



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA CIVIL
CONSTRUCCIÓN

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO DE INVERSIÓN DE UNA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (P.T.A.R.) EN EL MUNICIPIO
DE ASUNCIÓN NOCHIXTLAN OAXACA, PARA INGRESARLO EN LA
MODALIDAD DE
ASOCIACIÓN PÚBLICO – PRIVADO.

TESIS:
QUE PARA OTORGAR EL GRADO DE:
LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL

PRESENTA:
JOEL JACOB SANDOVAL PEREZ

TUTOR:
M.I. MARCO TULIO MENDOZA ROSAS,
FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, D.F., NOVIEMBRE 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mi Dios y a su hijo Jesucristo, en quienes confío y a quienes agradezco todo lo que me han dado, mis hijos, mi esposa, mis padres y mis hermanos y por enseñarme la importancia de ejercer mi fe en ellos. *“...de modo que los que creen en Dios pueden tener la firme esperanza de un mundo mejor, sí, aun un lugar a la diestra de Dios; y esta esperanza viene por la fe, proporciona un ancla a las almas de los hombres y los hace seguros y firmes, abundando siempre en buenas obras, siendo impulsados a glorificar a Dios.”* (Eter 12: 4)

A mi esposa quien ha sido un apoyo incondicional para terminar mi carrera y por demostrar todo el amor que me tienes al soportar todos los desvelos y el tiempo que no pude estar contigo además de inspirarme día a día para alcanzar esta meta.

A mis hijos Alma Renata y Maximiliano Helamán quienes me inspiran a mejorar cada día y que me esperaban para acostarlos cada noche y quienes en momentos difíciles me acompañaron en brazos en esas noches de desvelo durante las tareas y exámenes durante la carrera y la realización de este trabajo.

A mis Padres, Jaime y Soco quienes me enseñaron el valor del trabajo a temprana edad y quienes me han apoyado en todos los aspectos desde el inicio de mi vida y aún lo siguen haciendo, quienes se han convertido en “puerto seguro...”. A ti mamá por no dejar de confiar en mí nunca, y a ti papá que siempre has estado a mi lado.

A mis compañeros de trabajo y amigos quienes hicieron posible todo este esfuerzo apoyándome con horarios y tareas.

AGRADECIMIENTOS.

A mi casa de estudios por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y me dio la madurez para enfrentarme a los retos laborales a lo largo de los años, por enseñarme la importancia de superar los retos y por ser parte de mi vida. Siempre estarás en mi corazón azul y oro por nuestra alma mater y blanco y rojo por tus aulas en la facultad que me formo como ingeniero y como persona.

En especial al Arq. Dagoberto Hernández Martínez de Grupo promotor ARIES, a quien le debo la información que hizo posible este trabajo. Y a las empresas e ingenieros que me inspiraron para hacer posible este trabajo de tesis

.

Índice:

Capítulo	Página
<i>Introducción</i>	2
<i>Objetivo</i>	3
1.- <i>Antecedentes</i>	4
2.- <i>Marco normativo</i>	14
2.1.- <i>Constitución política</i>	15
2.2.- <i>Ley de asociaciones público – privadas. (L.A.P.P.)</i>	18
2.3.- <i>Lineamientos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público</i>	25
3.- <i>Municipio de asunción Nochixtlán Oaxaca</i>	
3.1.- <i>Resumen ejecutivo</i>	27
3.2.- <i>Situación sin proyecto de una P.T.A.R.</i>	34
3.3.- <i>Situación con un proyecto de P.T.A.R.</i>	39
4.- <i>Evaluación de la viabilidad de una planta de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.) por el método de ficha técnica</i>	
4.1.- <i>Descripción del proyecto</i>	41
4.2.- <i>Costos del proyecto</i>	46
4.3.- <i>Beneficios de la P.T.A.R.</i>	50
4.4.- <i>Rentabilidad</i>	60
4.5.- <i>Resultado de la evaluación</i>	63
4.6.- <i>Formato de la ficha técnica</i>	64
5.- <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	71
<i>Anexos</i>	72
<i>Bibliografía.</i>	77

INTRODUCCIÓN

Como parte del interés surgido de mejorar las condiciones de vida en la comunidad donde mi familia vive, empecé a trabajar haciendo estudios para la zona del municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca. En uno de mis trabajos en el año 2009 tuve la oportunidad de ir a firmar contratos en la empresa en donde trabajaba para el diseño del proyecto de algunas plantas de tratamiento de aguas residuales. Una de ellas fue la del municipio de Nochixtlán, pero desde el 2009 hasta la fecha dicha planta no ha entrado en operación y la construcción está detenida. Conforme he ido obteniendo experiencia me he dado cuenta que muchos de los proyectos públicos, que tiene que ver con infraestructura civil, en su mayoría sufre de liquidez presupuestal, así como muchos de los proyectos que se tienen en algunas entidades públicas.

Fue con esta inquietud que decidí, aprovechando la Ley de Asociaciones Público – Privadas (LAPP), estudiar y proponer un proyecto de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para este municipio en la Mixteca Oaxaqueña, con el fin de que dicho municipio tenga la oportunidad no solo de terminar su PTAR y no sólo eso, sino que también se pueda aprovechar los desechos conocidos como lodos que la planta produciría.

En el capítulo 1 del presente trabajo el lector podrá encontrar la importancia del cuidado del agua, así mismo se expone una breve idea de los recursos hídricos con los que cuenta el estado de Oaxaca así como una breve idea de las inversiones que hace el país para cuidar de este vital liquido así como de su distribución entre la población.

El capítulo 2 es el marco normativo donde se explica con base en las leyes se pretende que tanto el estado como un ente privado inviertan en este proyecto, además de los lineamientos que se deben de seguir para que la Secretaria de Hacienda y Crédito Público aprueben dicho proyecto y aporten la parte proporcional que se menciona en un capítulo más adelante, además que se hace mención al formato que se sigue para este tipo de proyectos que es la Ficha Técnica que es para proyectos menores a los 50 millones de pesos así como para aquellos que se encuentran entre los 50 m.d.p. y que alcancen los 100 m.d.p.

El capítulo 3 presenta la situación del municipio así como las situaciones actuales y la situación que se esperaría al contar con dicho proyecto en funcionamiento.

El capítulo 4 ya es en si la información que se espera encontrar en la ficha técnica que genera cada uno de los puntos que esta requiere. Para cerrar este capítulo se anexa un formato con la información solicitada por el mismo para ejemplificar al lector la forma en la que se debe de presentar dicho formato.

En el último capítulo se dan las conclusiones y recomendaciones a las que se llega después del análisis de dicho proyecto y su viabilidad al entrar en dicha ley.

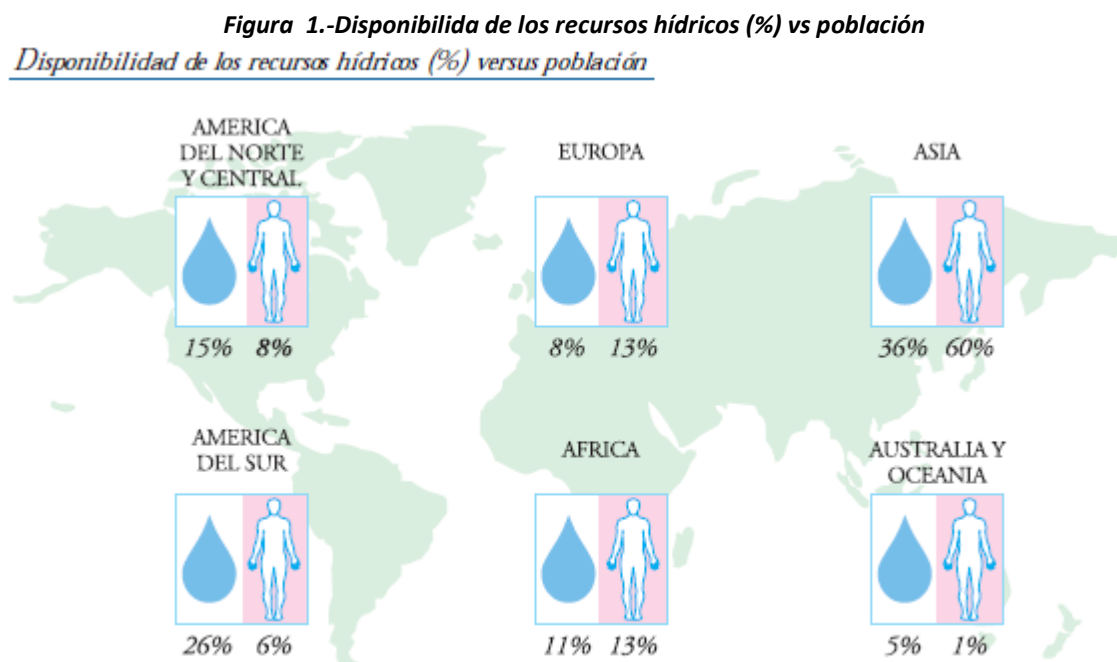
OBJETIVO:

Demostrar que una planta de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.), es un proyecto de inversión, que se puede justificar para realizarse bajo los términos de la Ley de Asociaciones Público – Privadas, por medio de Ficha Técnica.

1. ANTECEDENTES

Uno de los recursos naturales más importantes de nuestro planeta es el agua, este recurso es vital hoy día y siempre ha sido de tal importancia que se piensa que en un futuro podría convertirse en el motivo de conflictos bélicos.

En el artículo titulado “El agua como fuente de conflictos: Repaso de los focos de conflictos en el mundo”, publicado por la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO, Carlos A. Fernández – Jáuregui, autor del mismo cita a John F. Kennedy, quien dijo, “*Quien fuere capaz de resolver los problemas del agua, será merecedor de dos premios Nóbel, uno por la paz y otro por la ciencia*”. El mismo autor hace un análisis muy interesante en el cual expone la disponibilidad de recursos hídricos de los que se dispone hoy en día contra la población mundial por zona que dispone de este recurso.



Fuente: <http://www.unesco.org.uy/phi/recursos/recursos.html>

Con esto nos permite ver la importancia que tiene el que se pueda tener conciencia del uso del vital líquido además que nos hace pensar en la responsabilidad que se tiene por parte de los gobiernos el correcto uso, manejo y propuesta de leyes que regulen su uso y cuidado. Podemos observar así mismo las diferencias entre la oferta y la demanda que se exigen por continente y vemos que mientras que en América del norte y centro se tiene una disponibilidad del 15% contra una densidad de población del 8%, en otras área como lo es Europa se tiene una disponibilidad del 8% contra un 13% de la población existente viendo en esto una clara falta de este recurso en este continente.

Figura 2.-Tanque de filtrado (India)



Fuente: Fotografía de Lynsey Addario (<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/fotos/freshwater-conflic/imagen/conflicto11-bomba-hidr%C3%A1ulica-en-aldea>)

En la fotografía podemos ver un tanque de filtrado en la India en la comunidad de Punjabi, se muestra como los habitantes se reúnen alrededor de este sistema artificial para la recolección de agua. Para más información de este sistema consultar el centro Neurálgico del agua de National Geographic (<http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/>).

En todo el planeta es necesario que cada uno de los países tenga estrictos controles del uso del líquido para evitar conflictos bélicos a causa de esto, vemos su importancia en la frase citada anteriormente de John F. Kennedy, pues él consideraba esta importancia de tal forma que indica que el que encuentre la forma de solucionar este problema merece un premio Nóbel de la paz. Solo basta con dar un vistazo a la situación que se vive en otras naciones y como ellas han aprendido a cuidar su recurso hídrico del que tanto carecen.

Así como en todo el mundo dentro de nuestro país el encargado de velar por el buen uso de los recursos naturales de nuestro país es el gobierno federal. Este a través de su Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, contempla cinco metas las cuales son, 1. México en Paz, 2. México

Incluyente, 3. México con educación de calidad, 4. México Próspero y 5. México con responsabilidad global.

Dentro de estas metas podemos decir que el recurso natural del cual se busca proteger lo más posible de los usos que le damos, se engloban cada una de las metas de las cuales habla dicho plan, ya que, al cuidar el recurso natural hídrico podemos buscar primeramente como lo menciona dicho documento; un México en paz debido a que por falta de este preciado líquido se pueden generar descontentos civiles al beneficiarse solo unos cuantos que se encuentren en ubicaciones privilegiadas de los afluentes o pozos y que contaminen a las personas que se encuentren ubicados después de dichos poblados o asentamientos ya sean municipales o industriales, los cuales reducen los bancos de agua potable para la sociedad, esto puede provocar enfrentamientos.

Con la meta de tener un México incluyente, se puede decir que se toma en cuenta a todo tipo de personas que integran la sociedad del pueblo mexicano para que comprendan la importancia del cuidar el preciado recurso, además de lograr al mismo tiempo cumplir con la siguiente meta que es un México con educación de calidad pues al tener la seguridad de contar con todos los recursos esenciales para la vida el ser humano se puede enfocar en buscar otras necesidades como lo son la educación promoviendo así una mejor calidad de vida.

Esto nos lleva al siguiente punto; un México próspero pues ¿qué nación o individuo sobrevive sin agua?, promoviendo así el ánimo de inversionistas en todo el país ya que al existir paz, educación y respeto, se pueden generar más y mejores empleos, una mejor calidad de vida etc. Esto a su vez nos incluye en la responsabilidad global del cuidado de los recursos hídricos que corresponde a nuestro territorio ya que para el agua no existen fronteras ni naciones simplemente sigue su ciclo y da vida a nuestro planeta. El cuidado del agua en México, solo forma parte de todos aquellos que contribuimos con el buen o mal uso de los recursos que tenemos en el planeta tierra.

Enfocándonos exclusivamente en nuestra nación, y las leyes que protegen nuestros recursos naturales la constitución política mexicana establece en su artículo 27 que *“La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.*

*En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; **para preservar y restaurar el equilibrio ecológico;** para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las*

demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad....”

Para poder sustentar lo que dice la constitución, se desprende la Ley de Aguas Nacionales (LAN), la cual tiene por objeto regular lo correspondiente a este recurso finito, para promover así la paz, a través de la regulación de la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales, así como su distribución y control además de la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo sustentable. Esto nos lleva a la importancia del uso de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales dentro del país, de lo cual se trata el presente trabajo ya que pretende enfocar el análisis de este tipo de proyecto dentro de los mismos lineamientos de la Ley de Asociaciones Pública – Privadas, para llevarlas a cabo dentro de las estrategias de cuidados y vigilancia ecológica en el país.

Por tal motivo el gobierno federal en la presente legislación a través de la Comisión Nacional del Agua de forma transversal, presento el Programa Nacional Hídrico correspondiente al periodo que comprende los años, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 respectivamente; esto con el objetivo que según este último dice; *“hacer valer el artículo 4° constitucional, y así mismo convertirlo en un elemento que contribuya a la paz social del país así como la disminución de la pobreza y al bienestar de los habitantes”*.

El actual programa Nacional Hídrico, nos señala tres puntos a tratar de los cuales; dicho por el autor; errores humanos, y a pesar de todas las regulaciones existentes en materia del agua, existe hasta cierto punto una ingobernabilidad y por lo tanto falta de poder aplicar la ley en los asuntos que le atañen, ya que estos que se han identificado siguen siendo un factor importante que ha provocado daños graves en nuestros recurso naturales, en el caso del agua son; sobreexplotación, sobre concesión y contaminación de los recursos hídricos existentes.

Estos son un problema en todo el territorio nacional que, si no se tiene cuidado con ellos nos llevará a dejarle problemas a las futuras generaciones para conseguir este vital líquido.

El mismo programa nos aclara, *“Existen aprovechamientos que carecen de títulos de concesión o asignación, la medición del agua extraída y la verificación de los aprovechamientos y descargas son bajas e insuficientes. En las zonas de libre alumbramiento no se tiene control de los aprovechamientos; además de que prevalece un incremento de obras que invaden zonas y cauces federales que generan riesgos a la sociedad.*

Por otro lado, existen títulos vencidos, situación provocada por la ausencia de interés o desconocimiento del usuario para tramitar la prórroga correspondiente.

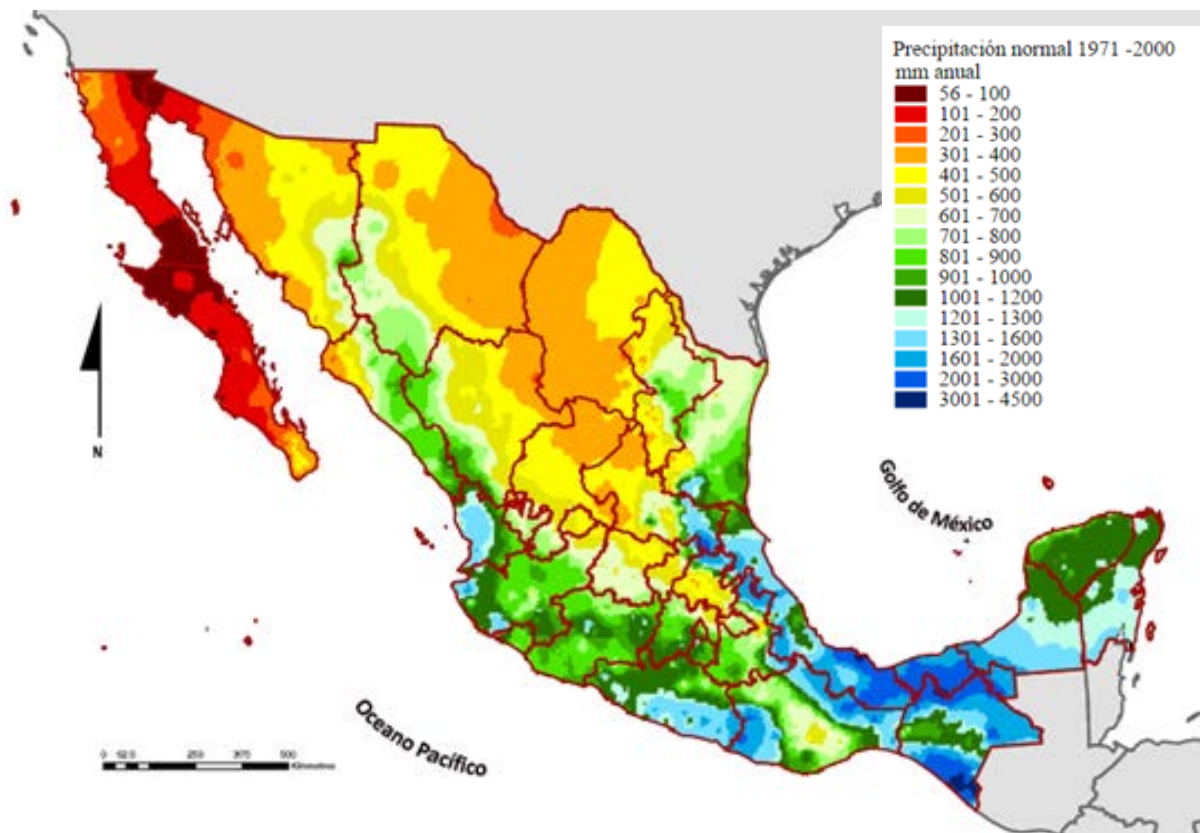
No obstante que la LAN permite la transmisión de títulos, ésta debe ser una figura regulada con miras a desincentivar el mercado informal, la especulación y el acaparamiento del recurso.

La administración del agua ha sido incompleta al no aplicarse rigurosamente la LAN, principalmente, por la reducida capacidad de la autoridad del agua para realizar visitas de inspección y no instrumentar acciones que permitan un aprovechamiento del agua acorde con la disponibilidad de la misma.”

El hecho de que se dejen a la deriva la revisión de los títulos de concesión y así mismo no se permita una adecuada vigilancia del uso adecuado de este recurso y una observancia más estricta de la ley, ayudará a que se presenten en algunos años problemas más serios entre comunidades debido a la escases o falta de calidad en el suministro.

En la siguiente imagen se puede ver la precipitación media anual en todo el país desde 1971 hasta el año 2000.

Figura 3.- Precipitación media anual 1971 – 2000



Fuente: CONAGUA (<http://www.conagua.gob.mx/atlas/meta14.htm>)

El año pasado se registraron en el país las precipitaciones que se muestran en la tabla siguiente. Esta se subdivide por estado la cual haciendo las sumatorias del total de precipitaciones por año, vemos que se encuentra dentro la media de lo que se registró en el periodo de los 30 años mostrada.

Precipitación pluvial por entidad federativa, 2013

(Milímetros)

Entidad federativa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Estados Unidos Mexicanos	26.40	6.40	7.10	9.00	43.90	103.20	152.60	135.80	227.30	77.60	76.20	55.10	920.60
Aguascalientes	51.60	0.00	0.40	0.20	18.90	75.40	205.70	80.10	154.40	45.30	35.20	89.30	756.50
Baja California	28.90	12.20	6.30	0.40	3.40	3.80	30.60	31.60	33.60	13.40	17.40	12.30	193.90
Baja California Sur	8.60	0.50	0.80	0.10	1.20	4.10	18.30	65.80	54.80	56.30	12.80	6.30	229.60
Campeche	113.70	15.70	7.00	19.50	119.70	248.80	215.10	259.00	216.30	171.50	189.00	123.10	1,698.40
Coahuila de Zaragoza	15.40	1.80	1.80	12.30	44.10	52.40	76.50	28.00	120.40	40.10	33.10	17.00	442.90
Colima	98.00	0.00	6.60	0.10	2.80	124.20	239.10	300.00	731.30	124.60	176.50	74.10	1,877.30
Chiapas	59.00	16.90	15.70	29.60	214.60	339.30	248.40	309.90	394.60	299.50	193.20	157.80	2,278.50
Chihuahua	18.50	1.90	1.10	0.50	7.60	52.10	204.90	99.10	102.90	33.90	45.90	49.60	618.00
Distrito Federal	2.20	1.40	2.30	15.60	52.80	107.10	113.80	130.30	169.70	64.30	36.10	2.50	698.10
Durango	4.60	0.10	0.10	0.30	4.70	29.70	147.40	89.40	140.40	19.30	59.90	22.90	518.80
Guanajuato	11.40	0.20	2.40	1.00	27.00	94.60	214.80	107.10	185.90	47.30	32.50	37.90	762.10
Guerrero	7.00	0.10	7.50	7.10	69.60	195.70	154.40	156.30	467.20	103.20	29.90	4.40	1,202.40
Hidalgo	7.70	8.50	8.70	9.80	53.20	100.00	100.50	116.70	219.60	79.40	66.70	26.80	797.60
Jalisco	46.00	0.10	2.20	0.10	18.40	114.40	223.60	153.90	304.40	60.20	60.00	79.00	1,062.30
México	4.10	0.90	7.70	11.90	56.90	124.20	161.10	133.00	223.20	71.70	42.10	7.60	844.40
Michoacán de Ocampo	17.70	0.10	10.30	0.90	24.80	122.90	234.60	160.90	355.10	74.10	37.60	32.10	1,071.10
Morelos	0.80	0.30	8.90	6.50	144.50	262.50	254.00	256.30	395.80	114.50	70.40	2.10	1,516.60
Nayarit	18.70	0.50	0.50	1.00	5.10	151.40	216.70	289.90	324.30	32.90	91.40	77.30	1,209.70
Nuevo León	28.00	2.50	6.50	27.20	76.00	47.50	72.10	51.30	294.40	29.70	50.00	74.50	759.70
Oaxaca	11.40	11.90	12.10	13.60	73.90	187.90	133.50	204.20	406.60	98.10	61.80	19.90	1,234.90
Puebla	8.30	11.70	16.30	20.50	92.50	204.50	203.20	227.90	348.80	125.20	104.90	26.00	1,389.80
Querétaro	4.90	3.80	5.90	7.40	41.20	89.20	159.30	116.60	203.30	64.30	55.40	29.30	780.60
Quintana Roo	51.30	40.70	39.10	18.60	77.90	254.70	208.70	220.70	383.70	235.80	246.00	127.60	1,904.80
San Luis Potosí	22.50	4.80	10.00	2.70	42.80	87.50	102.10	134.80	260.90	61.50	75.00	70.90	875.50
Sinaloa	4.00	0.10	0.20	0.20	1.20	35.70	169.40	197.20	298.60	16.10	91.10	32.90	846.70
Sonora	19.10	5.10	2.20	1.00	0.90	9.70	148.30	97.30	81.10	25.10	28.60	28.40	446.80

Precipitación pluvial por entidad federativa, 2013

(Milímetros)

Entidad federativa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Tabasco	185.90	34.30	48.70	37.10	141.30	266.10	230.10	297.50	276.30	378.40	455.80	460.50	2,812.00
Tamaulipas	30.90	3.20	9.60	28.20	55.20	100.80	94.40	132.90	403.90	43.20	88.60	100.90	1,091.80
Tlaxcala	4.10	7.50	8.00	16.30	69.10	117.70	161.00	96.20	203.90	81.30	42.40	17.40	824.90
Veracruz de Ignacio de la Llave	28.70	29.30	30.80	19.10	120.30	254.60	158.70	265.20	409.30	225.60	234.70	77.00	1,853.30
Yucatán	56.70	12.80	10.70	37.00	72.50	216.90	154.70	205.60	271.10	177.10	135.60	69.10	1,419.80
Zacatecas	27.00	0.40	0.80	0.80	14.20	54.60	158.50	79.60	144.50	48.90	37.60	64.10	631.00

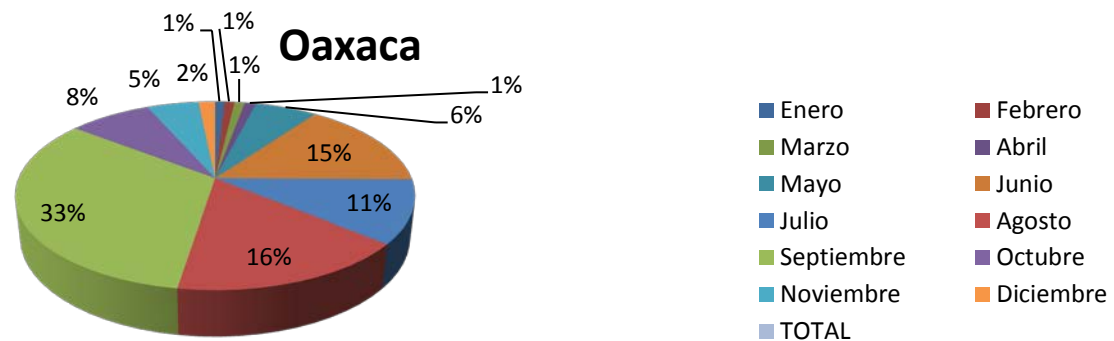
Nota: El promedio de la precipitación es ponderado.

Fuente: [INEGI. Boletín de Información Oportuna del Sector Alimentario, febrero-2014. Con base en Semarnat. Conagua.](#)

Fecha de actualización: Jueves 24 de abril de 2014

En general lo que a nosotros nos interesaría en el presente trabajo es el comportamiento que se tiene en el estado de Oaxaca ya que como se expone más adelante es la localidad donde se encuentra el proyecto motivo del presente.

FIGURA 4.- Porcentaje de precipitaciones anuales en Oaxaca.

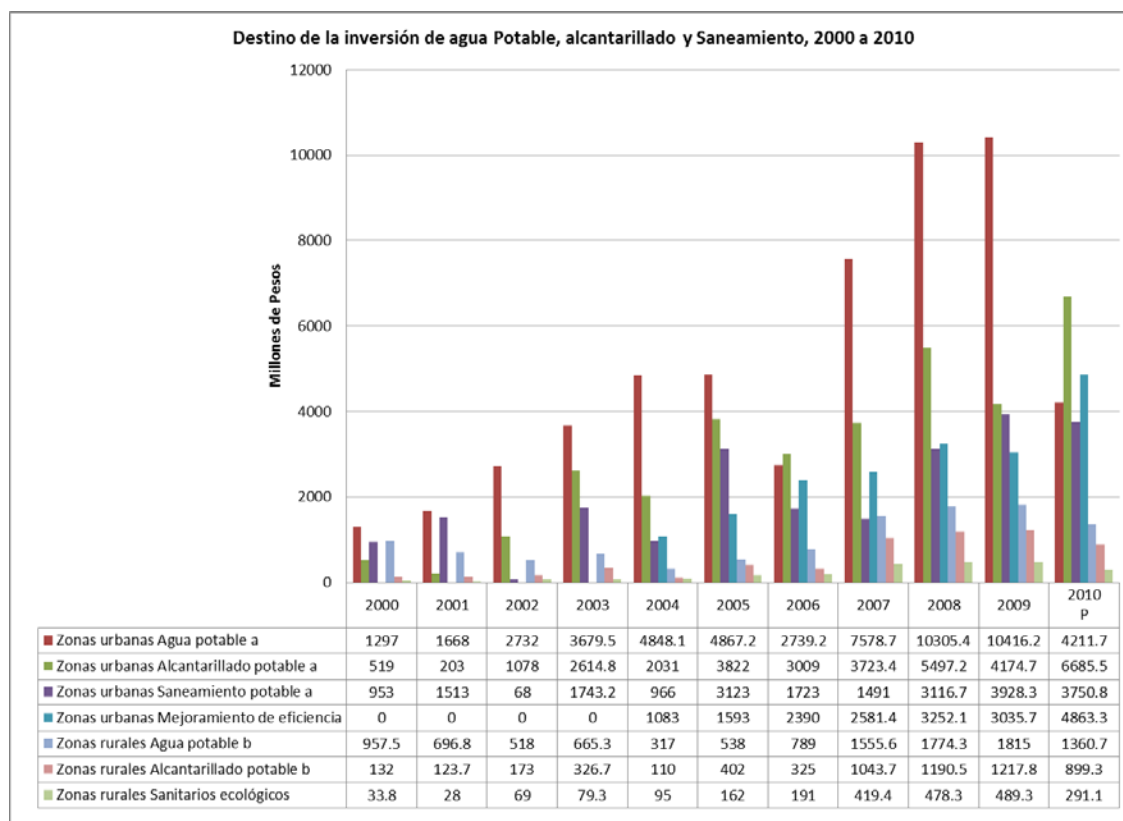


Se puede observar en figura 4 que la mayor precipitación de nuestra zona de trabajo corresponde a los meses de Agosto y Septiembre, esto con forme a la precipitación del año pasado, esto se tocará a más a detalle en el siguiente capítulo.

El Programa Nacional Hídrico dice que según datos gubernamentales se sabe que aquellos que carecen de agua potable y saneamiento, son aquellos grupos vulnerables como lo son grupos étnicos minoritarios y las mujeres, principalmente del medio rural y de las zonas periurbanas. Generalmente y debido a razones culturales, son estas últimas las que más sufren la carencia, debido a que son las que llevan a cabo labores diarias las cuales requieren el uso del agua potable ya que son las responsables de preparar los alimentos, lavar la ropa, asear la vivienda y procurar la higiene de la familia.

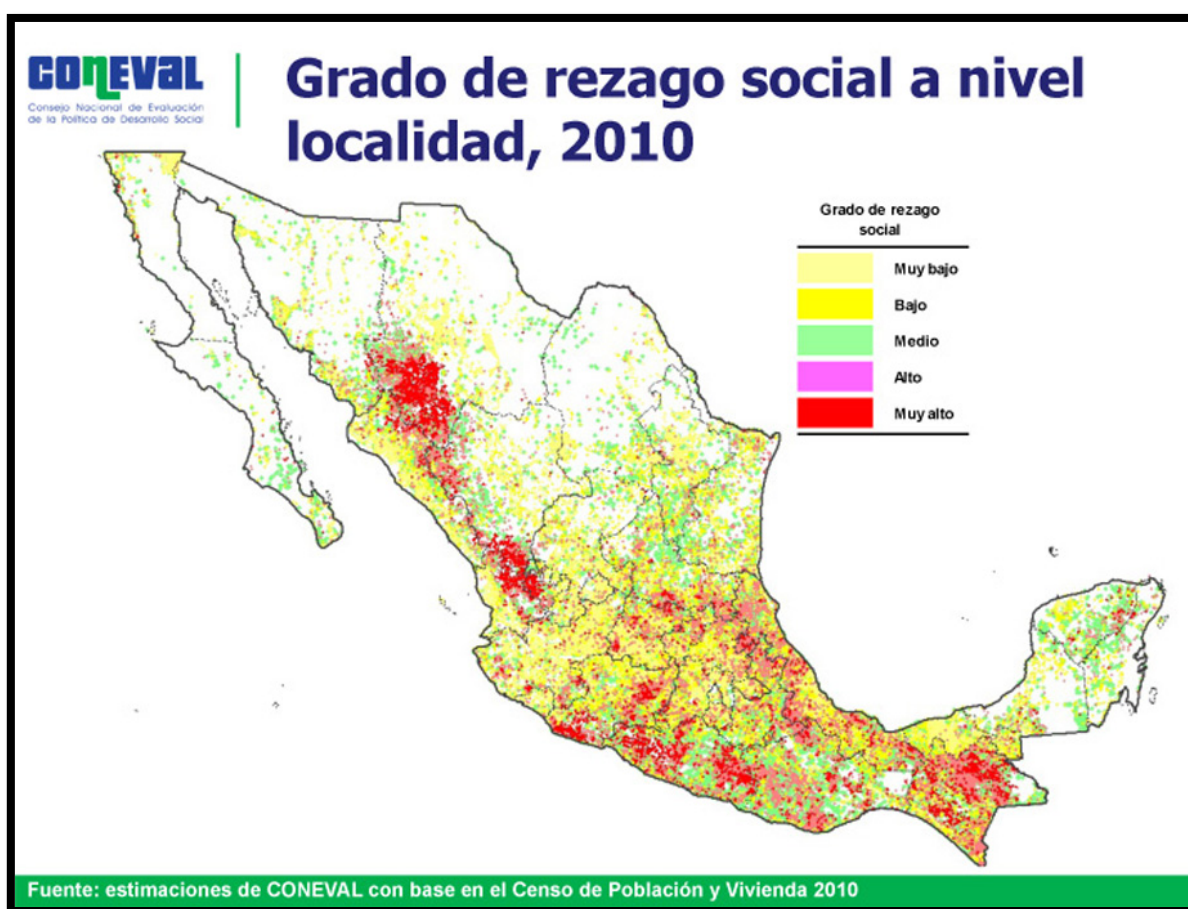
Una de las formas en las que podemos ver esto son los millones de pesos que se invirtieron en el país entre el año 2000 al año 2010 se pueden observar las diferencias claras entre la inversión a las zonas rurales contra las zonas urbanas, por ejemplo podemos ver en todos los años que en el tema de alcantarillado mientras que en el año 2010 en la zonas urbanas se gasta 6,685 millones de pesos en las zonas rurales solo se gastaron 899 millones de pesos, esto también se debe a la densidad de población de la zonas rurales y urbanas.

Figura 4.1.-Inversión de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2000 a 2010



Muchas de las zonas rurales son las que se encuentran en una situación vulnerable ya que esto puede producir bastantes enfermedades, y por lo tanto logra que al mismo tiempo, esto evite que se tenga la salud necesaria para poder llevar a cabo sus actividades, de las cuales las zonas urbanas se benefician, ya que, es en la zona rural donde se cultivan los productos necesarios para nuestra supervivencia, dando agua insalubre se dan cosechas insalubres y por lo tanto una mala calidad de vida, ya que es en esta última donde se llevan a cabo las actividades agrícolas y ganaderas necesarias para la sociedad. Si no se cuida la salud de estas personas no podemos pensar en el progreso colectivo del país ya que al mismo tiempo que se olvida del cuidado del medio ambiente por lo general las zonas urbanas tienden a arrojar sus desechos a causes que en su recorrido afectan a poblaciones enteras que se encuentran más adelante. En la figura 5 podemos observar la distribución del grado de rezago social que existe en nuestro país según el censo de población del 2010.

Figura 5.- Grado de rezago social a nivel localidad 2010



Reforzando lo dicho anteriormente el Programa Nacional Hídrico plantea que “...uno de los problemas más graves del deterioro ambiental es la contaminación del agua. La disminución en su calidad daña a los ecosistemas, la salud humana y a la disponibilidad de fuentes de agua.

La contaminación se debe, primordialmente, a la descarga a los cuerpos receptores de una gran parte del caudal de aguas residuales sin tratamiento, por los municipios y las industrias, al uso de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura, a la inadecuada recolección y disposición de los residuos sólidos municipales e industriales y al acelerado proceso de erosión causado por prácticas inadecuadas en las actividades agropecuarias y silvícolas.

La Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua, que sirve para conocer la situación de la calidad de las aguas nacionales, contó hasta el 2012 con más de cinco mil sitios de medición de parámetros fisicoquímicos y biológicos. Esta red, aunque se ha incrementado, aún resulta insuficiente, obsoleta, y no mide varios parámetros que inciden directamente en la salud.” (pp. 14, PROGRAMA, Nacional Hídrico 2014 – 2018, DOF: 08/04/2014.)

Siguiendo las pautas del P.N. H. 2014 – 2018, se decide por enfocar el presente trabajo en la propuesta de llevar a cabo un proyecto de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAR), en el municipio de Asunción Nochixtlan Oaxaca en donde, como se verá más adelante, es una zona agrícola – ganadera la cual, está mostrando un crecimiento que ha logrado que su cabecera se convierta en ciudad o zona urbana de la cual un proceso de planeamiento tanto económico como social, debe de incluir el cuidado del medio ambiente, sobre todo en este vital líquido el cual es importante para sus principales actividades económicas que por tradición se llevan a cabo en la zona.

Normalmente el estado llega a sufrir de déficits presupuestarios, dificultando así el llevar a cabo proyectos como el de una PTAR, por lo cual se pretende evaluar este tipo de proyectos para poder introducirlos en los lineamientos de la Ley de Asociaciones Público Privadas para lo cual en esta área del cuidado del medio ambiente, se abra el mercado así mismo a la iniciativa privada ayudando de esta manera al estado a poder proporcionar servicios de saneamiento sin necesidad de que los proyectos se detengan o interrumpan por falta de presupuesto y se pueda brindar de un líquido de calidad y digno a la sociedad.

2. MARCO NORMATIVO

Como se mencionó en el capítulo anterior es responsabilidad del estado proporcionar de la infraestructura necesaria para llevar a cabo las actividades propias del pueblo sin ver de una forma comprometidos los recursos naturales con los que aún se cuenta. Tal es el caso dentro del Plan Nacional de Desarrollo podemos detectar que uno de los planes de acción es el contar con una infraestructura que refleje menores costos de inversión y que permita llevar a cabo una actividad económica y logística más dinámicas, por tal motivo podemos entender que se busca una mayor participación del sector privado en el desarrollo de proyectos de infraestructura.

En el caso de una planta de tratamiento, el cual es motivo del presente trabajo, es de competencia tanto federal como estatal, en el caso de la parte federal depende desde el corazón mismo de la constitución política en sus artículos 25, 27, 28 y 73 fracción XVII, de la cual se desprende la Ley General de Bienes Nacional, la cual regula los bienes de dominio de la federación en su artículo 9, que a su vez apoya la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal que en su artículo 32 Bis, fracción XL, faculta a la SEMARNAT, el otorgar contratos, concesiones, licencias, permisos, autorizaciones, en materia de aguas, siempre en conjunto con la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 9° que a su vez descarga la responsabilidad de construir, operar, conservar y mantener las obras hidráulicas federales directamente o a través de contratos y/o concesiones con terceros a la CONAGUA, que dentro de su reglamento interno en el artículo 13° faculta a su director general el hecho de dirigir proyectos, programas, estudios y construcción de obras hidráulicas federales.

Para el caso de los estados se descarga la responsabilidad en su secretaría de obras que a su vez basa sus sustentos legales en la constitución federal, que en sus artículos 115 y 124 descargan la responsabilidad de tener a su cargo el Servicio de Agua Potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

Básicamente ese es el sustento legal sobre el cual se basa la Ley de Asociaciones Público – Privadas, la cual busca una mejor regulación de este tipo de proyectos.

Una Asociación Publico Privada (APP) es un contrato que se hace a largo plazo entre una dependencia o agencia gubernamental y una empresa privada, el objetivo de esta última es dotar de infraestructura o de un activo a un sector Público, bajo las condiciones en que la empresa privada asume la responsabilidad administrativa y además asume en parte responsabilidad sobre los riesgos que genere el proyecto que se pretenda realizar bajo esta normatividad.

La infraestructura es necesaria para una país; para poder crecer de forma tal que la población pueda alcanzar beneficios tales que cubran sus necesidades y además generen una mejor calidad de vida, a su vez existen algunas localidades que han demostrado un crecimiento constante de su población a lo largo de los años, a estas el gobierno adquiere la responsabilidad

de todo tipo ya que actualmente se encuentran mucho mejor informadas y en algunos casos llegan a tener mayores ingresos. En el caso de las poblaciones rurales el crecimiento económico es más lento pero sin embargo sigue existiendo y esto obliga a que en poblaciones que lejos de desaparecer continúan con su desarrollo y generan mayores oportunidades de empleo. A este solo se le puede alcanzar promoviendo las inversiones en diferentes proyectos que cubran las necesidades de la ciudad, poblado o comunidad que presente un crecimiento constate, ya que también existen poblaciones que por diferentes razones están tendiendo a desaparecer.

Entonces la infraestructura tiende a, elevar la calidad de los activos públicos para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades, ayuda a erradicar la pobreza existente en nuestro país, aumenta la eficacia del gobierno en el aprovisionamiento de infraestructura y supera la vulnerabilidad de los activos ante el cambio climático y los fenómenos naturales.

El déficit en materia de infraestructura de México respecto a las necesidades de nuestro país se manifiesta de muchas maneras por ejemplo, cobertura insuficiente, calidad defectuosa y confiabilidad baja; inversión inferior a la necesaria; una mala planeación; una mala administración; mala conservación o mantenimiento de los activos; insuficiencia de respuesta ante tormentas, ciclones y otros desastres naturales.

2.1 CONSTITUCIÓN POLITICA DE MÉXICO

A lo largo de la historia la constitución política mexicana ha ido cambiando según las necesidades de 1824 a 1857, la constitución tuvo grandes huecos que con el transcurso de los años y las cuestiones políticas, 1900 los hermanos Magón comenzaron a criticar las fallas y la forma en la que el poder que tenía el entonces presidente Porfirio Díaz, la historia nos lleva a la Revolución que empezó el 20 de Noviembre de 1910 y siete años después el entonces presidente constitucionalista Venustiano Carranza el 5 de Febrero de 1917 público lo que sería la base para la actual constitución política de nuestro país.

En todo caso en la constitución política de México se plasma la responsabilidad que el estado tiene para con el pueblo, en cuanto al tema propósito del presente trabajo. El artículo 25 de la Constitución dice:

Artículo 25. *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.*

Párrafo reformado DOF 28-06-1999, 05-06-2013

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos y empresas productivas del Estado que en su caso se establezcan. Tratándose de la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como de la exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución. En las actividades citadas la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas productivas del Estado, así como el régimen de remuneraciones de su personal, para garantizar su eficacia, eficiencia, honestidad, productividad, transparencia y rendición de cuentas, con base en las mejores prácticas, y determinará las demás actividades que podrán realizar.

Párrafo reformado DOF 20-12-2013

Asimismo podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Párrafo reformado DOF 20-12-2013

La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución.

*Párrafo reformado DOF 05-06-2013, 20-12-2013
Artículo reformado DOF 03-02-1983*

Este artículo encierra en sí mismo, la necesidad que tiene el estado por ver por el beneficio social, y establece bajo qué criterios busca lograr estos objetivos así mismo como aclara donde encontrar de manera clara los sectores estratégicos que quedan bajo su cargo.

Como dice un viejo refrán popular de Francisco de Quevedo y Villegas en su poema que lleva el mismo nombre y dice, “poderoso caballero es Don Dinero...” la carta magna de nuestro país también establece la forma en la que los fondos económicos del país se deben de manejar, pues cada proyecto depende de los recursos monetarios necesarios para llevarse a cabo.

Artículo 134. *Los recursos económicos de que dispongan la Federación, los estados, los municipios, el Distrito Federal y los órganos político-administrativos de sus demarcaciones territoriales, se administrarán con eficiencia, eficacia, economía, transparencia y honradez para satisfacer los objetivos a los que estén destinados.*

Párrafo reformado DOF 07-05-2008

Los resultados del ejercicio de dichos recursos serán evaluados por las instancias técnicas que establezcan, respectivamente, la Federación, los estados y el Distrito Federal, con el objeto de propiciar que los recursos económicos se asignen en los respectivos presupuestos en los términos del párrafo anterior. Lo anterior, sin menoscabo de lo dispuesto en los artículos 74, fracción VI y 79.

Párrafo adicionado DOF 07-05-2008

Las adquisiciones, arrendamientos y enajenaciones de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obra que realicen, se adjudicarán o llevarán a cabo a través de licitaciones públicas mediante convocatoria pública para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

Cuando las licitaciones a que hace referencia el párrafo anterior no sean idóneas para asegurar dichas condiciones, las leyes establecerán las bases, procedimientos, reglas, requisitos y demás elementos para acreditar la economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado.

El manejo de recursos económicos federales por parte de los estados, los municipios, el Distrito Federal y los órganos político-administrativos de sus demarcaciones territoriales, se sujetará a las bases de este artículo y a las leyes reglamentarias. La evaluación sobre el ejercicio de dichos recursos se realizará por las instancias técnicas de las entidades federativas a que se refiere el párrafo segundo de este artículo.

Párrafo reformado DOF 07-05-2008

Los servidores públicos serán responsables del cumplimiento de estas bases en los términos del Título Cuarto de esta Constitución.

Los servidores públicos de la Federación, los Estados y los municipios, así como del Distrito Federal y sus delegaciones, tienen en todo tiempo la obligación de aplicar con imparcialidad los recursos públicos que están bajo su responsabilidad, sin influir en la equidad de la competencia entre los partidos políticos.

Párrafo adicionado DOF 13-11-2007

La propaganda, bajo cualquier modalidad de comunicación social, que difundan como tales, los poderes públicos, los órganos autónomos, las dependencias y entidades de la administración pública y cualquier otro ente de los tres órdenes de gobierno, deberá tener carácter institucional y fines informativos, educativos o de orientación social. En ningún caso esta propaganda incluirá nombres, imágenes, voces o símbolos que impliquen promoción personalizada de cualquier servidor público.

Párrafo adicionado DOF 13-11-2007

Las leyes, en sus respectivos ámbitos de aplicación, garantizarán el estricto cumplimiento de lo previsto en los dos párrafos anteriores, incluyendo el régimen de sanciones a que haya lugar.

Párrafo adicionado DOF 13-11-2007

Artículo reformado DOF 28-12-1982

2.2 LEY DE ASOCIACIONES PÚBLICO – PRIVADAS

El gobierno federal publica la Ley de Asociaciones Público Privadas, en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero del 2012, bajo la administración del entonces Presidente de México, Felipe de Jesús Calderón Hinojosa.

Los primeros Artículos de la Ley explican el propósito de la misma, bajo los cuales también define lo que se considera como un proyecto de asociaciones público privadas (APP). El artículo 1 dice que la ley cubre las necesidades de los artículos 25 y 134 de la Constitución Política Mexicana. En todo caso el artículo 2 explica lo que se considera como un proyecto de APP.

Artículo 2. *Los proyectos de asociación público-privada regulados por esta Ley son aquellos que se realicen con cualquier esquema para establecer una relación contractual de largo plazo, entre instancias del sector público y del sector privado, 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.*

En los términos previstos en esta Ley, los proyectos de asociación público-privada deberán estar plenamente justificados, especificar el beneficio social que se busca obtener y demostrar su ventaja financiera frente a otras formas de financiamiento.

Como se vio al principio del capítulo las APP's tienen como objetivo poder hacer crecer la infraestructura del país de tal forma que pueda cubrir la demanda que existe y así mismo el

gobierno pueda proporcionar los activos necesarios para cubrir dichas necesidades. Estos proyectos como indica la ley deben de estar correctamente justificados, especificando el beneficio social que busca obtener. Esta ley establece en el artículo 4 quienes que realicen proyectos de APP están sujetos a los términos de LAPP.

Artículo 4. *Las disposiciones de la presente Ley son aplicables a proyectos de asociaciones público-privadas que realicen:*

I. Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal;

II. Fideicomisos públicos federales no considerados entidades paraestatales;

III. Personas de derecho público federal, con autonomía derivada de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, las cuales aplicarán los criterios y procedimientos previstos en esta Ley, sólo en lo no previsto en los ordenamientos que los rigen y siempre que no se contrapongan con los mismos, en cuyo caso quedarán sujetas a sus propios órganos de control, y,

IV. Las entidades federativas, municipios y los entes públicos de unas y otros, con recursos federales, de conformidad con los convenios que celebren con dependencias o entidades de la Administración Pública Federal.

Para estos efectos, se entenderá que los proyectos se realizan con recursos federales, cuando las aportaciones de las entidades federativas, municipios y entes públicos de unas y otros, en su conjunto, sean inferiores en relación con las aportaciones federales. Para efectos de dicho cómputo no quedan comprendidos los recursos federales correspondientes a los fondos previstos en el capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal.

Es importante tener bien claro quiénes pueden estar bajo los términos de esta ley ya que el artículo 7, aclara:

Artículo 7. *La Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, así como la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, sus reglamentos y disposiciones que de ellas emanen, **no serán aplicables** a los proyectos de asociaciones público-privadas, salvo en lo que expresamente la presente Ley señale. (Negrita añadida por el autor).*

Este artículo muestra una gran laguna en esta ley sobre todo en los proyectos de infraestructura, ya que al establecer la no aplicación de estas puede provocar el hecho de que no se apliquen las normativas necesarias durante el control y ejecución de un proyecto.

Así mismo la Ley autoriza únicamente a la Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP) como la única facultada para interpretar la ley en cuanto los asuntos administrativos no obstante que la Secretaría tenga las facultades para poder interpretar la ley, deberá así mismo apoyarse en leyes ya existentes para la formulación de los procedimientos necesarios para el desarrollo de un proyecto.

Artículo 8. *La Secretaría de Hacienda y Crédito Público estará facultada para interpretar la presente Ley para efectos administrativos, para lo cual deberá requerir y considerar la opinión de la dependencia o entidad interesada...*

La ley en cuanto a los inicios de los proyectos así como en su preparación en el artículo 13 establece los requisitos para para poder realizar este tipo de proyectos.

Artículo 13. *Para realizar proyectos de asociación público-privada se requiere, en términos de la presente Ley:*

I. La celebración de un contrato de largo plazo, en el que se establezcan los derechos y obligaciones del ente público contratante, por un lado y los del o los desarrolladores que presten los servicios y, en su caso, ejecuten la obra, por el otro;

II. Cuando así sea necesario, el otorgamiento de uno o varios permisos, concesiones o autorizaciones para el uso y explotación de los bienes públicos, la prestación de los servicios respectivos, o ambos; y

III. En el caso de los proyectos referidos en el artículo 3, vinculados a innovación y desarrollo tecnológico, se requerirá además, la previa aprobación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico previsto en la Ley de Ciencia y Tecnología. Para el análisis y aprobación de estos proyectos el Foro Consultivo Científico y Tecnológico deberá ajustarse a los principios orientadores del apoyo a la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación previstos en esa ley.

Para poder llegar a este punto la propia ley explica la importancia de saber si un proyecto es viable pues como menciona anteriormente, los recursos para poder llevarlos a cabo deben de provenir de algún sitio, en este caso se llevan a cabo responsabilidades compartidas tanto por el sector o entidad pública como privada. Ambas partes hacen un análisis del proyecto el cual les indica si es aceptable su realización tanto social como económicamente hablando y este tipo de estudios dejan claro el riesgo que conllevaría el hacer o no hacer dicho proyecto. En el caso de las entidades públicas la ley establece en el artículo 14 los estudios pertinentes que se deben de llevar a cabo para la autorización de estos proyectos.

Artículo 14. *Para determinar la viabilidad de un proyecto de asociación público-privada, la dependencia o entidad interesada deberá contar con análisis sobre los aspectos siguientes:*

I. La descripción del proyecto y viabilidad técnica del mismo;

II. Los inmuebles, bienes y derechos necesarios para el desarrollo del proyecto;

III. Las autorizaciones para el desarrollo del proyecto que en su caso, resulten necesarias;

IV. La viabilidad jurídica del proyecto;

V. El impacto ambiental, la preservación y conservación del equilibrio ecológico y, en su caso, afectación de las áreas naturales o zonas protegidas, asentamientos humanos y desarrollo urbano del proyecto, así como su viabilidad en estos aspectos; por parte de las autoridades

competentes. Este primer análisis será distinto a la manifestación de impacto ambiental correspondiente conforme a las disposiciones legales aplicables;

VI. La rentabilidad social del proyecto;

VII. Las estimaciones de inversión y aportaciones, en numerario y en especie, tanto federales y de los particulares como, en su caso, estatales y municipales;

VIII. La viabilidad económica y financiera del proyecto; y

IX. La conveniencia de llevar a cabo el proyecto mediante un esquema de asociación público-privada, en el que se incluya un análisis respecto de otras opciones.

La información anterior deberá ser publicada en internet y ser presentada ante la Cámara de Diputados.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público coordinará y publicará un registro para efectos estadísticos con la información relativa a los proyectos de asociación público-privada, previstos en la fracción I a la IX del presente artículo. Asimismo, publicará de manera sistemática la información siguiente:

a) Nombre del proyecto;

b) Número de licitación y/o registro del sistema electrónico de información pública gubernamental CompraNet;

c) Nombre del convocante;

d) Nombre del desarrollador;

e) Plazo del contrato de asociación público-privada;

f) Monto total del proyecto;

g) Monto de los pagos programados y ejecutados durante el ciclo de vida del proyecto;

h) Indicadores asociados a la rentabilidad social, financiera y económica del proyecto, en los términos que determine el Reglamento;

i) Resultado de la evaluación de la conveniencia a que se refiere el artículo 14 fracción IX;

j) Otra información que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público considere relevante.

Dicha información será de carácter público, a excepción de aquella de naturaleza reservada o confidencial, en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental y demás disposiciones aplicables.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, al presentar el proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación deberá incluir, en términos de los artículos 24 de esta Ley, y 41 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, una evaluación del impacto de los proyectos de asociación público-privada en las finanzas públicas durante su ciclo de vida.

Asimismo, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público reportará en los Informes Trimestrales sobre la Situación Económica, las Finanzas Públicas y la Deuda Pública, en los términos de las disposiciones aplicables, la descripción de cada uno de los proyectos autorizados, montos erogados o por erogar conforme a las proyecciones y estimaciones correspondientes, avance en la ejecución y calendario así como el monto de los pagos comprometidos.

Este artículo deja claro en sus últimos párrafos la responsabilidad que adquiere la SHCP al considerar proyectos que pretenden entrar en esta modalidad, así mismo en cada uno de sus apartados da las directivas necesarias para poder presentarlo, en el caso de lo establecido el apartado IX, en el que se establece que debe de comprobarse la conveniencia de llevar a cabo el proyecto en cuestión establecen en el artículo 17 de la ley lo que debe de tener este estudio de conveniencia.

Artículo 17. *Para evaluar la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante esquemas de asociación público-privada conforme a lo dispuesto en la fracción IX del artículo 14 de esta Ley, la dependencia o entidad interesada aplicará los lineamientos que al efecto determine la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.*

La evaluación deberá incorporar un análisis de costo-beneficio, la rentabilidad social del proyecto, la pertinencia de la oportunidad del plazo en que tendrá inicio, así como la alternativa de realizar otro proyecto o llevarlo a cabo con una forma distinta de financiamiento.

En la Sección Segunda que habla sobre el inicio de los proyectos el artículo 21 vuelve a remarcar la necesidad de seguir los análisis requeridos en el artículo 14.

Artículo 21. *Con base en los análisis mencionados en el artículo 14 de esta Ley, la dependencia o entidad decidirá si el proyecto es o no viable y, de serlo, procederá a su implementación y desarrollo, previo análisis y autorización de la Comisión Intersecretarial de Gasto Público, Financiamiento y Desincorporación, para los efectos de los artículos 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, y 24 de esta Ley.*

En cuanto al caso de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria dice lo siguiente en cuanto al caso de los análisis de los proyectos presentados.

Artículo 34.- *Para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, las dependencias y entidades deberán observar el siguiente procedimiento, sujetándose a lo establecido en el Reglamento:*

- I.** *Contar con un mecanismo de planeación de las inversiones, en el cual:*
 - a)** *Se identifiquen los programas y proyectos de inversión en proceso de realización, así como aquéllos que se consideren susceptibles de realizar en años futuros;*
 - b)** *Se establezcan las necesidades de inversión a corto, mediano y largo plazo, mediante criterios de evaluación que permitan establecer prioridades entre los proyectos.*

Los mecanismos de planeación a que hace referencia esta fracción serán normados y evaluados por la Secretaría;

Fracción reformada DOF 01-10-2007

- II. Presentar a la Secretaría la evaluación costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión que tengan a su cargo, en donde se muestre que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables. La Secretaría, en los términos que establezca el Reglamento, podrá solicitar a las dependencias y entidades que dicha evaluación esté dictaminada por un experto independiente. La evaluación no se requerirá en el caso del gasto de inversión que se destine a la atención prioritaria e inmediata de desastres naturales;

Fracción reformada DOF 01-10-2007

- III. Registrar cada programa y proyecto de inversión en la cartera que integra la Secretaría, para lo cual se deberá presentar la evaluación costo y beneficio correspondiente. Las dependencias y entidades deberán mantener actualizada la información contenida en la cartera. Sólo los programas y proyectos de inversión registrados en la cartera se podrán incluir en el proyecto de Presupuesto de Egresos. La Secretaría podrá negar o cancelar el registro si un programa o proyecto de inversión no cumple con las disposiciones aplicables, y

Fracción reformada DOF 01-10-2007

- IV. Los programas y proyectos registrados en la cartera de inversión serán analizados por la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento, la cual determinará la prelación para su inclusión en el proyecto de Presupuesto de Egresos, así como el orden de su ejecución, para establecer un orden de los programas y proyectos de inversión en su conjunto y maximizar el impacto que puedan tener para incrementar el beneficio social, observando principalmente los criterios siguientes:

- a) Rentabilidad socioeconómica;
- b) Reducción de la pobreza extrema;
- c) Desarrollo Regional, y
- d) Concurrencia con otros programas y proyectos de inversión.

Fracción adicionada DOF 01-10-2007

Retomando el la Ley de Asociaciones Público – Privadas en cuanto al artículo 24 mencionado anteriormente señala que:

Artículo 24. El gasto público federal que, en su caso, sea necesario para el desarrollo de un proyecto de los previstos en la presente Ley, se ajustará a las disposiciones de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, al Presupuesto de Egresos de la Federación y demás que resulten aplicables.

Los compromisos presupuestarios futuros que en su caso llegaren a originar los proyectos de asociación público-privada que se prevea iniciar, acumulados o aquellos de los proyectos que ya hubieran iniciado algún procedimiento de contratación o que ya estuvieran operando, serán acordes con las posibilidades agregadas de gasto y de financiamiento del sector público federal.

Para tal efecto, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, con base en las proyecciones macroeconómicas utilizadas en la programación del Gobierno Federal, elaborará una estimación preliminar de los montos máximos anuales de inversión para tales proyectos, a fin de atender la

inversión requerida tanto de los nuevos proyectos que pretendan iniciar las dependencias o entidades durante el siguiente ejercicio fiscal, como de aquéllos ya autorizados, incluyendo, en su caso, las actualizaciones de éstos últimos.

Los proyectos de asociación público-privada que se pretendan realizar, y los proyectos en proceso o en marcha que se pretendan incorporar a dicho esquema, serán analizados y autorizados por la Comisión Intersecretarial de Gasto Público, Financiamiento y Desincorporación, para los efectos del artículo 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, a fin de determinar la prelación y su inclusión en un capítulo específico del proyecto de Presupuesto de Egresos, así como su orden de ejecución, considerando, en el marco del sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, la congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo y el programa sectorial, institucional, regional o especial, de acuerdo a lo determinado por la dependencia o entidad correspondiente conforme al artículo 15, fracción IV de esta Ley.

En el proyecto de decreto de Presupuesto de Egresos de cada ejercicio se deberá prever, en un capítulo específico y por sector, los compromisos plurianuales de gasto que deriven de los proyectos de asociación público privada para que, en su caso dichos compromisos sean aprobados por la Cámara de Diputados a fin de proceder a la contratación y ejecución de los proyectos. Asimismo, se deberá presentar la descripción de cada uno de los proyectos, montos erogados o por erogar conforme las proyecciones y estimaciones correspondientes, avance en la ejecución y calendario, así como el monto de los pagos anuales comprometidos.

En los informes trimestrales que el Ejecutivo federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público presente al Congreso de la Unión, se deberán señalar los montos asignados para la etapa de preparación de los proyectos.

El reglamento de la ley aclara más este punto pues es la SHCP quien se encargara de todos los aspectos administrativos y por ende aclara así mismo lo que deberá de contener los lineamientos que la Secretaría deba de publicar. El reglamento en su artículo 26 y 31 habla al respecto de los procedimientos que se llevarían a cabo para el análisis y el supuesto de su viabilidad.

Artículo 26.- *Los análisis de rentabilidad social y de conveniencia del esquema de asociación público privada a que se refiere el artículo 14, fracciones VI y IX, de la Ley, y conforme a lo señalado por el artículo 17 de la misma, deberán elaborarse con apego a los lineamientos que la Secretaría expida para estos efectos.*

El contenido de los lineamientos exclusivamente regulará los siguientes aspectos:

I. El contenido y la elaboración de los tipos de análisis de rentabilidad social donde las dependencias y entidades federales demuestren que son susceptibles de generar en cada caso un beneficio social neto bajo supuestos razonables;

II. La pertinencia de la oportunidad del plazo, en el que las dependencias y entidades señalen las razones que demuestren cuál es el momento más oportuno para iniciar la ejecución del proyecto, y

III. El análisis de conveniencia, en el que deberá demostrarse la pertinencia de llevar a cabo el proyecto a través de una asociación público privada, en comparación con otros esquemas de contratación u otros mecanismos de financiamiento del proyecto.

Artículo 29.- *El análisis previsto en el artículo 14, fracción IX, de la Ley deberá elaborarse con apego a los lineamientos que la Secretaría expida para estos efectos. Del mismo deberán desprenderse ventajas del esquema de asociación pública-privada propuesto, en relación con otras opciones.*

Artículo 31.- *Los proyectos viables en los que la dependencia o entidad interesada pretenda participar con recursos federales presupuestarios de los previstos en el artículo 30., fracción I de este Reglamento, deberán presentarse a la Secretaría para efectos de lo dispuesto en la Sección Segunda del presente Capítulo.*

Para ello, la dependencia o entidad federal interesada deberá remitir a la Secretaría los análisis de rentabilidad social y de conveniencia del esquema, previstos en los artículos 26 y 29 de este Reglamento. También deberán remitir, para efectos meramente informativos, los análisis de inversión y aportaciones, de viabilidad económica y financiera, así como el dictamen de viabilidad, referidos en los artículos 27, 28 y 30 de este Reglamento, respectivamente.

Los proyectos viables en los que la dependencia o entidad interesada pretenda participar con recursos públicos federales no presupuestarios, con aportaciones distintas a numerario, o ambas, pero sin incluir recursos federales presupuestarios, no requerirán de las aprobaciones previstas en la sección segunda inmediata siguiente.

2.3 LINEAMIENTOS DE LA SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público a través del Diario Oficial de la Federación pública el 22 de Noviembre del 2012 dichos lineamientos que se mencionan en el artículo 29 de la LAPP, estos últimos fueron revisados y derogados y en su lugar quedan los nuevos *LINEAMIENTOS que establecen las disposiciones para determinar la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de asociación público privada*, estos últimos publicados en el Diario Oficial de la Federación el pasado 31 de Diciembre del 2013, bajo la responsabilidad de la unidad de inversiones, dependencia de la subsecretaría de egresos, los cuales deben de seguir las dependencias o entidades de gobierno si desean presentar un proyecto que califique dentro de la Ley de Asociaciones Público – Privadas.

El documento antes mencionado menciona en su sección II, del registro en cartera de los proyectos e inversión en sus artículos 3 y 4 señalan.

- 3. Para los efectos de los artículos 21 y 24 de la Ley y 33 del Reglamento, todos los proyectos de asociación público privada que las Dependencias y Entidades pretendan llevar a cabo y requieran recursos federales a que se refieren las fracciones I y II del artículo 30 del Reglamento, deberán contar con clave de registro en la Cartera.*

4. *A fin de obtener la clave de registro en la Cartera, las Dependencias y Entidades deberán observar las disposiciones establecidas en los Lineamientos para el registro en cartera, así como en los Lineamientos análisis costo y beneficio...*

Los lineamientos a que hacen referencia estos artículos establecen la necesidad de registrar dichos proyectos en la cartera de programas y proyectos de inversión que se encuentra a cargo de la unidad de inversiones, de la subsecretaría de egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Los lineamientos adicionales de lo que habla el artículo 4 dan las pautas para poder llevar a cabo dichos análisis y registros.

Para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, establecen las pautas para catalogar cada uno de los proyectos, estos lineamientos son importantes ya que las dependencias que pretendan llevar a cabo un proyecto dentro de la LAPP, deben seguir en sus etapas tempranas estos para clasificar los proyectos necesarios para poder cubrir las necesidades del país y así poder cumplir con las metas y objetivos que establece el plan nacional de desarrollo.

En el caso del presente trabajo se pretende seguir los lineamientos tomando en cuenta las pautas necesarias para realizar los análisis que requiere la Ley por medio del método de Ficha Técnica, el cual da una aspecto detallado del problema que se tiene en el municipio de Asunción Nochixtlan, Oaxaca con su constante crecimiento y del proyecto que se pretende, y permite un amplio panorama del impacto social, económico y ambiental que una PTAR, tendría en la sociedad.

3. MUNICIPIO DE ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN

3.1 RESUMEN EJECUTIVO

El municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca, podemos encontrar sus orígenes en la época prehispánica, por el año 909 de nuestra era, su toponimia proviene de un insecto llamado Nduko, en la lengua náhuatl Nochiztli, y en castellano cochinilla. Se dice que era una guarnición militar Mixteca, se dice que por el año 3 casa 4 conejo (según el calendario mixteca), 1521 – 1522, desaparece trágicamente pues se sabe que sus habitantes desaparecieron literalmente pues fueron diezmados por enfermedades como el cólera, la peste, el sarampión y la viruela.

Es hasta el año de 1527 que Francisco de Orozco funda la nueva Nochixtlán junto con otros 50 sobrevivientes mixtecas, todos ellos comerciantes de la grana o cochinilla, por lo que se les llegó a conocer como “el pueblo de los comerciantes”.

Figura 6.-Practica del cultivo de la grana o cochinilla.(Izquierda) Grana o cochinilla (Derecha)



Como dato interesante la grana o cochinilla científicamente conocida como *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera: Dactylopiidae) es un insecto que sirve para la producción de colorante rojo el cual sirve tanto para alimentos como para cosméticos y textiles según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de la Subsecretaría de Desarrollo Rural y de la Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural, en su ficha número 7 Producción de Grana Cochinilla, y bajo la responsabilidad del M.C. Gildardo

Aquino Pérez; dice que “Actualmente en México se pretende intensificar esta tradición que durante la colonia representó una de las principales fuentes de ingreso, solo superada por el oro y la plata. La cría de la cochinilla es sencilla y segura para la producción de grana y puede representar una fuente de recursos alternativo para las familias campesinas.” Esto muestra claramente la importancia que llegó a tener durante aquella época Nochixtlán a tal grado que su escudo municipal tiene como base este pequeño insecto.

Figura 7.-Escudo oficial del Municipio



Políticamente hablando en las últimas dos administraciones gubernamentales que se conocen han ido modificando en cierto grado el escudo del municipio pero siempre cuidando el significado y la esencia de lo que fundó Asunción Nochixtlán, Oaxaca. Un ejemplo de ello lo podemos ver en el escudo que utilizó el último presidente municipal el C. Pedro Santiago Valle, Presidente Municipal que estuvo en funciones del año 2011 al año 2013, el escudo que él y su gabinete usaron fue el que se muestra en la figura 8

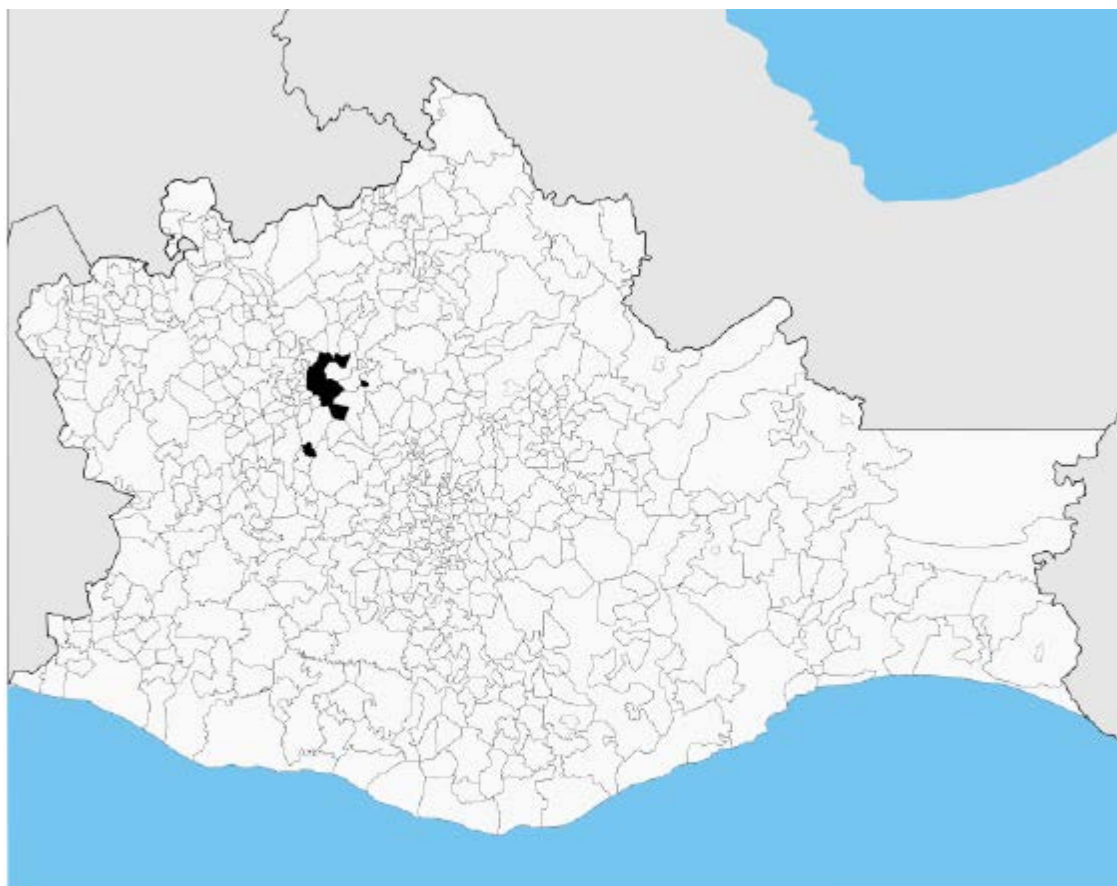
Figura 8.-Escudo oficial del municipio 2011 – 2013.



Fuente: Imagen tomada del Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Nochixtlán Periodo 2011 – 2013

Este municipio se encuentra ubicado geográficamente en la zona noreste del estado de Oaxaca, en la región Mixteca alta. Sus coordenadas son 17° 27' 26'' latitud norte y 97° 13' 30'', longitud oeste, esta es una de las regiones más montañosas del estado de Oaxaca, mantiene una altitud media de 2,081 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la cabecera municipal se encuentra en una de los dos valles más importantes del estado después del valle de la ciudad de Oaxaca.

Figura 9.-Ubicación geográfica del Municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca.



■ Municipio de Asunción Nochixtlán, Oaxaca, México

Fuente: Imagen tomada del Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Nochixtlán Periodo 2011 – 2013

Su extensión territorial es de 820.35 Km^2 y representa el 0.9% de la superficie total del estado de Oaxaca.

Los límites territoriales de la porción central son, al norte con el municipio de San Miguel Chichahua, al sur con el municipio de Magdalena Jaltepec y San Mateo Etlatongo, al oeste con el municipio de Santa María Chachoapam, San Juan Yucuita y San Andrés Sinaxtla, al sureste con el

municipio de San Juan Sayultepec y finalmente al este con el municipio de San Pedro Coxcaltepec Cántaros y con el municipio de Santiago Huaucilla; el enclave sur limita al oeste con Magdalena Jaltepec y al este con el municipio de San Juan Tamazola; el enclave este tiene todos sus límites con el municipio de San Jerónimo Sosola, a excepción del oeste, donde limita con el municipio de Santiago Nacaltepec.

Su localización por vía terrestre se encuentra a una distancia aproximada de 100 kilómetros al noroeste de la ciudad de Oaxaca de Juárez, que es la capital de Estado, si se va uno por la Carretera Federal 190. Pero si toma una la súper carretera Puebla-Oaxaca, reduce la distancia a la capital del estado aproximadamente a 65 kilómetros. Además, que se ubica a unos 250 kilómetros de la capital del Estado de Puebla y a 100 kilómetros de la ciudad de Huajuapán de León y de la H. Ciudad de Tlaxiaco, dos de las ciudades más importantes de la Región Mixteca y de todo el Estado de Oaxaca.

Continuando con el antecedente histórico del municipio, hasta ahora Nochixtlán ha ido creciendo al contrario de otros municipios en el país a tal grado que desde 1884 ha ido alcanzando categorías cada vez mayores desde Villa, allá por el año mencionado, hasta que en 1984 alcanza la categoría de pueblo y solo unos cuantos años después en el 2008 el congreso de Oaxaca le da a Asunción Nochixtlán la categoría de ciudad.

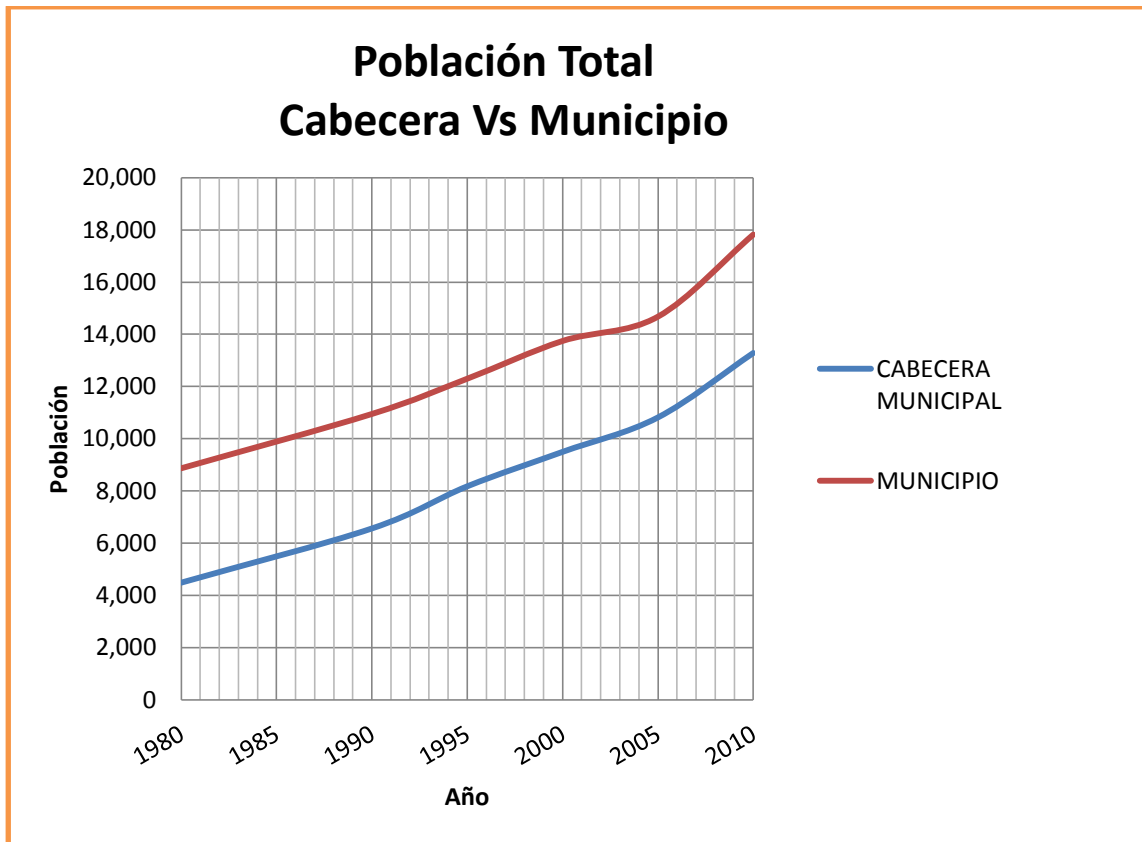
De acuerdo a los censo de población podemos ver como a diferencia de otras entidades en el país, esta ciudad ha ido aumentando su densidad demográfica alcanzando según el último censo de población en el 2010 la cantidad de 13, 284 habitantes solo en la cabecera municipal, esto representa el 75% de 17, 820 habitantes con los que cuenta el municipio por lo que a partir de este dato se puede esperar un crecimiento constante dentro de la cabecera municipal la tabla 1 solo nos muestra el crecimiento que ha tenido la ciudad de Nochixtlán de 1980 al 2010 y en la gráfica subsiguiente podemos observar dicho comportamiento.

Tabla 1.-Comparativa de crecimiento ciudad vs municipio

Población Total de Asunción Nochixtlán			
AÑO	CABECERA MUNICIPAL	MUNICIPIO	%
1980	4,486	8,867	51%
1990	6,562	10,948	60%
1995	8,176	12,299	66%
2000	9,496	13,745	69%
2005	10,815	14,676	74%
2010	13,284	17,820	75%

Fuente: CONAPO.

Gráfica 1.- Comparativa de crecimiento de población, Cabecera Vs Municipio



Esto nos muestra el crecimiento constante que ha tenido no solo la ciudad cabecera del municipio, si no toda la región, sin embargo para fines prácticos y aunque únicamente se

considera en el proyecto motivo del presente trabajo como un beneficio para la ciudad de Nochixtlán, para estos fines las consideraciones hechas por el Consejo Nacional de Población serán las que se tomen en cuenta por ser un dato oficial, ya que nos puede dar cierto margen de seguridad en el diseño de nuestros proyectos. Estos datos se presentarán un poco más adelante ya que estos han sido tomados para la elaboración del proyecto que ayudara a la ciudad a crecer de manera sustentable ya que una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), le permite al municipio, el cuidado del vital líquido y además demuestra una gran responsabilidad hacia el medio ambiente por parte de sus gobernantes y pobladores del lugar con las comunidades que se benefician de los pocos recursos hídricos del lugar.

Hablando desde el punto de vista económico del lugar sus principales actividades económicas son, en cuanto a la agricultura la siembra y cosecha del maíz, frijol y trigo, esto haciéndose en la mayor parte de la población de forma familiar. También se practica la ganadería comerciando con ganado vacuno, caprino y bovino. En general dentro de la ciudad se comercia con las artesanías propias de la región, las tiendas de abarrotes, farmacias, ferreterías y mueblerías, en este caso últimamente ha llegado a la región la empresa COPEL que ha abierto una sucursal en el centro de la ciudad. También se encuentran hoteles, casas de huéspedes y moteles en el lugar.

Según el INEGI la Población Económicamente Activa (PEA) en el año 2010, alcanzaba ya el 37.44% del total de la población esto es que había 6, 672 habitantes en el municipio que son económicamente activos de los cuales los podemos encontrar distribuidos en los sectores primario, secundario y terciario como se muestra a continuación en la tabla 2.

Tabla 2.-Porcentaje de la PEA por sectores

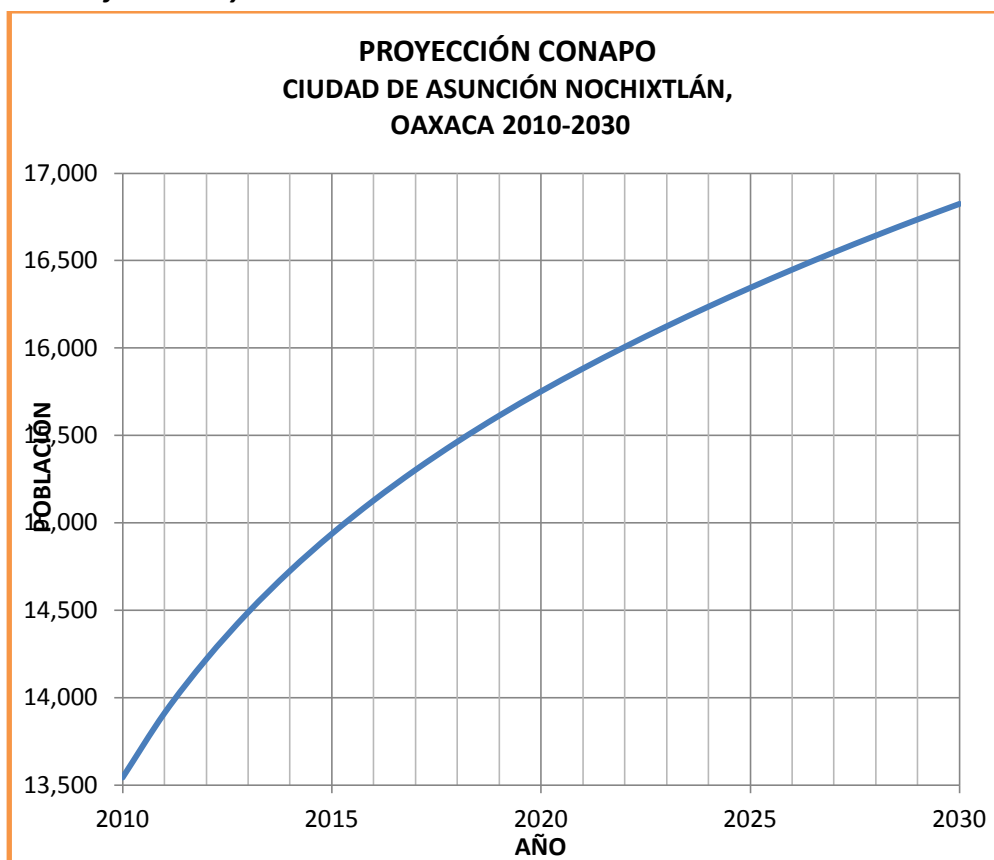
Sector	Porcentaje %
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	19.83
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	20.90
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	58.81
No especificado	0.46

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO) se estima que este crecimiento que se ha venido dando en esta región continuara como los últimos 30 años de forma exponencial y eso provocara que se requiera un mayor número de servicios así como de recursos para la población, la siguiente tabla muestra los datos estimados por la CONAPO y se puede ver en la gráfica dicho comportamiento con mayor claridad alcanzando para el año del 2030 una población aproximada de 16, 825 habitantes.

Tabla 3.- Proyección de crecimiento de la población según conapo

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN OAXCA SEGÚN CONAPO.			
AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
2010	13,543	2021	15,882
2011	13,911	2022	16,006
2012	14,219	2023	16,124
2013	14,488	2024	16,237
2014	14,725	2025	16,344
2015	14,937	2026	16,448
2016	15,128	2027	16,547
2017	15,303	2028	16,643
2018	15,464	2029	16,736
2019	15,613	2030	16,825
2020	15,752		

Grafica 2.-Proyección CONAPO ciudad de Nochixtlán Oaxaca 2010 – 2030.



En cuanto a la infraestructura básica con la que cuenta el municipio, empezando por la educación podemos mencionar que la ciudad cuenta con 7 de nivel preescolar, 10 escuelas de nivel primario, 3 escuelas de nivel secundario y 2 escuelas de nivel bachillerato.

En cuanto a la infraestructura de salud se tiene que la cabecera municipal cuenta con un centro de salud, una unidad médica del ISSSTE, una unidad médica del IMSS y un hospital comunitario de 12 camas, además de 12 laboratorios clínicos privados, y un centro de especialidades. Todo esto para atender a toda la población.

3.2 SITUACIÓN SIN PROYECTO DE UNA P.T.A.R.

Actualmente la ciudad cabecera del municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca, según datos del censo de población y vivienda obtenidos durante el año 2010 que tenía una población de 13,284 habitantes los cuales en cuanto a cuestión de vivienda se reparten en un total de 4,203 viviendas.

Esta ciudad de acuerdo al *Manual de Normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana*, editado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en Octubre de 1979. Se puede considerar que cumple con las condiciones que establece la tabla de dotación de litros por habitante por día que se encuentra en dicho manual.

TABLA N°. 4.- Dotación de litros por habitante por día

POBLACION PROYECTO Habitantes	TIPO DE CLIMA		
	CALIDO	TEMPLADO	FRIO
	Lit./ Hab./ día		
De 2,500 a 15,000	150	125	100
De 15,000 a 30,000	200	150	125
De 30,000 a 70,000	250	200	175
De 70,000 a 150,000	300	250	200
De 150,000 o más	350	300	250

El clima de este municipio es prevalementemente templado con régimen su húmedo por lo que tomando en cuenta la población existente, en ese momento el abastecimiento de agua potable que tiene que darse siguiendo la fórmula de gasto medio diario que es.

$$Q_m = PD$$

Donde:

Q_m =Gasto medio.

P = Población

D =Dotación en Lit. / hab. / día.

Por lo que debemos suponer que el municipio a través de los activos actuales debería de estar proporcionando una dotación estimada de.

$$Q_m = 13,284 \times 125 = 1'660,500 \text{ Lit}/\text{día} = 1,660.5 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tomando en cuenta la actividad comercial de la ciudad que básicamente es la parte central donde se lleva a cabo las actividades comerciales propias del municipio pues es donde se llevan las cosechas así como los cualquier bien o servicio del cual la población pueda necesitar las aguas residuales pueden caracterizarse como aguas residuales municipales sin ningún problema.

De las 4,203 viviendas que existen en la cabecera municipal que junto con los comercios con las que se benefician de estos 1,660.5 m³ de agua diarios, según los datos del INEGI solo 2,133 viviendas cuentan con disponibilidad de agua dentro de sus domicilios, esto es dentro del terreno que comprende ya sea su casa sola o departamento, y 1,091 de las viviendas dependen de una llave de agua pública o de hidrante, de otra vivienda, pipa o pozo. Cabe señalar que la zona de la ciudad es propensa a ríos subterráneos por lo cual algunas de esas casas pueden abastecerse de pozos construidos por los mismos habitantes y en algunos casos probablemente desconocidos para los órganos de gobierno.

Dentro de la ciudad es interesante que solo 3,200 viviendas cuentan con excusado, o sanitario lo cual representa un 76% del total de las viviendas, 2, 804 viviendas cuentan con drenaje y 415 no cuentan con una conexión al mismo o utilizan el método de fosa séptica por lo cual si estimamos la cantidad de aguas negras que se vierten a los afluentes que rodean la ciudad.

Para calcular la cantidad de aguas negras que corren actualmente por el drenaje y alcantarillado de la ciudad la podemos estimar calculando el gasto medio diario simplemente considerando que se arroja al alcantarillado en promedio un 75% de la dotación de agua potable.

Calculando el gasto medio diario.

$$Q_m = 0.75PD$$

Donde:

Q_m =Gasto medio.

P =Población

D =Dotación en Lit./hab./día

$$Q_m = 0.75 \times 13,284 \times 0.125 = 1,245.38 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_m = 1,245.38 \text{ m}^3/\text{día}$$

Con esto vemos que la cantidad de metros cúbicos estimados que se arrojan a los afluentes el morralito o yaxacuixi, río verde o la Labor y Yusada, provenientes de todas las actividades diarias que se llevan a cabo en la ciudad. Actualmente estas aguas residuales se encuentran entrando al medio ambiente en una condición cruda principalmente se utiliza el afluente del río La Labor, poniendo en deterioro la forma de vida y ecología que se encuentran aguas abajo de las comunidades y algunas viviendas que se encuentran saliendo de la principal concentración de la población.

Debido a que la ciudad se encuentra entre una altura de 2,200 y 2,050 msnm, las corrientes de agua de los tres afluentes que cruzan la ciudad son en su mayoría receptores de las aguas residuales que genera la ciudad. La tabla 5 muestra la caracterización de las aguas crudas que son arrojadas a esta corriente de agua, la cual pertenece a la región hidrológica Costa Chica – Río Verde y que pertenece a la sub cuenca de Río Sordo, de la cuenca Río Atoyac y que tiene su principal lugar de drenado en el Río Yolatepec.

Tabla n° 5.- Grado de contaminación aguas residuales

Constituyente	Concentración, mg/l^*
Sólidos, totales:	1,200
Disueltos totales	850
Fijos	525
Volátiles	325
Suspendidos totales	350
Fijos	75
Volátiles	275
Sólidos sedimentables, ml/l.	20
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días a 20°C (DBO₅)	400
Carbono orgánico total (COT)	290
Demanda química de oxígeno (DQO)	1,000
Nitrógeno (total como N):	85
Orgánico	35
Amoniacal	50
Nitritos	0
Nitratos	0
Fósforo (Total como P)	15
Orgánico	5
Inorgánico	10
Cloruros	100
Alcalinidad (como CaCO ₃)	200
Grasas	150

Fuente Metcalf & Eddy, Inc.*

Esto según el libro *Metclaf & Eddy, Inc.* Indica que la concentración de contaminantes de estas aguas residuales se encuentra dentro de los parámetros fuertes que se establecen y los cuales no cumplen con las normas mexicanas actuales.

Es notable ver como la ciudad de Nochixtlán, Oaxaca hablando en cuanto a la población esta ha aumentado conforme van pasando los años, y la concentración de comercios y el aumento de la población va provocando que se esperen concentraciones mayores a lo largo de los años, es por ello que las autoridades municipales deben de tener en cuenta una planeación estratégica de como abastecer de agua potable a la ciudad así de qué hacer con esos recursos hídricos de los cuales se dispondrán en unos años más adelante.

Es interesante ver como de 1980 mientras que en la cabecera municipal solo había 4,486 habitantes y que esto representaba el 51% de la población, 30 años después para el año 2010 ya eran 13,284 habitantes de los 17,820 con los que cuenta el municipio, esto representa un 75% de la población total de este municipio.

Esto quiere decir que guiándonos por las consideraciones realizadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), que la población continuará creciendo. Estimando un periodo de 20 años en su cálculo, la CONAPO estima que para el año 2030 la población habrá aumentado en 21, 663 habitantes, las cuales si estimamos el consumo de agua que requerirán para sus necesidades básicas requerirán según el cálculo de la dotación usado anteriormente.

Calculando el gasto medio diario.

$$Q_m = PD$$

Donde:

Q_m =Gasto medio.

P =Población

D =Dotación en *Lit./hab./día*

$$Q_m = 16,825 \times 0.150 = 2,523.75 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_m = 2,524 \text{ m}^3/\text{día}$$

Quiere decir que en 20 años el municipio tiene que tener los recursos hídricos necesarios para surtir a la cabecera municipal con 2,524 metros cúbicos de agua potable por día, de los cuales se estima que en un 75% de esta cantidad de agua será desechada a los ríos que pasan por el lugar contaminando fuertemente las zonas a donde se descargue esta cantidad de agua residual cruda.

Calculando el gasto medio diario de aguas residuales crudas producidos por la ciudad.

$$Q_m = 0.75PD$$

Donde:

Q_m =Gasto medio.

P =Población

D =Dotación en *Lit./hab./día*

$$Q_m = 0.75 \times 16,825 \times 0.150 = 1,892.81 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_m = 1,893 \text{ m}^3/\text{día}$$

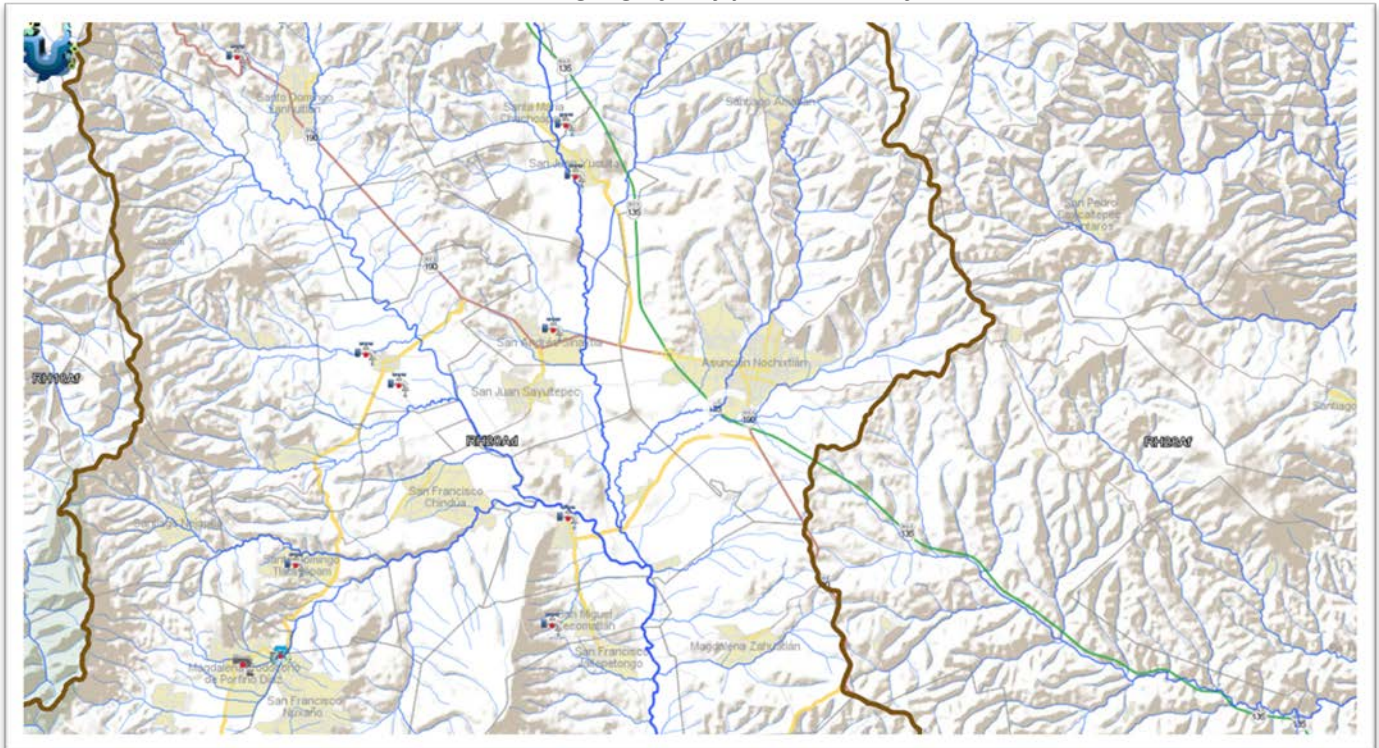
Esto es que el río la Labor, que es el que utilizan principalmente para la descarga actual de aguas residuales y que por sus características es el que mejor puede llevar a cabo el desalojo de las aguas residuales; recibirá alrededor de 1'893,000 litros de agua residual cruda diariamente provocando a la población del municipio y sus comunidades focos de infección de posibles enfermedades que afectan claramente la salud de la población afectando también su principal medio de comercio en la zona pues afectará así mismo las cosechas ya que los habitantes que viven en las laderas del río La labor pueden ocupar estas aguas crudas para el riego de sus parcelas, en el mejor de los casos ya que el hecho de no tratar estas aguas residuales puede provocar un grado de concentración tan alto que puede provocar una imposibilidad el uso de estas para las actividades agrarias, además que puede provocar el daño de las zonas de abastecimiento de agua potable para el ganado que también se practica en la zona, por lo que el riesgo de no llevar a cabo un proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales es muy alto, pues afecta todo el ecosistema de la zona.

3.3 SITUACIÓN CON UN PROYECTO DE P.T.A.R.

Como se vio en el apartado anterior, se espera que así como aumenta la población de la ciudad de la cabecera del municipio así mismo aumenta la contaminación de los recursos hídricos de la zona, esto afecta directamente a las actividades agrícolas y ganaderas de la región circunvecina, que como ya se vio, es la principal actividad económica que llevan a cabo los habitantes de la zona.

La ciudad de Nochixtán se encuentra en las coordenadas 17° 27' 26" latitud norte y 97° 13' 30", longitud oeste, como podemos observar en la figura 10, las comunidades más cercanas serían las primeras beneficiadas al recibir el agua residual ya tratada pues disminuye la probabilidad de enfermedades. Comunidades como lo serían del municipio circunvecino de San Mateo Etlatongo o Madalena Zahuatlán son las primeras beneficiadas.

FIGURA 10.- Ubicación geográfica y presencia de afluentes



Al igual que en el apartado anterior se espera que las aguas residuales crudas que produzca esta población alcancen los 1, 893 metros cúbicos de agua por día, esto quiere decir que el proyecto que se espera construir para poder tratar esta cantidad de agua.

Se espera que el proyecto que se lleve a cabo, logre disminuir los contaminantes que se encuentran en estas aguas pudiendo ayudar al ecosistema a conservar su vida, así como la seguridad ambiental en sus actividades diarias que llevan a cabo las poblaciones que se encuentran más adelante en el curso del río la Labor ya que la mayor parte de la región su principal actividad socio – económica es la agricultura y la ganadería, actividades que se ven afectadas por el agua residual en su estado crudo.

Se espera que el proyecto cumpla con la NOM 001 – SEMARNAT, la cual establece las concentraciones de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros que pueden ser arrojados a las aguas y bienes nacionales, en nuestro caso el río la labor está clasificado como un cuerpo receptor según la Ley Federal de Derechos como un cuerpo tipo A. La tabla 11 muestra los límites máximos que se espera por parte de la planta de tratamiento según esta norma.

Tabla n° 11.-Concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales.

Parámetro	Límites máximos permisibles para contaminantes básicos	
	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	P.D.
Grasas y Aceites (2)	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅ (D.B.O. ₅)	150	200
Nitrógeno Total	40	60
Fósforo Total	20	30

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX – AA – 006.

P.D.= Promedio Diario; P.M.= Promedio Mensual; N.A.= No es aplicable.

Fuente: Tabla 2 NOM – 001 SEMARNAT – 1996.

Con esto podríamos esperar que no solamente la comunidad del municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca se beneficie con el proyecto sino, por su cercanía, el municipio de San Mateo Etlatongo y todas las regiones que se encuentran cerca de este afluente de agua de esta región.

Según datos de la CONAPO, las personas que se beneficiarían en ese momento alcanzarán un estimado de 21,663 habitantes, dato que hemos analizado con anterioridad en el presente documento.

4. EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR EL MÉTODO DE FICHA TÉCNICA

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo la información recolectada en la actualidad la ciudad de Nochixtlán, Oaxaca, según los censos de población y vivienda del 2010 la población total es de 13, 284 habitantes los cuales podemos encontrar en 4,203 viviendas las cuales generan un estimado de 1, 245 metros cúbicos de agua residual cruda por día que son arrojados al afluente del río la Labor.

Para determinar el gasto de agua que tratara nuestro proyecto se tomó como población proyecto los datos que genera la CONAPO siendo el periodo de diseño estimado para nuestro proyecto un tiempo de 20 años siendo entonces nuestra población proyecto un estimado de 21,663 habitantes para el año 2030. A partir de este dato se calculó los gastos de nuestro proyecto en base a los siguientes datos.

Dado que nuestra población proyecto es de **21,663 habitantes** y que el clima de nuestra región es en promedio TEMPLADO, ya que se presentan variaciones de semi seco templado (52.74%), templado subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo (21.37%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (10.17%), semi seco semi cálido (8.32%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano (6.63%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (0.77%), nuestra dotación según la TABLA N°. 4.- Dotación de litros por habitante por día será de **150 Lit. / hab. / día**.

En base a esto se calculó el gasto medio diario de la siguiente forma:

$$Q_{med} = \frac{DP}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.

D = Dotación, en l/hab./día

P = Número de habitantes.

86,400 = Segundos por día

A partir de estos datos se calculó que el gasto medio diario sería de:

$$Q_{med} = \frac{150 \times 21,663}{86,400} = 37.61 \text{ lt/s}$$

Esta es la cantidad de agua que necesitará el municipio para poder abastecer a los 21,663 habitantes que se espera existan en el municipio en el año 2030. Este es el gasto con el cual trabajara en condiciones normales nuestro proyecto.

Se calcularon así mismo los gastos mínimo y máximo extraordinario que podría recibir nuestro proyecto para poder tener todas las posibilidades de trabajo de los equipos con los que se dotará la planta de tratamiento, el gasto mínimo que se espera es el siguiente.

$$Q_{min} = 0.5 \times Q_{med}$$

Donde:

Q_{min} = gasto mínimo en, l/s

Q_{med} = gasto medio, l/s

Por lo que nuestro gasto mínimo es para el proyecto es de

$$Q_{min} = 0.5 \times 37.61 = 18.80 \text{ } l/s$$

$$Q_{min} = \mathbf{18.80 \text{ } l/s}$$

Para el cálculo del gasto máximo instantáneo se afecta el gasto medio por el coeficiente de variación máxima instantánea (M).

$$Q_{MI} = M(Q_{med})$$

Donde:

Q_{MI} = Gasto Máximo instantáneo, l/s

Q_{med} = Gasto media, l/s

M = Coeficiente de variación máxima instantánea o coeficiente de Harmon

El coeficiente de Harmon (M) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

P = La población servida acumulada hasta el punto final del (aguas abajo) del tramo de tubería considerada en miles de habitantes.

Tomando que nuestra población en un lapso de tiempo llegará a los 16,825 habitantes, nuestro coeficiente de Harmon quedará de la siguiente manera.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{21,663}} = 1.10$$

Ya que tenemos el coeficiente de Harmon lo ocupamos para conocer el gasto máximo instantáneo que podrá recibir nuestra planta de tratamiento y la expresión queda de la siguiente forma

$$Q_{MI} = 1.10 \times 37.61 = 41.09 \text{ l/s}$$

Un factor muy importante en nuestra planta de tratamiento es considerar así mismo el gasto máximo extraordinario que pueda tener el proyecto ya que se puede dar el caso sobre todo en este caso de que nuestro sistema reciba de las aguas pluviales un gasto que rebase los cálculos realizados con anterioridad. Para encontrar este gasto se hace con la siguiente expresión.

$$Q_{Mext} = C.S. Q_{MI}$$

Considerando que nuestro sistema será del tipo combinado el coeficiente de seguridad (C.S.) que da la CNA es de 1.5 por lo que nuestro Gasto máximo extraordinario (Q_{Mext}) será.

$$Q_{Mext} = 1.5 \times 41.09 = 61.64 \text{ l/s}$$

Resumiendo nuestro sistema tiene los siguientes datos generales de proyecto.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Población del último censo oficial.....	13, 284 Habitantes
Población actual estimada.....	14, 937 Habitantes
Población del proyecto.....	21, 663 Habitantes
Dotación.....	200 lit. / habitante / día
Aportación (75% de la dotación).....	112.50 lit. / habitante / día
Uso del efluente de la planta.....	Se desalojara a corriente de río.
Formulas.....	Harmon y Manning
Gasto mínimo.....	18.80 l.p.s. = 1,624.73 m ³ /d
Gasto medio.....	37.61 l.p.s. = 3,249.45 m ³ /d
Gasto máximo instantáneo.....	41.09 l.p.s. = 3,550.00 m ³ /d
Gasto máximo extraordinario.....	61.64 l.p.s. = 5,325.54 m ³ /d

Dado que no se tuvo la oportunidad de hacer un estudio de laboratorio propio del presente trabajo se tomaron en cuenta los datos para un agua cruda municipal que describe como contaminación fuerte el libro de *Metcalf & Eddy, Inc.*

Tabla n° 13.- Grado de contaminación de las aguas crudas del municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca.

Constituyente	Concentración, mg/l^*
Sólidos, totales:	1,200
Disueltos totales	850
Fijos	525
Volátiles	325
Suspendidos totales	350
Fijos	75
Volátiles	275
Sólidos sedimentables, ml/l.	20
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días a 20°C (DBO₅)	400
Carbono orgánico total (COT)	290
Demanda química de oxígeno (DQO)	1,000
Nitrógeno (total como N):	85
Orgánico	35
Amoniacal	50
Nitritos	0
Nitratos	0
Fósforo (Total como P)	15
Orgánico	5
Inorgánico	10
Cloruros	100
Alcalinidad (como CaCO ₃)	200
Grasas	150

Fuente: Metcalf & Eddy, Inc.

El efluente de la planta será regresado al cauce del río La Labor río al cual se descargan actualmente las aguas residuales en estado crudo. Las cuales afectan a comunidades aguas abajo de la zona de descarga de las aguas residuales

Ya que las aguas residuales crudas son desalojadas de esta ciudad por medio del río La Labor y en base a la Ley Federal de Derechos, con última actualización en las cantidades de ley, correspondientes al año 2015, con base en la “cuota sin ajuste” del “Anexo 19 de la Resolución Miscelánea Fiscal para 2015”, y publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2014. Dice que el río LA LABOR, es un cuerpo receptor tipo A, según su artículo 278 – A, párrafo 3, capítulo XIV *Derecho por Uso o Aprovechamiento de Bienes del Dominio Público de la Nación como Cuerpos Receptores de las Descargas de Aguas Residuales*; esto debido a que no se encuentra en los supuestos de los cuerpos B o C.

Con base en la información previa y por las características del Río La Labor, principal afluente que se ve afectado por las aguas residuales de la ciudad de asunción Nochixtlán Oaxaca, tomando como referencia el gasto máximo extraordinario que es de 61.64 l.p.s., se propone una planta de tratamiento de aguas residuales, que cuente con una conexión al sistema de alcantarillado de un único canal que llevara el flujo a las rejillas – dichas rejillas serían de limpieza manual debido a sus dimensiones – con dimensiones aproximadas de 40 centímetros de ancho por 30 centímetros alto, las barras de las rejillas se proponen de un espesor aproximado de 13 milímetros y un total de 9 barras para la rejilla, permitiendo conseguir mantener una velocidad promedio de 1.02 m/s.

Estas características técnicas que arroja la información previa y en base a los costos que esta podría generar se seleccionó el sistema de lodos activados dentro de la modalidad de aireación extendida, con un reactor de flujo vertical

Esto para poder cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de tratamiento de aguas residuales y poder enviar el agua tratada al cauce del río La Labor de tal forma que los agricultores que se encuentran aguas abajo de la ciudad puedan utilizar el agua tanto para la agricultura como para su consumo ya que en las afueras de la ciudad no se cuenta con la infraestructura necesaria para abastecerlos de agua potable por medio de tubería y utilizan, principalmente los pozos de los cuales son abastecidos por escurrimientos propios del río La Labor; líquido que utilizan para su vida diaria.

Dichas normas que se seguirán en el tratamiento será la NOM – 001 – SEMARNAT – 1996, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en la descarga de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 06 de Enero de 1997; la NOM – 003 – SEMARNAT – 1997, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de Septiembre de 1998; la NOM – 004 – SEMARNAT – 2002 la cual es la norma oficial mexicana de protección ambiental, lodos y biósólidos, especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Agosto del 2003.

El diagrama de flujo que se encuentra a continuación explica el sistema de tratamiento y su salida al cauce del río, además que muestra los datos básicos del proyecto que servirá para la realización del proyecto ejecutivo que se propone como una asociación publico privada con el fin de que la población cuente con la infraestructura de este, lo más pronto posible y sin sufrir atrasos en su construcción y operación; a la vez que el costo del tratamiento no afecte en nada la economía de los usuarios finales.

Los elementos que muestra nuestro diagrama de flujo son la obra de toma, rejillas, desarenador y cárcamo de bombeo de aguas crudas, sedimentador primario, digestor de lodos, separador de lodos que su vez llevara al edificio de secado de lodos donde se pretende dar un tratamiento adecuado a los lodos para usarlos como acondicionamiento de suelos.

Del sedimentador primario se lleva el agua tratada al filtro rociador y al sedimentador secundario para llevar a cabo la desinfección final por medio de cloración y su posterior reingreso a las aguas del río la Labor.

4.2 COSTOS DEL PROYECTO

Para calcular el costo del proyecto se toma en cuenta la información proporcionada por los proyectos de plantas de tratamiento con el mismo sistema que la que se propone y se utiliza un factor de inferencia el cual es un factor que nos permite conocer de manera paramétrica los posibles costos de un proyecto cualquiera y que se utiliza en el método de ensambles. Este método es propuesto por el ing. Leopoldo Varela, Director General de *Varela Ingeniería de Costos*, en su libro *Ingeniería de Costos, Teoría y Práctica en construcción*.

Este factor de inferencia se utiliza en un método de estimado de costos que se llama, estimado por ensambles el cual explica más en el libro – no es motivo de explicación en el presente trabajo – solo basta mencionar que este factor según el libro se puede utilizar cuando no se cuenta con un proyecto bien definido como es el caso. El ingeniero Leopoldo Varela dice en su libro que es válido afectar todos los volúmenes de obra del presupuesto modelo que se tenga a la mano y se reserva al final la opción de reemplazar, disminuir y aumentar conceptos individuales, con objeto de dar un mejor estimado que un método paramétrico, en este caso el costo se da en referencia al gasto que se tratara en la PTAR.

$$FIP = \frac{\text{Gasto deseado}}{\text{Gasto del modelo}}$$

Con base en esta información se tomó como base los estimados del modelo financiero de las plantas de tratamiento de aguas residuales PASO LÍMON y TUCHTLAN, ambas pertenecientes al plan de saneamiento integral de Tuxtla Gutiérrez, en el estado de Chiapas, por lo que se puede decir que existe una precisión; dependiendo del ajuste de los conceptos que podrían integrar un proyecto ejecutivo; de un 17 % en promedio de error en cuanto a los costos calculados, este error está muy cercano a las variaciones de precios que se hacen mediante los métodos de precios unitarios que lleva un tiempo estimado de unas semanas dependiendo del proyecto para calcular un presupuesto de la obra teniendo un error aproximado de 5% , por lo que se decidió en todos los casos tomar un promedio de los datos de cada una de las plantas y afectar ese promedio por el factor de inferencia y el porcentaje de inflación por el caso de que estos precios estaban calculados a septiembre del 2010 y se actualizaron a febrero del 2015 para dar un estimado más cercano a la realidad y dar un estimado de la inversión necesaria como si se fuera a ingresar el presente proyecto como una APP que al final es el objetivo de este.

El factor de inferencia utilizado para el cálculo de los gastos de esta planta fue el promedio de los factores obtenidos entre los datos de la Planta de Tratamiento Paso Límon y Tuchtlan de los

que se tomó como base sus datos para el estimado de los posibles costos que representará este proyecto. El factor es de

$$FIP = 0.0899$$

Y al multiplicar este factor por el promedio de los costos de ambos proyectos base se obtuvo el costo estimado de nuestro proyecto que; aunque es muchísimo más pequeño que esas otras plantas, se tiene el mismo sistema de saneamiento por lo que se tomó en cuenta para el cálculo de los estimados.

TABLA 14.-Factores de Inferencia

	PTAR	
	LIMON	TUCHTLAN
Q_{mod}	800	320
Q_{des}	41.09	41.09
FIP=	0.0514	0.1284

El costo estimado de inversión de esta planta de tratamiento a través del método mencionado es de un aproximado de:

\$23, 047, 876

(Veintitrés millones cuarenta y siete mil ocho cientos setenta y seis pesos 00/100 m.n.).

Se propone que a la SHCP se le presente los siguientes porcentajes de aportación para la construcción del proyecto.

TABLA 15.-Porcentajes de participación

PORCENTAJES DE INVERSIÓN		
FONADIN	27%	\$6,222,926.52
CAPITAL DE RIESGO	25%	\$5,761,969.00
CAPITAL PRIVADO	48%	\$11,062,980.48
TOTAL=	100%	\$23,047,876

Los montos propuestos no incluyen el I.V.A. ya que se espera que con el porcentaje que le toca cubrir al capital privado se cubra dicha parte. La parte de la aportación federal está enfocada solo a solucionar la problemática que permite u obliga al organismo operador a llevar a cabo el tratamiento de aguas residuales al nivel señalado por las normas oficiales mexicanas, o a las condiciones generales que se señalan para la reutilización de las mismas.

Estos precios se podrían ver afectados únicamente por un supuesto macroeconómico de que exista un alza de precios en el acero, ya que gran parte del proyecto depende de este material.

TABLA 16.- Costos anuales de inversión inicial

	2016	2017
0. Proyecto Ejecutivo		
Elaboración del Proyecto Ejecutivo	\$1,461, 539	
1. Construcción y Equipamiento		
Construcción y Equipamiento Electromecánico	\$13,118,876	\$3,511,402
Pruebas de funcionamiento y de capacidad		\$190,195
Obras Complementarias de los Servicios	\$2,151,805	\$90,716
Obras para Oficinas de Campo	\$132,003	\$84,952
2. Supervisión de los Conceptos (1+2)	\$505,927	\$116,318
3. Otros		
Licencia de Construcción y Diversos Permisos	\$58,010	
4. Costo del Proyecto	\$17,428,160	\$3,993,584
5. Otros Costos		
Honorarios del Fideicomiso de Administración	\$55,492	\$25,612
Carta de Crédito, Seguros y Fianzas	\$234,989	
Comisiones Financieras	\$548,201	
6. Intereses	\$430,292	\$390,015
TOTAL	\$18,638,666	\$4,409,210

Los costos estimados que se llevaría el mantener funcionando la planta igualmente se calcularon a través del factor de inferencia que se menciona al principio del presente capítulo (ver la tabla 17). Esto quiere decir que se estima en todos los costos calculados un posible error del 17% debido al método del cálculo de los costos utilizados para el proyecto.

TABLA 17.- Costos fijos mensuales de mantenimiento y operación

Pesos mexicanos a precios de Febrero de 2015

	CONCEPTO	IMPORTE ESTIMADO AL 2015	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN
1	<i>Costo de personal</i>	\$17,646.82	42.3022%
2	<i>Energía Eléctrica</i>	\$5,203.32	12.4732%
3	<i>Gastos de Mantenimiento</i>	\$8,704.99	20.8673%
4	<i>Otros Costos (Medios y recursos materiales)</i>	\$533.58	1.2791%
5	<i>Honorarios Fiduciarios</i>	\$2,652.66	6.3588%
6	<i>Seguros</i>	\$1,219.61	2.9236%
7	<i>Fianzas</i>	\$419.24	1.0050%
8	<i>Indirectos</i>	\$3,201.49	7.6745%
9	<i>Utilidad</i>	\$2,134.32	5.1163%
	Total de Tarifa	\$41,716.03	100%
	MONTO ANUAL ESTIMADO=	\$500,592.41	

Los costos estimados que se llevaría el mantener funcionando la planta igualmente se calcularon a través del factor de inferencia que se menciona al principio del presente capítulo (ver el Tabla 17). Esto quiere decir que se estima en todos los costos calculados un posible error del 17% debido al método del cálculo de los costos utilizados para el proyecto.

Estos montos fueron utilizados para calcular los datos que piden los lineamientos que publicó la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para el cálculo de los indicadores financieros que sirven para saber si el proyecto es rentable o no para entrar en esta modalidad de Asociaciones Público – Privadas.

4.3 BENEFICIOS DE LA P.T.A.R.

El principal beneficio que recibirá la ciudad es la mejora del agua que recibirán las poblaciones que se encuentran cerca del cauce del río La Labor así como la mejora en el agua que reciben los cultivos y el ganado que se encuentra cerca de la zona en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 104 Huajuapán (Mixteca).

Otro de los beneficios que se busca con la instalación de la planta de tratamiento en el municipio es el uso de los lodos que, como resultado del segundo proceso de tratamiento, al estabilizarse se pueden utilizar como composta agrícola en los cultivos que se encuentren cerca de la zona.

Es oportuno señalar que de 1,432, 896 ha sembradas durante el año 2012 del estado de Oaxaca la superficie sembrada beneficiada por la planta de tratamiento sería de 4,450 ha pertenecientes al municipio, de los cuales el principal cultivo es el maíz en grano y el trigo en grano, estos dos cultivos representan el 43.44% y el 40.83% respectivamente del total de productos agrarios que se verían beneficiados. El resto de los cultivos se puede consultar en la tabla 18: Producción agrícola del municipio. Cíclicos y perenes 2013.

Tabla 18: Producción agrícola del municipio. Cíclicos y perenes 2013

	Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1	Alfalfa verde	10.5	10.5	146.7	13.97	371.98	54.57
2	Alpiste	11.3	5.7	5.5	0.97	5,450.00	29.98
3	Avena forrajera	24.9	24.9	406.5	16.33	413.28	168
4	Cebada grano	19.1	19.1	31.55	1.65	3,918.94	123.64
5	Durazno	0.6	0	0	0	0	0
6	Frijol	644	544	310.6	0.57	14,200.00	4,410.52
7	Maíz grano	1,939.25	1,539.25	1,345.00	0.87	4,188.34	5,633.32
8	Tomate rojo (Jitomate)	2.5	2.5	17	6.8	7,500.00	127.5
9	Tomate verde	2.5	2.5	16.5	6.6	8,500.00	140.25
10	Trigo grano	1,820.10	1,520.10	1,186.30	0.78	4,686.81	5,559.96
		4,474.75	3,668.55				16,247.74

*Fuente: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> (Año de consulta 2015)

De esta producción la calidad de los cultivos depende de muchos factores pero como se ha demostrado dentro de este trabajo el crecimiento de la población de la ciudad de Nochixtlán provoca en sí mismo la contaminación de los recursos hídricos que se utilizan para el riego de estos cultivos mencionados.

Aunque no existe un dato comprobable en este municipio que hasta ahora se haya presentado alguna afectación a la salud por parte del uso de aguas residuales crudas para el riego de los cultivos o en alguna otra localidad que se le pueda atribuir a que fue cosechado en estos lugares, es importante que se tome en cuenta los posibles riesgos a la salud que esto puede provocar ya que el agua residual cruda siempre contiene microorganismos patógenos.

Por lo que con este proyecto se pretende mejorar la calidad de agua y por lo tanto de los cultivos cosechados en este municipio, tanto por el uso del agua tratada como por el uso de los lodos ya procesados como composta agrícola. Se puede observar que de los 4,474.75 ha sembradas en el municipio solo 3,668.55 ha fueron cosechadas, esto quiere decir que 820 ha fueron perdidas por diferentes causas, entre ellas una falta de un buen uso de abono o fertilizantes que pudieron afectar dichas cosechas o incluso el autoconsumo por parte de los agricultores, se pretende que en este caso con la ayuda de la producción obtenida por la planta se puede buscar obtener un beneficio de por lo menos un 25% en la disminución de estas pérdidas, esto debido a que no se tiene un dato exacto de la razón de estas.

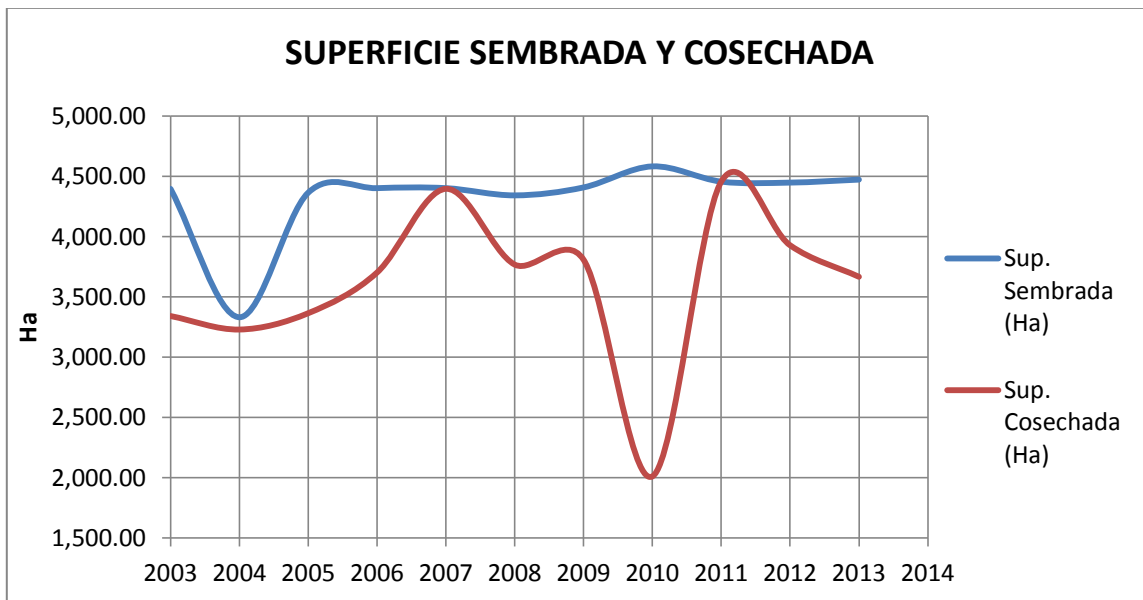
El siguiente cuadro nos muestra la forma en la que las cosechas del municipio se han venido comportando en los últimos diez años, esto nos invita a conocer algunas de las causas por las cuales se están perdiendo las hectáreas que hace falta por cubrir por municipio

Tabla 19.-Producción agrícola anual por superficie

AÑO	Sup.	Sup.	Valor Producción
	Sembrada	Cosechada	
	(Ha)	(Ha)	(Millones de Pesos)
2013	4,474.75	3,668.55	\$16.25
2012	4,450.00	3,930.00	\$22.53
2011	4,458.00	4,458.00	\$28.99
2010	4,584.50	2,012.70	\$9.80
2009	4,410.00	3,810.00	\$19.87
2008	4,344.00	3,769.75	\$17.16
2007	4,404.00	4,398.50	\$15.70
2006	4,404.00	3,704.00	\$18.03
2005	4,366.50	3,366.50	\$6.82
2004	3,333.00	3,231.00	\$8.60
2003	4,398.00	3,343.00	\$7.68

En la siguiente gráfica podemos ver el comportamiento de lo descrito en el cuadro anterior

Grafica N°3.-Producción agrícola anual



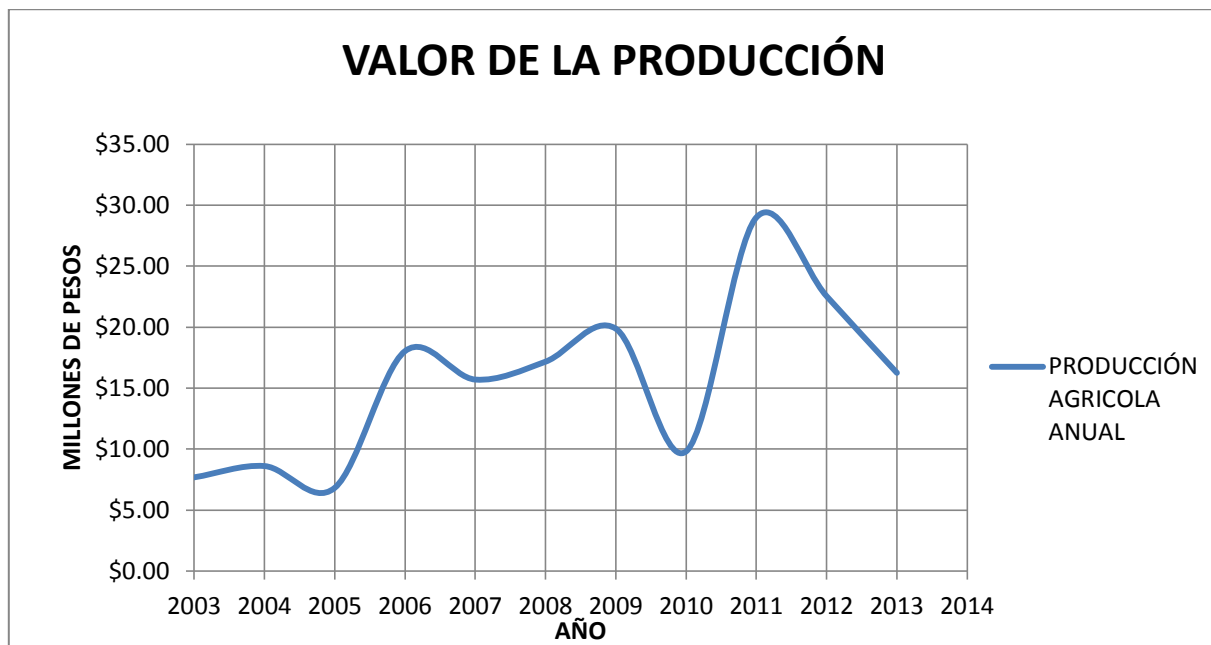
Es interesante ver como el comportamiento de la superficie cosechada es muy similar al comportamiento de la comparativa del valor de la producción en millones de pesos que se ve en la Gráfica N°3.-Producción agrícola anual.

Como se puede ver en la *tabla 18., Producción agrícola del municipio. Cíclicos y perenes 2013* el principal producto de siembra que se lleva a cabo en la región del municipio es la del maíz, la cual se puede ver beneficiada con los bajos costos que se podrían conseguir utilizando los lodos ya tratados de la planta como abono, tan sólo en el año 2013 el maíz alcanzó un promedio del valor de su producción de 5.6 millones de pesos seguido muy de cerca por el trigo en grano y el frijol.

Estos son de los principales cultivos que se verían beneficiados por los bajos costos que representaría el venderles los lodos ya tratados como abono para estas mismas cosechas, el profesor investigador del Instituto de Investigaciones Sociológicas de la Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, el profesor Eduardo Bautista Martínez, en su artículo 'El maíz en Oaxaca: la cosecha de contradicciones' menciona que algunas de las causas que afectan en este caso a este cultivo, tiene que ver con las condiciones socioeconómicas imperantes en el campo oaxaqueño. Según el autor del artículo las cosechas se ven afectadas en su mayoría por la presencia de heladas, sequías, fuertes vientos o exceso de lluvias.

Otro de los factores que afectan las siembras de la región es la falta del uso de fertilizantes, y en general de muchos productos que se utilizan para llevar a cabo las actividades propias del campo, esto por sus altos costos.

Grafica 4.- Producción Agrícola Anual



¿Cómo funcionarían los biosólidos en el caso de la agricultura en el municipio? Como se mencionó los altos costos de los productos fertilizantes han provocado que los productores no cuenten con los medios suficientes para poder proteger sus cultivos un poco más no solo de los riesgos que vienen por el uso de la tierra de acuerdo al temporal sino también del desgaste que las tierras que cultivan reciben.

El uso de los biosólidos producto de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad es, en su incorporación al terreno, el abastecimiento de nutrientes al terreno y renovador de su materia orgánica.

Según el I.Q. Juan Gualberto Limón Macías en su artículo “Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recurso?” publicado en 2013 en Guadalajara Jalisco, dice que el propósito del reciclaje de los biosólidos a través de la aplicación al terreno tiene varios propósitos, ya que estos mejoran las características del suelo, tales como la textura, la absorción de agua, las cuales brindan condiciones más favorables para el crecimiento de las raíces de los cultivos dando una mejor tolerancia a la sequía, una de las causas por las cuales el municipio ha sufrido pérdidas considerables en la producción de sus cultivos. También provee nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal tales como el nitrógeno, el fósforo, así como algunos micronutrientes importantes tales como el zinc, el níquel y el cobre, a su vez como se

mencionó anteriormente pueden servir como una alternativa o sustituto de los fertilizantes químicos.

Otra de las propiedades más importantes de la aplicación de los biosólidos al terreno junto con los fertilizantes de tener la oportunidad es de que se mejore en mucho el aprovechamiento de los nutrientes en el terreno. Para aplicar los biosólidos en el terreno se pueden aplicar con vehículos agrícolas convencionales, un ejemplo es la figura 11 en la cual podemos apreciar una voladora aplicando los biosólidos al terreno.

FIGURA 11.- Voladora aplicando los biosólidos al terreno



Fuente: I.Q. Juan Gualberto Limón Macías, Artículo “Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recuso?” pag. 27

Un factor importante que el Ingeniero Juan menciona en su artículo en cuanto al diseño de este método es que se tenga un cuidado en los biosólidos, las áreas y las características vegetativas de cada uno de los cultivos a los que se busque beneficiar con estos métodos y en su artículo nos da las recomendaciones adecuadas para poder llevar a cabo estas prácticas, por lo que en el presente trabajo, solo a criterio del autor, se tomarán las tablas pertinentes que se publican en el mencionado y se invita al lector que este más interesado en esto, a la lectura de dicho escrito.

TABLA 20.-

RESUMEN DE LA FRECUENCIA, PERIODOS Y TASAS DE APLICACIÓN PARA DIVERSOS TIPO DE AREAS

TIPO DE VEGETACIÓN EN TERRENO AGRICOLA	PERIODO	FRECUENCIA	TASA DE APLICACIÓN
MAIZ	Abril, Mayo luego de la cosecha	Anualmente	12 a 25 Toneladas secas / ha
Granos pequeños	Marzo a Junio, Agosto y en el otoño	Hasta 3 Veces por año	5 a 12 Toneladas secas/ha
Semillas de Soya	Abril a Junio y en el otoño	Anualmente	12 a 49 Toneladas secas/ha
Heno	Después de cada poda	Hasta 3 Veces por año	5 a 12 Toneladas secas/ha
Áreas de bosques	Todo el año	Una vez cada 2 a 5 años	12 a 247 Toneladas secas/ha
Terreno de pastoreo	Todo el año	Una vez cada 1 a 2 años	5 a 148 Toneladas secas /ha
Áreas de recuperación	Todo el año	Una vez	148 a 247 Toneladas secas/ha

Fuente: I.Q. Juan Gualberto Limón Macías , Artículo "Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recuso?" Tabla 8

La aplicación de las toneladas de lodos producidas por la PTAR puede ahorrar espacio en el diseño de la zona en la que se almacenarán dichos residuos producto del tratamiento de dichas aguas residuales. Asimismo en el mismo artículo se menciona según la norma de los Estados Unidos las restricciones al uso de biosólidos de acuerdo a la norma EPA 1993, estos tiempos de espera van de acuerdo a la legislación vigente que se puede aplicar en México a los terrenos que reciban este tipo de beneficios.

Con base en la información anterior, se hizo un análisis de la cantidad de lodos que produciría la planta de tratamiento que se está proponiendo, tomando en cuenta que el porcentaje de eficiencia que se espera de nuestra planta es de un 73%.

Para poder utilizar los lodos producidos por la planta se deberá cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas, NOM – 004 – SEMARNAT – 2002 en la cual se especifica los límites máximos permitidos de contaminantes, para su aprovechamiento y disposición final así como con la NOM – 083 – SEMARNAT 2003, en la cual se especifican las características de la construcción del diseño, construcción y operación del sitio de disposición.

Con base en esta información según las ecuaciones 19.1 y 19.2 del libro de “Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales” de Enrique César Valdez editado por Fundación ICA se estimaron la cantidad de toneladas de lodos que la planta de tratamiento nos estaría ofreciendo según los datos obtenidos previamente.

Ecuación 19.1

$$S_e = \frac{M_s}{\rho} \left[\frac{(S_f)(\rho)(S_V)(\rho)}{(S_V)(M_f)(\rho) + (S_f)(M_V)(\rho)} \right]$$

Donde:

S_e = Gravedad específica de los sólidos

M_s = masa de sólidos, kg

ρ = densidad del agua = 1000 kg/m^3

S_f = gravedad es específica de los sólidos fijos.

S_V = Gravedad específica de los sólidos volátiles

M_f = masa de los sólidos fijos, kg.

M_V = masa de los sólidos volátiles.

Suponiendo que la gravedad específica del agua es igual a 1.0 según el libro antes mencionado, la gravedad específica de los lodos se puede calcular con la siguiente expresión.

Ecuación 19.2

$$S_{el} = \frac{S_e}{P_s + (S_e)(P_a)}$$

Donde:

S_{el} = gravedad específica del lodo

P_s = porcentaje de sólidos en fracción decimal

P_a = porcentaje de agua en fracción decimal

De acuerdo a los datos que tenemos de nuestro ante proyecto se calculó la cantidad de lodos que producirá nuestro proyecto. Los datos del proyecto que se utilizaron para esto se muestran en la tabla 21

TABLA N° 21.- Datos del proyecto en % para el cálculo de lodos.

Parámetro	Unidad	Dato
Gasto	m^3/s	0.03761
SS en el influente	$mg/l (g/m^3)$	350 (350)
Eficiencia de remoción	%	59
Concentración de lodos	%	5
Sólidos volátiles	%	0.2143
Gravedad específica de los sólidos volátiles	%	0.99
Sólidos fijos	%	0.7857
Gravedad específica de los sólidos fijos	%	2.65

Con base en la información anterior se empieza por calcular la gravedad específica de los sólidos S_e ; puede hacerse sin calcular M_S , M_f , M_V ; según Valadez en su libro; sabiendo que son proporcionales a la composición en por ciento.

$$M_S = M_f + M_V$$

$$M_S = 0.7857 + 0.2143 = 1.00$$

Utilizando la ecuación 19.1, obtenemos.

$$S_e = \left(\frac{1}{1000} \right) \left[\frac{(2.65)(1000)(0.99)(1000)}{(0.99)(0.7857)(1000) + (2.65)(0.2143)(1000)} \right]$$

$$S_e = 1.9495 \approx 1.95$$

A partir de este dato obtenemos con la ecuación 19.2 Ibíd., la gravedad específica del lodo.

$$S_{el} = \frac{1.95}{0.05 + [(1.95)(0.95)]} = 1.0249$$

$$S_{el} = 1.0249 \approx 1.025$$

Calculando la masa de los lodos calculándola a partir de la concentración de los sólidos suspendidos que entran y de la eficiencia de remoción.

$$M_S = \eta_R SS_{in} Q (86400) (10^{-3})$$

$$M_s = 0.59 \times 350 \frac{mg}{lt} \times 0.0376 \frac{m^3}{s} \times 86400 \frac{s}{d} \times 10^{-3} \frac{kg}{g} = 670.84 \frac{kg}{d}$$

$$M_s = 670.84 \frac{kg}{d} \approx 244,856.60 \frac{kg}{año} = 244.86 \text{ Ton/año}$$

$$V_l = \frac{670.84}{(1000)(1.025)(0.05)} = 13.089 \approx 13.1 \frac{m^3}{d}$$

Entonces en volumen diario que se produciría por lodo sería de 13.1 metros cúbicos por día eso quiere decir que en un año se estima que la planta estaría produciendo un aproximado de 4,781.5 metros cúbicos en un año, lo que representa las 244.86 toneladas de lodo que se podría convertir en fertilizante natural para los agricultores de la zona.

Con base en esta información se buscó entre los fertilizantes y mejoradores de suelo en el mercado actual y se localizó en la página de la SAGARPA a los principales productores de fertilizantes orgánicos que se comercializan en toda la república para los agricultores y se encontraron algunos similares que sirven como son el caso de los lodos tratados producto de la planta de tratamiento.

TABLA N° 22.- Comparativa de precios de fertilizantes \$/Kg.

PRODUCTOR	PRODUCTO	PRESENTACIÓN Kg	PRECIOS AL PUBLICO	Kg /año requerid o	\$/kg	importe anual
Promotora Técnica Industrial	NUTRIBIO	50	\$150.00	29000	\$ 3.00	\$ 87,000
LOMBRILIFE SITCARI SA DE CV	HUMOS SOLIDO	50	\$375.00	29000	\$ 7.50	\$ 217,500
HUMUSBIOTERRA	HUMOS SOLIDO	45	\$375.00	29000	\$ 8.33	\$241,666
Estimado \$/kg para lodos producto del tratamiento			\$300.00		\$ 6.28	\$182,055

Si suponemos que de la producción total de lodos sólo el 75% de ellos nos sirven para su reutilización como fertilizante o mejorador del suelo para la siembra quiere decir que según nuestros datos anteriores estaríamos generando una producción de 183,642. 45 Kg anuales de lodos que multiplicados por el precio promedio por kg obtenido en la tabla N°22 obtenemos que el importe total del beneficio generado por estos desechos reutilizables de la planta de tratamiento sería un estimado de \$1, 153,274.59 (UN MILLON CIENTO CINCUENTA Y TRES MIL

DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS 59/100 M.N.). Lo cual se sumaría a los \$4, 222, 128 (CUATRO MILLONES DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL CIENTO VEINTIOCHO PESOS 00/100 M.N.), dicho dato se obtuvo del promedio de las tarifas obtenidas nuevamente con base en las tarifas que se tenían del modelo aplicándoles el factor de inferencia propuesto al principio del presente capítulo para obtener las tarifas por cada concepto de trabajo que se podría hacer de acuerdo a nuestros modelos utilizados para calcular los principales costos del proyecto.

Con esto se espera que se pueda apoyar a los agricultores y al mismo tiempo generar una ganancia para la que opere la planta de tratamiento ya fuese el mismo gobierno local o productores privados los cuales se estimaría que en total ganasen con el aseguramiento de la venta de los lodos y el respectivo pago por parte de la dependencia paraestatal a su cargo de \$5, 375, 403 (CINCO MILLONES TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL PESOS 00/100), la cual es la principal actividad económica que se realiza en el municipio aportando una mejora en los cultivos y se espera que se pueda ayudar a disminuir las pérdidas por lo menos en el cultivo del maíz, el cual es el principal motor de la economía de la zona.

Con estos datos en el siguiente capítulo se comprueba que el proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales es rentable o no según los lineamientos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

4.4 RENTABILIDAD

Según los lineamientos publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para poder presentar y registrar en la cartera de inversiones de la federación, los proyectos deberán contar con un análisis financiero de costo y beneficio, en el cual se demuestre a través de indicadores como el Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Retorno y la Tasa de Rendimiento Inmediata, la rentabilidad de dicho proyecto, esto es, que se debe demostrar que se obtendrá un beneficio social para el estado dicho proyecto. Según dichos lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos que buscan la inversión dentro de la cartera de inversión de la federación, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se explican dichos indicadores de la siguiente manera. Este último define y explica la forma en la que se debe de llevar a cabo dichos análisis.

a) *Valor Presente Neto (VPN)*

El VPN es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VPN, tanto los costos como los beneficios futuros del Proyecto de asociación público-privada son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VPN es positivo, significa que los beneficios derivados del Proyecto de asociación público-privada son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VPN es negativo, significa que los costos del Proyecto de asociación público-privada son mayores a sus beneficios

La fórmula del VPN es:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

Donde:

B_t : Son los beneficios totales en el año t

C_t : Son los costos totales en el año t

$B_t - C_t$: Flujo neto en el año t

n : número de años del horizonte de evaluación

r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

b) Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR se define como la Tasa de descuento que hace que el VPN de un proyecto de asociación público-privada sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un proyecto de asociación público-privada, es decir, el valor presente de los beneficios netos del proyecto de asociación público-privada es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

B_t : Son los beneficios totales en el año t

C_t : Son los costos totales en el año t

$B_t - C_t$: Flujo neto en el año t

n : número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

No se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un Proyecto de asociación público-privada, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una Tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

c) Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)

La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un Proyecto de asociación público-privada con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el Proyecto de asociación público-privada, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Donde:

B_{t+1} : Es el beneficio total en el año t+1

C_{t+1} : Es el costo total en el año t+1

I_t : Monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

Para poner a prueba el flujo de beneficios esperado por el proyecto se utilizó el siguiente flujo de efectivo, pensando que este sería en su caso el panorama óptimo que se podría tener a partir de utilizar la planta tal y como se planea separando y preparando desde el primer momento la producción de lodos para su uso agrícola así como el cuidado respectivo de su proceso de tratamiento. En la tabla siguiente se muestran los flujos planeados tabla N° 23

Tabla N° 23.- Flujos de efectivo estimados en 20 Años

PERIODO	FLUJO DE FONDOS
0	-\$18,638,666.24
1	-\$23,047,876.24
2	-\$17,672,473.72
3	-\$12,297,071.21
4	-\$6,921,668.69
5	-\$1,546,266.18
6	\$3,829,136.34
7	\$9,204,538.85
8	\$14,579,941.36
9	\$19,955,343.88
10	\$25,330,746.39
11	\$30,706,148.91
12	\$36,081,551.42
13	\$41,456,953.94
14	\$46,832,356.45
15	\$52,207,758.96
16	\$57,583,161.48
17	\$62,958,563.99
18	\$68,333,966.51
19	\$73,709,369.02
20	\$79,084,771.54

Para el cálculo de dichos indicadores se necesita una tasa de referencia para tales efectos los mismos lineamientos en sus transitorios establecen una Tasa Social para dichos cálculos del 12%, es decir que los precios en los que se realizó dicho análisis son los del presente año, durante el cual se desarrolló este documento.

4.5 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

Con esta información se obtuvo cada uno de los indicadores que se enumeraron y mencionaron anteriormente. Empezando por el Valor Presente Neto (V.P.N.) se obtuvo el siguiente resultado:

$$VPN = \$45,469,024.05$$

Dicho valor es positivo y muy rentable, esto quiere decir que para el año 20, que es para el cual se está estimando el tiempo de vida del proyecto, esto quiere decir así como lo dice su explicación, que los beneficios generados serán mucho mayores que los costos de inversión del proyecto, no quiere decir que en 20 años su producción será de 45.5 millones de pesos.

Para el caso de la TIR con base en el dato obtenido previamente pudimos obtener una tasa interna de retorno del 8.33% que al ser positivo nos indica que nuestro proyecto es rentable y puede aplicar para ser registrado en la cartera de inversiones de la SHCP.

Siguiendo los lineamientos se calculó la tasa de rendimiento interna (TRI) dando un resultado expresado en número decimal del 0.5335, siendo nuevamente un dato positivo por lo que finalmente podemos concluir que el proyecto califica como un proyecto de asociaciones público – privadas y que dejará un beneficio a la sociedad.

En resumen los resultados estimados obtenidos los podemos mostrar de la siguiente manera:

TASA DE INTERÉS SOCIAL	12%
VALOR PRESENTE NETO V.P.N.	\$45,469,024.05
TASA INTERNA DE RETORNO	8.33%
TASA DE RENDIMIENTO INMEDIATA	0.5335

Estos datos se deben asentar en el formato de ficha técnica según lo indica el manual de la ley de asociaciones público – privadas, según se muestra en el siguiente capítulo.

4.6 FORMATO DE FICHA TÉCNICA

Para poder hacer los análisis de rentabilidad social correspondiente durante la etapa de la proposición de un proyecto de inversión las Dependencias y Entidades cuentan con diferentes formatos para presentar dichos análisis ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, estos tipos de análisis son:

- A través de una Ficha Técnica
- A través de análisis Costo – Beneficio (ACB) o un análisis Costo – Beneficio simplificado (ACBS).
- A través de un análisis Costo – Eficiencia (ACE) o un análisis Costo – Eficiencia simplificado (ACES), solamente en caso de que los beneficios no sean cuantificables o sean de difícil cuantificación.

En este caso nos enfocamos a la ficha técnica ya que nuestro proyecto se aplica en los términos que para ello se ocupan pues debe de cumplir con lo dispuesto en el manual de los proyectos que quieran calificar para un esquema de Asociación Público – Privada, en este caso dichos datos son tomados de nuestro trabajo, dichos requisitos son.

- Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos, tengan un monto de inversión menor o igual a 50 mdp, así como mantenimientos menores a 150 mdp.
- Los proyectos de inversión mayores a 1,000 mdp o aquellos que por su naturaleza o características particulares lo requieran, donde deberán solicitar primero el registro de estudios de pre inversión a través de esta ficha técnica, previa elaboración y presentación del análisis costo y beneficio correspondiente.

El proyecto de la planta de tratamiento; caso de nuestro estudio es de un estimado de \$23, 047, 876 (veintitrés millones, cuarenta y siete mil ochocientos setenta y seis pesos) por lo que podemos ocupar este esquema de evaluación. Para que se pueda cumplir con dicho esquema este debe de contener los siguientes datos los cuales se reflejaran a continuación y en dicho formato para mayor claridad del que consulte el presente.

I. **Información general del proyecto**, en esta primera parte se deberá describir lo siguiente:

- **Nombre y Tipo de proyecto:**

Nombre: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN ASUNCIÓN NOCHIXTLAN OAXACA

Tipo de PPI: Infraestructura económica.

➤ **Fuentes de financiamiento.**

Tabla 24.- Fuentes de financiamiento.

Fuentes de financiamiento:		
Origen	%	Monto (incluye IVA)
FONADIN	27%	\$ 6,222,926.52
CAPITAL DE RIESGO	25%	\$ 5,761,969.00
CAPITAL PRIVADO	48%	\$ 11,062,980.48

**En caso de que se pretenda registrar estudios de pre inversión se deberá incluir el Numeral VIII (Estudios de Pre-inversión) como parte de la Ficha Técnica*

➤ **Calendario.**

Tabla 25.- Calendario de inversión.

Calendario de Inversión	
Año	Monto (incluye IVA)
2016	\$ 21,620,852.56
2017	\$ 5,114,683.60
Total	\$ 26,735,536.16

➤ **Monto estimado de inversión.**

Tabla 26.- Montos de inversión.

Monto total de inversión	
Monto de inversión: (con IVA, para registro)	\$ 26,735,536.16
Monto de inversión: (sin IVA, para evaluación)	\$ 23,047,876.00
Monto para estudios: (en caso que aplique)	

➤ **El horizonte de evaluación**

Tabla 27.- Horizonte de evaluación

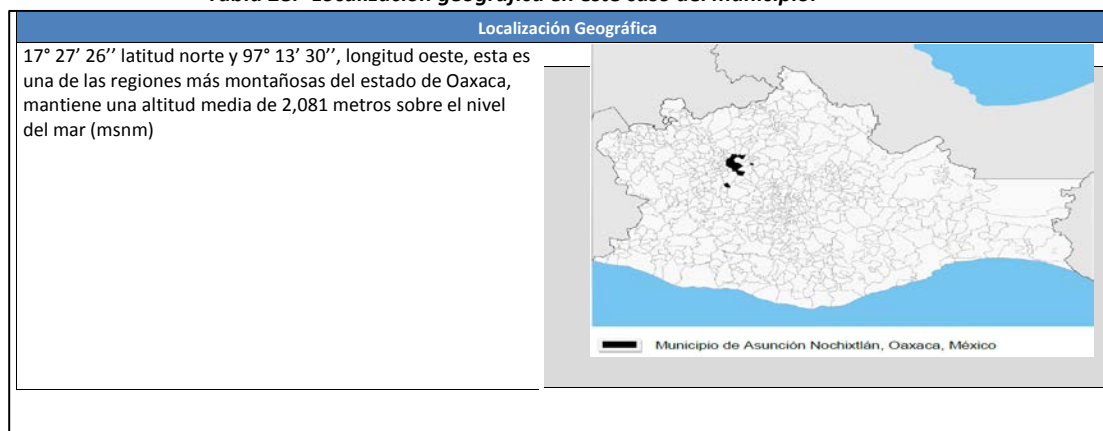
Horizonte de evaluación	
Fecha de Inicio de Ejecución:	ene-16
Fecha de Término de Ejecución:	jun-17
Número de Años de Operación:	20

➤ **Aspectos relevantes**

Los aspectos relevantes en esta ocasión son la existencia de un proyecto ya comenzado pero que desde hace ya más de 3 años no se ha podido concluir la construcción de dicho proyecto.

➤ **Localización geográfica, la cual deberá ir acompañada de un mapa de ubicación, siempre y cuando la naturaleza del proyecto lo permita.**

Tabla 28.- Localización geográfica en este caso del municipio.



II. **Alineación estratégica, en esta sección se especifican los objetivos, estrategias, y líneas de acción que atiende el proyecto, conforme a los planes y programas gubernamentales. Además, se identifican los proyectos relacionados o que podrían verse afectados por su ejecución.**

- ✓ Programa(s) Relacionado(s)
Plan Nacional de Desarrollo.

✓ Objetivo(s) / Estrategia(s)

Objetivo 4.4

Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Estrategia 4.4.1

Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

Líneas de acción

- Alinear y coordinar programas federales, e inducir a los estatales y municipales para facilitar un crecimiento verde incluyente con un enfoque transversal.
- Actualizar y alinear la legislación ambiental para lograr una eficaz regulación de las acciones que contribuyen a la preservación y restauración del medio ambiente y los recursos naturales.
- Promover esquemas de financiamiento e inversiones de diversas fuentes que multipliquen los recursos para la protección ambiental y de recursos naturales.
- Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.
- Colaborar con organizaciones de la sociedad civil en materia de ordenamiento ecológico, desarrollo económico y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Estrategia 4.4.2

Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.

Líneas de acción.

- Asegurar agua suficiente y de calidad adecuada para garantizar el consumo humano y la seguridad alimentaria.
- Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo.
- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Fortalecer el desarrollo y la capacidad técnica y financiera de los organismos operadores para la prestación de mejores servicios.

- Fortalecer el marco jurídico para el sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Reducir los riesgos de fenómenos meteorológicos e hidro meteorológicos por inundaciones y atender sus efectos.
- Rehabilitar y ampliar la infraestructura hidro agrícola.

Estrategia 4.4.3

Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

Líneas de acción.

- Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.
- Impulsar y fortalecer la cooperación regional e internacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.
- Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligroso, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice los riesgos a la población y al medio ambiente.
- Lograr el ordenamiento ecológico del territorio en las regiones y circunscripciones políticas prioritarias y estratégicas, en especial en las zonas de mayor vulnerabilidad climática.
- Continuar con la incorporación de criterios de sustentabilidad y educación ambiental en el Sistema Educativo Nacional, y fortalecer la formación ambiental en sectores estratégicos.

III. **Análisis de la situación actual.** Se deberá de describir la problemática específica que justifique la relación del proyecto, que incluye una estimación de la Oferta y de la demanda de los bienes y servicios relacionados.

Este punto corresponde al capítulo 3.2 de este trabajo por lo que solo se llenara en el formato la información relevante que solicita.

Estos tres puntos los podemos encontrar en la primera página del Formato que la SHCP pública en su página con la intención de ayudar a las deferentes entidades a poder llenar dicho formato el cual se muestra a manera de ilustración.

Tabla 29.- Formato de Ficha Técnica

Ficha Técnica

I. Información general del PPI

El presente documento está destinado a registrar:
 PPI Estudios de Preinversión para PPI *

Nombre del PPI: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN ASUNCIÓN NOCHIXTLAN OAXACA

Unidad Responsable: REGIDURIA ECOLOGICA, AYUNTAMIENTO DE NOCHIXTLAN OAXACA

Tipo de PPI: Infraestructura económica
 Infraestructura social
 Infraestructura gubernamental
 Inmuebles
 Adquisiciones
 Mantenimiento
 Otros Programas
 Otros Proyectos

Subclasificación de PPI: CLAVE 32 RAMO 16 SUBCLASIFICACIÓN 5 SANEAMIENTO

Fuentes de financiamiento:		
Origen	%	Monto (incluye IVA)
FONADIN	27%	\$ 6,222,926.52
CAPITAL DE RIESGO	25%	\$ 5,761,969.00
CAPITAL PRIVADO	48%	\$ 11,062,980.48

Monto total de inversión	
Monto de inversión: (con IVA, para registro)	\$ 26,735,536.16
Monto de inversión: (sin IVA, para evaluación)	\$ 23,047,876.00
Monto para estudios: (en caso que aplique)	


Horizonte de evaluación	
Fecha de Inicio de Ejecución:	ene-16
Fecha de Término de Ejecución:	jun-17
Número de Años de Operación:	20

Calendario de Inversión	
Año	Monto (incluye IVA)
2016	\$ 21,620,852.56
2017	\$ 5,114,683.60
Total	\$ 26,735,536.16

*En caso de que se pretenda registrar estudios de preinversión se deberá incluir el Numeral VIII (Estudios de Pre-inversión) como parte de la Ficha Técnica

Localización Geográfica

17° 27' 26" latitud norte y 97° 13' 30", longitud oeste, esta es una de las regiones más montañosas del estado de Oaxaca, mantiene una altitud media de 2,081 metros sobre el nivel del mar (msnm)



Municipio de Asunción Nochixtlán, Oaxaca, México

II. Alineación Estratégica

Programa(s) Relacionado(s)	Objetivo(s) /Estrategia(s)	Líneas de Acción
Plan Nacional de Desarrollo	Objetivo 4.4 /Estrategia 4.4.1; Estrategia 4.4.2 y Estrategia 4.4.3	Dichas Líneas de Acción se mencionan en documento de archivo adjunto a la presente ficha.

Programas o proyectos complementarios o relacionados	
Proyecto	Relación
Proyecto de mejoramiento de alcantarillado en el municipio de Asunción Nochixtlán Oaxca.	El plan municipal de ecología 2014 - 2016; dicho programa establece que para poder llevar las aguas residuales a la planta se deberá de mejorar la infraestructura en materia de Alcantarillado ya que dicha infraestructura se encuentra obsoleta en la actualidad.

III. Análisis de la Situación Actual

Descripción de la problemática

EN EL CASO DE UNA FICHA TÉCNICA ENTREGABLE A LA SHCP ESTE PUNTO FORMA PARTE DE LOS DOCUMENTOS ANEXOS A DICHA FICHA. EN ESTE CASO DICHA DESCRIPCIÓN SE ENCUENTRA EN EL CAPITULO 3.2 DE NUESTRO TRABAJO.

Fotografías (en caso que aplique)

Análisis de la oferta	Análisis de la demanda
Según estudios realizados actualmente los únicos afluentes que desalocjan las aguas residuales del municipio son: Arroyo "La Labor" y Arroyo "El Moralito"	Población Actual Estimada: 14,725 habitantes Gasto de aguas negras estimado actual: 1,245.38 m ³ /día

Variables Relevantes	
Concepto	Situación Actual

*Para facilitar la elaboración de la ficha técnica, la Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 23 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión

- IV. **Análisis de la situación sin proyecto**, en esta sección del formato se deberán especificar las optimizaciones, entendidas como las medidas administrativas o de bajo costo que contribuirá a optimizar la situación actual descrita; así mismo, se deberá realizar una estimación de la Oferta y de la Demanda de los bienes y servicios relacionados con el proyecto planeado a lo largo del horizonte de evaluación, considerando las optimizaciones identificadas.
- V. **Justificación de la alternativa de solución seleccionada**, en esta sección del formato lo que se busca es describir las alternativas que resuelvan la problemática planteada, así como la cuantificación de sus costos, y la descripción de los criterios técnicos y económicos de selección, utilizados para determinar la alternativa más conveniente.

En el caso de estos dos puntos lo único que se puede decir en cuanto a las alternativas a la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales es no aplicable ya que no existe un sustituto al tratamiento de dichas aguas pues la contaminación es proporcional al crecimiento de la población, además de los requerimientos para su desalojo, en este caso los afluentes que cruzan la ciudad se ven y verán afectados por la tendencia al crecimiento de la población según los datos obtenidos de la CONAPO como se puede constatar en el capítulo correspondiente, una de las consideraciones que se puede tomar es el buscar primeramente antes de la planta el sistema de drenaje y alcantarillado de la ciudad para un correcto desalojo de las aguas negras.

- VI. **Análisis de la situación con proyecto**, en esta sección de la ficha técnica se deben de describir:
- VII. **Identificación y en su caso, cuantificación y valoración de los costos y beneficios**, dentro de esta sección se deben de identificar los costos de inversión, operación o mantenimiento, así mismo se deberá de señalar su descripción y temporalidad, cuantificación, valoración así como su periodicidad.
Además que en aquellos proyectos de infraestructura económica con un monto total de inversión mayor a los 30mdp y hasta 50 mdp, se deberán calcular adicionalmente lo descrito en el anexo I.
- VIII. Estudios de pre inversión, a estos solo se aplica para el caso de que el proyecto o los proyectos superen los 30 mdp y se pide que se detalle información como el nombre del estudio, Tipo de estudio, Fecha estimada de realización, justificación de su realización, descripción y monto estimado de inversión. En el caso de nuestro estudio no rebasamos los 30 mdp por lo que esta parte no es necesaria que sea llenada.

Para concluir la ficha técnica se deben de asentar sobre el formato comentarios generales que ayuden a la aprobación de dicho estudio para su posterior concurso y realización según los mismos alcances que se hayan establecido en dicho estudio, se asienta el nombre y cargo del responsable y los nombres y cargos de aquellos que hayan autorizado dicho proyecto. La ficha se encuentra en el Anexo A de este proyecto de tesis.

5.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es viable que se presente el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales en Nochixtlán, Oaxaca como un proyecto de asociaciones público privadas, ya que con base en los resultados derivados de los lineamientos que establece la SHCP, en materia de los análisis de costo – beneficio, así como los lineamientos que se piden para el registro en cartera, se pueden justificar plenamente y evitar que el proyecto siga detenido como lo ha estado hasta la fecha. Actualmente se tiene conocimiento de que la planta de tratamiento en estudio no se ha construido por falta de recursos, por lo que de ser posible se podría recomendar al gobierno municipal a registrar dicho proyecto en esta modalidad y de esta manera lograr un mayor beneficio del que originalmente se tiene planeado para dicha planta.

Se recomienda para esos efectos revisar, de ser posible, el proyecto ejecutivo que ha de tener el municipio del proyecto de la PTAR, así como los respectivos datos de la planta para asegurarnos que el tiempo de vida al cual se tiene planeado el proyecto, resulte rentable, además que se podrían comprobar los supuestos del presente trabajo en cuanto al gasto de aguas crudas y la producción de lodos que ésta podría producir.

Este proyecto de tesis está pensado únicamente al nivel de un anteproyecto ya que se esperaba que el municipio, en caso de presentar interés por el presente trabajo, buscara consultores calificados para presentar dicho proyecto en esta modalidad.

Por lo mismo se recomienda que esta modalidad de financiamiento sea utilizada para diversos tipos de proyectos.

Otra recomendación es que el gobierno federal pudiera; primero revisar el manual para desarrollar proyectos en esta modalidad para aclarar, la forma en la que se pudieran calificar dichos proyectos ya que sus instrucciones en ocasiones generan dudas que podrían ser un factor importante para la aprobación de los proyectos que se pretendan presentar en esta modalidad.

Mejorar los formatos para el ingreso a la evaluación de dichos proyectos a la SHCP ya que al intentar descargar dichos formatos de la página web del sitio de la SHCP los archivos se encontraron dañados por lo que fue imposible conseguir algunos formatos para adjuntar en los anexos del presente.

Los lineamientos aunque fueron separados de su redacción original en 2012, siguen siendo sumamente complicados, ya que hay que cumplir con 3 tipos diferentes para poder ingresar a evaluación un proyecto, por parte de las dependencias que pudieran interesarse por dicha modalidad para proveer de infraestructura o alguna necesidad que la población requiera en cualquier parte de la república.

ANEXOS.

- A. Formato de Ficha Técnica.
- B. Comparativa de costos de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- C. Estimado de Gastos de Operación
- D. Programa de inversión de una P.T.A.R.

ANEXO A:

FORMATO DE FICHA

TÉCNICA

Ficha Técnica ¹

I. Información general del PPI

El presente documento está destinado a registrar:

- PPI Estudios de Preinversión para PPI *

Nombre del PPI: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN ASUNCIÓN NOCHIXTLAN OAXACA

Unidad Responsable: REGIDURIA ECOLOGICA, AYUNTAMIENTO DE NOCHIXTLAN OAXACA

- Tipo de PPI:**
- Infraestructura económica
 - Infraestructura social
 - Infraestructura gubernamental
 - Inmuebles
 - Adquisiciones
 - Mantenimiento
 - Otros Programas
 - Otros Proyectos

Subclasificación de PPI: CLAVE 32 RAMO 16 SUBCLASIFICACIÓN 5 SANEAMIENTO

Monto total de inversión	
Monto de inversión: (con IVA, para registro)	\$ 26,735,536.16
Monto de inversión: (sin IVA, para evaluación)	\$ 23,047,876.00
Monto para estudios: (en caso que aplique)	

Fuentes de financiamiento:		
Origen	%	Monto (incluye IVA)
FONADIN	27%	\$ 6,222,926.52
CAPITAL DE RIESGO	25%	\$ 5,761,969.00
CAPITAL PRIVADO	48%	\$ 11,062,980.48

*En caso de que se pretenda registrar estudios de preinversión se deberá incluir el Numeral VIII (Estudios de Pre-inversión) como parte de la Ficha Técnica

Horizonte de evaluación	
Fecha de Inicio de Ejecución:	ene-16
Fecha de Término de Ejecución:	jun-17
Número de Años de Operación:	20

Calendario de Inversión	
Año	Monto (incluye IVA)
2016	\$ 21,620,852.56
2017	\$ 5,114,683.60
Total	\$ 26,735,536.16

Localización Geográfica

17° 27' 26" latitud norte y 97° 13' 30", longitud oeste, esta es una de las regiones más montañosas del estado de Oaxaca, mantiene una altitud media de 2,081 metros sobre el nivel del mar (msnm)



II. Alineación Estratégica

Programa(s) Relacionado(s)	Objetivo(s) /Estrategia(s)	Líneas de Acción
Plan Nacional de Desarrollo	Objetivo 4.4 /Estrategia 4.4.1; Estrategia 4.4.2 y Estrategia 4.4.3	Dichas Líneas de Acción se mencionan en el documento de archivo adjunto a la presente ficha.

Programas o proyectos complementarios o relacionados

Proyecto	Relación
Proyecto de mejoramiento de alcantarillado en el municipio de Asunción Nochixtlán Oaxca.	El plan municipal de ecología 2014 - 2016; dicho programa establece que para poder llevar las aguas residuales a la planta se deberá de mejorar la infraestructura en materia de Alcantarillado ya que dicha infraestructura se encuentra obsoleta en la actualidad.

III. Análisis de la Situación Actual

Descripción de la problemática

EN EL CASO DE UNA FICHA TÉCNICA ENTREGABLE A LA SHCP ESTE PUNTO FORMA PARTE DE LOS DOCUMENTOS ANEXOS A DICHA FICHA. EN ESTE CASO DICHA DESCRIPCIÓN SE ENCUENTRA EN EL CAPITULO 3.2 DE NUESTRO TRABAJO.

Fotografías
(en caso que aplique)

Análisis de la oferta

Según estudios realizados actualmente los únicos afluentes que desalojan las aguas residuales del municipio son: Arroyo "La Labor" y Arroyo "El Moralito". Por lo que no existe métodos o planes para el tratamiento de las aguas residuales que son arrojadas a dichos afluentes además de la deficiencia de la red de alcantarillado de la ciudad

Análisis de la demanda

Población Actual Estimada. 14,725 habitantes
Gasto de aguas negras estimado actual: 1,245.38 m³/día

Variables Relevantes

Concepto	Situación Actual
Planta de Tratamiento	En construcción (Indefinida)
Control de Población	En crecimiento
Educación ambiental	No existe

¹Para facilitar la elaboración de la ficha técnica, la Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 23 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión

Ficha Técnica

IV. Análisis de la Situación Sin Proyecto	
Posibles medidas de optimización	
Medida	Descripción
Red de alcantarillado de la ciudad	La red se encuentra en la actualidad muy deteriorada por lo que se puede buscar su mejoramiento, aprovechando la ocasión para la división de aguas negras de las aguas pluviales.
Análisis de la oferta sin proyecto* (considerando medidas de optimización)	Análisis de la demanda sin proyecto* (considerando medidas de optimización)
NO APLICA YA QUE NO EXISTEN MEDIDAS DE OPTIMIZACIÓN SIN UN PROYECTO	LA ACTUAL POBLACIÓN SOLICITA A SUS GOBERNANTES LA SOLUCION A LAS AGUAS RESIDUALES ACTUALES ASÍ COMO FUTURAS POR LO QUE EN LA ACTUALIDAD DICHA PLANTA SE ENCUENTRA EN EL PLAN DE ECOLÓGICO MUNICIPAL, PERO SOLO A NIVEL DE PRESENTACIÓN DE PROYECTO ANTE LA SHCP. Capítulo 3.2 del proyecto de tesis.

* Se deberá realizar la estimación de los bienes y servicios relacionados con el PPI, proyectado a lo largo del horizonte de evaluación, considerando las optimizaciones identificadas.

V. Alternativas de Solución	
Descripción de las alternativas de solución desechadas	Costo total (incluye IVA)
NO APLICA.	\$ -
	\$ -
	\$ -
Justificación de la alternativa de solución seleccionada*	
NO APLICA	

* Se deberán cuantificar sus costos y describir los criterios técnicos y económicos de selección utilizados para determinar esta alternativa

Ficha Técnica

VI. Análisis de la Situación con Proyecto

Descripción General

TEMA 4.1 Del presente trabajo de tesis. Planta de Tratamiento de aguas residuales, proyectada para una población de; según el ultimo censo oficial de población; 13,284 habitantes, y con una población actual estimada en 14, 937 habitantes, proyectando con un horizonte de 20 años para una población estimada de 21.663 habitantes, con una dotación promedio de 200 lt/hab/día, considerando una aportación de aguas residuales de 75% a la red de alcantarillado, desalojando las aguas tratadas a la corriente del río, considerando un gasto medio de 3,249.45 m³/día hasta un gasto máximo instantaneo de 5, 325. 54 m³/d. Esta planta contara con un sedimentador primario, digestor de lodos edificio de secado de lodso, sedimentador secundario y sistema de desinfección por cloracion

Descripción de los componentes del proyecto

Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Monto total (incluye IVA)
Proyecto Ejecutivo	Elaboración del proyecto ejecutivo completo	\$ 1,695,385	1.00	\$ 1,695,385.24
Construcción y Equip.	Construcción, equipamiento, pruebas, obras complementarias y oficinas de campo	\$ 22,364,742	1.00	\$ 22,364,741.63
Supervisión	Supervisión de los conceptos de contrucción	\$ 721,804	1.00	\$ 721,803.81
Licencias y Diversos	Licencia de Construcción y Diversos Permisos	\$ 67,291.60	1.00	\$ 67,291.60
Otros costos e Intereses	Honorarios, fideicomiso, carta de credito, seguros, fianzas, comisiones financieras	\$ 1,886,314.39	1.00	\$ 1,886,314.39

Aspectos técnicos más relevantes

Dotación media de agua 150 lt/hab/día
Aportación (75% de la dotación) 112.50 lt/hab/día

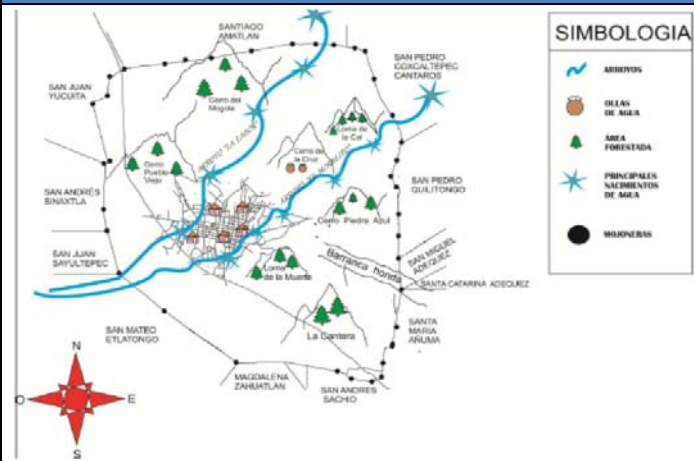
Aspectos ambientales más relevantes

DBO₅ Influyente 275 mg/lt Efluente 75 mg/l
DQO Influyente 589 mg/lt Efluente 200 mg/lt
SS Influyente 5.5 mg/lt Efluente 1 mg/lt
SST Influyente 250 mg/lt Efluente 60 mg/lt
CF Inf. 1.6x10¹⁰ NMP /100 ml Efluente < 1000 NMP / 100ml
CT Inf. 1.9x10¹⁰ NMP /100 ml Efluente < 1000 NMP / 100 ml

Aspectos legales más relevantes

LEY DE ASOCIACIONES PUBLICO - PRIVADAS
LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS
LINEAMIENTOS DE LA SHCP
PLAN NACIONAL HIDRICO 2013-2018

Plano de la localización del proyecto



Análisis de la oferta con proyecto

Gasto medio actual 19.22 lt/s
Gasto Medio Proyecto 29.21 lt/s

Análisis de la demanda con proyecto

Gasto medio actual 19.22 lt/s
Gasto Medio Proyecto 29.21 lt/s

Diagnóstico de la situación con proyecto

Las aguas residuales de la ciudad reduciran considerablemente la contaminación existente y se garantiza un crecimiento ecológicamente responsable de la población ya que según los datos de la CONAPO se espera un crecimiento demográfico en la ciudad, además de que se pueden aprovechar dichos residuos (en el caso de los lodos producidos) para el mejoramiento del terreno en el caso de la agricultura por lo que así mismo se garantiza un mejoramiento en el agua que se recibe para cultivo aguas abajo de la ciudad, cabecera del municipio.

Ficha Técnica

VII. Identificación y cuantificación de costos y beneficios

Solo para aquellos proyectos de infraestructura económica con un monto de inversión mayor a 30 mdp y hasta 50 mdp, se deberá incluir el Anexo I (Cuantificación de costos, beneficios y cálculo de indicadores) como parte de la Ficha Técnica, adicionalmente a la siguiente información:

Identificación de costos				
Tipo de Costo*	Descripción y Temporalidad	Cuantificación**	Valoración**	Periodicidad
Identificación de Beneficios				
Beneficio	Descripción	Cuantificación**	Valoración**	Periodicidad

* Se refiere a costos de inversión, operación o mantenimiento.

** Justificar en caso de difícil cuantificación y/o valoración.

Ficha Técnica

Este apartado sólo se deberá llenar para estudios de preinversión

VIII. Estudios de Preinversión					
Estudios de preinversión requeridos					
Nombre del estudio	Tipo de estudio	Fecha estimada de realización	Justificación de su realización	Descripción	Monto estimado (incluye IVA)
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
Suma Total de inversión en estudios:					\$ -

Ficha Técnica

Consideraciones Generales

Comentarios Finales

Es más que evidente la necesidad de una planta de tratamiento de aguas residuales en ciudades como la cabecera del municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca, ya que ayuda a un crecimiento responsable además de una conciencia del cuidado de nuestro medio ambiente, es recomendable que se busque llevar a cabo este tipo de proyectos ya que se les puede sacar un gran provecho, en este caso solo se propone el uso de lodos tratados para el mejoramiento del suelo, pero también se puede buscar la producción de gas natural.

Responsables de la Información

Ramo:

Entidad:

Área Responsable:

	Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Autorizó				

Responsable de la Información:

Teléfono:

Correo electrónico:

Versión	Fecha
1.0.0	22-oct-15

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Ficha Técnica

Para aquellos programas o proyectos de inversión de infraestructura económica con un monto de inversión entre 30 y 50 mdp.

Anexo I. Situación con proyecto

Cuantificación de costos (Sin incluir IVA)

Año	Inversión	Operación	Mantenimiento	Externalidades	Total
0	\$ 18,638,666	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 18,638,666.24
1	\$ 4,409,210	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4,409,209.98
2	\$ -	\$ 400,473.93	\$ 100,118.48	\$ -	\$ 500,592.41
3	\$ -	\$ 400,473.93	\$ 100,118.48	\$ -	\$ 500,592.41
4	\$ -	\$ 400,473.93	\$ 100,118.48	\$ -	\$ 500,592.41
5	\$ -	\$ 400,473.93	\$ 100,118.48	\$ -	\$ 500,592.41
6	\$ -	\$ 400,473.93	\$ 100,118.48	\$ -	\$ 500,592.41
7	\$ -	\$ 400,473.93	\$ 100,118.48	\$ -	\$ 500,592.41
Total	\$ 23,047,876.22	\$ 2,402,843.56	\$ 600,710.89	\$ -	\$ 26,051,430.66

Total de costos de inversión	\$ 23,047,876.22
Total de costos de operación	\$ 2,402,843.56
Total de costos de mantenimiento	\$ 600,710.89
Total de costos de externalidades	\$ -

Cuantificación de beneficios (Sin incluir IVA)

Año	Beneficio 1	Beneficio 2	Beneficio 3	Beneficio 4	Beneficio 5	Beneficio 6	Externalidades	Total
0	\$ 1,153,274.59	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,153,274.59
1	\$ 1,153,274.59	\$ 4,222,127.93	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,375,402.51
2	\$ 1,153,274.59	\$ 4,222,127.93	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,375,402.51
3	\$ 1,153,274.59	\$ 4,222,127.93	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,375,402.51
4	\$ 1,153,274.59	\$ 4,222,127.93	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,375,402.51
5	\$ 1,153,274.59	\$ 4,222,127.93	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,375,402.51
6	\$ 1,153,274.59	\$ 4,222,127.93	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,375,402.51
7	\$ 1,153,274.59	\$ 4,222,127.93	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,375,402.51
Total	\$ 9,226,196.69	\$ 29,554,895.50	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 38,781,092.19

Cálculo de indicadores de rentabilidad

VPN	TIR	TRI	CAE*
\$ 45,469,024.05	8.33%	0.5335	Proyecto Evaluado:
			Alternativa:

*Aplica para el caso de que los beneficios no sean cuantificables o sean de difícil cuantificación y valoración. Se deberá realizar el cálculo del CAE de acuerdo con el Anexo 1 de los "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión"

ANEXO B:

COMPARATIVA DE COSTOS

DE UNA PLANTA DE

TRATAMIENTO DE AGUAS

RESIDUALES

ANEXO C:

ESTIMADO DE GASTOS DE

OPERACIÓN

COSTOS FIJOS MENSUALES DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Pesos mexicanos a precios de Febrero de 2015

PTAR NOCHIXTLAN

CONCEPTO	PTAR TUCHTLAN		PTAR LIMON		PTAR NOCHIXTLAN		FIP PTAR LIMON	VALOR AFECTADO PARA PTAR	PROMEDIO DE PLIMON Y	% INFLACIÓN SEP 2010 A FEBRERO	INCREMENTO POR INFLACIÓN	IMPORTE ESTIMADO AL 2015	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN
	MONTO MENSUAL	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN	MONTO MENSUAL	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN	FIP PTAR TUCHTLAN	VALOR AFECTADO PARA PTAR							
1 Costo de personal	160,805.00	42.4435%	176,755.00	41.9843%	0.1284	\$20,649.42	0.0514	\$9,079.04	\$14,864.23	18.72%	\$2,782.58	\$17,646.82	42.3022%
2 Energía Eléctrica	56,563.00	14.9295%	29,247.12	6.9470%	0.1284	\$7,263.41	0.0514	\$1,502.28	\$4,382.85	18.72%	\$820.47	\$5,203.32	12.4732%
3 Gastos de Mantenimiento	75,000.00	19.7958%	98,000.00	23.2778%	0.1284	\$9,630.96	0.0514	\$5,033.78	\$7,332.37	18.72%	\$1,372.62	\$8,704.99	20.8673%
4 Otros Costos (Medios y recursos mate	5,000.00	1.3197%	5,000.00	1.1876%	0.1284	\$642.06	0.0514	\$256.83	\$449.44	18.72%	\$84.14	\$533.58	1.2791%
5 Honorarios Fiduciarios	18,000.00	4.7510%	42,000.00	9.9762%	0.1284	\$2,311.43	0.0514	\$2,157.34	\$2,234.38	18.72%	\$418.28	\$2,652.66	6.3588%
6 Seguros	10,000.00	2.6394%	15,000.00	3.5629%	0.1284	\$1,284.13	0.0514	\$770.48	\$1,027.30	18.72%	\$192.31	\$1,219.61	2.9236%
7 Fianzas	3,500.00	0.9238%	5,000.00	1.1876%	0.1284	\$449.44	0.0514	\$256.83	\$353.14	18.72%	\$66.11	\$419.24	1.0050%
8 Indirectos	30,000.00	7.9183%	30,000.00	7.1259%	0.1284	\$3,852.38	0.0514	\$1,540.95	\$2,696.67	18.72%	\$504.82	\$3,201.49	7.6745%
9 Utilidad	20,000.00	5.2789%	20,000.00	4.7506%	0.1284	\$2,568.26	0.0514	\$1,027.30	\$1,797.78	18.72%	\$336.54	\$2,134.32	5.1163%
Total de Tarifa	378,868	100%	\$421,002	100%		\$48,651.51		\$21,624.83				\$41,716.03	100%
MONTO ANUAL ESTIMADO=												\$500,592.41	

ANEXO D:

PROGRAMA DE INVERSIÓN

DE UNA PLANTE DE

TRATAMIENTO DE AGUAS

RESIDUALES.

MUNICIPIO DE ASUNCIÓN NOCHIXTLAN OAXACA

SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

REGIDURIA DE ECOLOGIA

MONTO DE INVERSIÓN

PESOS MEXICANOS A FEBRERO DEL 2015

PTAR ASUNSIÓN NOCHIXTLÁN OAXACA

Concepto	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

0. Proyecto Ejecutivo

Elaboración del Proyecto Ejecutivo	1,461,539	148,798	371,927	704,112	236,702	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1,461,539	148,798	371,927	704,112	236,702														
ACUMULADO	148,798	520,724	1,224,837	1,461,539															

1. Construcción y Equipamiento

Construcción y Equipamiento Electromecánico	16,630,279	35,077	766,000	2,012,951	2,234,215	1,185,734	1,203,266	568,249	661,323	904,617	655,968	1,209,857	1,681,618	1,163,421	1,226,421	1,090,458	11,873	9,912	9,318
Pruebas de funcionamiento y de capacidad	190,195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,407	24,325	42,669	72,413	46,380
Obras Complementarias de los Servicios	2,242,521	0	0	0	68,960	108,656	323,470	340,497	399,460	348,449	296,094	235,072	31,147	46,171	40,867	3,678	0	0	0
Obras para Oficinas de Campo	216,955	17,645	16,519	751	0	32,818	32,818	31,451	0	0	0	0	0	19,691	33,525	31,736	0	0	0
Total	19,279,950	52,723	782,519	2,013,702	2,303,176	1,327,208	1,559,554	940,197	1,060,783	1,253,066	952,062	1,444,929	1,712,765	1,229,283	1,305,220	1,150,197	54,542	82,326	55,698
ACUMULADO		52,723	835,242	2,848,944	5,152,119	6,479,327	8,038,881	8,979,079	10,039,862	11,292,928	12,244,990	13,689,919	15,402,684	16,631,967	17,937,187	19,087,384	19,141,926	19,224,252	19,279,950

2. Supervisión de los Conceptos (1+2)

SUB TOTAL	622,245	6,046	34,633	81,534	76,196	39,816	46,787	28,206	31,823	37,592	28,562	43,348	51,383	36,878	39,157	34,506	1,636	2,470	1,671
ACUMULADO		6,046	40,679	122,213	198,410	238,226	285,013	313,219	345,042	382,634	411,196	454,544	505,927	542,805	581,962	616,468	618,104	620,574	622,245

3. Otros

Licencia de Construcción y Diversos Permisos	58,010	3,313	8,599	9,772	5,872	5,997	5,997	0	0	4,688	4,590	4,688	4,493	0	0	0	0	0	0
SUB TOTAL	58,010	3,313	8,599	9,772	5,872	5,997	5,997	0	0	4,688	4,590	4,688	4,493	0	0	0	0	0	0
ACUMULADO		3,313	11,912	21,684	27,556	33,554	39,551	39,551	39,551	44,239	48,829	53,517	58,010	58,010	58,010	58,010	58,010	58,010	58,010

4. Costo del Proyecto

	21,421,743	210,879	1,197,678	2,809,121	2,621,947	1,373,021	1,612,338	968,403	1,092,607	1,295,346	985,215	1,492,964	1,768,641	1,266,162	1,344,376	1,184,703	56,178	84,795	57,369
--	------------	---------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------	-----------	-----------	---------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------	--------	--------

5. Otros Costos

Honorarios del Fideicomiso de Administración	81,104	8,537	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269
Carta de Crédito, Seguros y Fianzas	234,989	234,989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comisiones Financieras	548,201	548,201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub Total	864,294	791,727	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269	4,269

6. Intereses

	761,839	4,154	7,558	15,503	22,971	26,980	31,684	34,610	37,902	41,783	44,816	49,293	54,569	58,468	62,609	66,328	66,902	67,561	68,146
--	---------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Total de la Inversión PTAR Paso Limón	23,047,876	1,006,761	1,209,505	2,828,893	2,649,186	1,404,270	1,648,291	1,007,282	1,134,778	1,341,397	1,034,299	1,546,526	1,827,478	1,328,898	1,411,254	1,255,299	127,349	156,625	129,784
--	-------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	----------------	----------------	----------------

BIBLIOGRAFÍA.

- I. *Guía de operación del documentos de planeación 2016, Secretaría de Hacienda y crédito Público, (SHCP).*
- II. *Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, Gobierno de la República.*
- III. *Programa Nacional Hídrico 2013 – 2018, Gobierno de la República DOF 08/04/2014*
- IV. *Plan Municipal de Ecología 2014 – 2016, Municipio de Asunción Nochixtlán Oaxaca.*
- V. *Ley de Agua Potable y Alcantarillado del estado de Oaxaca.*
- VI. *Constitución Política Mexicana, Reforma DOF 07 – 07 – 2014*
- VII. *Estructura de una APP para el desarrollo de proyectos de Infraestructura en México., Tesis que para otorgar el grado de: Maestro en Ingeniería, Caroline Rodríguez Zavala. Abril 2015.*
- VIII. *Perspectiva estadística Oaxaca, Diciembre 2012, INEGI.*
- IX. *Ley de Asociaciones Público – Privadas, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 2012, FELIPE DE JESÚS CALDERÓN HINOJOSA, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos.*
- X. *REGLAMENTO DE LA LEY DE ASOCIACIONES PÚBLICO PRIVADAS, TEXTO VIGENTE, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de noviembre de 2012.*
- XI. *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012, INEGI.*
- XII. *LEY FEDERAL DE DERECHOS Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1981, TEXTO VIGENTE, Última reforma publicada DOF 11-08-2014*
- XIII. *El maíz en Oaxaca: la cosecha de contradicciones; La relación milenaria que nos une con el maíz poco a poco ha venido diluyéndose debido a varios procesos que convergen en la actualidad: un mercado libre que desplaza a los no competitivo y un empobrecimiento generalizado del campesino. La pregunta es, ¿por qué, entonces, se sigue cultivando si las condiciones son adversas? Eduardo Bautista Martínez, Profesor investigador del Instituto de Investigaciones Sociológicas de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca.*
- XIV. *Diplomado de Asociaciones Público – Privadas, de la universidad Anahuac impartido por Oscar de Buen Richkardy*

Mesografía.

1. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> (Año de consulta 2014)
2. <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Precios/Paginas/ProveedoresdeFertilizantes.aspx> (Año de consulta 2014)
3. <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/fotos/freshwater-conflic/imagen/conflicto11-bomba-hidr%C3%A1ulica-en-aldea> (Año de consulta 2014)
4. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/meta14.htm> (Año de consulta 2014)
5. <http://www.inegi.org.mx/> (Año de consulta 2014)
6. <http://www.conapo.gob.mx/> (Año de consulta 2014)
7. <http://municipioasuncionnochixtlan.gob.mx/> (Año de consulta 2015)