.BRISAS)	60	200 H.P.	8"
	1	FOVISSSTE	FOVISSSTE	18	85 H.P.	6"
	2	INF. SOLIDARIDAD	INF. SOLIDARIDAD	30	100 H.P.	8"
	3	SAN JUAN 1	SAN JUAN	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	4	LINDAVISTA 1 Y 2	COLONIA SPAUAN	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	5	RODEO 1	EL RODEO 1	39	100 H.P.	6"
	6	RODEO 2	EL RODEO 2	3	150 H.P.	8"
7	LINDAVISTA 3	COLONIA LINDAVISTA	S/DATOS	SIN DATOS	8"	
Sector 5	8	POZO A	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	75	200 H.P.	10"
	9	POZO B	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	40	125 H.P.	10"
	10	POZO C	MARGEN DERECHO RIO MOLOLOA	75	250 H.P.	10"
	11	FCO. VILLA 1	FRANCISCO VILLA	10	85 H.P.	8"
	12	FCO. VILLA 2	FRANCISCO VILLA	30	100 H.P.	8"
	13	JUAN ESCUTIA	CENTRO	30	100 H.P.	8"
	14	MOLOLOA 2	RIVAS ALLENDE	40	100 H.P.	8"
	15	PRIETO CRISPÍN	PRIETO CRISPÍN	40	150 H.P.	8"
	16	REFORMA 1	COL. PARAÍSO	40	175 H.P.	8"
17	REFORMA 2	LOMA DE LA LAGUNA	40	125 H.P.	8"	
18	REVOLUCIÓN	AMADO NERVO	35	100 H.P.	8"	
Sector 6	19	CUAUHTÉMOC	CUAUHTÉMOC	40	150 H.P.	8"
	20	GUAYABO	MIRAVALLS	30	100 H.P.	8"
	21	INSURGENTES	INSURGENTES	35	125 H.P.	8"
	22	MORELOS 1	MORELOS	30	125 H.P.	8"
	23	MORELOS 2	DEL BOSQUE	30	100 H.P.	8"
	24	TECOLOTE 1	FRACC. FRAY JUNÍPERO	S/DATOS	SIN DATOS	S/DATOS
	25	TECOLOTE 2	FRACC. FRAY JUNÍPERO	S/DATOS	SIN DATOS	10"
Sector	26	ALAMEDA	CENTRO	35	100	8"
	27	LA LOMA	CENTRO	20	125	6"
	28	STA FE	SANTA FE	50	150	10"

No pozos	Nombre pozo	Colonia	Q (l/s)	Hp	Diámetro tren de descarga	
Sector 8	29	STA TERESITA	SANTA TERESITA	35	150	8"
	30	UNIDAD DEPORTIVA	OJO DE AGUA	40	175	8"
	31	INDECO	INDECO	S/DATOS	SIN DATOS	8"
	32	CRISTO REY	EMILIANO ZAPATA	39	150 H.P.	8"
	33	AVES	FARACC. LAS AVES	9	75 H.P.	8"
	34	CULTURA 1	MENCHACA	30	125 H.P.	8"
	35	LLANITOS	LLANITOS	30	100 H.P.	8" Y 6"
	36	S.O.S.P.	BURÓCRATA FEDERAL	18	101 H.P.	8"
Sector 9	37	CD DEL VALLE	CD. DEL VALLE	S/DATOS	SIN DATOS	S/DATOS
	38	CULTURA 2	CAJA DE AGUA	S/DATOS	SIN DATOS	
	39	POZO 1	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	200 H.P.	10"
	40	POZO 2	FRENTE A FRACC. CASTILLA	75	300 H.P.	10"
	41	POZO 3	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	200 H.P.	10"
	42	POZO 4	FRENTE A FRACC. CASTILLA	50	300 H.P.	10"
	43	POZO 5	FRENTE A FRACC. CASTILLA	85	300 H.P.	10"
	44	POZO 6	FRENTE A FRACC. CASTILLA	85	300 H.P.	10"
Sector 10	45	INF. FRESNOS	INFONAVIT LOS FRESNOS	30	100 H.P.	8"
	46	INF. LOS SAUCES	INFONAVIT LOS SAUCES	8	40 H.P.	4"
	47	26 DE SEP.1	CAMINERA	50	125 H.P.	8"
	48	26 DE SEP.2	LOS SAUCES	100	150 H.P.	8"
	49	ARMADILLO	A UN COSTADO DEL RANCHO EL ARMADILLO	100	150 H.P.	10"
Sector 10	50	JACARANDAS	DEPARTAMENTOS JACARANDAS	30	125 H.P.	8"
	51	2 DE AGOSTO	2 DE AGOSTO	70	150 H.P.	8"
	52	LUIS D. COLOSIO	FRACC. LAGOS DEL COUNTRY	30	100 H.P.	8"
	53	PARQUE ECOLÓGICO	BENITO JUÁREZ	24	125 H.P.	8"
	54	RUBÍ	COL. EL RUBÍ	20	75 H.P.	8"

Ilustración 11. Fuentes de Abastecimiento. (Fuente: SIAPA)

La figura siguiente es el mapa de la distribución geoespacial del sistema de pozos profundos ubicados en los sectores administrados por el organismo operador, SIAPA Tepic.

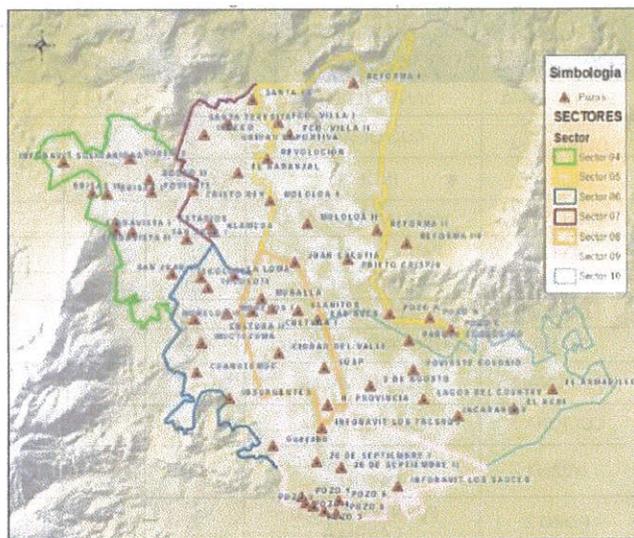


Ilustración 12. Sistema de pozos. (Fuente: SIAPA)

La ciudad está dividida en 7 sectores operativos, los cuales, cuentan con fuentes de abastecimiento, depósitos o tanque y una determinada red definida por las fronteras de cada sector. Cada uno de los sectores cuenta con encargados de sector nombrados como “jefes de sector”, además cada jefe de sector tiene a su cargo personal de apoyo para llevar a cabo las maniobras de mantenimiento, atención de la infraestructura y en general toda la operación de campo necesaria para el abasto de agua potable.

Actualmente el organismo operador del sistema de agua potable y alcantarillado de Tepic, cuenta con una estructura operativa de la red de distribución que incluye: tanques, pozos, válvulas y tubería; basada en sectores operativos.

La red de agua potable principalmente está constituida con tubería de material PVC, acero, FoFo, FoGo y AC. En la siguiente figura se muestra la distribución de la tubería en cuanto al tipo de material.

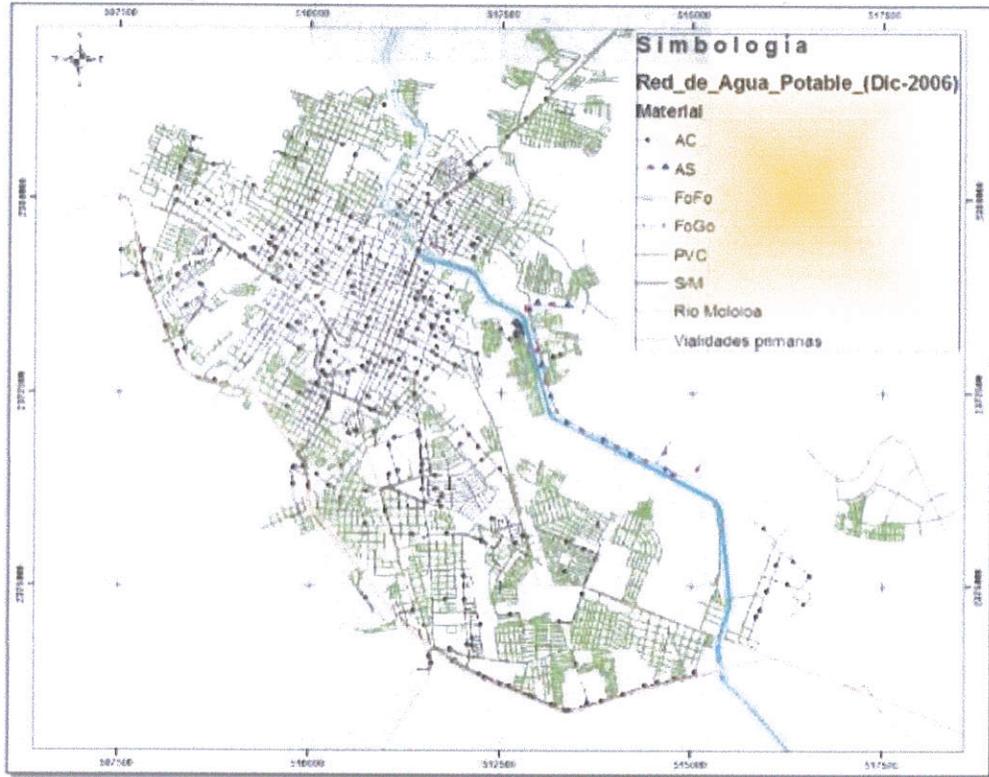


Ilustración 13. Tipo de materiales existente en la red de agua potable. (Fuente: SIAPA)

La red de agua potable sustenta una longitud de 703,35 km. En la siguiente tabla se muestra la longitud de tubería por cada uno de los diámetros y material de la red.



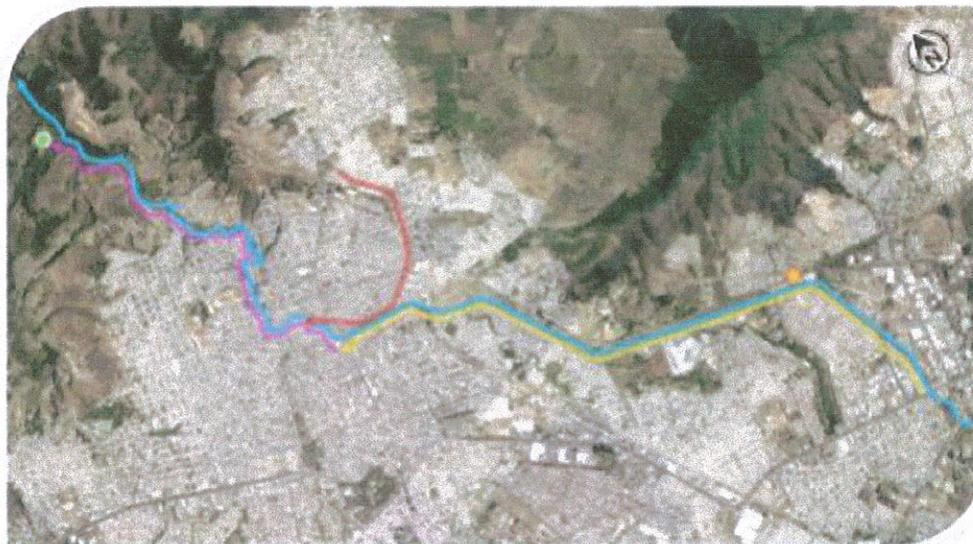
Diámetro (pulg.)	Material	Long. (m)
1	FoGo	31
2	AC	831
2	FoGo	136
2	PVC	11 452
2.5	PVC	33 690
2.5	FoGo	192
2.5	AC	8 113
3	AC	28 075
3	FoGo	18
3	PVC	254 638
4	AC	100 997
4	FoGo	76
4	PVC	60 697
6	AC	41 466
6	FoFo	83
6	FoGo	651
6	PVC	20 482
8	AC	39 266
8	FoGo	60
8	PVC	9 207
10	AC	31 441
10	Acero	826
10	FoGo	46
10	PVC	9 204
12	AC	16 946
12	PVC	3 418
14	AC	11 632
14	PVC	948
16	AC	5 789
16	PVC	4 970
18	AC	1 438
18	Acero	1 409
24	AC	745
24	Acero	2 702
s/d	s/m	1 681
<b>Total</b>		<b>703 356</b>

Ilustración 14. Longitud de la tubería de agua potable. (Fuente: SIAPA)

Como se observa en la tabla anterior, la tubería de PVC de 3" es la que mayor longitud tendida en la ciudad de Tepic. Drenaje La red primaria de drenaje opera por gravedad con tuberías principalmente de concreto simple que en diferentes tramos cuenta con diámetros de 30", 42" y 48", que suman un poco más de 13 mil ML de líneas primarias de conducción de aguas residuales.

Sector	Longitud m	Diámetros (Pulg.)	Material	Conducción
Colector Colosio	7,200	42"	Concreto simple	0.192m <sup>3</sup> /s
Colector Zapopan	2,200	30"	Concreto simple	0.078 m <sup>3</sup> /s
Emisor Sanitario El Punto	3,826	48"	Concreto simple	0.671 m <sup>3</sup> /s

Ilustración 15. Características de los Colectores Colosio, Zapopan y Emisor.



- PTAR EL PUNTO
- RIO MOLOLOA
- EMISOR EL PUNTO
- PTAR ORIENTE
- COLECTOR COLOSHO
- COLECTOR ZAPOPAN

Ilustración 16. Localización de los colectores.

Adicionalmente a esta infraestructura, el sistema se apoya en un sistema de subcolectores y 11 cárcamos de bombeo que brindar auxilio a las descargas en aquellos lugares en donde se registran contrapendientes considerables y en la época de lluvias en la que el sistema se ve saturado por las infiltraciones sufridas por las precipitaciones pluviales. El colector principal que dirige el caudal residual hacia la planta de tratamiento es el denominado El Punto. Dicho colector se identifica como Antiguo Camino a Jauja y tiene la función de conducir la totalidad de las descargas de los demás colectores que conforman la red primaria de alcantarillado sanitario, por lo que su capacidad de operación siempre está al máximo o se sobrepasa en las horas pico de servicio. Con respecto a la población servida, se especifica que el volumen de aportación de aguas negras es del 80%. Así como este colector de importante relevancia, la ciudad de Tepic se encuentra integrada por una serie de colectores que captan, conducen aguas residuales producidas por la población, los cuales fueron identificados como la Red Primaria de Alcantarillado Sanitario de acuerdo con su importancia en la zona donde se ubican y por sus características



físicas como longitud, diámetro, pendiente y material de la tubería. De tal forma que estos colectores son los siguientes:

- Colector Antiguo Camino a Jauja
- Colector Miramar
- Colector V. Guerrero
- Colector Las Brisas
- Colector Juan Antonio de la Fuente
- Colector Zapopan
- Colector Camino Viejo a los Metates
- Colector Colosio
- Colector 12 de Octubre
- Colector Ixtlán
- Colector Veracruz
- Colector Libertad
- Colector Club Rotario
- Colector Tierra y Libertad
- Colector Acayapan
- Colector Morelia
- Colector Guadalupe Victoria
- Colector México
- Colector 20 de noviembre
- Colector Ixtapalapa

A continuación, se presentan las características principales de cada colector:

**Colector Antiguo Camino a Jauja.**- Este colector es el que recibe la descarga de todos los colectores y su principal función es conducir el agua residual aportada por la población hacia la planta de tratamiento "El Punto". Cuenta con una longitud total de 2,340,50 metros y su diámetro es de 1.22 m. Presenta una baja capacidad conductiva en algunos tramos de su recorrido encontrándose que gran parte de este colector no cuenta con fácil acceso lo cual dificulta su inspección.

**Colector Miramar.**- Este colector recibe la descarga de dos colectores principales, de los cuales, uno de ellos se caracteriza por tener mayor longitud de conducción (5903.50 m) que el resto de los colectores analizados. La longitud y diámetro de los tramos analizados se presentan a continuación:



- 2316.39 m son de diámetro de 30 cm.
- 276.68 m son de diámetro de 38 cm.
- 1760.05 m son de diámetro de 45 cm.
- 1350.52 m son de diámetro de 61 cm.
- 199.86 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector V. Guerrero.** - Este colector no recibe descarga de algún otro tramo, más que de la aportación propia de su tramo, el cual tiene una longitud de 3123.03 metros de los cuales:

- 1404.17 m son de diámetro de 38 cm.
- 1360.83 m son de diámetro de 45 cm.
- 358.03 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Las Brisas.** - Al igual que el anterior colector, este colector no recibe descargas de otros colectores, más que su aportación propia, tiene una longitud de 2095.04 m, de los cuales:

- 300.07 m son de diámetro de 30 cm.
- 722.00 m son de diámetro de 38 cm.
- 330.44 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Juan Antonio de la Fuente.** - Este colector recibe la descarga de cinco colectores cercanos y tiene una longitud de 826.72 m, de los cuales:

- 826.72 m son de diámetro de 122 cm.

**Colector Zapopan.** - Este colector no recibe descarga de otros colectores, nomás la que se lleva en su tramo de aportación y cuenta con una longitud de 2078.70 m, de los cuales:

- 270.20 m son de diámetro de 30 cm.
- 639.34 m son de diámetro de 45 cm.
- 4169.16 m son de diámetro de 76 cm

**Colector Camino Viejo a los Metates.**- Este colector recibe descarga de un colector cercano que intercepta y tiene una longitud de 3269.85 m, de los cuales:

- 2285.51 m son de diámetro de 61 cm.
- 847.52 m son de diámetro de 76 cm.
- 136.82 m son de diámetro de 91 cm.

**Colector Colosio.** - Dicho colector recibe descarga de dos colectores y tiene una longitud de 3161.50 m, de los cuales:

- 3161.50 m son de diámetro de 107 cm.

**Colector 12 de Octubre.**- Este colector no recibe descarga de ningún colector y tiene una longitud de 2437.34 m, de los cuales:

- 1412.65 m son de diámetro de 30 cm.
- 175.78 m son de diámetro de 38 cm.
- 395.28 m son de diámetro de 45 cm.
- 270.11 m son de diámetro de 61 cm.
- 183.52 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector Ixtlán.**- Este colector no recibe descarga de ningún colector cercano y tiene una longitud de 5635.85 m, de los cuales:

- 782.34 m son de diámetro de 30 cm.
- 1818.37 m son de diámetro de 38 cm.
- 767.40 m son de diámetro de 45 cm.
- 250.18 m son de diámetro de 61 cm.
- 1901.08 m son de diámetro de 76 cm.

**Colector Veracruz.**- Este colector recibe la descarga de un colector cercano, su longitud es de 741.31 m, de los cuales:

- 741.31 m son de diámetro de 45 cm.

**Colector Libertad.**- No recibe descarga algún otro colector y cuenta con una longitud de 862.09 m, de los cuales:

- 862.09 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Club Rotario.** - No recibe otra descarga más que la de su propia longitud y tiene una longitud de 3043.10 m, de los cuales:

- 285.57 m son de diámetro de 61 cm.
- 1942.05 m son de diámetro de 91 cm.
- 815.48 m son de diámetro de 107 cm.

**Colector Tierra y Libertad.** - No recibe descarga de ningún otro colector y tiene una longitud de 2408.07 m, de los cuales:

- 124.66 m son de diámetro de 30 cm.
- 362.05 m son de diámetro de 38 cm.
- 395.42 m son de diámetro de 45 cm.



- 1525.94 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Acayapan.-** No recibe descarga extra y tiene una longitud de 1526.99 m.

- 1392.21 m son de diámetro de 30 cm.
- 134.78 m son de diámetro de 38 cm.

**Colector Morelia.-** No recibe ninguna descarga y tiene una longitud de 1760.31 m, de los cuales:

- 124.99 m son de diámetro de 30 cm.
- 925.94 m son de diámetro de 38 cm.
- 709.38 m son de diámetro de 45 cm.

**Colector Guadalupe Victoria.-** Este colector recibe dos descargas y tiene una longitud de 1625.26 m, de los cuales:

- 698.65 m son de diámetro de 107 cm.
- 935.61 m son de diámetro de 122 cm.

**Colector México.-** No recibe otra descarga y tiene una longitud de 884.92 m, de los cuales:

- 207.21 m son de diámetro de 30 cm.
- 677.71 m son de diámetro de 38 cm.

**Colector 20 de Noviembre.-** Este colector no recibe descarga de ningún otro colector y tiene una longitud de 1229.00 m, de los cuales:

- 1229.00 m son de diámetro de 61 cm.

**Colector Ixtapalapa.-** No recibe descarga, más que la propia y tiene una longitud de 707.31 m, de los cuales:

- 707.31 m son de diámetro de 61 cm.

En términos generales, el Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Tepic, se comprende de 20 colectores principales que conforman la red primaria y cuyo diámetro menor se ha considerado de 30 cm en su parte inicial y de hasta 1.07 metros de diámetro en la parte final del tramo. El material de la tubería, en su mayoría es de concreto simple y el resto en P.V.C y las longitudes varían de acuerdo con sitio donde se ubican y al punto final de descarga. Para mayor ejemplo de estos datos, se presenta a continuación el mapa temático que ilustra la red de colectores primarios, y la clasificación que se le dio para fines de ubicación dentro del sistema de alcantarillado sanitario, así como facilitar el cálculo hidráulico de dichos colectores.

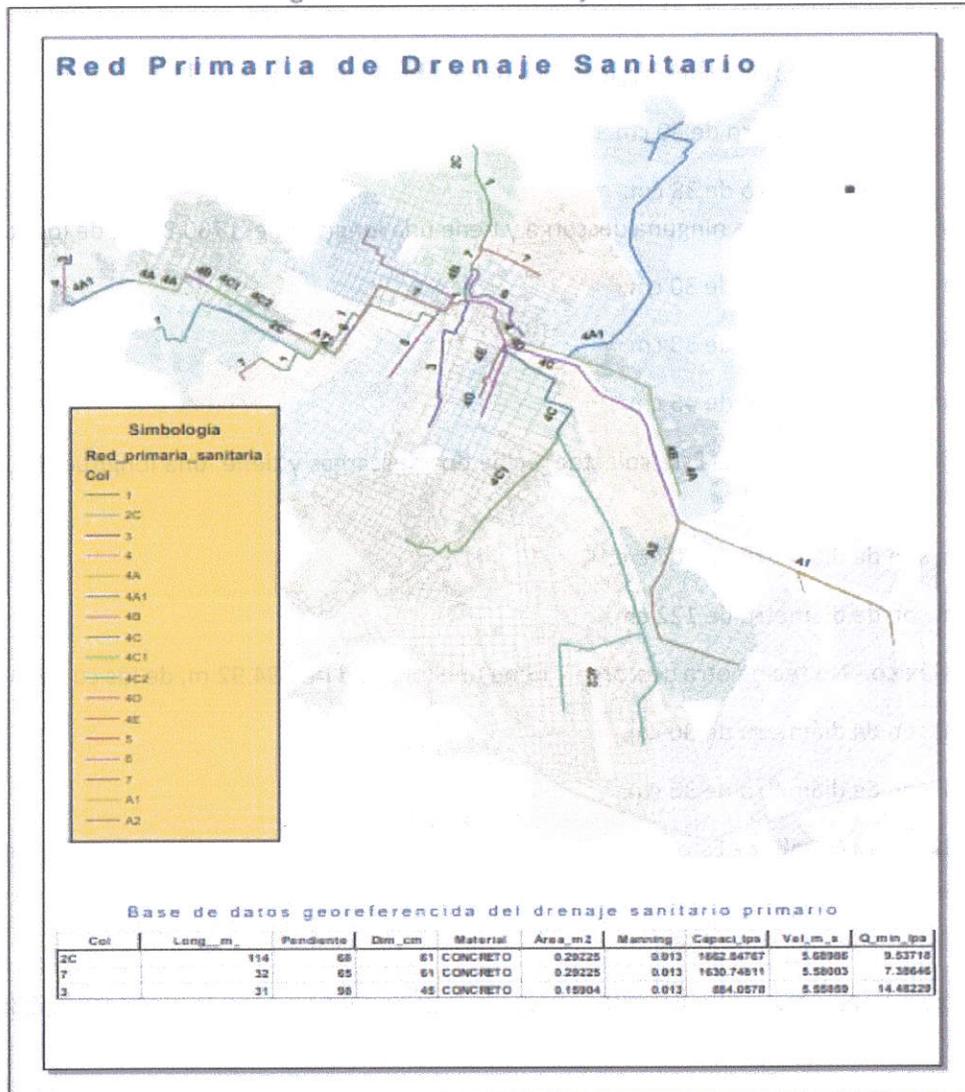


Ilustración 17. Red de drenaje sanitario. (Fuente: SIAPA)

## Saneamiento

La ciudad de Tepic cuenta con cinco plantas de tratamiento pero sólo tres tienen influencia en la zona de estudio, las cuales se mencionan incluyendo los puntos importantes de la infraestructura de cada una de estas plantas de tratamiento, que se describen a continuación:

### Planta de Tratamiento “El Punto”.

Prácticamente se conforma de un proceso convencional primario con dos líneas de tratamiento definidas que inician con un pretratamiento a base de canal de rejillas y caja rompedora de presión, canal desarenador, caja repartidora de gasto hacia dos sedimentadores circulares, caseta de cloración, tanques digestores y espesador de lodos en ambos módulos, para finalmente conducir el agua tratada a un tanque de contacto de cloro que tiene como finalidad de desinfectar el agua que

ha sido clarificada en los procesos anteriores, antes de que este caudal tratado sea vertido hacia un cuerpo receptor. Según información proporcionada por el personal operativo y de laboratorio de la planta, la PTAR “El Punto”, cuenta con una capacidad instalada de 540 l/s con una antigüedad de más de diez años de operación.

#### **Planta de Tratamiento “La Cantera”:**

Por su parte, la PTAR “La Cantera” se ubica al poniente de la ciudad de Tepic en las inmediaciones del fraccionamiento denominado “Villas la Cantera” de ahí que se renombra a esta planta de tratamiento. Consta de 3 trenes y tiene una capacidad de gasto promedio de 90 l/s.

#### **Oferta en la situación actual**

Actualmente en el municipio de Tepic, las PTAR son deficientes; muestra de ellos es el nivel de contaminación en el Río Mololoa. A continuación, se muestran las PTAR con más capacidad de tratamiento, así como su estado actual.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	0%
El Punto	750	Regular	8%
Cantera	125	Bueno	100%
Xalisco	75	Malo	inapreciable
Trapichillo	30	Malo	inapreciable
Norte	70	Malo	inapreciable

*Ilustración 18. PTAR en el municipio de Tepic. (Fuente:Propia)*

Con los proyectos propuestos, la capacidad de tratamiento sería de 970 l/s, de las aproximadamente 188 l/s que se tratan ahora.

#### **Demanda en la situación actual**

La estimación de la demanda de infraestructura de tratamiento se basa en la generación de aguas residuales de la población, es por eso que es necesario considerar la demanda de agua potable.

#### **Demanda de agua potable**

La determinación del consumo de proyecto es el parámetro referente para la determinación de la demanda del proyecto. El estudio elaborado por CONAGUA “Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México”, considera un consumo doméstico deseado por tipo de clima de 22 m<sup>3</sup> /toma/mes.



Clima	Nivel Socioeconómico			Subtotal por Clima (**)
	Bajo	Medio	Alto	
	m <sup>3</sup> /mes			
Cálido Húmedo	24	25	28	<b>25</b>
Cálido Subhúmedo	20	23	26	<b>22</b>
Seco o Muy Seco	22	22	22	<b>22</b>
Templado o Frío	15	16	14	<b>16</b>

Tabla 4. Promedio de consumo de agua potable estimado según nivel socioeconómico y clima. (Fuente: CONAGUA)

Por lo anterior, se proyecta la demanda por consumo de agua potable para la zona de influencia con los siguientes:

Consumo	Consumo Propuesto
Doméstico	22 m <sup>3</sup> /toma/mes
Comercial	28.8 m <sup>3</sup> /toma/mes

Tabla 5. Consumos propuestos por tipo de usuario (m<sup>3</sup>/toma/mes). (Fuente: SIAPA)

Cabe mencionar que la metodología para estimar la demanda es consistente con la publicación de la Conagua "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población)" del 2015.

#### Proyección de la demanda

Ahora bien, de acuerdo con el SIAPA el número de tomas en Tepic son 126,816 en año 2020, siendo el 88% de estas tomas domésticas. Para la proyección de las tomas domésticas se consideró la tasa de crecimiento de CONAPO a nivel municipal. Para el caso de las tomas comerciales se tomó como referencia la proporción de tomas comerciales por tomas domésticas, siendo de 13.3% en el año 2020 y se mantuvo constante para todo el horizonte de evaluación. En la tabla siguiente se muestra la proyección de las tomas domésticas y comerciales.

Año	Tomas Domésticas	Tasa de crecimiento	Tomas Comerciales	Tasa de crecimiento	Total de tomas
2021	113,368	1.31%	15,108	1.31%	128,476
2022	114,794	1.26%	15,298	1.26%	130,092
2023	116,185	1.21%	15,484	1.21%	131,669
2024	117,548	1.17%	15,665	1.17%	133,214
2025	118,887	1.14%	15,844	1.14%	134,730
2026	120,200	1.11%	16,019	1.11%	136,219
2027	121,490	1.07%	16,191	1.07%	137,681
2028	122,773	1.06%	16,362	1.06%	139,134
2029	124,039	1.03%	16,530	1.03%	140,570
2030	125,295	1.01%	16,698	1.01%	141,992
2031	126,374	0.86%	16,841	0.86%	143,215
2032	127,502	0.89%	16,992	0.89%	144,494
2033	128,599	0.86%	17,138	0.86%	145,737
2034	129,664	0.83%	17,280	0.83%	146,944
2035	130,697	0.80%	17,418	0.80%	148,114
2036	131,698	0.77%	17,551	0.77%	149,249
2037	132,667	0.74%	17,680	0.74%	150,347
2038	133,604	0.71%	17,805	0.71%	151,409
2039	134,509	0.68%	17,926	0.68%	152,435
2040	135,383	0.65%	18,042	0.65%	153,425
2041	136,224	0.62%	18,154	0.62%	154,379
2042	137,034	0.59%	18,262	0.59%	155,296
2043	137,812	0.57%	18,366	0.57%	156,178
2044	138,558	0.54%	18,465	0.54%	157,023
2045	139,272	0.52%	18,560	0.52%	157,832
2046	139,954	0.49%	18,651	0.49%	158,605
2047	140,604	0.46%	18,738	0.46%	159,342

Tabla 6. Tomas por tipo de usuario. (Fuente: SIAPA)

Considerando los consumos deseables para la toma doméstica de 22 m<sup>3</sup> /toma/año y de 28.8 m<sup>3</sup> /toma/año para tomas comerciales, la demanda en tomas (Tomas\* Consumo deseable) quedaría como se muestra en la tabla siguiente:

Año	Demanda Doméstica	Demanda Comercial	Demanda Doméstica	Demanda Comercial	Demanda Total	Demanda Total
	m <sup>3</sup> /toma/mes	m <sup>3</sup> /toma/mes	m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /año	l/s
2021	22.0	28.8	29,929,189	5,221,209	35,150,398	1,115
2022	22.0	28.8	30,305,584	5,286,872	35,592,455	1,129
2023	22.0	28.8	30,672,968	5,350,963	36,023,931	1,142
2024	22.0	28.8	31,032,799	5,413,736	36,446,535	1,156
2025	22.0	28.8	31,386,071	5,475,365	36,861,436	1,169
2026	22.0	28.8	31,732,916	5,535,873	37,268,789	1,182
2027	22.0	28.8	32,073,334	5,595,259	37,668,594	1,194
2028	22.0	28.8	32,412,030	5,654,346	38,066,376	1,207
2029	22.0	28.8	32,746,353	5,712,669	38,459,022	1,220
2030	22.0	28.8	33,077,761	5,770,484	38,848,244	1,232
2031	22.0	28.8	33,362,709	5,820,194	39,182,902	1,242
2032	22.0	28.8	33,660,634	5,872,167	39,532,801	1,254
2033	22.0	28.8	33,950,142	5,922,673	39,872,815	1,264
2034	22.0	28.8	34,231,234	5,971,710	40,202,944	1,275
2035	22.0	28.8	34,503,910	6,019,278	40,523,188	1,285
2036	22.0	28.8	34,768,169	6,065,379	40,833,548	1,295
2037	22.0	28.8	35,024,011	6,110,011	41,134,023	1,304
2038	22.0	28.8	35,271,437	6,153,175	41,424,613	1,314
2039	22.0	28.8	35,510,447	6,194,871	41,705,318	1,322
2040	22.0	28.8	35,741,040	6,235,098	41,976,138	1,331
2041	22.0	28.8	35,963,216	6,273,857	42,237,074	1,339
2042	22.0	28.8	36,176,976	6,311,148	42,488,125	1,347
2043	22.0	28.8	36,382,320	6,346,971	42,729,291	1,355
2044	22.0	28.8	36,579,247	6,381,325	42,960,572	1,362
2045	22.0	28.8	36,767,757	6,414,211	43,181,968	1,369
2046	22.0	28.8	36,947,851	6,445,629	43,393,480	1,376
2047	22.0	28.8	37,119,528	6,475,578	43,595,107	1,382

Tabla 7. Demanda en tomas. (Fuente: SIAPA)

La demanda en tomas (consumo de agua potable) de la zona de influencia se estimó en 1,115 l/s para el año 2021, y llega a 1,382 l/s para el año 2047.

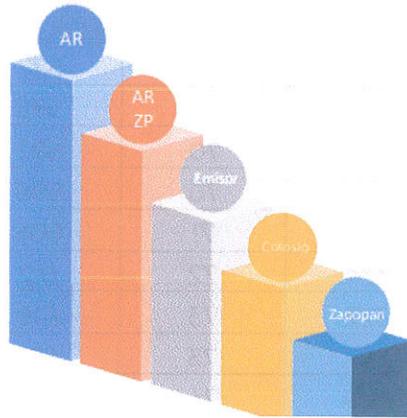
#### Demanda de conducción de aguas residuales.

Para el cálculo del agua residual generada se toma como base que la aportación al drenaje es del 80% del agua potable (Libro 4 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la CONAGUA, el cual establece un rango de entre 0.7 y 0.9). Con lo anterior, se obtiene una aportación unitaria de agua residual a partir del agua potable. Así se puede obtener el gasto medio de aguas residuales que conducirán los ductos cada año. Cálculo de los Requerimientos de Infraestructura en la Situación Actual.

##### a) Cálculo del caudal medio de aguas residuales:

El caudal medio anual de aguas residuales se obtiene mediante la población actual y otros usuarios, los consumos unitarios para determinar el consumo total y con el factor de 0.8 se obtiene la aportación de aguas residuales. Para el año 2021, en donde la demanda de agua potable es de 1,115 l/s, lo cual al afectar por un factor de 0.8 se obtiene una generación de aguas residuales de 892 l/s (más usuarios industriales), de acuerdo con la información del SIAPA Tepic. Cabe señalar que de acuerdo a las estimaciones del SIAPA Tepic acorde a las áreas de aportación, el 75% del agua residual escurre hasta la cuenca de la infraestructura del proyecto, por lo que el caudal de agua residual es de aproximadamente 679 l/s. Posteriormente se hizo un análisis del área de aportación de los tres colectores, obteniendo que, del agua residual de la zona del proyecto, el 45% sería de la zona del colector Colosio, 10% del colector Zapopan y el

85% del emisor el punto. Es importante destacar que la suma no es el 100%, ya que los colectores Colosio y Zapopan tienen sus áreas de aportación y en forma conjunta junto con otras descargas llegan al emisor el Punto.



**Aguas Residuales**

Se obtienen con la relación del 80% del agua potable

**Agua residual en la zona de proyecto**

El Organismo Operador SIAPA Tepic estimó un 75% del agua residual total

**Emisor el Punto**

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 85% del caudal

**Colector Colosio**

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 45% del caudal

**Colector Zapopan**

Del agua residual de la zona del Proyecto, el SIAPA Tepic estimó que se recibe el 10% del caudal

Tabla 8. Distribución del agua residual en el proyecto. (Fuente: SIAPA)

Con lo anterior se obtiene la demanda.

Año	Demanda Total	Aportación de aguas residuales	Agua residual generada doméstica y comercial	Agua residual generada industrial	Total de agua residual Tepic
	l/s		l/s	l/s	l/s
2021	1,115	80%	892	14	906
2022	1,129	80%	903	14	917
2023	1,142	80%	914	14	928
2024	1,156	80%	925	14	939
2025	1,169	80%	935	14	949
2026	1,182	80%	945	14	960
2027	1,194	80%	956	14	970
2028	1,207	80%	966	14	980
2029	1,220	80%	976	14	990
2030	1,232	80%	985	14	1,000
2031	1,242	80%	994	14	1,008
2032	1,254	80%	1,003	14	1,017
2033	1,264	80%	1,011	14	1,026
2034	1,275	80%	1,020	14	1,034
2035	1,285	80%	1,028	14	1,042
2036	1,295	80%	1,036	14	1,050
2037	1,304	80%	1,043	14	1,058
2038	1,314	80%	1,051	14	1,065
2039	1,322	80%	1,058	14	1,072
2040	1,331	80%	1,065	14	1,079
2041	1,339	80%	1,071	14	1,086
2042	1,347	80%	1,078	14	1,092
2043	1,355	80%	1,084	14	1,098
2044	1,362	80%	1,090	14	1,104
2045	1,369	80%	1,095	14	1,110
2046	1,376	80%	1,101	14	1,115
2047	1,382	80%	1,106	14	1,120

Tabla 9. Generación de agua residual en la Situación Actual. (Fuente: SIAPA)



Año	Aportación de aguas residuales zona de proyecto	Total de agua residual zona proyecto	Aportación Colector Colosio 45%	Aportación Colector Zapopan 10%	Aportación Emisor Punta 85%
	%	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	75%	679	306	68	577
2022	75%	688	310	69	585
2023	75%	696	313	70	592
2024	75%	704	317	70	598
2025	75%	712	320	71	605
2026	75%	720	324	72	612
2027	75%	727	327	73	618
2028	75%	735	331	73	625
2029	75%	742	334	74	631
2030	75%	750	337	75	637
2031	75%	756	340	76	643
2032	75%	763	343	76	648
2033	75%	769	346	77	654
2034	75%	776	349	78	659
2035	75%	782	352	78	664
2036	75%	788	354	79	669
2037	75%	793	357	79	674
2038	75%	799	359	80	679
2039	75%	804	362	80	683
2040	75%	809	364	81	688
2041	75%	814	366	81	692
2042	75%	819	369	82	696
2043	75%	824	371	82	700
2044	75%	828	373	83	704
2045	75%	832	374	83	707
2046	75%	836	376	84	711
2047	75%	840	378	84	714

Tabla 10. Demanda en la Situación Actual. (Fuente: SIAPA)

#### Interacción Oferta-Demanda en la situación Actual

En la siguiente tabla se muestra el balance del sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Tepic en la situación actual. De donde podemos concluir que las PTAR tiene la capacidad de tratamiento suficiente, sin embargo, las condiciones no permiten el funcionamiento eficiente de estas.



PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	Demanda
Oriente	200	Malo	200
El Punto	750	Regular	750
Cantera	125	Bueno	125
Xalisco	75	Malo	75
Trapichillo	30	Malo	30
Norte	70	Malo	70

*Tabla 11. Balance en la Situación Actual. (Fuente: propia)*

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	0%
El Punto	750	Regular	8%
Cantera	125	Bueno	100%
Xalisco	75	Malo	inapreciable
Trapichillo	30	Malo	inapreciable
Norte	70	Malo	inapreciable

*Tabla 12. Condiciones actuales de las PTAR. (Fuente:propia)*



### Principales supuestos

Para el análisis de la oferta y la demanda se establecen supuestos con base en la información disponible, estos supuestos consisten en lo siguiente: Para la proyección de las tomas domésticas, se tomó en cuenta el número de tomas registrado en el SIAPA en el año 2020 y se proyectó con la tasa de crecimiento de la población publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) proyecciones de población 2015-2030, del municipio de Tepic.

Para la proyección de las tomas no domésticas, se tomó de igual forma el padrón de usuarios del SIAPA y para la proyección se tomó como referencia la proporción de tomas comerciales por tomas domésticas, siendo de 13.3% en el año 2020 y se mantuvo constante para todo el horizonte de evaluación.

Para las tomas comerciales se consideró su consumo actual como su consumo deseable, bajo el supuesto de que satisfacen su demanda con su consumo actual, lo cual lo vuelve un escenario conservador.

Se estimaron las pérdidas físicas del sistema de agua potable con base en la información proporcionada por el SIAPA, con los volúmenes facturados y su producción lo que dio como resultado el porcentaje de pérdidas físicas.

Las pérdidas físicas se mantuvieron constantes para el análisis.

De acuerdo con la información del SIAPA el uso consuntivo es del 20% con lo cual el 80% del agua potable usada llega al sistema de drenaje como aguas grises.

De acuerdo con el SIAPA, el 75% del total de la población de la ciudad de Tepic descarga sus aguas grises en la zona de influencia del proyecto.

De acuerdo con el SIAPA, el 85% del agua residual del área de influencia llega al emisor el Punto, 45% al colector Colosio y el 10% al colector Zapopan.

Todas las aguas residuales de la ciudad convergen en las respectivas plantas de tratamiento que se encuentran en la ciudad de Tepic. En la siguiente tabla se mencionan.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado
Oriente	200	Malo
El Punto	750	Regular
Cantera	125	Bueno
Xalisco	75	Malo
Trapichillo	30	Malo
Norte	70	Malo

Tabla 13. PTAR en la ciudad de Tepic.(Fuente: propia)



### III. Situación sin proyecto

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

En este estudio no se identificaron optimizaciones en la oferta debido a la naturaleza del proyecto que pretende sustituir los colectores ya que el estado de la infraestructura se encuentra muy deteriorado por lo que realizar optimizaciones no es una opción viable y en todo caso rebasaría el 10% del monto de la Inversión. Por lo tanto, la oferta optimizada o sin proyecto será igual a la oferta en situación actual.

#### Análisis de la oferta

Como se observa en la siguiente tabla, la oferta sin proyecto es igual a la oferta en la situación actual, debido a que no existen cambios ni modificación en los colectores.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado
Oriente	200	Malo
El Punto	750	Regular
Cantera	125	Bueno
Xalisco	75	Malo
Trapichillo	30	Malo
Norte	70	Malo

Tabla 14. PTAR en la ciudad de Tepic. (Fuente: propia)

Actualmente se tiene una oferta máxima para recibir aportaciones de hasta 1250 l/s en la ciudad en cuestión; de lo cual solo en 10% es aprovechada, dado que la única PTAR que funciona correctamente es la PTAR “La Cantera” con una capacidad de 125 l/s.

#### Análisis de la Demanda

La demanda se refiere a la información que nos permita determinar el caudal de aguas residuales que es tratada. Para este caso la demanda del tratamiento de aguas residuales, al no haber medidas de optimización la situación actual y la situación sin proyecto son iguales.



PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	15%
El Punto	750	Regular	
Cantera	125	Bueno	
Xalisco	75	Malo	
Trapichillo	30	Malo	
Norte	70	Malo	

Tabla 15. Proyección de la demanda en la Situación sin Proyecto. (Fuente: propia)

### Interacción Oferta-Demanda en la Situación sin Proyecto

En la siguiente tabla se muestra el balance del sistema de tratamiento para la ciudad de Tepic sin proyecto. De donde podemos concluir que persiste una demanda no satisfecha.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	l/s tratados	% de agua tratada
Oriente	200	0	15%
El Punto	750	62.5	
Cantera	125	125	
Xalisco	75	inapreciable	
Trapichillo	30	inapreciable	
Norte	70	inapreciable	

Tabla 16. Interacción oferta-demanda en la Situación sin proyecto. (Fuente: propia)

### Análisis de alternativas

Cualquiera que sea la alternativa, el objetivo fundamental es el saneamiento del Río Mololoa, dado que este se encuentra a niveles de contaminación bastantes altos.

#### ➤ PTAR Xalisco

**Alternativa 1.** - Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Xalisco, municipio de Xalisco, Nayarit. (Sistema de lodos activados convencional)

**Alternativa 2.** Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Xalisco, municipio de Xalisco, Nayarit. (Sistema de biodiscos)

#### ➤ PTAR El Punto

**Alternativa 1.-** Rehabilitación de planta de tratamiento de aguas residuales el punto, en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit.

**Alternativa 2.-** Reconversión de planta de tratamiento de aguas residuales el punto, en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit. (reconversión de sistema de lodos activados a sistema de biodiscos)



➤ **PTAR Cd. Industrial**

**Alternativa 1.- Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales ciudad industrial en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit. (sistema de lodos activados)**

**Alternativa 2.- Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales ciudad industrial en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit. (sistema de biodiscos)**

El análisis se ha planteado a un nivel de costo-eficiencia, determinando las ventajas, desventajas y CAE de cada tramo. En primera instancia se realiza la explicación de las metodologías en general y posteriormente se analiza cada tramo.

La evaluación de las alternativas propuestas se basa en el supuesto de que ambas tienen la misma vida útil de 20 años

**Comparativo General de Alternativas**

**Alternativa 1.- Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Xalisco, municipio de Xalisco, Nayarit. (Sistema de lodos activados convencional)**

**Alternativa 1.- Rehabilitación de planta de tratamiento de aguas residuales el punto, en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit.**

**Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales ciudad industrial en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit. (sistema de lodos activados)**

El proceso de lodos activados es un proceso biológico conocido también como bioproceso, el cual permite desarrollar una depuración de origen natural donde los microorganismos presentes en el mismo, permiten depurar el agua contaminada a su estado natural por medio de procesos anaerobios mediante la aireación prolongada y la recirculación de fangos activos que eliminan las sustancias biodegradables disueltas en las aguas residuales.

La depuración mediante fangos o barros activados, es un proceso de tipo biológico empleado para el tratamiento convencional de aguas residuales ya sean de tipo doméstico o urbano, y el cual consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo en un depósito agitado, aireado y alimentado con el recurso a tratar, que es capaz de metabolizar y transformar a nutrientes los agentes biológicos presentes en el agua.

La agitación que se realiza durante este proceso, evita la sedimentación y permite homogenizar la mezcla que contiene los flóculos bacterianos con el agua residual a tratar. La aireación durante la depuración, tiene por objeto, suministrar las concentraciones de oxígeno necesarias para la supervivencia y desarrollo tanto de las bacterias como el resto de los microorganismos aerobios presentes, ya que estos, con ayuda de nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y oligoelementos, son los encargados de realizar el proceso de depuración.

Componentes:

- El reactor o el tanque de aireación: es donde los microorganismos se mantienen en suspensión y aireados. Es la parte fundamental de un sistema de lodos activados, su diseño y operación dependen de numerosas variables como la carga orgánica, la temperatura o la presencia de sustancias tóxicas.
- Fuente de aireación: permite airear y transferir el oxígeno al sistema. Puede ser un soplador con difusores, aeración mecánica o a través de la inyección de oxígeno puro.
- Sistema de separación de sólidos (tanque de sedimentación): se utiliza para separar los sólidos biológicos del agua tratada.
- Sistema de tuberías y bomba: sirve para recircular los sólidos biológicos (microorganismos y sólidos inertes) del sedimentador al reactor biológico. Este proceso también se le conoce como la "recirculación de lodos activados".
- Tubería de desecho: se desechan lodos biológicos del sistema que quedan en exceso. A este proceso también se denomina "purga de lodos".

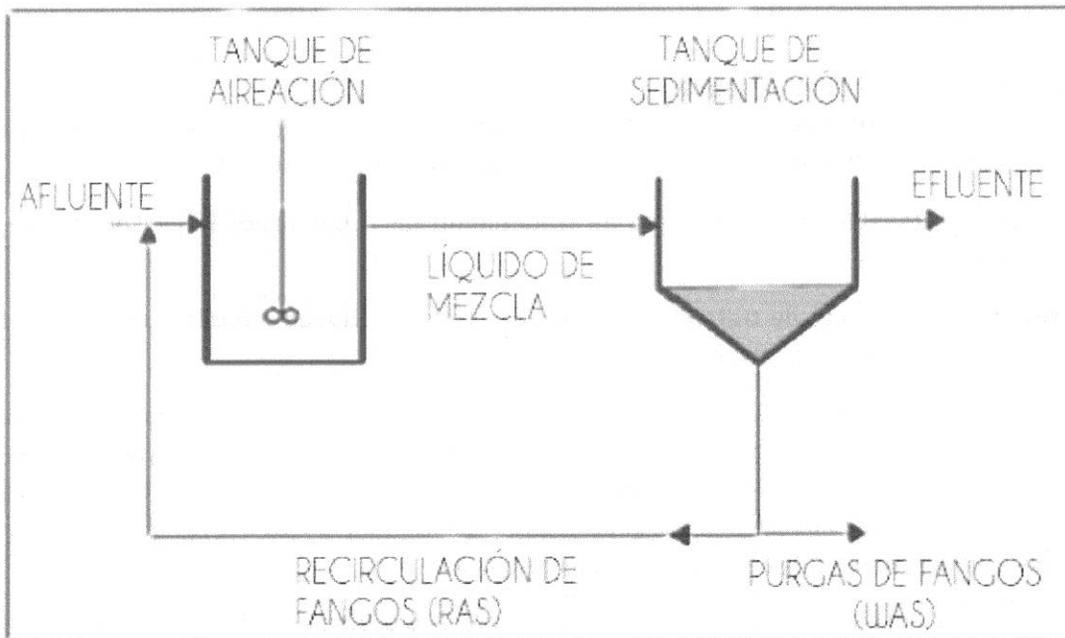


Ilustración 19. Sistema de lodos activados. (Fuente: SIA)

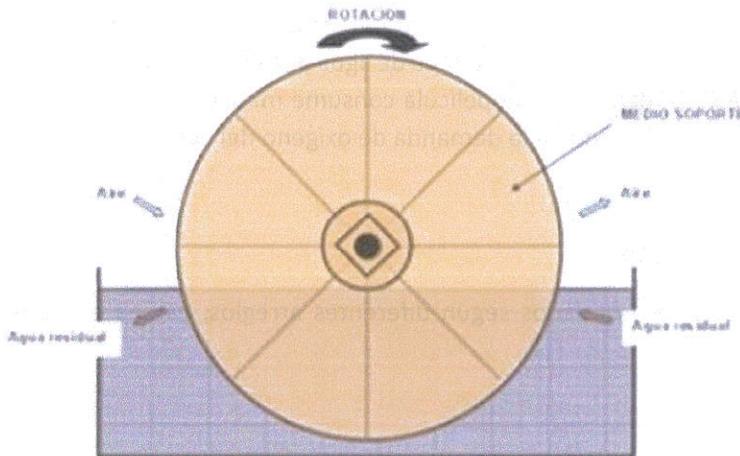
**Alternativa 2. Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Xalisco, municipio de Xalisco, Nayarit. (Sistema de biodiscos)**

**Alternativa 2.- Reconversión de planta de tratamiento de aguas residuales el punto, en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit. (reconversión de sistema de lodos activados a sistema de biodiscos)**

**Alternativa 2.- Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales ciudad industrial en la cabecera municipal de Tepic, Nayarit. (sistema de biodiscos)**

El reactor biológico de discos rotatorios o biodiscos forma parte de los llamados procesos de biopelícula, constituyendo una variante de depuración de aguas residuales que puede brindar resultados comparables con cualquier otro tipo de sistema de depuración convencional. Las reducciones del contenido de materia orgánica (expresada como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o Demanda Química de Oxígeno (DQO)) obtenidas por este sistema de tratamiento, pueden variar entre 80 y 95 % para aguas residuales municipales, pudiéndose obtener además altos niveles de nitrificación (Eckenfelder 1989).

Los biodiscos son básicamente instalaciones de discos con superficie cubierta de biomasa en condiciones aerobias que, en régimen continuo, consumen materia orgánica presente en el agua residual afluyente. Es además considerada parte de las tecnologías de tratamiento biológico secundario del tipo de crecimiento de biomasa adherida a un soporte, o reactor de película fija. Desde el punto de vista estructural consisten en placas sintéticas que rotan montadas sobre un eje horizontal a velocidad variable, sumergidas parcialmente en un tanque donde está contenida el agua residual.



*Ilustración 20. Sistema de biodiscos. (Fuente: Artículo Criterios de diseño y escalado de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales)*



El primer biodisco para el tratamiento de aguas residuales de origen industrial que registra la literatura fue instalado en los años 60 del siglo pasado en Alemania. A partir de ese momento, debido a su sencillez, simplicidad y economía en su funcionamiento, fue introducido en Inglaterra y Estados Unidos, países donde su aplicación se extendió a partir del desarrollo de nuevos materiales para la construcción de los discos, y el bajo requerimiento de energía en comparación con otras tecnologías de tratamiento. De esta manera su aplicación fue ascendiendo en todo el mundo. Para el año 1978 ya se había reportado 59 plantas de biodiscos en Estados Unidos, 308 en 1980 y más de 600 en 1988. En Japón, en 1985 sobrepasaban las 1 300 plantas (Castillo et al. 2007). En esa época ya había más de 3 000 plantas de biodiscos en todo el mundo (Romero Rojas 2008).

Posteriormente su empleo se vio limitado como consecuencia de problemas de operación observados en algunas plantas que utilizaban esta tecnología, como los ocasionados por la poca resistencia mecánica de los ejes de soporte empleados hasta ese momento y variaciones no deseadas en la velocidad de rotación de los discos. Recientes investigaciones asociadas con los biodiscos, y su introducción en plantas de tratamiento combinados con reactores anaerobios de flujo ascendente, han reconsiderado los biodiscos como una opción tecnológica para el tratamiento de aguas residuales municipales, fundamentalmente para pequeñas y medianas áreas urbanas (Patwardhan 2003), (Panchana y Kristtel 2017).

Los biodiscos emplean el mismo principio de los filtros percoladores, pero en lugar de estar constituidos por un medio estático (empaquete), el medio soporte rota. Los discos giran alrededor de un eje central a una velocidad comprendida entre 1 y 5 rpm, con una parte de su área sumergida y otra expuesta al aire, alternándose ambas. La rotación del disco induce la transferencia de oxígeno y mantiene la biomasa en condiciones aerobias. El área sumergida comprende entre el 35 y 40% de la superficie total de los discos (Von Sperling 2007). Cuando la sección del disco está sumergida, la biomasa adherida a ella consume materia orgánica presente en el agua residual, mientras que, durante su exposición al aire, la biopelícula arrastra una capa de agua que escurre sobre la superficie del disco y absorbe oxígeno. De esta manera, la biopelícula consume materia orgánica y oxígeno para su desarrollo, propiciando la disminución de la demanda de oxígeno del agua residual.

## **DESARROLLO**

### Configuración de los sistemas de biodiscos

Los sistemas de biodiscos pueden ser instalados según diferentes arreglos, ya sea en serie, en paralelo, o con una configuración mixta.

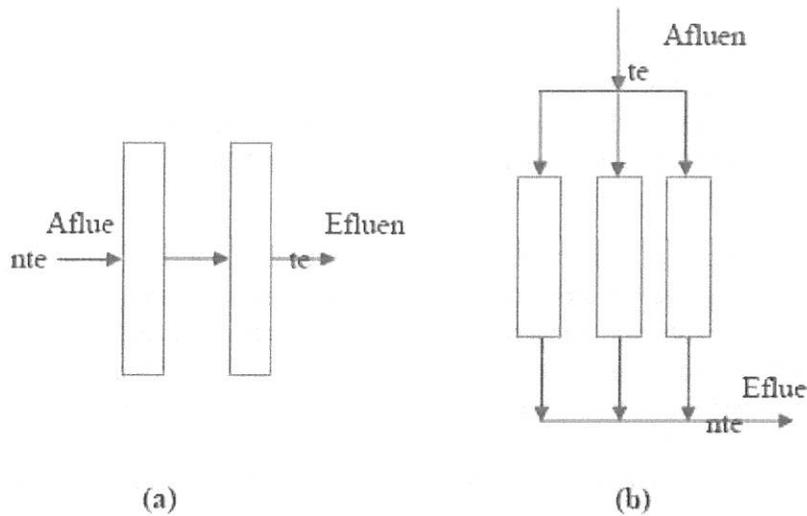


Ilustración 21. Posibilidad de arreglos de biodiscos: en serie (a) y en paralelo (b). (Fuente: Artículo Criterios de diseño y escalado de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales)

Los biodiscos pueden diseñarse de uno o varios módulos y a su vez cada módulo se dispone en etapas o secciones, generalmente no menos de tres como se muestra en la figura 3. El agua entra en la primera etapa y avanza hacia las siguientes, cada una con un mezclado completo en la cual tiene lugar la degradación de la DBO, al mismo tiempo que los microorganismos consumen oxígeno, se produce el crecimiento de la biopelícula y ocurre el desprendimiento de biomasa, todo ello en equilibrio dinámico.

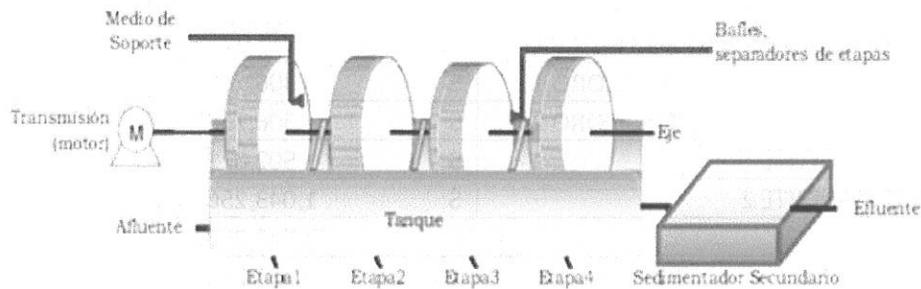


Ilustración 22. Esquema de biodiscos de 4 secciones con sedimentador secundario. (Fuente: Artículo Criterios de diseño y escalado de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales)

Las etapas se comunican entre sí, permitiendo el paso del flujo de agua, usualmente en paralelo al eje que sustenta los discos, pero también puede fluir en sentido perpendicular. Además, se debe acoplar un sedimentador primario y otro secundario. Cuando se trata de pequeños caudales pueden emplearse sistemas de biodiscos compactos que ya poseen incorporado el sedimentador secundario.



## Alternativa 1 – PTAR XALISCO

Ante la necesidad del servicio de saneamiento de las aguas residuales la Comisión Estatal del Agua mediante los recursos Federales y Estatales construirá una planta de tratamiento de aguas residuales que atienda a la cabecera municipal de Xalisco y a San Cayetano, la cual es una localidad colindante del municipio de Tepic.

Esta etapa constructiva consiste en la construcción de un emisor de agua residual de 1.5 km en tubería de pvc de 6", y una planta de tratamiento de agua residual para una capacidad media de 30 lps, la cual constará de tratamiento primario a base de desarenador con cribas mecánicas, cárcamo de bombeo, tratamiento secundario en tres trenes de tratamiento para 10 lps cada uno: reactor anaerobio, dos sedimentadores y tratamiento aerobio con lodos activados. Tratamiento terciario mediante aplicación de cloro en dos tanques de 15 lps., tratamiento y secado de lodos en lecho de secado y criba mecánica para lodos. Cercado perimetral de block de jal y portón de malla ciclónica, edificio administrativo y caseta de controles, edificio de vigilancia, línea eléctrica de media tensión y equipamiento electromecánico, bombas, y aireadores para suministro de oxígeno.

ALTERNATIVA 1	
PTAR XALISCO	
PRELIMINARES	\$ 3,432,197.21
CAJA DISTRIBUIDORA	\$ 438,496.96
DESARENADOR	\$ 891,810.11
EDIFICIO ADM Y CCM PTAR	\$ 565,979.14
CASETA TIPO 1 VIGILANCIA	\$ 57,103.85
LECHO DE SECADOS DE LODOS	\$ 279,664.35
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 1,051,769.04
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 1	\$ 6,017,272.57
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 2	\$ 6,017,272.57
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 3	\$ 6,017,272.57
TANQUE DE CONTACTO CON CLORO 1	\$ 306,768.46
TANQUE DE CONTACTO CON CLORO 2	\$ 306,768.46
EMISOR EFLUENTE	\$ 502,029.23
EMISOR EFLUENTE 2	\$ 1,043,256.97
FONTANERIA	\$ 17,549,263.69
TRAMITES	\$ 377,695.70
MEDIA TENSIÓN	\$ 520,990.53
BAJA TENSIÓN	\$ 2,486,872.28
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 47,862,483.69</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 7,657,997.39</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 55,520,481.08</b>

Tabla 17. Inversión alternativa 1 para proyecto PTAR Xalisco. (Fuente: Propia)



## Alternativa 2 – PTAR XALISCO

ALTERNATIVA 2	
PTAR XALISCO	
PRELIMINARES	\$ 3,432,197.21
DESARENADOR	\$ 891,810.11
EDIFICIO ADM Y CCM PTAR	\$ 565,979.14
CASETA TIPO 1 VIGILANCIA	\$ 57,103.85
LECHO DE SECADOS DE LODOS	\$ 279,664.35
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 1,051,769.04
TREN 1 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 2 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 3 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
EMISOR EFLUENTE	\$ 502,029.23
EMISOR EFLUENTE 2	\$ 1,043,256.97
FONTANERIA	\$ 17,549,263.69
TRAMITES	\$ 377,695.70
MEDIA TENSIÓN	\$ 520,990.53
BAJA TENSIÓN	\$ 2,486,872.28
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 83,889,113.04</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 13,422,258.09</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 97,311,371.13</b>

Tabla 18. Alternativa 2 PTAR Xalisco. (Fuente: propia)

La segunda alternativa estriba en un sistema de tratamiento que funciona a través de biodiscos rotatorios, en este caso se estima el suministro de tres trenes de tratamiento, más la infraestructura comprendida por el emisor, así como, el equipo eléctrico y de bombeo necesario para su correcto funcionamiento.

### CAE PTAR XALISCO

	Alternativa 1. PTAR Xalisco (sistema de lodos activados convencional)	Alternativa 2. PTAR Xalisco (sistema de biodiscos)
Horizonte de evaluación	20	20
Tasa de descuento	10%	10
Inversión Inicial	\$ 47,862,483.69	\$ 83,889,113.04
Costo de Operación y MTTO	\$ 29,482,865.06	\$ 33,462,947.00
CAE	\$ 31,314,020.13	\$ 38,937,244.73
VPN	\$ 266,593,903.33	\$ 331,494,711.36

Tabla 19. Cálculo del VPN y CAE de PTAR Xalisco.

De acuerdo con la tabla anterior, se elige la Alternativa 1 Reconversión a sistema de lodos activados convencional, por ser la de menor costo anual equivalente CAE de \$31,314,020.13.



De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento que en algunos conceptos de puede aplicarse tanto en la alternativa 1 y 2, sin embargo, el gasto en la energía eléctrica por parte de la alternativa 2 es mayor; esto por el sistema de biodiscos y más bombeo.

ALTERNATIVA 2	
PTAR XALISCO	
PRELIMINARES	\$ 3,432,197.21
DESARENADOR	\$ 891,810.11
EDIFICIO ADM Y CCM PTAR	\$ 565,979.14
CASETA TIPO 1 VIGILANCIA	\$ 57,103.85
LECHO DE SECADOS DE LODOS	\$ 279,664.35
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 1,051,769.04
TREN 1 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 2 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 3 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
EMISOR EFLUENTE	\$ 502,029.23
EMISOR EFLUENTE 2	\$ 1,043,256.97
FONTANERIA	\$ 17,549,263.69
TRAMITES	\$ 377,695.70
MEDIA TENSIÓN	\$ 520,990.53
BAJA TENSIÓN	\$ 2,486,872.28
<b>SUBTOTAL</b>	\$ 83,889,113.04
<b>IVA</b>	\$ 13,422,258.09
<b>TOTAL</b>	\$ 97,311,371.13

*Tabla 20. Inversión Alternativa 1 PTAR Xalisco. (Fuente: Propia).*

La a alternativa corresponde a un sistema de tratamiento que funciona a través de biodiscos rotatorios, en este caso se estima el suministro de tres trenes de tratamiento, más la infraestructura comprendida por el emisor, así como, el equipo eléctrico y de bombeo.

Estas acciones tienen un costo de \$97,311,371.13 ya incluido el I.V.A, de acuerdo con la siguiente tabla:



ALTERNATIVA 2	
PTAR XALISCO	
PRELIMINARES	\$ 3,432,197.21
DESARENADOR	\$ 891,810.11
EDIFICIO ADM Y CCM PTAR	\$ 565,979.14
CASETA TIPO 1 VIGILANCIA	\$ 57,103.85
LECHO DE SECADOS DE LODOS	\$ 279,664.35
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 1,051,769.04
TREN 1 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 2 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 3 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
EMISOR EFLUENTE	\$ 502,029.23
EMISOR EFLUENTE 2	\$ 1,043,256.97
FONTANERIA	\$ 17,549,263.69
TRAMITES	\$ 377,695.70
MEDIA TENSIÓN	\$ 520,990.53
BAJA TENSIÓN	\$ 2,486,872.28
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 83,889,113.04</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 13,422,258.09</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 97,311,371.13</b>

Tabla 21. Inversión Alternativa 2 PTAR Oriente. (Fuente: propia)

### Alternativa 1.- PTAR EL PUNTO

Ante la necesidad del servicio de saneamiento de las aguas residuales la Comisión Estatal del Agua mediante los recursos Federales y Estatales construirá una planta de tratamiento de aguas residuales que atienda a la cabecera municipal de Tepic.

Esta etapa constructiva consiste en desmontaje, revisión, diagnóstico y mantenimiento correctivo de motorreductor, tanque sedimentador secundario y reactor; Instalación de difusores de aire de burbuja fina; Instalación de 10 bombas para lodos de 25 HP; pintura en piso, barandales y estructuras metálicas de las diferentes estructuras o módulos a rehabilitar; limpieza de tanque sedimentador, percolador, tanque espesador de lodos.



ALTERNATIVA 1	
PTAR EL PUNTO	
PRELIMINARES	\$ 12,551,497.40
TREN 1	\$ 6,078,335.58
TREN 2	\$ 4,626,477.64
TREN 3	\$ 7,256,694.05
EQUIPAMIENTO ELECTRICO EN BAJA TENSION	\$ 1,864,138.06
EQUIPAMIENTO ELECTRICO DE DIFUSORES EXISTENTES	\$ 225,332.25
PUESTA EN MARCHA	\$ 246,000.00
EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	\$ 19,475,677.29
LOSAS DE CONCRETO	\$ 118,247.96
CUARTO DE CONTROL DE SOPLADORES	\$ 227,905.76
EQUIPAMIENTO DE CUARTO DE CONTROL DE SOPLADORES	\$ 4,948,770.17
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 57,619,076.16</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 9,219,052.19</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 66,838,128.35</b>

Tabla 22. Alternativa 1 PTAR El Punto. (fuente: propia)

## Alternativa 2.- PTAR EL PUNTO

Ante la necesidad del servicio de saneamiento de las aguas residuales la Comisión Estatal del Agua mediante los recursos Federales y Estatales construirá una planta de tratamiento de aguas residuales que atienda a la cabecera municipal de Tepic.

La segunda alternativa estriba en un sistema de tratamiento que funciona a través de biodiscos rotatorios, en este caso se estima el suministro de tres trenes de tratamiento, más la infraestructura comprendida por el emisor, así como, el equipo eléctrico y de bombeo necesario para su correcto funcionamiento.

ALTERNATIVA 2	
PTAR EL PUNTO	
PRELIMINARES	\$ 12,551,497.40
TREN 1 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 2 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
TREN 3 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
EQUIPAMIENTO ELECTRICO EN BAJA TENSION	\$ 1,864,138.06
EQUIPAMIENTO ELECTRICO DE DIFUSORES EXISTENTES	\$ 225,332.25
PUESTA EN MARCHA	\$ 246,000.00
EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	\$ 19,475,677.29
LOSAS DE CONCRETO	\$ 118,247.96
CUARTO DE CONTROL	\$ 57,103.85
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 89,668,477.75</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 14,346,956.44</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 104,015,434.19</b>

Tabla 23. Alternativa 2 PTAR El Punto. (Fuente: propia)

### CAE PTAR EL PUNTO

	Alternativa 1. PTAR El Punto (sistema de lodos activados convencional)	Alternativa 2. PTAR El Punto (sistema de biodiscos)
Horizonte de evaluación	20	20
Tasa de descuento	10%	10
Inversión Inicial	\$ 57,619,076.16	\$ 89,668,477.75
Costo de Operación y MTTO	\$ 47,301,881.93	\$ 63,183,878.81
CAE	\$ 48,039,142.82	\$ 65,629,175.92
VPN	\$ 408,984,303.40	\$ 558,738,171.09

Tabla 24. CAE Y VPN para la PTAR El Punto. (Fuente: propia)

De acuerdo con la tabla anterior, se elige la Alternativa 1 PTAR con sistema de lodos activados convencional, por ser la de menor costo anual equivalente CAE de \$ 48,039,142.82

De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento que en algunos conceptos de puede aplicarse tanto en la alternativa 1 y 2, sin embargo, el gasto en la energía eléctrica por parte de la alternativa 2 es mayor; esto por el sistema de biodiscos y más bombeo.

### Alternativa 1.- PTAR CD. INDUSTRIAL

Como parte de los proyectos agendados para el saneamiento del río mololoa, se contempla la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales ciudad industrial, también identificada como "ptar el rastro", el cual dará servicio de saneamiento del agua servida de toda la zona industrial de la ciudad de Tepic, Nayarit. A continuación, se enlistan las consideraciones de obra generales que se toman en cuenta para la realización de este proyecto: cárcamo de bombeo, desarenador, ampliación de tanques sedimentadores, sistema fotovoltaico, cuarto de maquinas, refuerzo estructural en tanques existentes, equipamiento electromecánico (criba auto limpiante, equipo de bombeo, tratamiento de lodos, instalación neumática, sistema eléctrico).



ALTERNATIVA 1	
PTAR CD INDUSTRIAL	
BASE DE CONCRETO PARA AMPLIACION DE TANQUES	\$ 98,561.84
MURO DE CONTENCIÓN Y CERCADO PERIMETRAL EN AMPLIACION DE TANQUES	\$ 141,400.51
PRELIMINARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 405,687.14
ZAPATAS AISLADAS EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 101,481.27
BASE DE CONCRETO EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 258,495.74
MURO DE CONTENCIÓN Y CERCADO PERIMETRAL	\$ 92,740.01
PANELES SOLARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 1,965,595.82
DEMOLICION DE CARCAMO	\$ 1,791.40
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 162,382.64
DEMOLICION DE DESARENADOR	\$ 1,635.17
DESARENADOR	\$ 408,974.91
DEMOLICION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 5,273.67
CONSTRUCCION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 237,214.17
ANILLOS DE REFUERZO PARA TANQUES EXISTENTES	\$ 255,136.02
CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 948,000.00
EQUIPO DE BOMBEO	\$ 391,200.00
TRATAMIENTO DE LODOS	\$ 1,243,200.00
INSTALACION NEUMATICA	\$ 7,620,000.12
MODERNIZACION EN SISTEMA DE TUBERIA	\$ 1,074,000.00
SISTEMA ELECTRICO	51,117.54
SISTEMA DE CLORACION	81,600.00
PUESTA EN MARCHA	174,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 15,719,487.97</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 2,515,118.08</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 18,234,606.05</b>

Tabla 25. Alternativa 1 PTAR Cd. Industrial. (Fuente: propia)

## Alternativa 2.- PTAR CD. INDUSTRIAL

Ante la necesidad del servicio de saneamiento de las aguas residuales la Comisión Estatal del Agua mediante los recursos Federales y Estatales construirá una planta de tratamiento de aguas residuales que atienda a la cabecera municipal de Tepic.

La segunda alternativa estriba en un sistema de tratamiento que funciona a través de biodiscos rotatorios, en este caso se estima el suministro de tres trenes de tratamiento, más la infraestructura comprendida por el emisor, así como, el equipo eléctrico y de bombeo necesario para su correcto funcionamiento.



ALTERNATIVA 2 PTAR CD INDUSTRIAL	
BASE DE CONCRETO PARA AMPLIACION DE TANQUES	\$ 98,561.84
MURO DE CONTENCIÓN Y CERCADO PERIMETRAL EN AMPLIACION DE TANQUES	\$ 141,400.51
PRELIMINARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 405,687.14
ZAPATAS AISLADAS EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 101,481.27
BASE DE CONCRETO EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 258,495.74
MURO DE CONTENCIÓN Y CERCADO PERIMETRAL	\$ 92,740.01
PANELES SOLARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 1,965,595.82
DEMOLICION DE CARCAMO	\$ 1,791.40
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 162,382.64
DEMOLICION DE DESARENADOR	\$ 1,635.17
DESARENADOR	\$ 408,974.91
DEMOLICION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 5,273.67
CONSTRUCCION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 237,214.17
ANILLOS DE REFUERZO PARA TANQUES EXISTENTES	\$ 255,136.02
CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 948,000.00
EQUIPO DE BOMBEO	\$ 391,200.00
TREN 1 (DISCO ROTATORIO)	\$ 18,376,826.98
INSTALACION NEUMATICA	\$ 7,620,000.12
MODERNIZACION EN SISTEMA DE TUBERIA	\$ 1,074,000.00
SISTEMA ELECTRICO	51,117.54
SISTEMA DE CLORACION	81,600.00
PUESTA EN MARCHA	174,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 32,853,114.95</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 5,256,498.39</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 38,109,613.34</b>

Tabla 26. Financiamiento alternativa 2 PTAR Cd. Industrial. (Fuete: propia)

### CAE PTAR CD. INDUSTRIAL

	Alternativa 1. PTAR Cd. Industrial (sistema de lodos activados convencional)	Alternativa 2. PTAR Cd. Industrial (sistema de biodiscos)
Horizonte de evaluación	20	20
Tasa de descuento	10%	10
Inversión Inicial	\$ 15,719,487.97	\$ 32,853,114.95
Costo de Operación y MTTO	\$ 29,897,313.00	\$ 32,865,321.00
CAE	\$ 20,105,449.21	\$ 26,423,832.10
VPN	\$ 171,169,022.98	\$ 224,960,978.34

De acuerdo con la tabla anterior, se elige la Alternativa 1 PTAR con un sistema de lodos activados convencional, por ser la de menor costo anual equivalente CAE de \$ 20,105,449.21

De lo anterior, se obtuvieron los costos de operación y mantenimiento que en algunos conceptos de puede aplicarse tanto en la alternativa 1 y 2, sin embargo, el gasto en la energía eléctrica por parte de la alternativa 2 es mayor; esto por el sistema de biodiscos y más bombeo.



#### IV. Situación con proyecto

El tipo de proyecto de acuerdo con los Lineamientos establecidos por la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público es un proyecto de infraestructura económica.

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

Tabla 27. Tipo de PPI. (Fuente: propia)

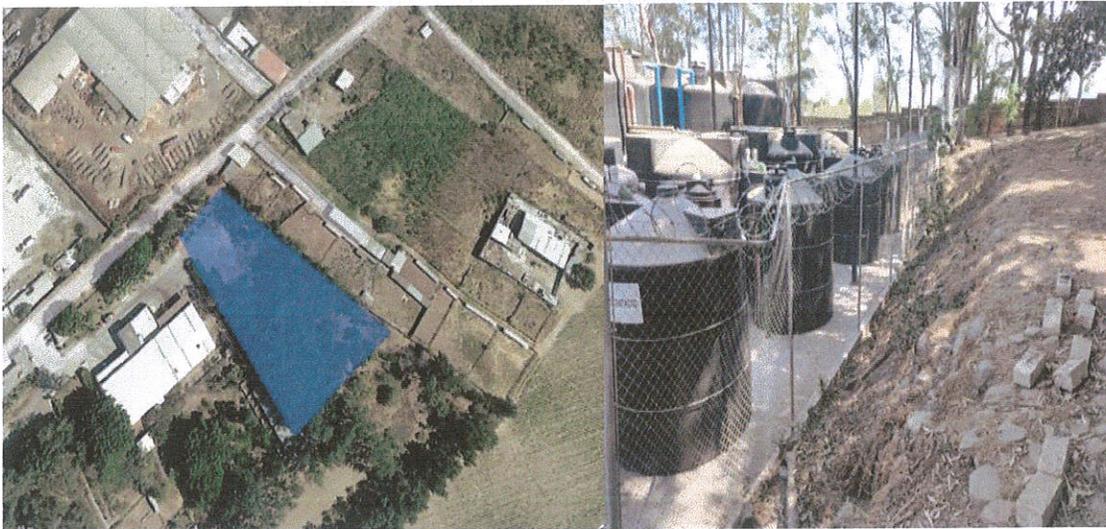
Los proyectos consisten en la construcción y rehabilitación de plantas de tratamiento de aguas residuales. En todos los casos se propone un sistema aerobio de lodos activados convencional.



Tabla 28. PTAR Xalisco. (Fuente: propia)



*Tabla 29. PTAR El punto. (Fuente: propia)*



*Tabla 30. PTAR Cd. Industrial. (Fuente: propia)*

A continuación, se describirá con mayor detalle las acciones que comprenden el presente proyecto en cada PTAR.



**PTAR XALISCO**

ALTERNATIVA 1	
PTAR XALISCO	
PRELIMINARES	\$ 3,432,197.21
CAJA DISTRIBUIDORA	\$ 438,496.96
DESARENADOR	\$ 891,810.11
EDIFICIO ADM Y CCM PTAR	\$ 565,979.14
CASETA TIPO 1 VIGILANCIA	\$ 57,103.85
LECHO DE SECADOS DE LODOS	\$ 279,664.35
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 1,051,769.04
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 1	\$ 6,017,272.57
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 2	\$ 6,017,272.57
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 3	\$ 6,017,272.57
TANQUE DE CONTACTO CON CLORO 1	\$ 306,768.46
TANQUE DE CONTACTO CON CLORO 2	\$ 306,768.46
EMISOR EFLUENTE	\$ 502,029.23
EMISOR EFLUENTE 2	\$ 1,043,256.97
FONTANERIA	\$ 17,549,263.69
TRAMITES	\$ 377,695.70
MEDIA TENSIÓN	\$ 520,990.53
BAJA TENSIÓN	\$ 2,486,872.28
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 47,862,483.69</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 7,657,997.39</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 55,520,481.08</b>

*Tabla 31. Inversión requerida para PTAR Xalisco. (Fuente: propia)*

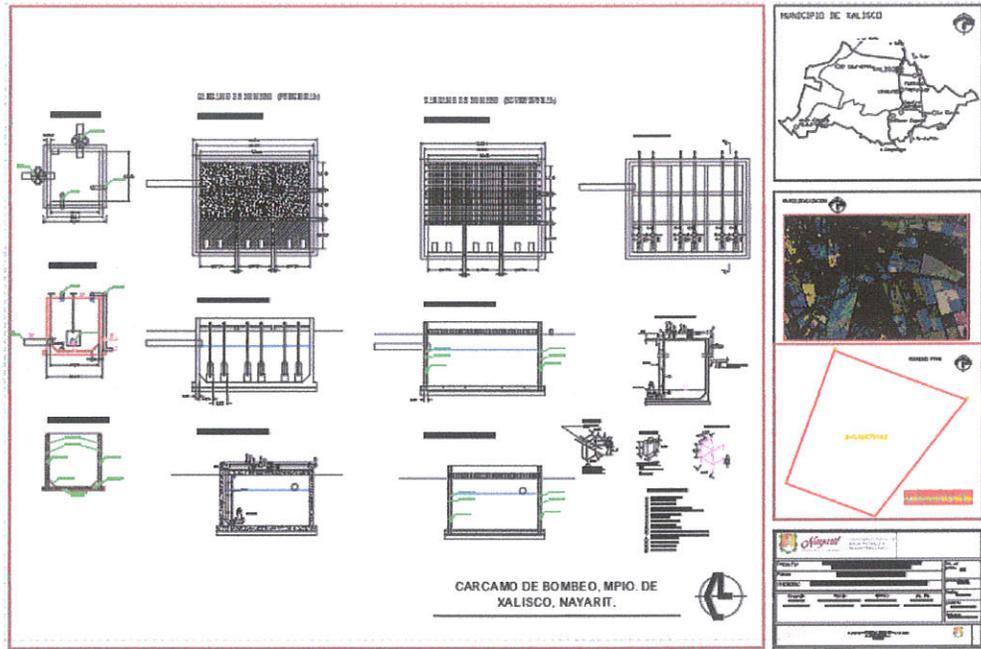


Ilustración 23. Cárcamo. (Fuente: propia)

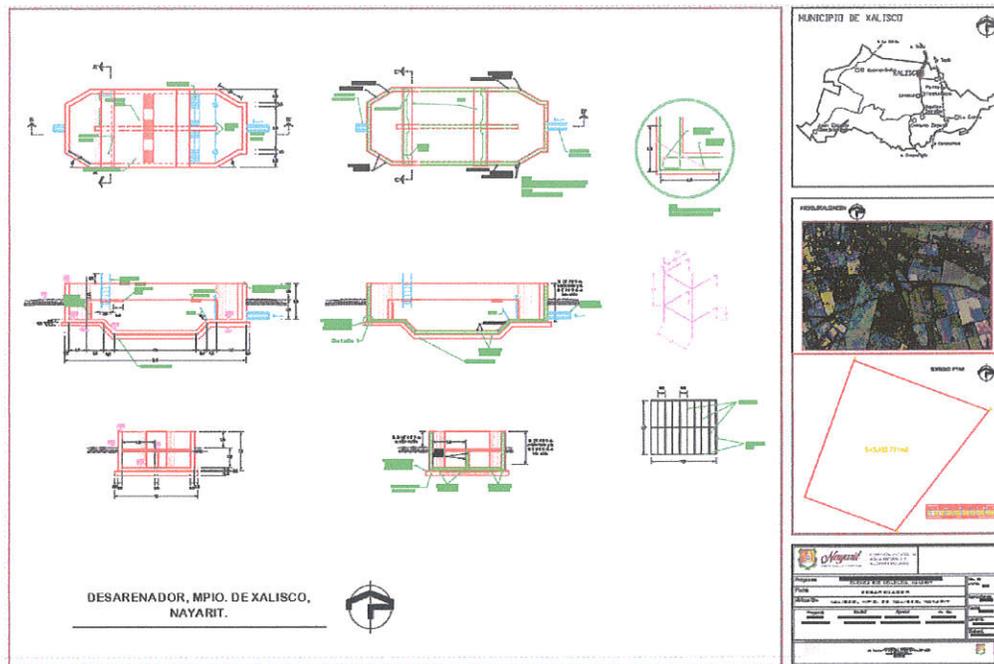


Ilustración 24. Desarenador. (fuente: propia)

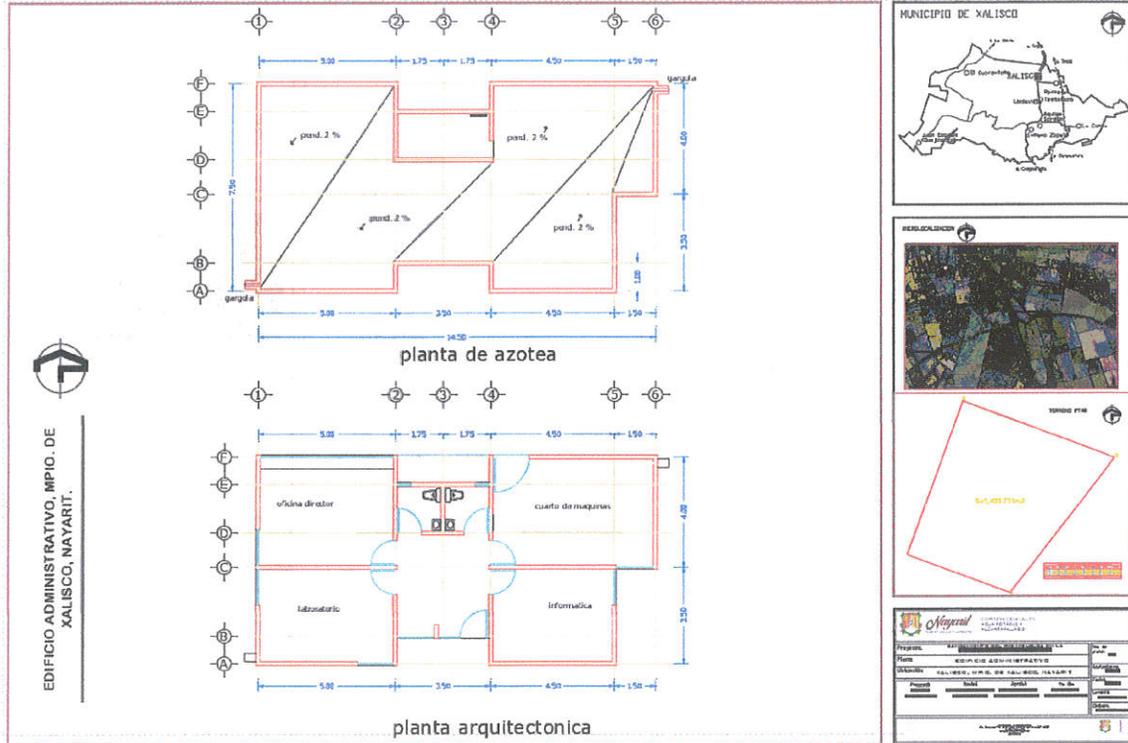


Ilustración 25. Planta arquitectónica. (fuente: propia)





ALTERNATIVA 1 PTAR EL PUNTO		
PRELIMINARES	\$	12,551,497.40
TREN 1	\$	6,078,335.58
TREN 2	\$	4,626,477.64
TREN 3	\$	7,256,694.05
EQUIPAMIENTO ELECTRICO EN BAJA TENSION	\$	1,864,138.06
EQUIPAMIENTO ELECTRICO DE DIFUSORES EXISTENTES	\$	225,332.25
PUESTA EN MARCHA	\$	246,000.00
EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	\$	19,475,677.29
LOSAS DE CONCRETO	\$	118,247.96
CUARTO DE CONTROL DE SOPLADORES	\$	227,905.76
EQUIPAMIENTO DE CUARTO DE CONTROL DE SOPLADORES	\$	4,948,770.17
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>57,619,076.16</b>
<b>IVA</b>	<b>\$</b>	<b>9,219,052.19</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>66,838,128.35</b>

Tabla 32. Inversión requerida para PTAR El Punto. (Fuente: propia)

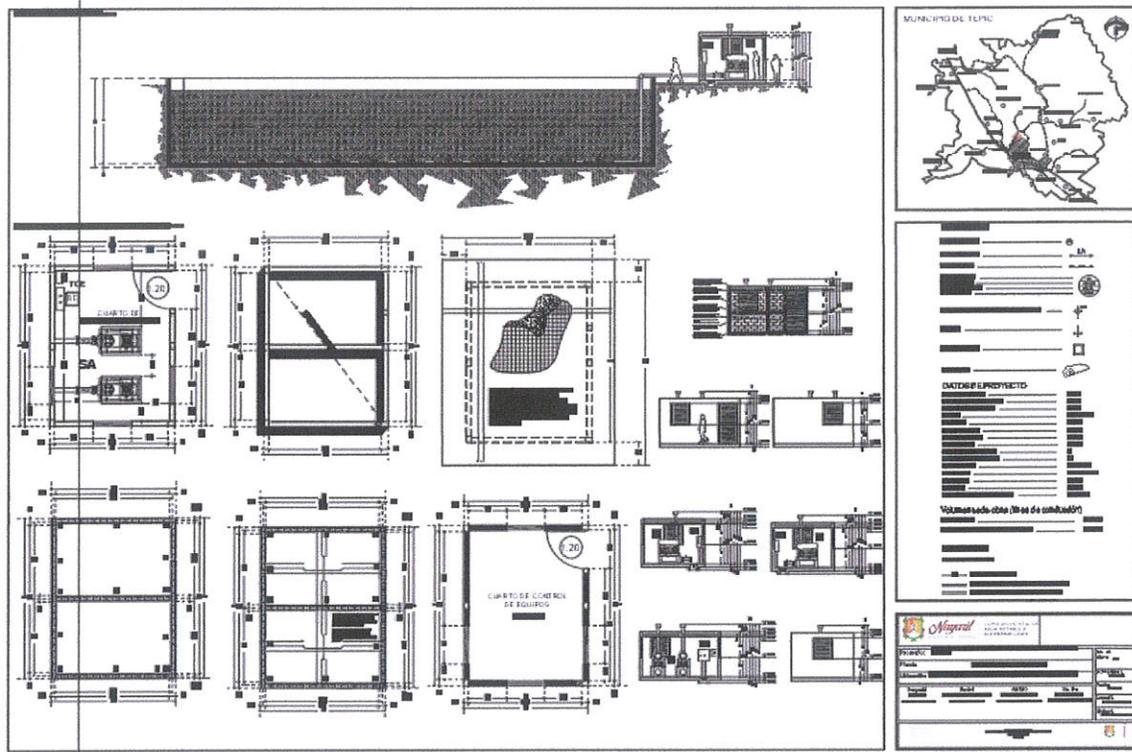


Ilustración 27. Digester PTAR El Punto. (Fuente: propia)



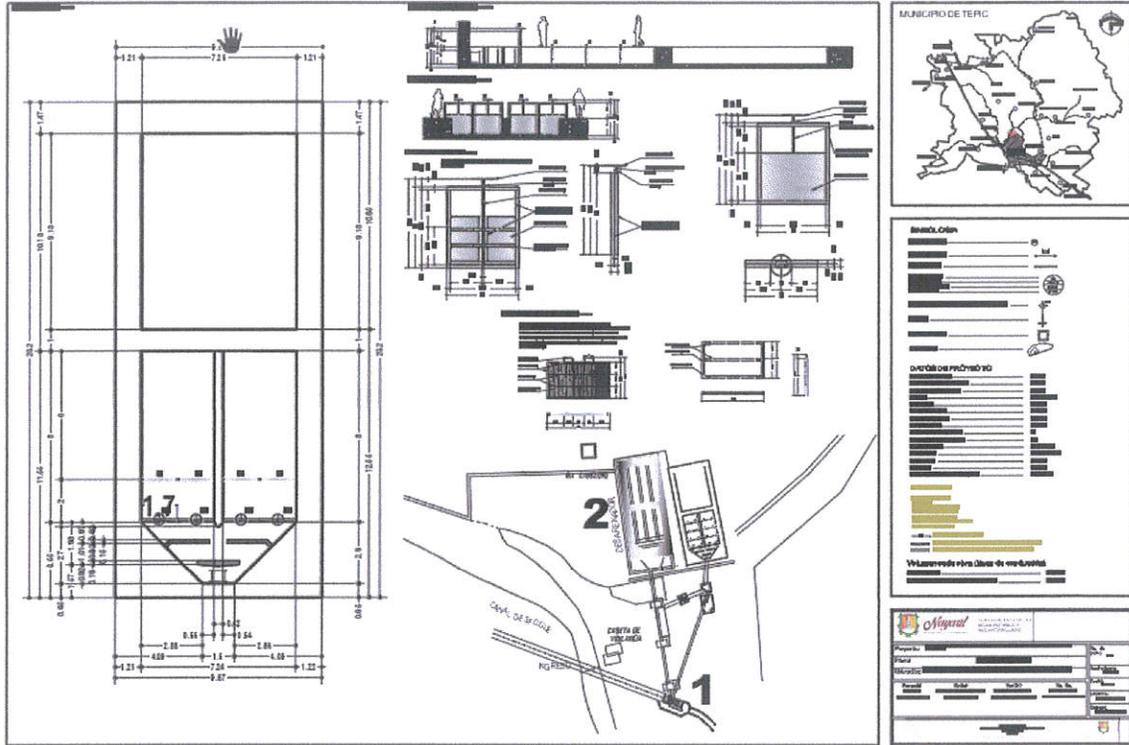
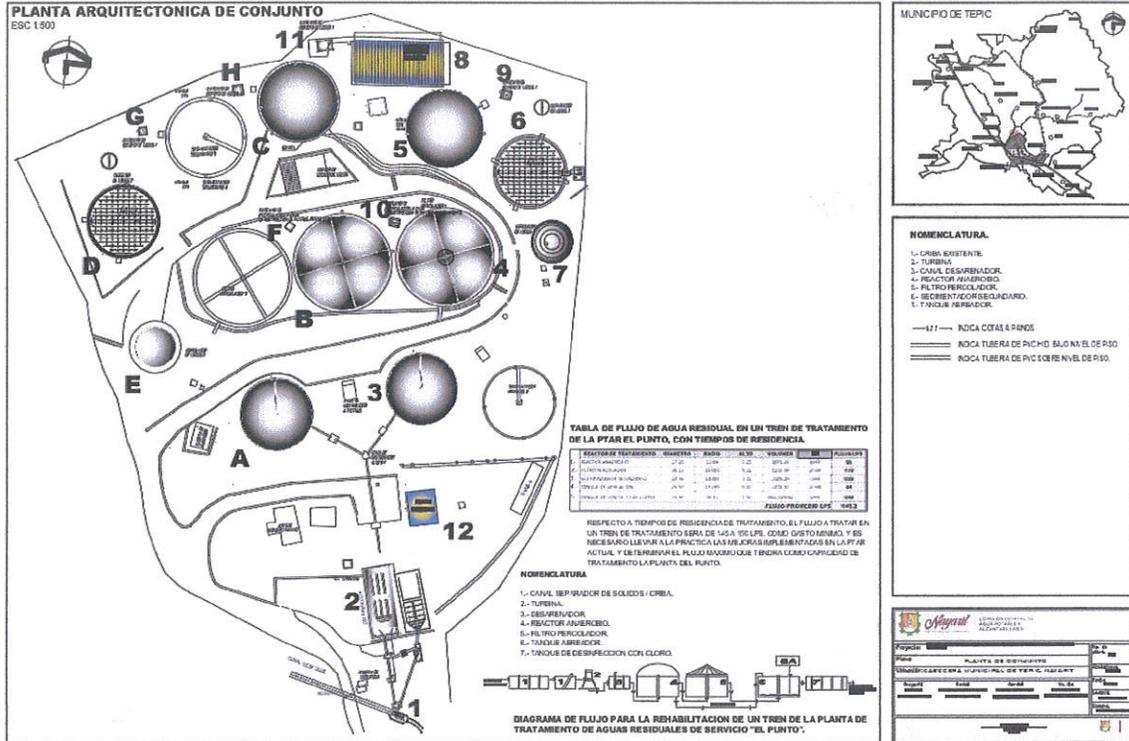


Ilustración 30. Desarenador. (Fuente: propia)





## PTAR CD. INDUSTRIAL

ALTERNATIVA 1	
PTAR CD INDUSTRIAL	
BASE DE CONCRETO PARA AMPLIACION DE TANQUES	\$ 98,561.84
MURO DE CONTENCIÓN Y CERCADO PERIMETRAL EN AMPLIACION DE TANQUES	\$ 141,400.51
PRELIMINARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 405,687.14
ZAPATAS AISLADAS EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 101,481.27
BASE DE CONCRETO EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 258,495.74
MURO DE CONTENCIÓN Y CERCADO PERIMETRAL	\$ 92,740.01
PANELES SOLARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 1,965,595.82
DEMOLICION DE CARCAMO	\$ 1,791.40
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 162,382.64
DEMOLICION DE DESARENADOR	\$ 1,635.17
DESARENADOR	\$ 408,974.91
DEMOLICION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 5,273.67
CONSTRUCCION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 237,214.17
ANILLOS DE REFUERZO PARA TANQUES EXISTENTES	\$ 255,136.02
CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 948,000.00
EQUIPO DE BOMBEO	\$ 391,200.00
TRATAMIENTO DE LODOS	\$ 1,243,200.00
INSTALACION NEUMATICA	\$ 7,620,000.12
MODERNIZACION EN SISTEMA DE TUBERIA	\$ 1,074,000.00
SISTEMA ELECTRICO	51,117.54
SISTEMA DE CLORACION	81,600.00
PUESTA EN MARCHA	174,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 15,719,487.97</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 2,515,118.08</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 18,234,606.05</b>

Ilustración 32. Inversión requerida para PTAR Cd. Industrial. (Fuente: propia)

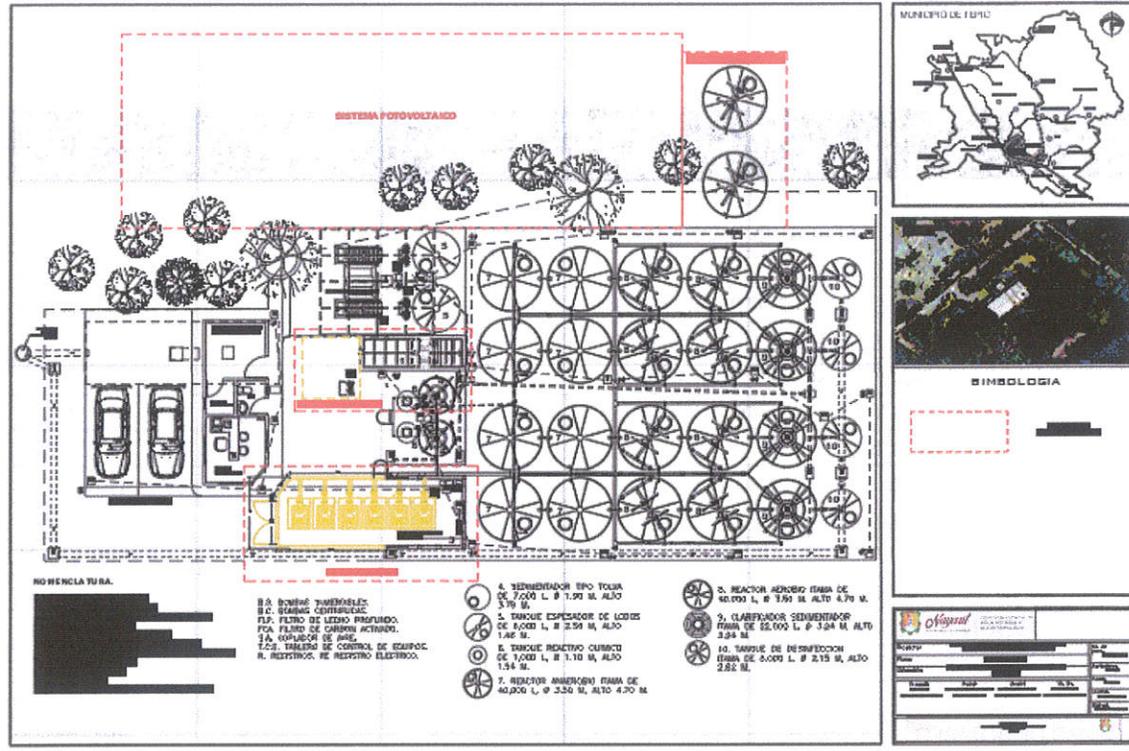


Ilustración 33. Planta general PTAR Cd. Industrial. (fuente: propia)

## Generación de empleos

Para la estimación de los empleos a generar, la metodología a considerar es considerar un 30% de la obra que corresponde a mano de obra, el cual se divide entre un sueldo promedio del grupo de trabajo de la obra. Para este proyecto se consideró una plantilla promedio con 3 frentes de trabajo.

Se estima que el proyecto puede llegar a generar 13,345 empleos (8,140 directos y 5,205 indirectos) en el año 2023.

## Alineación estratégica

El proyecto motivo de esta evaluación se encuentra alineado a los planes de desarrollo de orden federal, estatal y municipal. A continuación, se presentan las estrategias, objetivos y metas que concuerdan con el mismo:

### Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

La Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo".



El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

## **Economía**

### **Detonar el crecimiento**

#### **Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo**

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura.

#### **Programa Sectorial de Medio Ambiente y recursos Naturales 2020- 2024**

Objetivo prioritario 2 Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.

##### **Estrategia prioritaria 2.1**

Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño, integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población.

##### **Acciones puntuales:**

2.1.1.- Coordinar e instrumentar procesos de adaptación mediante la integración y articulación de acciones intersectoriales en el territorio, priorizando la atención en municipios y, en su caso, alcaldías, de alta vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático.

2.1.2.- Integrar criterios de adaptación al cambio climático en el diseño, actualización, implementación y evaluación de instrumentos de planeación, gestión, manejo y ordenamiento ecológico del territorio en los tres órdenes de gobierno, considerando los escenarios de cambio climático y el enfoque de cuenca.

2.1.3.- Coordinar y fortalecer la actualización y el acceso oportuno a la información para la consolidación y mejora de los protocolos y sistemas de alerta temprana ante fenómenos hidrometeorológicos, considerando las capacidades locales y la identidad cultural de la población.

##### **Objetivo prioritario 3.**

Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión. Estrategia prioritaria.

3.1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.

##### **Acciones puntuales**



3.1.2.- Abatir el rezago en el acceso al agua potable y al saneamiento para elevar el bienestar en los medios rural y periurbano.

3.1.3.- Fortalecer a los organismos operadores de agua y saneamiento, a fin de asegurar servicios de calidad a la población.

3.1.4.- Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica para hacer frente a las necesidades presentes y futuras.

4.1.1.- Impulsar una gestión integral del desempeño ambiental y de monitoreo y evaluación con información de calidad, suficiente, constante y transparente para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.

4.1.5.- Reducir y controlar la contaminación para evitar el deterioro de cuerpos de agua y sus impactos en la salud, mediante el reforzamiento de la normatividad y acciones coordinadas en áreas prioritarias.

### **Programa Nacional Hídrico 2020-2024.**

Objetivo prioritario 3:

Reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afroamericanos.

Estrategias prioritarias: 3.1. Fortalecer los sistemas de observación e información hidrológica y meteorológica a fin de mejorar la gestión integral de riesgos.

3.2. Fortalecer medidas de prevención de daños frente a fenómenos hidrometeorológicos y de adaptación al cambio climático, para reducir vulnerabilidad.

Acciones puntuales:

3.2.1 Delimitar cauces y cuerpos de agua de propiedad nacional y sus zonas federales.

3.2.2 Mejorar los sistemas de alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación ante fenómenos hidrometeorológicos

3.2.3 Elaborar y actualizar los Atlas de Riesgos hidrometeorológicos a nivel municipal y estatal para centros de población, pueblos indígenas y afroamericanos, áreas productivas y zonas turísticas.

3.2.5 Minimizar el impacto de inundaciones mediante protocolos que aseguren la correcta operación de la infraestructura.

3.3. Desarrollar infraestructura considerando soluciones basadas en la naturaleza para la protección de centros de población y zonas productivas.

### **Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria: Mecanismo de planeación de programas y proyectos de inversión**

El Mecanismo de Planeación (MECAPLAN) de los programas y proyectos de inversión, que incluye aquellas acciones que impulse el Gobierno Federal, a través de asociaciones público privadas, para la prestación de servicios al sector público o al usuario final y en los que se utilice infraestructura

provista total o parcialmente por el sector privado con objetivos que aumenten el bienestar social y los niveles de inversión en el país; es el instrumento por medio del cual las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal definen los objetivos, estrategias y prioridades de Corto Plazo, Mediano Plazo y Largo Plazo en materia de inversión, conforme a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan; así como en aquellos documentos de análisis, prospectiva, planes de negocios o programas multianuales, que de manera normal o recurrente elaboran.

Como parte del proceso para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, el Mecanismo de Planeación deberá contemplar un horizonte de seis años, a fin de mantener un enfoque estratégico de la inversión. Dicho Mecanismo de Planeación deberá ser revisado y actualizado anualmente con la finalidad de guardar congruencia con los objetivos nacionales, estrategias y prioridades contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan, considerando los resultados de los programas y proyectos de inversión que han sido ejecutados.

Para efectos de la elaboración del Mecanismo de Planeación de los programas y proyectos de inversión, previsto en el artículo 34, fracción I, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, deberán identificar los programas y proyectos de inversión en proceso, y aquellos a realizarse en los siguientes seis ejercicios fiscales, priorizarlos e incluirlos en dicho Mecanismo de Planeación.

### **Plan Estatal de Desarrollo Nayarit 2021-2027**

#### **EJE GENERAL: INFRAESTRUCTURA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Alinear las inversiones públicas y privadas para impulsar las obras de desarrollo y conservación de la infraestructura productiva y social, tanto de servicios públicos como de equipamiento urbano, respetando los principios rectores de movilidad, ordenamiento territorial y desarrollo urbano, de forma que estimulen el crecimiento económico potenciando las vocaciones regionales de manera sostenible y subsanen las injusticias sociales sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, la diversidad cultural y el pleno ejercicio de los derechos humanos.

#### **OBJETIVO ESTRATÉGICO 7.2**

Consolidar un sistema de infraestructura para la productividad, como medio para facilitar la realización de las actividades para un desarrollo integral sustentable; tales como: rendimiento agrícola, aprovechamiento de la energía, parques para industria, bodegas agrícolas, centros de investigación aplicada, infraestructuras para el turismo.

#### **Estrategia 7.2.3**

Fortalecer la red de abastecimiento de agua potable con especial atención a las comunidades de alta y muy alta marginación, así como incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales y modernizar las instalaciones existentes, promoviendo la eficiencia operativa y presupuestal de los organismos operadores.

#### **EJE CENTRAL: RECURSOS NATURALES**



## OBJETIVO GENERAL DE LARGO PLAZO

Garantizar el derecho a vivir en un ambiente adecuado para el desarrollo, la salud y el bienestar, a través de una política de protección y uso racional de los recursos naturales, control de la contaminación, respeto a los ecosistemas, mitigación y adaptación frente al cambio climático; vinculando la cultura, la naturaleza y la acción ciudadana para lograr la sustentabilidad política, económica y ecológica.

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 8.4

Promover y garantizar el acceso al agua potable en calidad y cantidad, procurando la preservación de los ecosistemas y cuencas, mediante una administración coordinada y participativa que permita atender las necesidades de los asentamientos humanos, el desarrollo de las actividades productivas y la protección del recurso hídrico.

### Estrategia 8.4.4

Instrumentar un programa de recuperación, saneamiento e integración como espacio público de los cuerpos de agua superficiales.

### **Programa de Gobierno Tepic 2021-2024**

#### **Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**

En la ciudad de Tepic existen seis plantas de tratamiento de aguas residuales, que trabajan muy por debajo de los niveles óptimos, lo que, aunado a las descargas clandestinas, vertederos a cielo abierto y directos a canales contamina el río Mololoa, genera un factor de riesgo para la salud pública y un reto para el organismo operador y el gobierno municipal. El río Mololoa desde su nacimiento hasta su incorporación al río Santiago se encuentra sujeto a diversos tipos de contaminación, siendo principalmente la urbana, la que más lo afecta, seguida de la actividad pecuaria y agrícola, el arrastre de material pétreo, el relleno sanitario de El Iztete y en menor medida la de tipo industrial. La primera planta en el municipio fue construida en 1992 esta planta, con una capacidad de diseño de 540 litros por segundo, se concibe originalmente para otorgar un tratamiento primario, compuesto de rejillas separadoras de sólidos gruesos, desarenador, dos tanques de sedimentación, dos digestores de lodos con arreadores, espesador de lodos, separador de lodos de bandas filtro, caseta de cloración y cámara de contacto de desinfección.

A partir de la instalación del colector principal en el año de 1993, los gastos aumentaron a más de 1000 litros por segundo, rebasando considerablemente el gasto de diseño, razón por la cual, aproximadamente 500 litros por segundo son vertidos directamente y sin tratamiento alguno al río Mololoa, a la altura de la presa de El Punto. De las seis plantas de tratamiento que se han construido para la atención de las aguas residuales de la ciudad, el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Tepic sólo cuenta con los títulos de concesión de las plantas de El Punto, La Cantera y la Oriente. Las plantas Poniente y Norte no cuentan con dicho título

#### **Programa 6**

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Objetivo Específico Integrar las plantas de tratamiento de aguas residuales en el marco de la gestión integral del saneamiento del río Mololoa, con todos



los beneficios sociales, económicos y ambientales, contemplando tecnologías innovadoras y amigables con el medio ambiente.

### **Estrategia**

Conveniar con los órdenes de gobierno estatal y federal la reestructuración del sistema de saneamiento de la ciudad, incluidas las plantas de tratamiento, los colectores que las alimentan, así como los cárcamos de bombeo que sean necesarios, considerándolo parte de la gestión del saneamiento de las aguas del municipio.

### **Metas**

- Integrar las plantas de tratamiento del municipio de Tepic al sistema general para la gestión integral del río Mololoa, asegurando el saneamiento de las aguas negras producidas por la población y como un proceso de priorización de inversiones para la consecución de ese fin.
- Poner en operación la PTAR de Ciudad Industrial para cumplir con la NOM001-ECOL 1996, en relación con el desalojo de residuos líquidos y sólidos vertidos en el cuerpo del río Mololoa sin tratamiento alguno provenientes del Rastro Municipal de Tepic



EJE	OBJETIVO GENERAL	PROGRAMA	DESCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN
EJE 1.	OG01	P06	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.</b>	PROGRAMA
EJE 1.	OG01	P06	<b>Integrar las plantas de tratamiento del municipio de Tepic al sistema general para la gestión integral del río Mololoa, asegurando el saneamiento de las aguas negras producidas por la población y como un proceso de priorización de inversiones para la consecución de ese fin.</b>	META
EJE 1.	OG01	P06	Proponer convenios con el gobierno estatal y federal para realización de las más urgentes acciones tendientes a poner en funcionamiento las plantas de tratamiento de la zona metropolitana Tepic-Xalisco, para asegurar la disminución de los niveles de contaminación del río.	LÍNEA DE ACCIÓN
EJE 1.	OG01	P06	Realizar un programa de consolidación de la infraestructura que complemente la operatividad de la plantas del municipio de Tepic	LÍNEA DE ACCIÓN
EJE 1.	OG01	P06	<b>Cumplir con la Nom 001-ECOL 1996, en relación con el desalojo de residuos líquidos y sólidos vertidos en el cuerpo del río Mololoa sin tratamiento alguno provenientes del Rastro Municipal de Tepic.</b>	META
EJE 1.	OG01	P06	Poner en funcionamiento del sistema de saneamiento de agua del rastro. Instalar separador de sólidos, biodigestor capacidad 222 M3, trampas de grasa 600 M3, compostador, horno incinerador, rehabilitación y/o cambio de rejillas metálicas.	LÍNEA DE ACCIÓN

Ilustración 34. Planificación del gobierno municipal respecto a las PTAR. (Fuente: Gaceta municipal).

### Localización geográfica

La Ciudad de Tepic, de acuerdo con lo que señala el mapa general de la República Mexicana sobre su posición geográfica, se encuentra entre las coordenadas geográficas 21° 51' (21.85) y 21° 24' (21.4) latitud norte y entre 104° 34' (104.566666) y 105° 05' (105.08333) longitud oeste. Territorialmente Tepic colinda en la parte norte son los municipios de Santiago Ixcuintla y El Nayar, al sur con Xalisco, al este nuevamente con El Nayar y con Santa María del Oro y al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.

Tepic se encuentra situado a una altura promedio de 922 m.s.n.m.; Está formado por una extensión territorial de unos 1,983.3 kilómetros cuadrados.

La ubicación de los principales componentes es la siguiente:



COMPONENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
PTAR XALISCO	21°26'38.26" N	104°50'06.34" O
PTAR EL PUNTO	21°33'01.65" N	104°53'48.71" O
PTAR CD. INDUSTRIAL	21°28'25.13" N	104°50'32.64" O

Tabla 33. Coordenadas geográficas de los proyectos. (Fuente: propia)

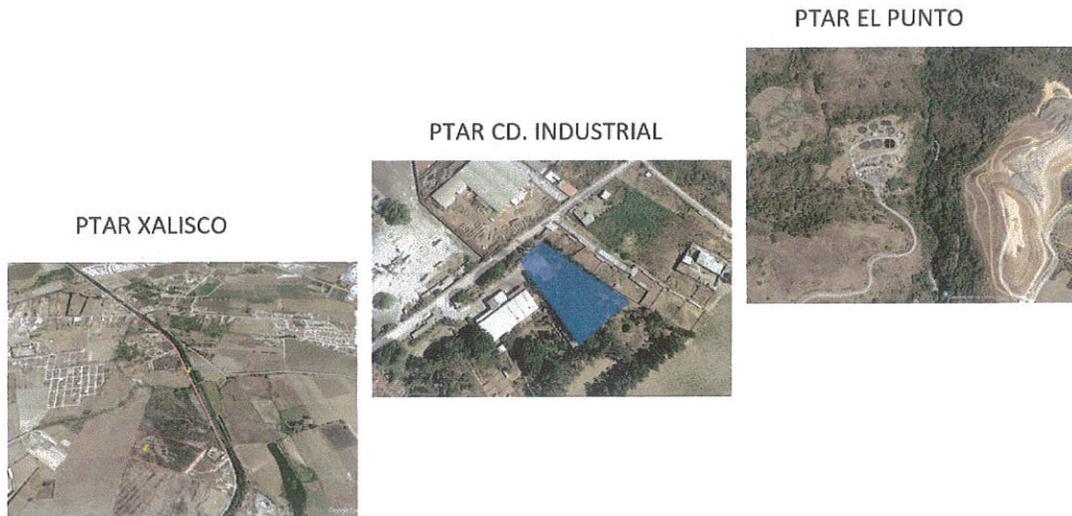


Tabla 34. Vista general de los proyectos. (Fuente: propia)

Monto total de inversión La inversión conjunta de todos los componentes de los proyectos de construcción y rehabilitación de las PTAR Xalisco, El Punto y Cd. Industrial, ascienden a las cantidades que se muestran en la siguiente tabla:

COMPONENTE	COSTO SIN IVA	COSTO CON IVA
PTAR XALISCO	\$ 47,862,483.69	\$ 55,520,481.08
PTAR EL PUNTO	\$ 57,619,076.16	\$ 66,838,128.35
PTAR CD. INDUSTRIAL	\$ 15,719,487.97	\$ 18,234,606.05
<b>TOTAL =</b>	<b>\$ 121,201,047.82</b>	<b>\$ 140,593,215.47</b>

Tabla 35. Montos de los proyectos. (Fuente: propia)



ALTERNATIVA 1	
PTAR XALISCO	
PRELIMINARES	\$ 3,432,197.21
CAJA DISTRIBUIDORA	\$ 438,496.96
DESARENADOR	\$ 891,810.11
EDIFICIO ADM Y CCM PTAR	\$ 565,979.14
CASETA TIPO 1 VIGILANCIA	\$ 57,103.85
LECHO DE SECADOS DE LODOS	\$ 279,664.35
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 1,051,769.04
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 1	\$ 6,017,272.57
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 2	\$ 6,017,272.57
REACTOR TRATAMIENTO SECUNDARIO 3	\$ 6,017,272.57
TANQUE DE CONTACTO CON CLORO 1	\$ 306,768.46
TANQUE DE CONTACTO CON CLORO 2	\$ 306,768.46
EMISOR EFLUENTE	\$ 502,029.23
EMISOR EFLUENTE 2	\$ 1,043,256.97
FONTANERIA	\$ 17,549,263.69
TRAMITES	\$ 377,695.70
MEDIA TENSIÓN	\$ 520,990.53
BAJA TENSIÓN	\$ 2,486,872.28
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 47,862,483.69</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 7,657,997.39</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 55,520,481.08</b>

Tabla 36.Monto de inversión PTAR Xalisco.( Fuente: propia)

ALTERNATIVA 1	
PTAR EL PUNTO	
PRELIMINARES	\$ 12,551,497.40
TREN 1	\$ 6,078,335.58
TREN 2	\$ 4,626,477.64
TREN 3	\$ 7,256,694.05
EQUIPAMIENTO ELECTRICO EN BAJA TENSION	\$ 1,864,138.06
EQUIPAMIENTO ELECTRICO DE DIFUSORES EXISTENTES	\$ 225,332.25
PUESTA EN MARCHA	\$ 246,000.00
EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	\$ 19,475,677.29
LOSAS DE CONCRETO	\$ 118,247.96
CUARTO DE CONTROL DE SOPLADORES	\$ 227,905.76
EQUIPAMIENTO DE CUARTO DE CONTROL DE SOPLADORES	\$ 4,948,770.17
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 57,619,076.16</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 9,219,052.19</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 66,838,128.35</b>

Tabla 37.Monto de inversión PTAR El Punto. (Fuente:propria)



ALTERNATIVA 1	
PTAR CD INDUSTRIAL	
BASE DE CONCRETO PARA AMPLIACION DE TANQUES	\$ 98,561.84
MURO DE CONTENCION Y CERCADO PERIMETRAL EN AMPLIACION DE TANQUES	\$ 141,400.51
PRELIMINARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 405,687.14
ZAPATAS AISLADAS EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 101,481.27
BASE DE CONCRETO EN SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 258,495.74
MURO DE CONTENCION Y CERCADO PERIMETRAL	\$ 92,740.01
PANELES SOLARES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	\$ 1,965,595.82
DEMOLICION DE CARCAMO	\$ 1,791.40
CARCAMO DE BOMBEO	\$ 162,382.64
DEMOLICION DE DESARENADOR	\$ 1,635.17
DESARENADOR	\$ 408,974.91
DEMOLICION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 5,273.67
CONSTRUCCION DE CUARTO DE MAQUINAS	\$ 237,214.17
ANILLOS DE REFUERZO PARA TANQUES EXISTENTES	\$ 255,136.02
CRIBA AUTOLIMPIANTE	\$ 948,000.00
EQUIPO DE BOMBEO	\$ 391,200.00
TRATAMIENTO DE LODOS	\$ 1,243,200.00
INSTALACION NEUMATICA	\$ 7,620,000.12
MODERNIZACION EN SISTEMA DE TUBERIA	\$ 1,074,000.00
SISTEMA ELECTRICO	51,117.54
SISTEMA DE CLORACION	81,600.00
PUESTA EN MARCHA	174,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 15,719,487.97</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 2,515,118.08</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 18,234,606.05</b>

Tabla 38. Monto de inversión PTAR Cd. Industrial. (Fuente: propia)

## Financiamiento

Respecto a las fuentes de recursos de inversión, se prevé que las inversiones sean 90% federales y 10% estatales.

FUENTES DE RECURSOS	MONTO	PORCENTAJE %
1. FEDERALES	\$ 109,080,943.04	90%
2. ESTATALES	\$ 12,120,104.78	10%
3. MUNICIPALES		
4. FIDEICOMISOS		
5. OTROS		

Tabla 39. Fuentes de financiamiento. (Fuente: propia)

## Descripción de los aspectos más relevantes



## Estudios técnicos

La infraestructura ha llegado al término de su vida útil y no tuvo todas las acciones de mantenimiento óptimas que se hubieran requerido, por lo que los problemas operativos actuales tenderán a incrementarse en forma significativa en el corto plazo, poniendo en riesgo de contaminación al río mololoa debido a desbordamientos de infraestructura de alcantarillado debido a fallas o a la ya reducida capacidad de desalojo de las aguas servidas.

Debido al monto requerido de inversión, es de casi 500 millones de pesos, se evaluó este proyecto a nivel de PREFACTIBILIDAD de conformidad con lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos.

de inversión publicados por la Secretaría de hacienda y Crédito Público el lunes 30 de diciembre de 2013.

Las obras que consisten en realizar trabajos para la rehabilitación integral de tramos críticos del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Tepic ya se han llevado a cabo en nuestro país a lo largo de las últimas décadas por lo que se comprueba a través de las obras existentes que los materiales para la ejecución de las obras se encuentran disponibles, asimismo se cuenta con una amplia experiencia de las empresas constructoras para ejecutar los trabajos de instalación de tubería por el método tradicional a cielo abierto o también denominada de zanja.

Los proyectos de la presente evaluación socioeconómica ya están avalados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que con fecha de marzo de 2019 emitió a favor de los componentes del proyecto los correspondientes dictámenes de factibilidad, dando así validación a la pertinencia del proyecto.

Las obras comprendidas en este estudio tienen un nivel de detalle de proyecto ejecutivo, que valida la viabilidad técnica del proyecto.

El proyecto se ha realizado previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial empleando un coeficiente de seguridad de acuerdo al MAPAS de CONAGUA.

Los proyectos ejecutivos de los Colectores y Emisor se encuentran acordes al Libro 4 "Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado" del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la CONAGUA.

## Estudios legales

Ley de aguas nacionales, artículos 15, 83, 84, 96 Bis 2, Frac. III y 100.

Ley General de Asentamientos Humanos tiene relación con la fijación de normas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Art. 1 Fracc. II; artículo 2º, Fracción XIV; Art. 3, Fracc XII, Art. 4; Art. 5 Fracc. VIII; Art. 11; artículo 19;

Ley General de Protección Civil tiene por objeto el establecer las bases de la coordinación en materia de protección civil entre los tres órdenes de gobierno. Art. 1; artículo 2º, fracciones IV, V, XII, XVII, XVII y XIX.

Tomando en cuenta que la mayor parte de las obras se llevarán a cabo en terrenos propiedad de la federación y de la jurisdicción estatal, no se prevén mayores problemas legales.

El artículo 115 constitucional, que establece la obligación de los Ayuntamientos de brindar los servicios públicos básicos a sus habitantes y como resultado de la creación en 1995 de un organismo público descentralizado responsable de administrar los servicios de dotación de agua y mantenimientos del sistema de drenajes, tanto sanitario como pluvial de la ciudad, denominado Sistema Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Tepic (SIAPA), con personalidad jurídica y patrimonio propios, emitiendo su reglamento de funcionamiento, atribuciones y obligaciones, publicándolo en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado en la Segunda Sección de fecha 11 de diciembre de 1996, del cual se derivan las facultades de gestionar ante las autoridades estatales y federales los recursos necesario para el mejoramiento de la infraestructura hidráulica y garantizar el cumplimiento cabal de sus obligaciones.

Por su parte, la CONAGUA se define como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal, que tiene a su cargo el ejercicio de las facultades y el despacho de los asuntos que le encomienden la Ley de Aguas Nacionales y los distintos ordenamientos legales aplicables, tal y como lo establece su Reglamento Interior, publicado en el Diario Oficial el 30 de noviembre de 2006; dicha instancia ejercerá como ejecutora de las obras que abarcan el proyecto de inversión, en virtud de tratarse de un financiamiento en el que no concurren recursos de origen municipal, enmarcado en lo que establece la fracción XXII, del artículo 13 del mencionado reglamento, que a la letra dice:

“XXII. Participar, de conformidad con las disposiciones aplicables y aquellas que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en la concertación de créditos y mecanismos financieros que se establezcan con recursos federales o de terceros, a fin de obtener financiamiento de obras y servicios de acuerdo con lo dispuesto por la Ley y su Reglamento, e intervenir, cuando así lo soliciten, en las gestiones que realicen los gobiernos de las entidades federativas y los gobiernos municipales en dicha materia.”

El proyecto consiste en la rehabilitación y/o reposición de la tubería que conforma la red de Colector Zapopan y el Emisor El Punto mediante el método tradicional de cielo abierto, en los tramos que se encuentran dañados y que han llegado a concluir la vida útil, estas acciones permitirán continuar con la captación y desalojo del sistema de alcantarillado sanitario de la Ciudad de Tepic, en el Estado de Nayarit.

### **Estudios Ambientales**

El proyecto nace como respuesta a la necesidad de infraestructura segura y eficiente para el desalojo de agua en el corto y mediano plazo, prevista en los instrumentos de planeación hidráulica tanto a nivel nacional como en el Estado Nayarit.

Las acciones de rehabilitación no generarán impactos ambientales sinérgicos, toda vez que se desarrollará en la infraestructura instalada, cuyos sitios fueron previamente modificados. Ninguno de los componentes ambientales será afectado gravemente, ni ponen en peligro la continuidad de sus funciones ni de sus estructuras, ni causan efectos destructivos.



El paisaje no sufrirá modificaciones importantes que puedan ser apreciadas por la población a lo largo de la red de Colectores y/o Emisor. No se afectarán ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas ni regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad, asentamientos humanos, el hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el abasto de agua a las comunidades aledañas, o el libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias. Por otra parte, no se inundará o removerá vegetación arbórea.

El 19 de noviembre de 2019, mediante oficio No. SDS/SMAOT/DGEA/DEIRA/0107/2019 indica que el proyecto no se encuentra dentro de los supuestos del artículo 5 del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit al ser un área impactada que es utilizada para el mismo fin desde hace entre 20 y 30 años.

### Análisis de la Oferta

El proyecto tendrá como consecuencia un aumento del 16% en el tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Tepic, lo que significa un aumento al 31% de lo que actualmente se trata en la ciudad de Tepic.

En la tabla siguiente se muestra la oferta en la situación con proyecto:

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	l/s tratados	% de agua tratada
Oriente	200	200	31%
El Punto	750	62.5	
Cantera	125	125	
Xalisco	75	inapreciable	
Trapichillo	30	inapreciable	
Norte	70	inapreciable	

Tabla 40. Oferta en la situación del proyecto (l/s). (Fuente: propia)



## Análisis de la Demanda

La demanda de conducción de agua residual es la misma que en la situación sin proyecto.

PTAR	Capacidad de tratamiento (l/s)	Estado	% de agua tratada
Oriente	200	Malo	15%
El Punto	750	Regular	
Cantera	125	Bueno	
Xalisco	75	Malo	
Trapichillo	30	Malo	
Norte	70	Malo	

Tabla 41. Demanda en la situación con proyecto. (Fuente: propia)

### Evaluación del PPI

La presente evaluación socioeconómica se realizó, apegada a los Lineamientos para elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre 2013, así como tomando como referencia el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población), publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Cabe mencionar que esta evaluación, se realiza considerando costos y beneficios sociales, es decir sin considerar el impuesto al valor agregado (IVA).

En el rubro de Análisis de Alternativas de la Situación Sin Proyecto se presentaron los detalles de la identificación, cuantificación y valoración de los costos de cada una de las alternativas de solución planteadas, explicando de forma detallada como se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

### Identificación, cuantificación y valoración de costos de las alternativas de solución del PPI

Los costos identificados y atribuibles al Proyecto y cada uno de los componentes del mismo, se agrupan en dos grandes rubros, costos de inversión y costos de operación y mantenimiento. Los primeros hacen referencia a los costos para la, rehabilitación o sustitución o construcción de infraestructura, y se ejecutan una sola vez todos los componentes del proyecto de rehabilitación integral de los tramos críticos del alcantarillado sanitario de la ciudad de Tepic se ejecutarán durante el año fiscal 2023.



Debido a que en la situación sin proyecto se presentó ampliamente el análisis de los componentes de las alternativas, en las siguientes tablas se presentan los costos de inversión y de operación de forma integral del sistema del acueducto en las que incurría cada una de las dos alternativas propuestas.

### Costos de operación y mantenimiento

Las variables que se tomaron en cuenta para el costo de operación y mantenimiento fue: personal de apoyo, energía eléctrica de estaciones de bombeo, energía eléctrica en equipos de sedimentadores, energía eléctrica en difusores, costos de mantenimiento, mantenimiento en el sistema de clarificación, transporte de lodos.

### Análisis de riesgos

Los principales riesgos asociados a la ejecución y operación del proyecto son los siguientes:

Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgos en la etapa de licitación</b>						
<b>Riesgo de licitación desierta</b>	Baja	Medio	Bajo	Medio	Plazos de ejecución imposibles de cumplir. Dificultad de cumplir con especificaciones de equipos o materiales. Requisitos que parecen dirigir el concurso a un ofertante.	Formular Términos de Referencia, bases de licitación y alcances de los concursos claros y precisos, con proyectos ejecutivos y documentos de concurso completos fundamentados en condiciones de mercado y campo estudiadas con el máximo detalle posible. Especificar requisitos razonables para que los licitantes puedan ser admitidos como tales. Evitar requisitos que puedan parecer que el concurso está dirigido.
<b>Riesgo en la demora de adjudicación del contrato</b>	Baja	Bajo	Bajo	Bajo	Dilación en el análisis de las propuestas de los licitantes y el fallo correspondiente.	signar prioridad alta al análisis de los documentos presentados por los licitantes.
<b>Riesgo de impugnación</b>	Baja	Bajo	Bajo	Medio	Bases de licitación equivocadas. Fallo insuficientemente documentado y fundado.	Emitir bases de licitación sin errores e inequívocas y llevar el proceso de licitación con estricto apego a la normatividad y a las bases de licitación, y emitir el fallo con base en análisis objetivos sólidamente fundados.
<b>Riesgo en la etapa de planeación y diseño</b>						



Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo de estimación inadecuada de plazos para ejecución de obras</b>	Baja	Medio	Medio	Bajo	Que las condiciones climatológicas impidan el desarrollo de ciertas actividades. La adquisición de materiales y equipamiento dependa de terceros.	Establecer en el contrato sanciones por incumplimiento de plazos por parte de la empresa adjudicada. Establecer dobles o triples turnos en la ejecución del proyecto
<b>Riesgo de fallas en estimación de costos</b>	Baja	Alto	Alto	Medio	Incremento súbito en algún concepto con relevancia en los componentes del proyecto.	Identificar los momentos de operación mínima y en período de punta, a fin de evitar el impacto del costo.
<b>Riesgo de proyectos ejecutivos con alcances erróneos</b>	Baja	Baja	Alto	Bajo	Incapacidad del Acuaférico Sur para abastecer a la población.	Se deberá realizar un estudio hidrológico a nivel diario que estime el volumen de disposición anual y los gastos de operación máximo, medio y mínimo.
<b>Riesgos en la etapa de construcción</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo de carecer de los permisos, licencias y autorizaciones</b>	Baja	Bajo	Alto	Medio	Insuficiencias en la realización de los trámites correspondientes	Revisión por parte de los organismos federales, estatales y municipales involucrados durante la construcción.
<b>Riesgos de no contar con recursos para su financiamiento</b>	Baja	Bajo	Bajo	Alto	Retraso en la disponibilidad de recursos en el PEF o de disponibilidad en organismo operador.	Hacer la solicitud en el ejercicio fiscal anterior y tener preparada la documentación, como registro en cartera, plurianualidad y oficios de liberación de inversión.
<b>Riesgo de sobrecostos por cálculos inadecuados u obras no previstas</b>	Media	Medio	Bajo	Medio	Obras adicionales no contempladas originalmente y recuperar retrasos en la obra.	Revisar minuciosamente los proyectos para evitar la ocurrencia de conceptos no contemplados y en caso de ocurrir realizarles un análisis minucioso de precios para minimizar el



Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
						costo y hacer lo propio por acelerar el ritmo de los trabajos
<b>Riesgos en la etapa de operación</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgo asociado a oferta insuficiente o sobreestimada</b>	Baja	Medio	Alto	Bajo	Fallas en el sistema que generen obstrucciones, fracturas o desbordamiento	Se deberá monitorear continuamente el funcionamiento del sistema y proveer de mantenimiento a la infraestructura.
<b>Riesgo asociado a incremento inesperado de costos</b>	Baja	Medio	Bajo	Bajo	Incremento súbito en algún concepto con relevancia en los componentes de los costos de operación y/o mantenimiento.	Crear un stock de refacciones y herramientas para un mantenimiento constante y preventivo.
<b>Riesgos por causas de fuerza mayor</b>						
Riesgo identificado	Probabilidad de ocurrencia	Costo	Alcance	Programa (tiempo)	Eventos que pueden detonar el riesgo	Medidas de mitigación
<b>Riesgos de catástrofes naturales</b>	Baja	Medio	Medio	Medio	Movimiento telúrico o lluvias extraordinarias.	Procurar el diseño con normas actualizadas para diseño sísmico y Precipitaciones Máximas de acuerdo a normas vigentes.
<b>Riesgos macro económicos</b>	Media	Medio	Medio	Medio	Movimiento al alza de tasas de interés, problemas de liquidez en el país.	Cobertura mediante seguros, fianzas, cumplimiento de programas de obra en tiempo.
<b>Riesgos de tipo de cambio</b>	Media	Alto	Medio	Medio	Tenga los licitantes ganadores problemas con sus compras de equipo importado y que no hayan previsto seguros de paridad cambiaria.	Que los licitantes tengan seguros de paridad cambiaria.

Ilustración 35 Análisis de riesgos. (Fuente: propia)

### Selección de la mejor alternativa

En este apartado, se presenta la evaluación socioeconómica del proyecto, en este caso se realizó mediante un Análisis Costo Eficiencia, donde se comparan los costos de diferentes alternativas que solucionan la problemática que da origen al proyecto, eligiendo la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE), el cual se estimó de acuerdo con lo establecido en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”, elaborados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

El costo eficiencia es un tipo de evaluación socioeconómica, que permite asegurar el uso eficiente de los recursos cuando se comparan las alternativas de solución, bajo el supuesto que resuelven la



misma problemática. En este tipo de evaluación, el indicador para determinar la rentabilidad del proyecto es el costo anual equivalente (CAE) y la mejor alternativa será la que genere el menor CAE.

En la rehabilitación de la infraestructura es válido considerar este tipo de análisis, el cual ya fue plenamente considerado en el capítulo III Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión, Alternativas de Solución, y en el cual se detalló que existían diferenciaciones en los componentes y acciones del proyecto y se analizaron.

Se trata de seleccionar la mejor alternativa de solución de acuerdo con el análisis realizado. Adicionalmente, describir las ventajas y desventajas técnicas y económicas de la alternativa seleccionada.

### **Alternativas 1. (Sistema aerobio de lodos activados convencional)**

Ventajas:

#### **Tiempo de retención hidráulica**

Quizás el aspecto más importante de cualquier proceso de tratamiento de aguas residuales es el tiempo. Cualquier solución de tratamiento necesita tiempo para seguir su curso y ciertos tratamientos tardan más que otros. ASP es una de esas soluciones. Debido a la relación entre las aguas residuales y el lodo y cómo ocurre el proceso, el tiempo de retención hidráulica de ASP puede tomar la mayor parte del día (12-24 hrs.) O hasta varios días (3-5) para lograr niveles adecuados de resultados de tratamiento.

#### **Tiempo de retención de lodos / reciclaje**

El tiempo también se aplica al medio de la reacción. En este caso, el medio es el lodo activado. Con respecto al lodo en sí, un ASP es un sistema abierto y hay una tasa de masa diferente que ingresa al sistema que la que sale del sistema.

Con el tiempo (sin un sistema de recirculación), todo el lodo activado en el tanque se bombearía. La idea es maximizar el tiempo que el lodo pasa en el sistema. Esta vez es para asegurar que haya suficiente biomasa para descomponer la materia orgánica entrante; De ahí la necesidad de recirculación.

Por lo tanto, como la mayoría de los procesos biológicos de crecimiento suspendidos o procesos de película fija, incluido MBBR, tienen tiempos de retención de lodo más altos, ASP tiende a tener tiempos de retención de lodo más bajos.

#### **Tamaño**

Debido a los dos puntos indicados anteriormente, los tanques del reactor para el proceso de lodo activado (ASP) tienden a ser bastante grandes para tratar grandes volúmenes de efluente. Esto requiere grandes áreas de tierra necesarias para su operación.



## **Cambios en el volumen o el carácter de las aguas residuales**

ASP puede tratar grandes cantidades de diversos materiales orgánicos, pero la reacción depende de variables que lo hacen bastante susceptible a errores en condiciones fuera de aquellas para las que fue diseñado.

En particular, los cambios en el volumen de las aguas residuales y las características de las aguas residuales pueden provocar una disminución de la calidad del tratamiento o alteraciones del tratamiento. Si una planta de tratamiento decide que quiere aumentar su volumen de tratamiento o comienza a tratar las aguas residuales de una fuente nueva y diferente, los reactores ASP normalmente tendrían que rediseñarse por completo en consecuencia.

## **Eliminación de lodos**

Como se puede esperar al tratar con un proceso de tratamiento que usa lodo para tratar las aguas residuales, hay volúmenes considerables de lodo que deben eliminarse después de este proceso. Mayores volúmenes de lodo significan mayores costos de eliminación asociados.

## **Operación / Supervisión**

La biología es un tema complejo, por lo tanto, es lógico pensar que un proceso de tratamiento biológico del agua sería complejo en ciertos aspectos. A gran escala, el proceso general parece bastante simple. Sin embargo, el diseño y la operación de un reactor de lodo activado generalmente requiere expertos en diseño de sistemas biológicos para monitorearlo. Un sistema como este necesita un poco más de supervisión experta que solo vigilar las fallas mecánicas y monitorear el pH. Es necesario que existan operadores y supervisores altamente calificados que puedan verificar la viabilidad y la eficiencia de las bacterias y los protozoos en el lodo para evitar alteraciones del sistema.

## **Problemas con la sedimentación de lodos**

Algunos de los mayores problemas con el proceso de lodo activado se revelan en cómo todo se resuelve en el proceso de clarificación secundaria. A veces, los sólidos no se compactan muy bien en el fondo y el lodo tiene un alto contenido de agua.

A veces, el sobrenadante (material flotante) tiene una turbidez mayor de la que desea, lo que puede afectar la calidad del agua del efluente final. Otros problemas pueden dar como resultado una disminución de las concentraciones de lodo activado de retorno.

Desventajas:

- a) Altos costos de diseño, construcción, operación y mantenimiento.
- b) El proceso es sensible a sólidos suspendidos y a metales.
- c) Generalmente los lodos de exceso contienen metales y compuestos orgánicos recalcitrantes.

## **Alternativas 2. Sistemas de Biodiscos.**

Ventajas:

- Facilidad de construcción gradual (proceso de construcción modular).



- Bajos requisitos de superficie para su implantación.
- Excelente resistencia a las sobrecargas (siempre que sean puntuales).
- Explotación relativamente simple (no hace falta mano de obra especializada).
- Elevados rendimientos de reducción DBO5. Buen comportamiento ante la presencia de tóxicos.
- Posibilidad de Nitrificación y desnitrificación del efluente.
- Corto periodo de retención hidráulica.
- Transferencia directa del oxígeno.
- Buen grado de mineralización del lodo (en instalaciones con decantación –digestión)
- Ausencia de contaminación acústica por la escasa potencia instalada.
- Al estar en recintos cubiertos (cubiertas), los rendimientos se resienten menos en los periodos fríos.

#### **Desventajas:**

- a) Son sensibles a los cambios de temperatura.
- b) El agua a tratar debe poseer un mínimo de oxígeno disuelto antes de entrar al biodisco.
- c) Acumulación de sólidos en el disco

Se concluye que la mejor alternativa desde el punto de vista económico para los tres proyectos es la "Alternativa 1". Ya que dio como resultado un menor Valor Presente de los Costos y menor Costo Anual Equivalente. Los costos de operación y mantenimiento son lo más bajos.

Aunado a lo anterior con la implementación del proyecto al llevar a cabo la rehabilitación integral de los tramos críticos del alcantarillado sanitario para la ciudad de Tepic, Nayarit, se han identificado los siguientes beneficios de acuerdo con el Libro 2 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) publicado por CONAGUA y que por su naturaleza son difíciles de valorar son:

- Beneficio por mejoramiento de la imagen, eliminación de fauna nociva en la zona de estudio.
- Beneficio por eliminación de molestias por malos olores durante un colapso. La eliminación de los colapsos en el colector y emisor evitara la presencia de malos olores debido a las aguas residuales crudas durante el tiempo que se efectúen las reparaciones.
- Ahorro de los costos de instalación y mantenimiento de los sistemas alternativos de evacuación,
- Ahorro de recursos al evitar enfermedades de origen hídrico.
- Los ahorros en gastos incurridos en los establecimientos comerciales, industriales y de servicios afectados por las inundaciones, por daños a mercancías, equipo, mobiliario y activos, así como como en la actividad productiva suspendida.
- Beneficio por eliminación de riesgo de contaminación de manto freático. Las condiciones de operación del colector permitirán eliminar las posibles filtraciones hacia el manto freático.
- Afectaciones a la salud pública que es posible evitar.
- La eliminación de las fallas potenciales en el colector eliminará los eventos en los cuales las aguas residuales crudas sean expulsadas hacia la superficie con el riesgo de contacto directo con la población en el área afectada y contaminación del río Mololoa, lo que podría generar enfermedades.



Adicionalmente se evitarán problemas viales en las zonas inundadas, al evitar congestionamientos y reducir el tiempo de traslado de automovilistas y transporte público, así como descomposturas y accidentes.

## V. Conclusiones y Recomendaciones

La construcción y rehabilitación de las plantas de tratamiento de aguas residuales Xalisco, El Punto y Cd. Industrial en la ciudad de Tepic, Nayarit es de gran importancia para la salud pública y el medio ambiente. Entre los impactos que tendría la construcción de este proyecto están:

**Prevención de enfermedades:** El tratamiento de aguas residuales es esencial para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas. La descarga de aguas residuales no tratadas puede contener patógenos que pueden propagarse a través del agua y causar enfermedades como la diarrea, la hepatitis y la fiebre tifoidea. Con las planta de tratamiento de aguas residuales construidas, se puede tratar una cantidad significativa de aguas residuales, lo que reduce la posibilidad de propagación de enfermedades.

**Protección del medio ambiente:** La descarga de aguas residuales sin tratar puede tener efectos negativos en el medio ambiente. Puede contaminar ríos, arroyos y otros cuerpos de agua, lo que puede afectar la vida acuática y la calidad del agua potable. Con una planta de tratamiento de aguas residuales adecuada, se pueden eliminar los contaminantes del agua residual antes de su liberación, lo que reduce el impacto negativo en el medio ambiente.



En conclusión, la construcción y rehabilitación de las PTAR antes mencionadas en la ciudad de Tepic, son importante porque puede prevenir enfermedades, proteger el medio ambiente y ayudar a cumplir con las normas y regulaciones ambientales.

A partir de la estimación de los indicadores de rentabilidad, se concluye que, para los proyecto que estriban en la construcción y rehabilitación de PTAR con un sistema aerobio de lodos activados convencional en la ciudad de Tepic, Nayarit son la alternativa más eficiente por tener el CAE menor.

COMPONENTE	CAE 1 RA ALTERNATIVA	CAE 2 DA ALTERNATIVA
PTAR XALISCO	\$ 31,314,020.13	\$ 38,937,244.73
PTAR EL PUNTO	\$ 50,049,824.88	\$ 64,835,690.76
PTAR CD. INDUSTRIAL	\$ 20,105,449.21	\$ 26,423,832.10

Tabla 42. CAE de los proyectos. (Fuente:propia)

A partir de la información proporcionada por la CEA (Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado) se concluye que el proyecto tiene factibilidad técnica, legal y ambiental por lo que resulta viable su ejecución, además que el proyecto es económicamente factible, se recomienda su inmediata ejecución.

## VI. Bibliografía

- 2020, CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle Santiago-San Blas (1803), estado de Nayarit
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2: Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población).
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 5: Estudios Técnicos Para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Topografía y Mecánica de Suelos.
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 20: Alcantarillado Sanitario.
- 2015, Conagua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 37: Saneamiento básico.
- 2009, INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tepic, Nayarit



- XLI Ayuntamiento de Tepic. Plan Municipal de Desarrollo 2017-2021.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Manual para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.
- INEGI, Censo de población y vivienda 2020,2010, 2000, 1990.
- Gobierno del Estado de Nayarit. Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021.
- Gobierno de la República. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024.
- CONAPO, proyecciones de población 2015-2030.
- Atlas Nacional de Riesgos



## GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT

### VALIDACIÓN O DICTAMEN DE FACTIBILIDAD

Los abajo firmantes, hacen constar que el presente Proyecto de: **SANEAMIENTO RIO MOLOLOA**  
**CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CABECERA**  
**MUNICIPAL DE XALISCO, NAYARIT.**

cumple con los requisitos y Normas Técnicas establecidas por la Dependencia Federal y/o Estatal Normativa por lo que es viable su ejecución, comprometiéndose la misma a proporcionar la supervisión y asistencia Técnica necesaria durante el proceso constructivo

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
FEDERAL Y/O ESTATAL, NORMATIVA  
DIRECTOR LOCAL DE LA  
COMISIÓN NACIONAL DE AGUA  
DE NAYARIT

ING. JESUS LUIS ARAGON MORALES

TEPIC, NAYARIT  
LUGAR

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
EJECUTORA  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE NAYARIT

ING. FERNANDO CAMBEROS GUERRERO  
DIRECTOR GENERAL  
DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO  
DE NAYARIT

22 DE NOVIEMBRE DE 2012  
FECHA

#### OPINIÓN TÉCNICA DE LA NORMATIVA

El proyecto "CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE XALISCO, NAYARIT", consiste en:

1. Trabajos preliminares de limpieza y nivelación de terreno, cercado perimetral con muro de tabique y portón abatible con postes y malla ciclónica.
2. Construcción de caja distribuidora con estructura de muros de concreto armado y 2 compuertas Miller.
3. Construcción de desarenador con estructura de muros de concreto armado, 4 rejillas tipo living de soleras de 2"x5/8", vertedor tipo sifón de lamina de acero inoxidable cal. 10, 2 compuertas tipo Miller de perfil tipo C de 3"x1/4", escalera marina.
4. Edificio administrativo, CCM PTAR y caseta tipo I de vigilancia.
5. Lecho de secado de lodos, con losa de concreto f'c=250 kg/cm2 con acero de refuerzo, filtros con arena sílica y grava graduada de 3/4".
6. Cisterno de bombeo con estructura de muros de concreto f'c=250 kg/cm2 con acero de refuerzo, 15.3 m2 de rejilla tipo living de 1"x1/8" y escalera marina con varilla lisa de 5/8".
7. Construcción de reactor de tratamiento secundario 1, 2 y 3, con estructura de muros de concreto f'c=250 kg/cm2 con acero de refuerzo, 6 rejillas tipo living de uso rudo de soleras de 2"x5/8", de 1.70mX1.00m; 40 rejillas tipo living de uso rudo de soleras de 2"x5/8" de 1.50mX1.00m; 64 m de barandal de acero perfil circular de 2" y 31.5 m de escalera marina con varilla lisa de 5/8".
8. Construcción de tanque de contacto de cloro 1 y 2, con estructura de muros de concreto f'c=250 kg/cm2 con acero de refuerzo, 4.0 m de escalera marina con varilla lisa de 5/8".
9. Construcción de emisor de Efluente con 60 m de tubería de PVC de 8" de diámetro (serie 25) y 220 m de tubería de PVC de 10" de diámetro y 10 pozos de visita.
10. Construcción de emisor de Influyente con 1 337.73m de tubería de PVC de 6" de diámetro (serie 25).
11. Construcción de fontaneria con 506.64m de tubería de polietileno corrugado de 4" y 526.08m de tubería de Fo.Go. ced. 40 de 3" de diámetro, 8 VAEA de 2" válvula de esfera, 16 VAEA de hierro dúctil de 1" de diámetro, 16 aereadores de 5HP para 8 kg y demás piezas especiales.
12. Trámites ante Semarnat y Conagua, dictamen y MIA. Puesta en marcha, tres meses de estabilización, manual de operación de PTAR.
13. Red eléctrica media tensión, baja tensión, equipamiento eléctrico, alumbrado exterior, murete, 65 módulos fotovoltaicos monocristalino de 450 Wp, 2 inversores solares para interconexión a red de 15 000 KW.



## GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT

### VALIDACIÓN O DICTAMEN DE FACTIBILIDAD

Los abajo firmantes, hacen constar que el presente Proyecto de: **SANEAMIENTO RIO MOLOLOA  
REHABILITACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO " EL PUNTO" 3RA. ETAPA, EN LA  
CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT**

cumple con los requisitos y Normas Técnicas establecidas por la Dependencia Federal y/o Estatal Normativa por lo que es viable su ejecución, comprometiéndose la misma a proporcionar la supervisión y asistencia Técnica necesaria durante el proceso constructivo

**POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
FEDERAL Y/O ESTATAL, NORMATIVA  
DIRECTOR LOCAL DE LA  
COMISIÓN NACIONAL DE AGUA  
DE NAYARIT**

**POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
EJECUTORA  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE NAYARIT**

ING. JESUS LUIS ARAGON MORALES

ING. FERNANDO CAMBEROS GUERRERO

TEPIC, NAYARIT  
L U G A R

22 DE NOVIEMBRE DEL 2022  
F E C H A

#### OPINIÓN TÉCNICA DE LA NORMATIVA

- El proyecto "REHABILITACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO "EL PUNTO" 3RA. ETAPA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT", consiste en:
1. Trabajos preliminares, suministro e instalación de sistema de deshidratación de lodos con filtro prensa de operación semiautomática con capacidad de 20m<sup>3</sup> por día. Suministro e instalación de criba auto limpiante fabricada en acero modulada en 4 secciones. Cuatro compuertas deslizantes y tuberío de acero liso de 12" de diámetro.
  2. Rehabilitación de tren de tratamiento 1, geomembrana, vaciado y limpieza de tanque sedimentador primario, suministro e instalación de quemador para gas en acero inoxidable capacidad de 10 m<sup>3</sup>/hr. Desmontaje, revisión, diagnóstico, mantenimiento y vaciado del tanque sedimentador secundario. Mantenimiento y vaciado del cárcamo de sobrenadantes, cárcamo de recirculación y cárcamo de lodos.
  3. Rehabilitación de tren de tratamiento 2: pintura en barandales y estructuras metálicas en tanque sedimentador secundario, tanque percolador, tanque difusor. Mantenimiento y vaciado del tanque espesor de lodos, cárcamo de sobrenadantes, cárcamo de recirculación, cárcamo de lodos, tanque de contacto de cloro. Bomba sumergible para lodos de 20 HP, 460 volts.
  4. Rehabilitación de tren de tratamiento 3: suministro e instalación de una geomembrana GM15 (1,219.22 m<sup>2</sup>); vaciado del tanque sedimentador primario y secundario, vaciado y limpieza del tanque sedimentador primario y secundario. Desmontaje de estructura metálica en reactor. Suministro e instalación de quemador de gas en acero inoxidable con capacidad de 10 m<sup>3</sup>/hr. Desmontaje, revisión, diagnóstico, y mantenimiento correctivo de motorreductor. Mantenimiento y vaciado del tanque espesor de lodos. Sistema integral de dosificador de hipoclorito de sodio. Mantenimiento y vaciado de cárcamo de sobrenadantes, cárcamo de recirculación, cárcamo de lodos. Suministro e instalación de bomba sumergible para lodos de 20 HP.
  5. Equipamiento eléctrico en baja tensión.
  6. Equipamiento eléctrico de difusores existentes.
  7. Puesta en marcha de PFAH; incluye tres meses de estabilización, entrega de manual de operación.
  8. Suministro de equipamiento electromecánico: 14 bombas sumergibles para lodos de 25 HP, 460 Volts.
  9. Losas de concreto. Cuarto de control de soldadores. Equipamiento de cuarto de control de soldadores: dos soldadores de aire tipo labutar, control eléctrico, banco de capacitores de 50 KVAR. Mantenimiento y vaciado del tanque sedimentador secundario.



## GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT

### VALIDACIÓN O DICTAMEN DE FACTIBILIDAD

Los abajo firmantes, hacen constar que el presente Proyecto de: **SANEAMIENTO RIO MOLOLOA  
CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD  
INDUSTRIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT.**

cumple con los requisitos y Normas Técnicas establecidas por la Dependencia Federal y/o Estatal Normativa por lo que es viable su ejecución, comprometiéndose la misma a proporcionar la supervisión y asistencia Técnica necesaria durante el proceso constructivo

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
FEDERAL Y/O ESTATAL, NORMATIVA  
DIRECTOR LOCAL DE LA  
COMISIÓN NACIONAL DE AGUAS  
DE NAYARIT

ING. JESUS LUIS ARAGON MORALES

TEPIC, NAYARIT  
LUGAR

POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD  
EJECUTORA  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
COMISIÓN ESTATAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE NAYARIT

ING. EERNANDO CAMBEROS GUERRERO

14 DE NOVIEMBRE DEL 2022  
FECHA

#### OPINIÓN TÉCNICA DE LA NORMATIVA

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD INDUSTRIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TEPIC, NAYARIT", consiste en:

1. Construcción de base de concreto  $F_c=2000\text{kg/cm}^2$  con acero de refuerzo, para ampliación de tanques
2. Muro de contención y cerrado perimetral en ampliación de tanques
3. Preparación de terreno para sistema fotovoltaico.
4. Construcción de zapatas aisladas en sistema fotovoltaico.
5. Construcción de base de concreto para sistema fotovoltaico.
6. Montaje de armadura y cerrado perimetral para sistema fotovoltaico.
7. Suministro e instalación de 70 módulos fotovoltaicos mono cristalino de 450 Wp, con 20% más potencia que módulos convencionales, 2 inversores solar, estructura de aluminio anodizada para 70 módulos para fijación.
8. Demolición de cárcamo de bombeo y Construcción de nuevo cárcamo de bombeo.
9. Demolición de desarenador y construcción de nuevo desarenador.
10. Demolición de cuarto de máquinas y construcción de nuevo cuarto de máquinas.
11. Fabricación de anillos de refuerzo para tanques existentes
12. Suministro e instalación de ceba para limpiante de acero inoxidable de capacidad de 5 lps, con motor 4 HP y tablero de control
13. Equipamiento con dos bombas sumergibles con impulsor tipo tornillo en acero inoxidable, hierro blanco, motor de 4 HP y tablero de control
14. Suministro e instalación de digestor de lodos en PEAD con capacidad de 25 m3, base de concreto.
15. Suministro e instalación de soplador de tornillo con motor de 10 HP con sistema de arranque integrado con variador de velocidad y tablero de control.
16. Modernización de sistema de tubería para reactor aerobio de 40 m3 de capacidad. Suministro e instalación de kit de sistema eléctrico para sopladores de 24 polos.
17. Construcción de sistema de cloración.
18. Puesta en marcha de PTAR, tres meses de estabilización.

