

53



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE POZA RICA DE
HIDALGO VERACRUZ: EVALUACION SOCIECONOMICA
A NIVEL PERFIL"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
MARCO ANTONIO GARCIA MENDOZA

FACULTAD DE
INGENIERIA



U N A M

DIRECTOR DE TESIS: ING. MARCOS TREJO HERNANDEZ

MEXICO. D. F.

2001

295074



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/088/01

Señor
MARCO ANTONIO GARCIA MENDOZA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE POZA RICA DE HIDALGO VERACRUZ: EVALUACIÓN SOCIECONÓMICA A NIVEL PERFIL"

INTRODUCCIÓN

- I. ANTECEDENTES**
 - II. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**
 - III. PROYECTO EJECUTIVO**
 - IV. EVALUACIÓN ECONÓMICA**
 - V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- GLOSARIO**
BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria a 8 de junio de 2001

EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB/GMP/mstg.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

"Cuando la sabiduría entre en tu corazón y la ciencia fuere grata a tu alma, la discreción te preservará la inteligencia para librarte del mal camino".

Proverbios: 2:10-12

A mis papas, por darme la vida y guiarme por el camino correcto, siendo mis mejores profesores y compañeros.

A mis hermanos y tíos, por los consejos y el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.

A profesores, compañeros y amigos que me apoyan en mi formación y crecimiento.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
I ANTECEDENTES	5
I.1 Antecedentes Generales.....	5
I.2 Origen del proyecto.....	6
I.3 Esquema general del sistema.....	7
II DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	9
II.1 Agua potable.....	9
II.1.1 Determinación de los consumos de agua.....	9
II.2 Alcantarillado	16
II.3 Arroyos	23
III PROYECTO EJECUTIVO	32
III.1 Aspectos de diseño	32
III.1.1 Proyección de la población.....	32
III.1.2 Determinación de los consumos por tipo de usuarios.....	34
III.2 Levantamiento de pozos de visita.....	36
III.2.1 Parámetros de diseño.....	37
III.3 Proyecto ejecutivo	41
III.3.1 Atarjeas	41
III.3.2 Colectores y emisor principal.....	42
III.4 Presupuesto.....	49

CONTENIDO

IV	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA	51
IV.1	Metodología de evaluación.....	51
IV.1.1	Construcción de red de atarjeas	52
IV.1.2	Construcción de red de colectores.....	54
IV.2	Optimizaciones de la situación actual.....	55
IV.3	Proyección de la situación actual.....	57
IV.4	Separabilidad	63
IV.5	Evaluación.....	65
IV.5.1	Proyecto 1: Ampliación en la cobertura de alcantarillado	66
IV.5.2	Proyecto 2: Colectores que sanearán los arroyos el Maíz y Mollejón;.....	74
IV.5.3	Proyecto 3: colectores que sanearán los arroyos el Hueleque y Salsipuedes.....	79
IV.6	Resultados de la evaluación.....	82
IV.7	Recomendaciones de la evaluación.....	82
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
	GLOSARIO.....	86
	BIBLIOGRAFÍA.....	89

INTRODUCCIÓN

Los proyectos nacen porque hay necesidades, su objetivo es resolver un problema específico, para lograrlo se requiere de recursos. Lamentablemente los recursos son escasos y las necesidades infinitas, obligandonos a ser mejores administradores, tomando decisiones adecuadas para la conveniente asignación de los recursos.

México es un país que requiere la administración correcta de sus recursos, por lo anterior surge la necesidad de tomar decisiones que enriquezcan al país y no que lo empobrezcan.

La evaluación social surge como una herramienta para la toma de decisiones, permitendonos conocer, comparar y seleccionar aquellos proyectos que tengan mayor impacto en la sociedad y rentabilidad.

Éste trabajo muestra la aplicación de la evaluación social a un proyecto de alcantarillado; indicando los pasos que se siguieron y dando los elementos para realizarla.

El capítulo uno, trata el origen del proyecto y su contexto; en el siguiente se hace un diagnóstico de la situación actual, dando un esquema general de la problemática; el tercero, aborda el proyecto considerando sus aspectos técnicos y costos del mismo; la evaluación se aplica en el cuarto capítulo, donde se indican todos los cálculos y supuestos que se hicieron; y finalmente las conclusiones se presenta una retrospectiva de la evaluación.

I ANTECEDENTES

I.1 Antecedentes Generales

Poza Rica se encuentra localizada al noroeste del estado de Veracruz; colinda al norte y oeste con el municipio de Tihuatlán, al este con el municipio de Papantla y al sur con Papantla y Coatzacoatlán (figura 1.1)

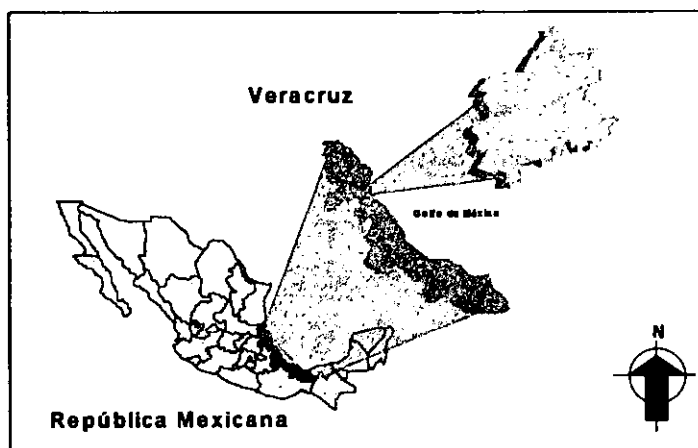


Figura 1.1 Localización Geográfica

La ciudad cuenta con 152,678¹ habitantes, esta población creció en el año 2000 a una tasa de 1.23% con un número de viviendas de 38,558, la expansión de la mancha urbana es hacia el noreste de la misma.

Poza Rica es atravesada por cuatro arroyos: El Mollejón, El Maíz, Hueleque y Salsipuedes; éstos llegan al río Cazones el cual se encuentra ubicado al oeste de la ciudad. El caudal de este río varía entre 7 y 147 m³/s en promedio, de acuerdo a la época del año, ver figura 1.2.

1. Censo de Población y Vivienda, Anuario Estadístico 1995, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).



Figura I.2 Ubicación del río Cazonés y los Arroyos

La precipitación pluvial oscila entre 13 y 396 mm al mes², con lluvias abundantes en otoño; su clima es cálido, la temperatura varía entre 26 y 42 grados centígrados a lo largo del año.

La actividad económica más importante en Poza Rica es la petroquímica, debido a que en esta ciudad opera la paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX).

1.2 Origen del proyecto

La Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (CMAS) de Poza Rica ha detectado lo siguiente:

La ciudad no cuenta en su totalidad con el servicio de alcantarillado. La población que no tiene este servicio utiliza pozos negros³, los cuales sólo captan las heces fecales y las aguas residuales que se generan se tiran en los traspatios o sobre cualquier escurrimiento. Lo anterior, aunado a la falta de mantenimiento de dichos pozos, representa enfermedades, mala imagen, fauna nociva y malos olores. Además, la

2. Datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

3. Son excavaciones de 1 a 2 metros, sin ningún recubrimiento.

existencia de pozos negros causa posible infiltración de lixiviados⁴, contaminando los mantos acuíferos.

Las aguas residuales que se vierten al alcantarillado público son descargadas a los cuatro arroyos, que funcionan como colectores naturales, lo que provoca contaminación, malos olores, fauna nociva, enfermedades y mala imagen. Además, cuando se han llegado a desbordar los arroyos, las viviendas aledañas se inundan de aguas residuales, siendo focos de infección para esta población por el contacto con dichas aguas.

Ante los problemas señalados, la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) ha propuesto el proyecto: "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Poza Rica de Hidalgo, Veracruz", que comprende:

- I. Ampliación de la cobertura de alcantarillado en la parte noreste y este de la ciudad; y,
- II. Sustitución de los colectores naturales por una red de tuberías.

1.3 Esquema general del sistema

El proyecto ejecutivo de Alcantarillado de la ciudad, consiste básicamente en el diseño de la red de colectores que habrán de recaudar las aguas residuales descargadas por la red existente a los cuatro arroyos de la ciudad para encauzarlos a un solo punto, a partir del cual se construirá un emisor.

Los colectores se trazaron marginalmente a los arroyos "Hueleque", "Del Maiz", "Salsipuedes" y "Mollejón" y descargan a un colector principal que va sobre la margen izquierda del río Cazones.

Cabe hacer mención que no se consideraron en los gastos de diseño las aportaciones de aguas realizadas por el complejo petroquímica PEMEX, puesto que descargan directamente sobre el río Cazones.

Adicionalmente, se realizó el diseño de la red de atarjeas de los siguientes colonias:

Mecanico de Piso

Prensa Nacional

4. Los lixiviados son líquidos que se generan por descomposición de materia orgánica (ver glosario).

Los Sauces

Poza de Cuero

Sector Popular

Heriberto Jara Corona

La Yanga

mismas que a la fecha del proyecto no contaban con el servicio de drenaje sanitario, ver figura 1.3.

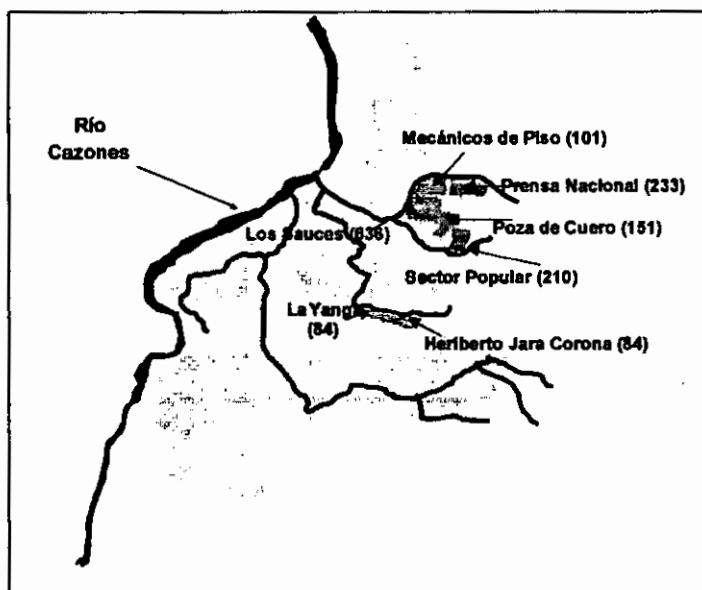


Figura 1.3 Ubicación de las colonias sin alcantarillado

II DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La población en su actividad diaria, produce una cierta cantidad de residuos y líquidos que necesita eliminar de su entorno. Estos residuos por lo general son contaminadores del medio ambiente, ya que parte de estos son materias orgánicas que entran en descomposición, y además son portadores de microorganismos patógenos que producen enfermedades.

Si existe un sistema público de agua potable, el problema de eliminación de aguas residuales se agudiza aun más, ya que al disponer de agua potable existe un incentivo para mejorar las instalaciones sanitarias de las viviendas, lo que provoca un aumento en las aguas a eliminar.

Si una población no cuenta con un sistema público de evacuación de aguas residuales, la evacuación de las aguas se realizará de dos formas, dependiendo de su uso: para actividades domésticas, como lavar, cocinar u otros, se eliminará en escumamientos o simplemente en la calle. El resto de las aguas residuales que contienen residuos humanos se eliminará en pozos negros.

En estas condiciones el peligro que significa para la salud de la población es alto; además de producir otros efectos negativos como malos olores, deterioro del terreno, moscas y otros efectos.

Este capítulo tiene la finalidad de mostrar una radiografía de la problemática existente, permitiendo determinar causas, efectos y magnitudes.

II.1 Agua potable

Para poder determinar la cantidad de aguas residuales que se vierten al alcantarillado, es necesario conocer la cantidad de agua consumida en la ciudad de Poza Rica.

II.1.1 Determinación de los consumos de agua

En la ciudad, el 97 % de los usuarios domésticos no cuenta con micromedición, para calcular el consumo de estos usuarios se aplicaron encuestas. En el consumo industrial y

comercial si se tiene micromedición, por lo tanto los consumos fueron calculados con la base de CMAS.

Cálculo de consumo de agua para usuarios domésticos y no domésticos.

A. Consumo doméstico

Para determinar el tipo de encuesta a realizar se hicieron observaciones previas en la ciudad, con la finalidad de establecer el cuestionario a aplicar y la estratificación a utilizar, de lo anterior se determinaron cuatro tipos de encuestas para viviendas:

- con agua potable y alcantarillado,
- sin agua potable y alcantarillado,
- con agua potable y sin alcantarillado y
- sin agua potable sin alcantarillado.

En el caso de los estratos se clasificaron las viviendas de acuerdo a su nivel de riqueza, como acercamiento a su nivel de ingreso⁵, en el tabla II.1 se describen las características de construcción generales de las viviendas:

Estrato	Pisos	Techos	Muros	Acabados
Alto	Loseta de cerámica, azulejos, piedra labrada, mármol y/o adoquín	Losa de concreto	Ladrillo, tabique, piedra labrada y/o concreto	De lujo (construcciones bien conservadas)
Medio alto	Mosaico de pasta y/o granito, terraza, azulejos, piedra labrada, mármol adoquín	Losa de concreto	Ladrillo, block y/o piedra labrada	De primera (no de lujo)
Medio bajo	Cemento pulido	Lámina de asbesto y/o losa de concreto	Ladrillo Y/o block	No existen acabados
Bajo	Tierra, cemento sin acabado	Lámina de asbesto, galvanizado y/o cartón	Madera, lámina de cartón, galvanizada y/o asbesto	No existen acabados

Tabla II.1 Características de los estratos

Se determinó el tamaño de la muestra a partir de la fórmula⁶ siguiente:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)D + \sigma^2}$$

5. Esta variable es determinante en el nivel de consumo de agua, por tanto la importancia de dividir en estratos.

$$D = \frac{B^2}{4}$$

Donde:

N: Número de viviendas = 40,957, este se obtuvo proyectando las viviendas con la tasa de crecimiento de la población, ver la tabla II.2.

	Tasa de crecimiento	Viviendas
1995		38,558
1996	1.19 %	39,017
1997	1.20 %	39,487
1998	1.21 %	39,966
1999	1.23 %	40,456
2000	1.24 %	40,957

Tabla II.2 Proyección de la población al 2000

B: Limite de error del estimador = 3.5 m³/mes

σ : Desviación estándar del estimador = 25 $\frac{m^3}{\text{toma} \times \text{mes}}$, para una confiabilidad del 95%.

Sustituyendo datos

$$D = \frac{B^2}{4} = \frac{3.5^2}{4} = 3.0625$$

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)D + \sigma^2} = \frac{40,957(25^2)}{(40,957-1)3.0625 + 25^2} = 204$$

Con el objeto de obtener una muestra aleatoria y sin restricciones, en la aplicación de las encuestas se utilizó el método de esquina, que consiste en aplicar la encuesta en la esquina de una cuadra, la siguiente se aplica en la siguiente cuadra pero en la calle paralela a la anterior, ver figura II.1.

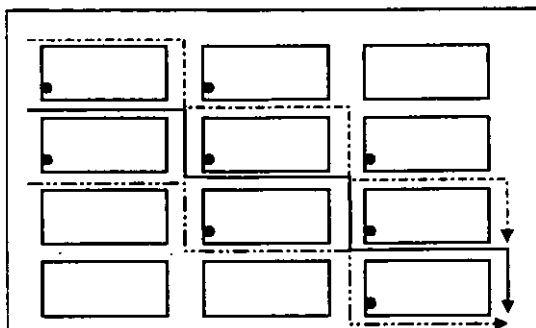


Figura II.1 Método de esquina

Se levantaron 239 encuestas efectivas. Esto indica que la muestra tiene una confiabilidad por arriba de la calculada anteriormente.

Para determinar los consumos se consideró que la muestra se comportaba de la misma manera que la población, por lo anterior la n muestral de 239 representa a la N poblacional igual a 40,957 viviendas.

Los resultados que arrojó la encuesta son los siguientes.

	Número de encuestas		Número de Viviendas
Con agua y alcantarillado	198	82.0%	33,588
Con agua y sin alcantarillado	17	7.1%	2,913
Sin agua y con alcantarillado	2	0.8%	343
Sin agua y sin alcantarillado	24	10.0%	4,113
Total	239	100.0%	40,957
Con agua potable	213	89%	36,501
Sin agua potable	26	11%	4,456
Con alcantarillado	198	83%	33,931
Sin alcantarillado	41	17%	7026

Tabla II.3 Resultados por tipo de encuesta y cobertura de agua potable y alcantarillado

Nivel	Número de Encuestas		Viviendas
Alto	32	13%	5,484
Medio alto	45	20%	7,712
Medio bajo	70	29%	11,996
Bajo	92	38%	15,766
Total	239	100%	40,957

Tabla II.4 Resultados de encuesta por tipo de estrato

En el caso de los consumos se consideró como agua potable toda aquella que es suministrada por la red de tuberías, por cualquiera de los dos organismos operadores

(CMAS y/o PEMEX), en el caso de la "no potable" se definió a todas aquellas fuentes, como: pozos, pipas e hidrantes.

En las tablas II.5 y II.6 se muestran los consumos para cada estrato con y sin alcantarillado. Para obtener el consumo por persona se tiene que dividir el consumo por vivienda por el índice de hacinamiento, para Poza Rica se considero de 4.9 (personas por vivienda) en promedio.

Estrato	Con alcantarillado [lts/viv/día]		Sin alcantarillado [lts/viv/día]			Consumo total [l/día]		
	Calor	Frío	Calor	Frío	Número de viviendas	Calor	Frío	
Alto	1,538	960			5,484	8,434,076	5,264,443	
Medio alto	1,060	734			7,712	6,174,281	5,660,304	
Medio bajo	777	547			11,996	9,320,737	6,561,703	
Bajo	430	334			12,853	5,526,637	4,292,783	
Bajo			271	200	2,913	788,188	582,117	
					Total	40,957	32,243,918	22,361,350

Tabla II.5 Consumos de agua potable por estrato y estacionalidad.

Estrato	Con alcantarillado [lts/viv/día]		Sin alcantarillado [lts/viv/día]			Consumo total [lts/día]	
	Calor	Frío	Calor	Frío	Número de Viviendas	Calor	Frío
Bajo	430	334			12,853	5,526,637	4,292,783
Bajo			271	200	2,913	788,188	582,117
					Total	6,314,824	4,874,900

Tabla II.6 Consumo de agua no potable por estrato y estacionalidad

La suma de todos los consumos domésticos da un total de: 10,563,357 m³/año.

Cálculo de consumos no domésticos

En este caso se analizó el registro del organismo operador de agua (CMAS), se identificó los tipos de usuarios con y sin medición.

Se clasificaron los usuarios por su ubicación, importancia y giro, lo anterior se hizo para posteriormente ubicar las descargas y sus cálculos de las mismas.

Se identificaron las industrias y los comercios.

Número de comercios		Consumo total promedio	
		m ³ /mes	Lps
2	Embotelladoras de refrescos	29,068.0	11.06
7	Centros comerciales	3,145.0	1.20
31	Hoteles y Moteles	3,060.0	1.16
17	Purificadoras de agua	1,389.0	0.53
25	Escuelas e Institutos	1,141.0	0.43
4	Fábricas de hielo	1,061.0	0.40
34	Molinos de nixtamal	1,120.0	0.43
3	Terminal de autobuses	1,049.0	0.40
44	Local comercial	939.0	0.36
21	Edificios y Locales comerciales	879.0	0.33
22	Restaurantes	898.0	0.34
36	Edificios y Oficinas	662.0	0.25
18	Lavadero de carros	629.0	0.24
6	Baños públicos	504.0	0.19
16	Templos	463.0	0.18
16	Bares y Cantinas	442.0	0.17
12	Clínicas y Hospitales particulares	8,043.0	3.06
3	Edificios públicos	100.0	0.04
1	Rastro municipal	88.0	0.03

Tabla II.7 Consumos importantes por giro comercial o industrial

Para la tabla II.7 se muestran los consumidores comerciales e industriales más importantes, siendo los de mayor volumen de agua consumida, los que no están en esta tabla se consideran en la tabla II.8, y son todos aquellos cuyo giro no se encuentra registrado a carecen de medidor.

	Consumo total promedio	
	m ³ /mes	Lps
Comercios no identificados	2,092	0.72
Industrias no identificadas	9,354	2.95
Comercios sin medidor	6,301	2.16
Industrias sin medidor	253	0.09
		5.91
Total	72,676	28.04

Tabla II.8 Resumen de consumos no domésticos.

La suma de todos los consumos no domésticos dan de: 872,143 m³/año

Con respecto a la oferta de agua Poza Rica se abastece por tres fuentes: CMAS distribuye al 74% de la población, PEMEX el 15%, y el 11% por pozos, pipas y llaves públicas. Se considera agua potable a la suministrada por CMAS y PEMEX. La única fuente de captación de éstas es el río Cazones.

La tabla II.9 muestra las fuentes de abastecimiento de agua potable y su respectivo consumo al año:

Fuente	Tomas	%	Litros consumidos	% Mancha Urbana
CMAS	28,434.0	80	8,740,752.8	74
PEMEX	5,929.0	20	1,822,604.0	15
TOTAL	34,363.0	10	10,563,356.8	89

Tabla II.9 Consumo por tipo de fuente

CMAS tiene una producción de 20.9 millones de metros cúbicos al año⁷ y sus pérdidas son del 54%⁸. La oferta de agua potable de CMAS es de 9.6 millones de m³ al año, mientras que el agua doméstica que ofrece la paraestatal es 1.8 millones de m³ al año⁹. La distribución del agua por parte de CMAS es por medio de zonas y horarios establecidos, por lo que los usuarios (domésticos, comerciales e industriales) no cuenta con agua las 24 horas, esta racionalización del agua es conocida como tandeo. La producción y oferta de CMAS se muestra en la tabla II.10.

Concepto	Cantidad
Cantidad producida	20,853,877
Pérdidas	54%
Oferta	9,612,895.5

Tabla II.10 Oferta de agua, CMAS.

El sistema de cobro es por medio de una cuota fija para los usuarios domésticos, de manera que ellos ven un precio cero¹⁰ y para los industriales y comerciales una cuota variable. El consumo de agua potable se muestra de forma resumida en la tabla II.11.

Usuario	Consumo m ³ /año
Doméstico	10,563,357
No Doméstico	872,143

Tabla II.11 Consumo de Agua Potable

En el caso de las otras fuentes, PEMEX y Otros, se desconoce su producción, pero se conoce sus consumos, estos se obtuvieron a través de las encuestas.

Con respecto al agua potable se puede concluir que los usuarios domésticos tienen restricciones en su consumo, esto se debe a que tiene una carencia de oferta de agua

7. Información proporcionada por CMAS.

8. Las pérdidas son igual a la cantidad producida menos la cantidad consumida.

9. Información obtenida mediante trabajo de campo.

10. Cuando por un bien o servicio se cobra tarifa fija, el consumidor no ve un mayor gasto por incrementar su consumo, es decir, el consumo no está en función del precio por lo que se dice que hay un precio cero.

potable, esta se presenta en los estratos más bajos, además de que se encuentran ubicados en las periferias de la ciudad, por tanto, su acceso al agua es difícil; en el caso de los no domésticos, estos si cuentan con toda el agua que requieren.

II.2 Alcantarillado

Un sistema de alcantarillado formal contempla las tomas intradomiciliarias (que están conectadas a la instalación sanitaria de las viviendas) enlazadas a una red de atarjes que conducen las aguas residuales a los subcolectores y éstos las dirigen fuera de la ciudad.

En el sistema de alcantarillado de Poza Rica los subcolectores llegan a los colectores naturales que son los arroyos. Dicho sistema se puede observar en la figura II.2.

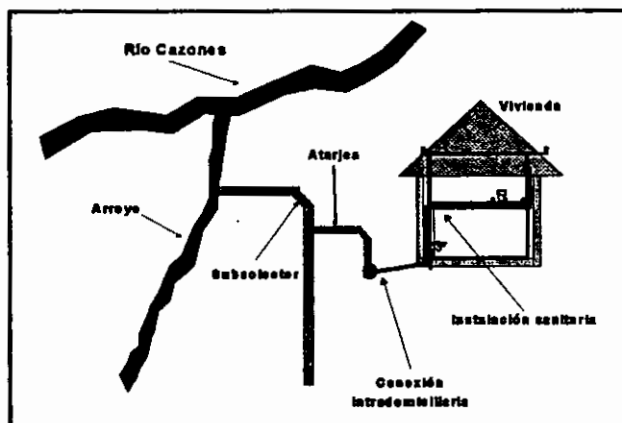


Figura II.2. Sistema de alcantarillado en Poza Rica de Hidalgo.

Este sistema de alcantarillado está instalado en el 84% de la mancha urbana. Para obtener el dato anterior se estimó con base a información del INEGI y Servicios de Obras Públicas del Municipio de Poza Rica. En lo que se refiere al INEGI se obtuvo información de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB 1995) que contienen la identificación de servicios públicos y características del Estado y sus municipios. En la tabla II.12 se muestra la cobertura y falta de alcantarillado.

Colonias	No. de viviendas	No. Viviendas c/alcantarillado	% con alcantarillado	No. viviendas sin alcantarillado	% sin alcantarillado
27 de Septiembre	1,089	1,014	93	75	7
5 de Febrero	379	350	93	28	7
5 de Mayo	101	66	65	35	35
5 de Mayo (Parcela14)	141	109	77	33	23
5 de Mayo Nueva	322	235	73	87	27
Agustín Lara	499	456	91	43	9
Anáhuac	457	387	85	70	15
Arroyo del Maíz	424	386	91	38	9
Aviación	542	527	97	15	3
Aviación Vieja	451	395	88	56	12
Azteca	110	74	67	36	33
Benito Juárez	476	443	93	33	7
Buenos Aires	139	72	52	67	48
Cazones	1,850	1,802	97	48	3
Celba	228	225	100	1	0
Colinas de Sol	210	184	88	26	12
Chapultepec	1,320	1,264	96	55	4
Div. De Oriente	1,127	1,088	96	40	4
Fausto Dávila S.	317	200	63	117	37
Fco. Sarabia	283	212	75	72	25
Frac. AIMP	70	47	67	23	33
Frac. Bugambilias	224	177	79	47	21
Frac. Heriberto Kehoe	210	184	88	26	12
Frac. Hidalgo	94	83	89	11	11
Frac. La Floresta	916	898	98	18	2
Frac. La Ilusión	139	72	52	67	48
Frac. Las Palmas	481	450	98	11	2
Frac. Los Laureles	197	112	57	85	43
Frac. San Roman	653	635	97	18	3
Frac. Técnicos y Profesionistas	141	109	77	33	23
Frac. Valdivia	91	88	97	3	3
Francisco I. Madero	267	235	88	32	12
Heriberto Jara C.	110	74	67	36	33
I. Zaragoza	110	74	67	36	33
Ignacio de la Llave	500	415	83	85	17
Independencia	840	729	87	110	13
Inf. Los Mangos	12	6	55	5	45
Insurgentes	110	74	67	36	33
Jesus Reyes Heróles	434	328	76	106	24
La Herradura	69	36	52	33	48
La Rueda,	219	213	97	6	3
La Yanga	110	74	67	36	33
Laredo	164	142	86	23	14
Las Gaviotas I,	479	475	99	4	1
Las Gaviotas II	571	567	99	5	1
Las Granjas	500	415	83	85	17
Las Valentinas	393	285	73	108	27
Las Vegas	857	800	93	57	7
Lázaro Cárdenas	997	875	88	122	12
Loma Alta	90	77	86	12	14
Loma Bonita	93	81	86	13	14
Lomas del Río,	168	146	87	22	13
Los Sauces	505	91	18	414	82
M. Avila Camacho	2,077	1,881	90	216	10
Magisterio	205	117	57	88	43
Mec. De Piso,	70	-	0	70	100
Medias Lomas	123	90	73	33	27

Tabla II.12 Cobertura de Alcantarillado (1995)

Colonias	No. de viviendas	No. Viviendas c/alcantarillado	% con alcantarillado	No. viviendas sin alcantarillado	% sin alcantarillado
México	424	405	95	19	5
Miguel Hidalgo	1,112	1,027	92	86	8
Morelos	935	592	63	343	37
Nacional	255	181	71	74	29
Nuevo Progreso	530	499	94	31	6
Obras Sociales	576	519	90	59	10
Obrera	622	491	79	131	21
Palma Sola	240	189	79	51	21
Pemex				0	
Perlas de Ota.	434	354	82	80	18
Petromex	984	801	81	184	19
Poza de Cuero	268	209	79	57	21
Poza de Cuero Infonavit.	219	213	97	6	3
Prensa Nacional	162	-	0	162	100
R. Flores Magón	915	856	94	59	6
Reforma,	268	233	87	35	13
Revolución	326	271	83	54	17
Salvador Allende	243	233	96	11	4
Santa Elena	278	229	82	49	18
Santa Regina	185	153	82	32	18
Santa Emilia,	168	146	87	22	13
Sector Popular	195	148	76	48	24
Tajín	987	929	94	58	6
Tamaulipas	81	68	83	14	17
Tepeyac	1,397	1,256	90	140	10
Veracruz	131	95	72	36	28
Vergel	524	378	72	146	28
Sin nombre	67	65	97	2	3
Sin nombre	84	61	73	23	27
Total registrado por INEGI	36,338	31,217	67	5121	14
Lomas Verdes	170	-	0	170	100
Niños Heroes	52	10	2	42	80
10 de Abril	53	11	2	42	80
Los Pinos	50	15	3	35	70
Vicenta Herrera	52	10	2	42	80
Fernando Gutierrez Barrios	50	10	2	40	80
Petrolera	185	185	100	0	0
Fracc. 18 de Marzo	110	-	0	110	100
Oscar Torres Pancardo	140	28	20	112	80
Las Huastecas	100	-	0	100	100
Haliburton	130	130	100	0	0
Gpe. Victoria	90	54	60	36	40
Rafael Hdz. Ochoa	115	115	100	0	0
Emiliano Zapata	150	150	100	0	0
Libertad	98	98	100	0	0
La Primavera	110	110	100	0	0
Fracc. Valle de las Flores	190	190	100	0	0
Hab. La Florida	195	195	100	0	0
Subtotales	2,220	1,311			
Totales	36,558	32,529		6,029	0.156

Tabla II.12 Cobertura de Alcantarillado (1995)

En las tablas II.12 se puede observar que existen colonias que no cuentan con el 100% de cobertura de alcantarillado, en el caso de las viviendas que se ubican en colonias donde si hay alcantarillado pero que no cuentan con el servicio, para estos el conectarse les representan costos muy altos, o bien estan acostumbrados a sus sistemas de

eliminación de aguas residuales; esto se presenta principalmente en los estratos más bajos.

El 16% que no cuenta con este servicio se muestra en la figura II.3. De la población que no cuenta con el servicio de alcantarillado, en la parte noreste y este se encuentra un 25%; cabe hacer mención que hacia esta zona se proyecta el crecimiento de la ciudad, contraria a la zona sureste que tiene un relieve muy accidentado y la población (viviendas) se encuentra muy dispersa.

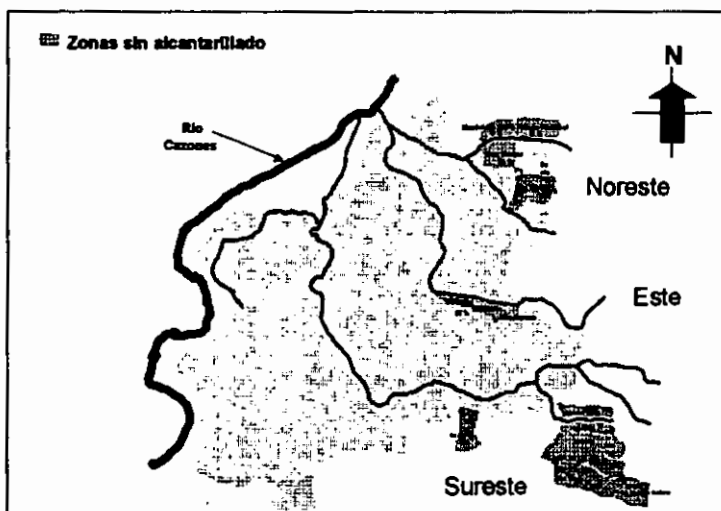


Figura II.3 Ubicación de las zonas sin servicio de alcantarillado.

Para calcular el número de viviendas totales, con alcantarillado y sin alcantarillado en la zona Noreste y Este se actualizó la base de INEGI, con información proporcionada por el Servicio de obras Públicas municipal.

Colonias	Viviendas Totales	Viviendas con alcantarillado	Viviendas sin alcantarillado
Mecánicos de piso	101	0	101
Prensa Nacional	233	0	233
Sauces	727	91	636
Poza de Cuero	360	209	151
Sector Popular	358	148	210
Heriberto Hara Corona	158	74	84
Yanga	158	74	84
Total	2,096		1,500

Tabla II.13 Colonias en la parte Noreste y Este de la ciudad (2001)

Las viviendas que carecen de un sistema de alcantarillado formal, para el caso de las contempladas en la tabla II.13, construyen excavaciones no mayores a dos metros, encima colocan asientos rústicos y una caseta de lámina, plástico o madera; a estas

construcciones se les llaman pozos negros los cuales funcionan como receptores solamente de las heces fecales. Por la forma en que están contruidos, alrededor se perciben fuertes olores, mala imagen y fauna nociva, como moscas y mosquitos transmisores de infecciones.

Los problemas se generan, cuando las aguas residuales que no captan los pozos, se vierten en los traspatios o cualquier escurrimiento.

Adicionalmente, la existencia de pozos negros puede generar contaminación a los mantos acuíferos, que se encuentran en toda la ciudad¹¹, dicha contaminación se produce por medio de infiltraciones de lixiviados al subsuelo. La referencia de mantos acuíferos en Poza Rica se ha obtenido del Compendio Básico del Agua en México, CNA, SEMARNAP, México, 1999. Los pozos de agua encontrados en las viviendas tenían una profundidad no mayor a 10 metros; la gente de bajos recursos utiliza esta agua para satisfacer sus necesidades de aseo y, en ocasiones, si no cuentan con agua potable, la utiliza para tomar y preparar los alimentos, por lo que se presume que esta contaminación tiene consecuencias de salud sobre la población debido al contacto directo.

Los arroyos existentes se caracterizan porque a lo largo de ellos se han establecido viviendas que no cuentan con un sistema de alcantarillado formal y a pesar de que algunas tienen el sistema sanitario para desalojar las aguas residuales, éstas no están conectadas a una red de atarjeas y descargan directamente en los arroyos¹².

La ausencia de un sistema de alcantarillado formal ocasiona enfermedades, sobre todo a la población de escasos recursos. Esto se genera de la siguiente forma: por evaporación de las aguas residuales, las cuales contaminan el medio ambiente dejando microorganismos suspendidos en el aire, dando como resultado enfermedades gastrointestinales y dermatológicas. Asimismo la población practica la crianza de animales domésticos (perros, cerdos, gallinas, gatos, etc.) y estos generalmente tienen contacto con las aguas residuales vertidas en los traspatios y heces fecales; estos animales se convierten en portadores de microorganismos patógenos. Otra forma de contaminación es por la existencia de fauna nociva, como son las moscas, que tienen contacto con aguas residuales y posteriormente son portadoras de enfermedades al tener contacto con los

11. Ordenamiento Ecológico Regional de la Costa Norte de Veracruz y Sur de Tamaulipas. Instituto Nacional de Ecología (INE).

12. La descarga es por medio de un tubo de PVC con un diámetro de 3 a 4 pulgadas, conectado de la casa al arroyo o bien por medio de canales o escurrimientos.

alimentos. Todo lo anterior, aunado a la falta de hábitos de higiene, potencia las enfermedades.

Las enfermedades que se pudieron cuantificar en entrevista con epidemiólogos de esta ciudad son: Amibiasis, ascariasis, giardiasis, oxiuriasis, paratifoidea y salmonelas, otras helmintiasis e infecciones intestinales¹³. Para las enfermedades dermatológicas no se cuenta con una base de datos.

De las enfermedades antes mencionadas, el 25% puede ser atribuido a la ausencia de alcantarillado, que equivale a 5,001 casos en el año 2000, de los cuales 1,245 se padecieron en la parte noreste y este de la ciudad; el costo por caso varía de \$92 a \$450, según sea el tratamiento, lo cual se muestra en la tabla II.14.

Enfermedades	No. Casos totales en Poza Rica	No. casos por falta de alcantarillado	No. casos en el noreste y este de la ciudad	Costo por caso (\$)
Amibiasis	2,442	811	152	92
Ascariasis	775	194	48	92
Giardiasis	803	201	50	118
Oxiuriasis	321	80	20	92
Paratifoidea y otras salmonelas	27	7	2	450
Otras helmintiasis	3,508	877	218	92
Otras infecciones intestinales	12,124	3,031	754	92
Total	20,000	5,001	1,245	116,221

Tabla II.14 Enfermedades Gastrointestinales

Los datos fueron obtenidos de la Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud, Poza Rica de Hidalgo, Veracruz.

El costo total por el tratamiento de las enfermedades atribuibles a la falta de alcantarillado en la parte noreste y este de la ciudad, equivale a \$116,221 al año. Para obtener el costo por caso se consideró el tiempo que el paciente invierte en la consulta y el reposo, el tiempo del doctor por consulta y los medicamento.

La medicina incluye el costo del medicamento a utilizar, acorde a la dosis, utilizando el precio de mercado más barato (farmacias similares).

Para el tiempo del doctor, este costo se calculó con el salario diario del médico dividido por el número de consultas al día, lo que resultó \$30.00.

13. Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud, Poza Rica de Hidalgo, Veracruz.

El tiempo del paciente, en este rubro se incluye el tiempo de reposo del enfermo, y el tiempo que tardó en consulta, valorado por el salario mínimo de la zona que es de \$ 37.9. por 8 horas de trabajo.

Enfermedades	Medicamento	Dosis (mg)	Duración Tratamiento (días)	Dosis al día	Tiempo Dr. (minutos)	Tiempo Paciente (horas)	Costo Medicina
Amibiasis	Metronidazol	500	14	1/8	20	8	\$ 12
Ascariasis	Metronidazol	500	14	1/8	20	8	\$ 12
Giardiasis	Diyodohidroxiquinoleina	500	14	1/8	20	8	\$ 50
Oxiuriasis	Metronidazol	500	14	1/8	20	8	\$ 12
Paratifoidea y otras salmonelas	Clorafenicol	250	14	1/8	20	80	\$ 20
Shigelosis	Metronidazol	500	14	1/8	20	8	\$ 12
Tifoidea (fiebre)	Clorafenicol	250	14	1/8	20	80	\$ 20
O.helminthiasis	Metronidazol	500	14	1/8	20	8	\$ 12
O infecciones	Metronidazol	500	14	1/8	20	8	\$ 12

Tabla II.15 Costos por tratamiento.

Para los datos de la tabla II.15 se consultaron a los medicos de los centros de salud, principalmente los que tienen contacto con la gente que vive en la zonal este de la ciudad, además se revisaron expedientes y registros de consultas.

Enfermedades	Costo de medicina por caso	Costo de Tiempo paciente por caso.	Costo Por Consulta	Costo total por caso
Amibiasis	\$ 24	\$ 37.9	\$ 30	\$ 92
Ascariasis	\$ 24	\$ 37.9	\$ 30	\$ 92
Giardiasis	\$ 50	\$ 37.9	\$ 30	\$ 118
Oxiuriasis	\$ 24	\$ 37.9	\$ 30	\$ 92
Paratifoidea y otras salmonelas	\$ 40	\$ 379	\$ 30	\$ 449
Shigelosis	\$ 24	\$ 37.9	\$ 30	\$ 92
Tifoidea (fiebre)	\$ 40	\$ 379	\$ 30	\$ 449
O.helminthiasis	\$ 24	\$ 37.9	\$ 30	\$ 92
O infecciones	\$ 24	\$ 37.9	\$ 30	\$ 92

Tabla II.16 Costo por caso.

La razon de que se tome como costo por enfermedades la medicina, el tiempo del paciente y costo por consulta, se buscan los costos para la sociedad, es decir todo lo que implica a la sociedad tratar una enfermedad.

En el caso de los terrenos que no cuentan con el servicio de alcantarillado tienen un precio de \$140/m², ver la tabla II.17, el cual contempla ciertas características como son servicios de alcantarillado, agua potable, luz eléctrica, distancia a las avenidas principales, centro y el nivel socioeconómico de la colonia.

Base de datos	Distancia centro (m)	Distancia avenida importante (m)	Estrato de la zona	Olores	Agua	Luz	Basura	Alcantarillado	Precio
8	3,700	800	Bajo	no	si	Si	no	no	150
33	3,600	600	Bajo	no	si	Si	no	no	130
Promedio									140

Tabla II.17 Precio de los terrenos sin alcantarillado

Para obtener los datos anteriores se hizo un levantamiento de varios terrenos, en los que se observaron sus características físicas, geográficas, servicios y valor, esto permitió tener una base de terrenos heterogéneos, de esta se agruparon terrenos con características similares; posteriormente se promediaron.

II.3 Arroyos

En Poza Rica los 4 arroyos descritos reciben las aguas residuales tanto de descargas domiciliarias directas o de subcolectores que captan el agua de las colonias¹⁴, ver la figura II.4. La conducción de dichas aguas al río Cazones se efectúa por el cauce de los arroyos que en su totalidad están a cielo abierto, por lo que se perciben malos olores.

La contaminación de estos arroyos causa molestias para la población, tanto para la gente que vive en zonas aledañas a estos, como a los que circulan frecuentemente cerca de ellos. Estos arroyos atraviesan las avenidas principales y otras calles de la ciudad, por lo que la población que las circula percibe las molestias de contaminación visual, olor fétido, moscas, mosquitos y ratas en los sitios donde se estanca la basura.

14. La descarga de los colectores se realiza por medio de tubos de asbesto cemento, que oscilan entre 20 cm y 1 metro de diámetro.

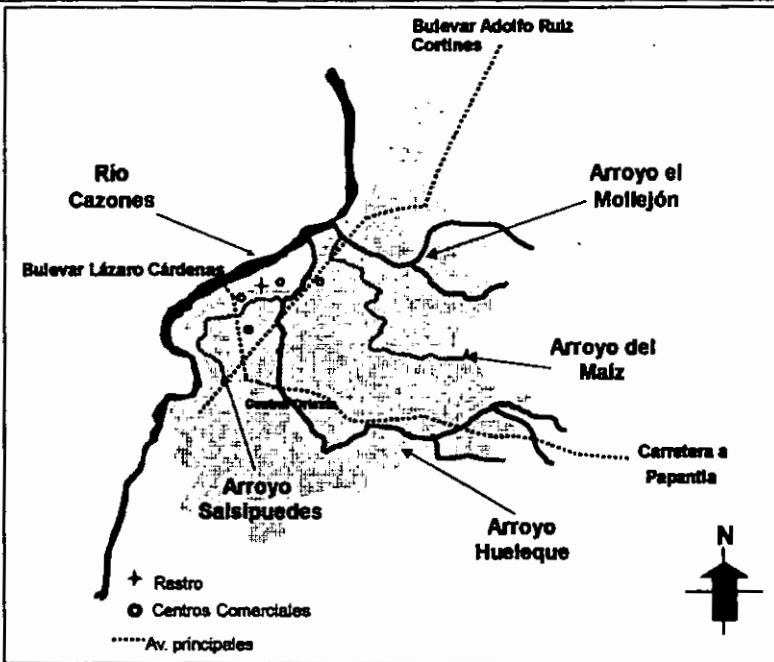


Figura II.4 Arroyos que atraviesan Poza Rica y principales avenidas

Las molestias por la contaminación se ven incrementadas en donde existe basura, ocasionada por la falta de cobertura del servicio de limpia y recolección de basura, provocando que se tiren bolsas con basura y otros desechos a los arroyos; la consecuencia de estas acciones es la obstrucción del cauce de los arroyos, que provoca, en algunas partes, estancamiento de aguas residuales.

A lo largo de los 4 arroyos se observa que al margen de estos se han establecido viviendas (algunas están construidas a 1m aproximadamente) y, por lo tanto, no se respeta la zona federal o derecho de vía que establece la Ley de Aguas Nacionales que es de 5 metros para este tipo de cauces¹⁵.

Se realizó un recorrido a lo largo de los 4 arroyos. Las características principales que se encontraron para cada uno, se muestran a continuación:

Arroyo Hueleque. Tiene una longitud de 11.3 km; nace en las afueras de la ciudad por escurrimientos naturales, atraviesa Poza Rica y desemboca directamente en el río.

15. Artículo 3º. Ley de Aguas Nacionales. CNA.

Recibe el 29% de las aguas residuales, considera la aportación de 39 colonias en 35 descargas y 965 viviendas con descargas directas al arroyo.

El arroyo llega al río Cazones con un caudal de 211 lps aproximadamente; incluye las aguas residuales de las descargas directas y de los subcolectores¹⁶ y el caudal del arroyo Salsipuedes (144 lps) que se intersecta a 1.7 km del río Cazones. Existe maleza y basura en casi todo su trayecto, aunque al final de dicho arroyo la CNA realizó obras de dragado¹⁷, rectificado y protección de los márgenes.

Se observó que los efectos de la contaminación (mal olor, presencia de fauna nociva, y mala imagen) de este arroyo se perciben a una distancia de entre 30 y 125 metros del mismo, equivalente a un área total de 562,499 m². Del área total, 4,919 m² corresponden a lotes baldíos, por lo que se tiene un área con uso habitacional y comercial de 557,580 m², ver tabla II.18.

Colonias	Cadenamiento	Longitud		Área de influencia totales (m ²)	Áreas de influencia	
		Colonia [m]	Influencia [m]		Estrato medio [m ²]	Estrato bajo [m ²]
Entronque Río Cazones			37			
Lázaro Cárdenas	330	330	37	12,210	12,210	-
Magisterio-Hidalgo	760	430	30	14,405	14,405	-
México	990	230	35	7,475	7,475	-
Benito Juárez	1,840	650	30	21,125	21,125	-
Bifurcación	1,750	110	32	3,410	3,410	-
Chapultepec	2,650	900	32	28,800	28,800	-
Obras Sociales	2,800	150	30	4,650	4,650	-
Laredo-Fco. I. Madero	3,100	300	35	9,750	9,750	-
Obrera	3,970	870	32	29,145	29,145	-
Aviación	4,300	330	30	10,230	10,230	-
La Herradura	4,590	290	40	10,150	10,150	-
Campo PEMEX	4,920	330	125	27,225	27,225	-
Fracc. La Ilusión	5,130	210	50	18,375	18,375	-
Medias Lomas	5,610	490	35	20,400	20,400	-
Aviación Vieja	5,970	360	35	12,600	12,600	-
Loma Alta	6,330	360	30	11,700	11,700	-
Veracruz	7,160	830	55	35,275	35,275	-
Tamaulipas- El vergel	7,650	490	30	20,825	20,825	-
Anáhuac	7,990	340	30	10,200	10,200	-
Revolución	8,204	214	32	6,634	6,634	-
Petromex-Fausto Dávila Solís	9,294	1,090	35	36,515	-	36,515
Bifurcación	9,344	50	30	1,625	-	1,625
Patrolera	9,914	570	30	16,597	16,597	-
Bifurcación	10,414	500	30	15,000	15,000	-
Hellburton	11,664	1,250	30	36,375	-	36,375
Bifurcación	10,414		30			
Las Huastecas	11,124	710	40	24,105	24,105	-
Guadalupe Victoria	12,054	930	45	36,330	-	36,330
Bifurcación	9,344		30			
Niños Héroes	10,114	770	50	30,800	30,800	-
Oscar Torres Páncorbo	10,834	720	75	43,650	-	43,650
Total		12,094	38	567,580	401,076	166,504

Tabla II.18 Arroyo Hueleque

16.El volumen de agua pluvial no esta incluido en el cálculo de los caudales.

Arroyo Salsipuedes: Tiene una longitud de 3.8 km; su nacimiento se encuentra en la paraestatal PEMEX, quien creó el arroyo para desalojar las aguas residuales producidas por sus diferentes procesos. A pesar de que estas aguas son vertidas con un tratamiento previo, se observó la presencia de aceites y grasas cerca de la descarga de dicha empresa. El arroyo descarga su caudal al Hueleque; las aguas residuales que aporta son de 144 lps aproximadamente. Se compone de las aguas vertidas de 7 colonias con el mismo número de descargas y 239 viviendas que desalojan directamente al arroyo; es el arroyo que recolecta la mayor parte de las aguas residuales y representa el 47% de las mismas.

Cabe mencionar que el rastro municipal descarga sus aguas residuales en este arroyo y se detectó que la descarga se encuentra aproximadamente a 1.2 km del entronque con el arroyo Hueleque. Las aguas vertidas por el rastro no llevan ningún tratamiento previo, por lo que la contaminación en el área de descarga aumenta significativamente. Por el color de las aguas vertidas del rastro se observó claramente la presencia de sangre y residuos animales, lo que genera focos de infección.

La central camionera de la ciudad también descarga en este arroyo a aproximadamente 1.4 km del entronque con el Hueleque. Esta descarga es solamente de aguas residuales de los baños y del restaurante de la misma; sin embargo, a unos 200 metros de ésta se detectan descargas de talleres mecánicos que desechan aceites y grasas. La influencia de la contaminación perpendicular a su margen está entre 30 y 110 metros del arroyo, equivalente a un área total de 207,995 m² y de esta área 1,188m² corresponden a lotes baldíos; por lo que se tiene un área con uso habitacional y comercial de 206,807 m²(ver la tabla II.19).

El Salsipuedes atraviesa las dos avenidas más importantes de la ciudad y pasa muy cerca de los centros comerciales (ver figura II.4). Este arroyo es el que recibe las descargas más contaminantes. En el entronque con el arroyo Hueleque, CNA emprendió obras de dragado, rectificado y la construcción de gaviones¹⁸. Este arroyo también presenta maleza y basura en casi todo su recorrido.

17. Obras de desazolvamiento que consiste en quitar lodos y residuos del fondo del arroyo.

18. Contenedores de malla contruidos con piedra bola de río, cuya función es proteger el margen delarroyo para evitar la erosión por el agua.

Colonias	Cadenamiento	Longitud		Área de influencia totales [m ²]	Áreas de influencia	
		Colonia [m]	Influencia [m]		Estrato medio [m ²]	Estrato bajo [m ²]
Entronque (Benito Juárez)	-	-	45	-	-	-
Fracc. Floresta	660	660	45	29,682	29,682	-
Descarga del rastro	1,230	550	110	42,625	42,625	-
Descarga de Central Camionera	1,380	150	75	11,250	11,250	-
Total		1,380		86,182		
Fracc. Bugambitas	1,580	1,580	50	39,500	19,750	19,750
27 de Septiembre	1,830	250	35	10,625	10,625	-
Las Granjas	2,430	600	30	18,500	-	19,500
Morelos	2,730	300	39	10,350	10,350	-
Ricardo Flores Magón	3,570	840	37	31,920	15,960	15,960
PEMEX (barrida M11)	3,820	250	35	8,730	-	8,730
Subtotal		3,820		120,625		
Total				206,807	142,867	63,940

Tabla II.19 Arroyo Salsipuedes

Arroyo el Mollejón: Cuenta con una longitud de 4.3 km aproximadamente. Nace en el cerro del Mesón que se encuentra en las afueras de la ciudad en la parte noreste, lugar donde una pequeña población con el mismo nombre utiliza el agua para su consumo. Este arroyo descarga al río Cazones un caudal de 69 lps, formado por 8 descargas que recolectan el agua residual de 14 colonias, 541 descargas directas de viviendas aledañas (representa el 7% de las aguas residuales) y el caudal del arroyo el Maíz, (50 lps) que se intersecta aproximadamente a 500 metros del río Cazones. Los efectos de la contaminación de este arroyo se aprecian a una longitud del mismo que varía de 11 a 41 metros, equivalentes a 176,220 m²; ver la tabla II.20. En este arroyo no se realizaron obras de dragado pero si de rectificación. Al igual que los dos arroyos anteriores presenta maleza y basura en casi toda su longitud.

Colonias	Cadenamiento	Longitud		Área de influencia totales [m ²]	Áreas de influencia	
		Colonia [m]	Influencia [m]		Estrato medio [m ²]	Estrato bajo [m ²]
Entronque Río Cazones			41			
Independencia- Lázaro Cárdenas	320	320	38	12,320	12,320	-
Bifurcación	500	180	33	6,210	6,210	-
Santa Emilia	880	360	33	12,540	12,540	-
Las Vegas- M. Avila Camacho	1,550	670	28	20,405	20,405	-
Bifurcación	1,980	440	31	12,980	12,980	-
Los Sauces- Mecánicos de piso	2,690	700	28	20,650	10,325	10,325
Prensa Nacional	3,280	600	29	17,100	-	17,100
Cerro del Mesón	4,320	1,030	11	20,600	-	20,600
Total		4,320				
Bifurcación	1,980		31	-	-	-
La Ceiba	2,440	450	33	14,400	-	14,400
Nacional	2,690	250	28	7,625	-	7,625
Poza de Cuero- Arroyo del Maíz	3,040	350	28	9,600	4,900	4,900
Sector popular	3,210	170	28	4,760	-	4,760
J. Reyes Heróles- Inf. Los mangos	3,810	600	28	16,800	-	16,800
Total		3,810		176,220	79,710	96,510

Tabla 4.20 Arroyo el Mollejón

Arroyo el Maíz: Tiene una longitud de 6.9 km, su nacimiento es por escurrimientos naturales y desemboca en el arroyo del Mollejón con un caudal de 50 lps aproximadamente, formados por la aportación de 16 colonias con el mismo número de descargas y 428 directas de las viviendas que se ubican al margen (representa el 18%). En este arroyo no se realizaron obras de dragado ni de rectificado; presenta basura y maleza en casi todo su recorrido. La distancia en la que se perciben las molestias por su contaminación va de 28 a 33 metros aproximadamente, equivalente a un área de molestias de 207,490 m², ver la tabla II.21.

Colonias	Cadenamiento	Longitud		Área de influencia totales [m ²]	Áreas de influencia	
		Colonia [m]	Influencia [m]		Estrato medio [m ²]	Estrato bajo [m ²]
Entronque (Av. Lázaro Cárdenas)			31			
Manuel A. Camacho	350	350	29	10,500	10,500	-
Las Palmas	1,030	680	33	21,080	10,540	10,540
Valdivia-Nvo. Progreso	1,800	770	30	24,255	12,128	12,128
Inf. Santa Regina	2,550	750	31	22,875	22,875	-
Sta. Elena	2,840	290	28	8,555	8,555	-
Agustín Lara	3,350	510	29	14,535	14,535	-
Tepeyac-Fracc. Heriberto Kahoe Vincent	3,610	260	28	7,410	7,410	-
La Yanga-Tepeyac	4,180	570	29	16,245	8,123	8,123
Heriberto Hara Corona	4,580	400	28	11,400	-	11,400
5 de Mayo Nva.	5,210	630	28	17,640	17,640	-
Insurgentes	5,500	280	36	9,570	-	9,570
Libertad	6,220	720	28	23,760	-	23,760
Emiliano Zapata	6,580	370	29	10,545	-	10,545
Rafael Hernández Ochoa	6,910	320	28	9,120	-	9,120
Total		6,910		207,490	112,305	85,185

Tabla II.21 Arroyo El Maíz

Las descargas directas que se efectúan a lo largo de los 4 arroyos corresponden al 6% de las viviendas totales, se consideró que éstas no tienen un sistema formal de evacuación de aguas residuales.

Es preciso aclarar que existen pozos de PEMEX en toda la ciudad, habiendo derrame de crudo en algunos de ellos; dichos pozos influyen en la contaminación de los mantos acuíferos de la zona.

Las aguas residuales que reciben los arroyos se producen por tres tipos de usuarios que son: domésticos, comerciales e industriales (industrial no considera a PEMEX ya que tiene sus propias descargas al arroyo Salsipuedes y al río Cazones) que de acuerdo con su giro, producen cierta cantidad de agua residual con respecto a la cantidad de agua potable consumida.

La cantidad de agua residual vertida por los domésticos es el 75% del consumo de agua¹⁹; para los usuarios no domésticos, la cantidad de agua residual se ha calculado de acuerdo a su actividad: si utiliza el agua como materia prima, se tomó en cuenta una descarga de 90% con respecto al consumo de agua y, si es sólo para actividades comunes consideró una descarga de 10%²⁰. A continuación se muestra la cantidad de agua vertida de los usuarios mencionados.

Usuario	Descargas promedio (m ³ /día)
Doméstica	24,183
No doméstico	1,530
Total	25,713

Tabla II.22 Descargas Totales de Aguas Residuales

Analizando la cantidad desalojada tanto por las industrias como por los comercios se tiene un patrón de ubicación, el cual refleja que la mayor parte de dichos establecimientos se ubican en el centro de la ciudad y sus aguas son conducidas a los arroyos Hueleque y Salsipuedes, como se muestra en la figura II.5.

19. Porcentaje proporcionado por CNA.

20. Con base a comentarios de un especialista.

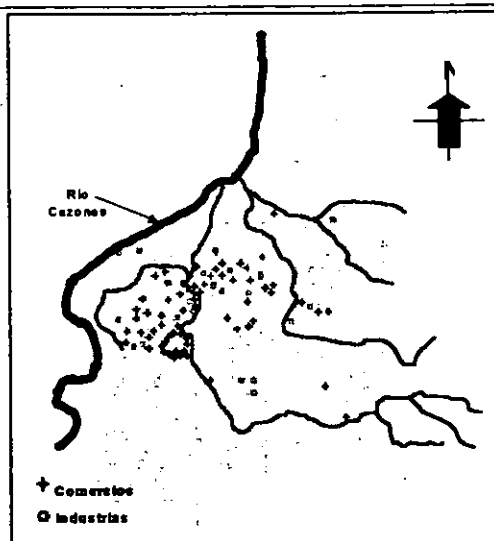


Figura II.5 Localización de la mayor parte de las industrias y los comercios.

Las industrias más importantes en Poza Rica son: embotelladoras de una empresa refresquera, purificadoras de agua, molinos de nixtamal y el rastro municipal, entre otras; en el rubro comercial destacan: centros comerciales, hoteles, baños públicos, escuelas, hospitales, etc., ver la tabla II.7.

Las descargas domésticas y no domésticas que son conducidas a cielo abierto generan enfermedades gastrointestinales y dermatológicas que afectan principalmente a la población que vive al margen de estas vertientes. Estas son ocasionadas por microorganismos suspendidos en el aire; a su vez, al subir el nivel de los arroyos las aguas residuales inundan los traspacios ocasionando un contacto directo con ellas; otra forma se presenta con la convivencia con animales domésticos los cuales son portadores de microorganismos patógenos por tener contacto directo con las aguas residuales, estos problemas se agravan por malos hábitos de higiene.

El 50% de las enfermedades²¹ se atribuye a la contaminación de los arroyos por aguas residuales, lo cual equivale a 10,006 casos. De éstos el 60% se atribuye a los arroyos Hueleque y Salsipuedes, que son los que reciben el mayor número de descargas y a los arroyos el Maíz y Mollejón se les atribuye el 40% restante. En la tabla II.23 se muestran las enfermedades atribuibles a la contaminación de los arroyos:

Enfermedades	No. casos por contaminación por aguas residuales de los arroyos	No. casos para los arroyos el Maíz y Mofejón	No. casos para los arroyos Hueleque y Salsipuedes	Costo por caso ²² (\$)
Amibiasis	1,221	488	733	92
Ascariasis	388	155	233	92
Giardiasis	402	161	241	118
Oxiuriasis	161	64	96	92
Paratifoidea y otras salmonelas	14	5	8	450
Shigelosis	4	1	2	92
Fiebre tifoidea	3	1	2	450
Otras helmintiasis	1,754	702	1,052	92
Otras infecciones intestinales	6,062	2,425	3,637	92
Total	10,006	4,002	6,004	

Tabla II.23 Enfermedades Gastrointestinales

Las molestias generadas por la contaminación de aguas residuales tienen un impacto económico menor en el valor del terreno, frente a los terrenos que no tienen dichas molestias. Esto se debe a que el comprador de un terreno lo primero que observa son las características del lugar, que a futuro implicarán una serie de comodidades, si es que piensa construir una vivienda; si fuera algún negocio, piensa además en la imagen de éste.

21. Porcentaje proporcionado por la Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud, Poza Rica de Hidalgo, Veracruz.

22. para los costos por enfermedades ver el apartado de enfermedades por atarjeas

III PROYECTO EJECUTIVO

El alcantarillado es un conjunto de elementos: tuberías (atarjeas, colectores, subcolectores), pozos, bifurcaciones, etc., que permiten desalojar las aguas residuales de la población, industrias y comercios.

Para el diseño de un sistema de alcantarillado se requiere conocer el comportamiento de los consumidores de agua (crecimiento y cantidad de agua requerida para sus actividades), esto permitirá conocer el caudal de agua que desalojaren, estos determinarán el caudal que conducirá cada elemento del sistema.

A continuación se explica cada uno de los elementos de diseño para el sistema.

III.1 Aspectos de diseño

III.1.1 Proyección de la población.

Para la proyección de la población se utilizaron datos obtenidos de INEGI, éstos se muestran en la siguiente tabla III.1.

Año	Número de habitantes
1960	71,770
1970	120,462
1980	166,799
1990	151,739
1995	154,586
2000	152,678

Tabla III.1 Datos estadísticos de población

Debido a que se contaron con más datos, se estimaron los puntos intermedios por medio de una interpolación lineal, posteriormente se determinó la pendiente del año 1960 hasta el 2000 (por el método de mínimos cuadrados) misma que se obtuvo de 1,897 hab./año, para la proyección de habitantes a partir del 2000 se utilizó una recta con la pendiente anterior y se tomó como constante el último dato del censo (2000).

La ecuación de la recta a partir del 2000 es de:

$$P = 152,678 + 1897(q - 2000)$$

Donde:

P : población del año proyectado

q : año de proyección

Para el cálculo de la tasa de crecimiento²³ se utilizó la siguiente fórmula:

$$t_p = \frac{P_f - P_i}{P_i}$$

Donde:

t_p : tasa de crecimiento

P_f : Población final

P_i : Población inicial

En la tabla III.2 se tienen los datos proyectados a partir del 2000.

Año	Población	Tasa de Crecimiento
2000	152,878	1.228%
2001	154,575	1.228%
2002	158,473	1.213%
2003	158,370	1.198%
2004	160,268	1.184%
2005	162,165	1.170%
2006	164,063	1.157%
2007	165,960	1.143%
2008	167,858	1.130%
2009	169,755	1.118%
2010	171,653	1.105%
2011	173,550	1.093%
2012	175,447	1.081%
2013	177,345	1.070%
2014	179,242	1.059%
2015	181,140	1.048%
2016	183,037	1.037%
2017	184,935	1.026%
2018	186,832	1.016%
2019	188,730	1.005%
2020	190,627	0.995%
2021	192,525	0.988%
2022	194,422	0.976%

Tabla III.2 Proyección de la población y tasa de crecimiento

En la figura III.1 se muestra la población y tasa de crecimiento existentes y proyectados.

23. Es el incremento porcentual de la población de un año a otro.

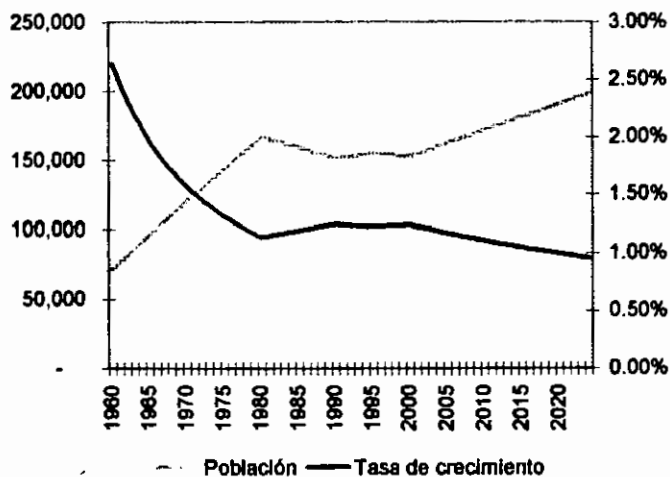


Figura III.1 Proyección de la población y tasa de crecimiento.

III.1.2 Determinación de los consumos por tipo de usuarios.

El organismo operador de la ciudad CMAS²⁴ trabaja principalmente con un sistema de facturación de consumos a través de cuotas fijas, dependiendo si la toma está clasificada como comercial, doméstica o industrial de tal forma que ellos mismos desconocen las dotaciones para cada tipo de usuario. El plan maestro del Sistema de agua potable de la Ciudad de Poza Rica realizado en 1993 sugiere unas dotaciones para el consumo doméstico asimiladas a las reportadas en la ciudad de Xalapa, lo cual no es del todo válido puesto que el clima es bastante diferente al de Poza Rica, razón por lo cual para éste proyecto se considerarán los proyectos por normatividad vigente de la CNA para clima cálido.

Para los consumos comercial e industrial, el mismo plan maestro sugiere dotaciones obtenidas en la propia ciudad, por lo cual se toman como válidas, ver la tabla III.3

Tipo de consumidor	Cobertura actual	Cobertura 100%	Dotación [l/unidad/día]	Q _{med} [lps]	Volumen anual [m ³]
Doméstico					
Residencial	2,416	3,282	400.00	60.02	1,892,729.4
Urbano medio	9,667	13,133	230.00	138.09	4,354,935.63
Popular	16,299	22,143	185.00	187.28	5,908,064.00
Comercial					
Medio	1,996	1,996	2,043.06	47.20	1,488,450.93
Alto	468	468	7,728.07	41.86	1,320,108.92
Industrial					
Medio	147	147	3,827.41	6.51	205,359.68
Especial	8	8	129,266.10	11.97	377,457.01
Totales	155		10,301.66	492.93	15,545,105.57

Tabla III.3 Dotaciones de agua por tipo de usuario

Actualmente la CMAS suministra a la red de agua potable 750 lps, aproximadamente, teniendo una cobertura del 100% se debería aportar 795.05 lps. Se observa que las dotaciones promedio son de 218.63 l/hab/día para el servicio doméstico, 3,122.84 l/estab/día para el servicio comercial y de 10,301.66 l/industria/día para el industrial.

De acuerdo a las estimaciones al horizonte de proyecto, en la tabla III.4 se consignaran las dotaciones y consumos anuales por tipo de consumidor.

Tipo de consumidor	Cobertura 100%	Dotación [l/unidad/día]	Q _{med} [lps]	Volumen anual [m ³]
Doméstico				
Residencial	4,512	400.00	82.55	2,603,342.81
Urbano medio	18,064	230.00	189.94	5,989,968.97
Popular	30,456	185.00	257.59	8,123,458.78
Comercial				
Medio	2,390	2,043.06	56.52	1,782,434.62
Alto	560	7,728.07	50.13	1,580,843.40
Industrial				
Medio	178	3,827.41	7.8	245,920.24
Especial	10	129,266.10	14.337	452,008.48
Totales	56,171	10,301.66	658.87	20,777,977.31
		30% pérdidas	941.24	29,882,825
		75%	705.93	22,262,119

Tabla III.4 Dotaciones de agua por tipo de usuario

Las fugas intradomiciliaarias y las tomas clandestinas representan aportaciones adicionales al sistema de drenaje sanitario que deben ser tomadas en cuenta, de tal forma que la estimación de los volúmenes de agua que se van al drenaje se estima que el 30 % del total de 38% lo representan las fugas intradomiciliaarias.

Por otra parte, de la misma tabla se obtiene que el año 2021, el consumo per cápita es de:

$$29,682,825 \frac{m^3}{año} \times \frac{1}{365} \times \frac{1}{192,525 hab} \times 1000 = 422 l / hab / día$$

y la aportación por habitante al sistema de drenaje es:

$$22,262,119 \frac{m^3}{año} \times \frac{1}{365} \times \frac{1}{192,525 hab} \times 1000 = 316 l / hab / día$$

Este último dato es de gran importancia, puesto que en la ciudad de Poza Rica no existe un ordenamiento urbano que separa las zonas habitacionales de las comerciales y urbanas, ni aún en el Plan de Desarrollo Urbano, en la vista de lo cual se realizará el diseño de los colectores del sector comercial e industrial, tomando la suposición de que la concentración de la población (según los AGEB²⁵) igualmente concentra los servicios comerciales e industriales.

No debe confundirse la dotación ponderada per cápita (387/hab/día) o la aportación ponderada (316 l/hab/día) con lo que es la dotación por habitante, puesto que es la dotación ponderada representa sólo un artificio matemático para considerar en el diseño todos los tipos de aportación repartidas entre el número de habitantes de la ciudad; situación que se originó por la falta de información catastral.

III.2 Levantamiento de pozos de visita

La carencia de un plano de la red existente de alcantarillado sanitario en la ciudad de Poza Rica, originó la existencia de trabajos a fin de conseguir la información mínima necesaria. Dentro de ésta se encuentra la profundidad de la red existente, así como los diámetros de los ductos y sentidos de los escurrimientos de las aguas residuales, tan indispensable para poder conectar las descargas y circuitos de red a los colectores proyectados.

Ante esta necesidad, se planteó destapar todos los pozos que se encontraron visibles a lo largo del recorrido de los colectores y subcolectores a fin de explorarlos y obtener la información anteriormente.

No se destaparon la totalidad de dichos pozos sobre el trazo de los colectores y subcolectores; puesto que algunos se encuentran totalmente sellados con una carpeta de concreto hidráulico de 20 cm de espesor. De esta forma, de un total de casi 600 pozos de visita registrados, se levantaron un total de 500 pozos. Este reconocimiento sirvió para determinar el área de aportación de cada tramo de colector y por ende su caudal.

III.2.1 Parámetros de diseño

Período de diseño

Se entiende por período de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, el cual debe ser menor que la vida útil estimada. Para colectores y emisores el período de diseño es de 5 a 20 años. Considerando que este tipo de inversiones no son fácilmente programadas y además posteriormente se construirá una planta de tratamiento con período de diseño de 20 años, por tanto el período será de 20. Tomando en cuenta que se estima que la obra sea construida entre el año 2000 y 2001, el horizonte del proyecto llega hasta el 2021.

Aportación de aguas negras

De acuerdo con la Comisión Nacional de Agua determinó que el uso consuntivo del agua es del 75% de la dotación de agua potable.

Coefficiente de variación máxima instantánea

Para cuantificar la variación máxima instantánea de las aportaciones, se utiliza la fórmula de Harmon, cuya expresión es:

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

Donde:

M: Coeficiente de variación máxima instantánea de aguas negras.

P: Población servida acumulada hasta el tramo de tubería considerada, en miles de habitantes.

Para $P < 1,000$ M es constante e igual a 3.80

Para $P > 63,450$ M es constante igual a 2.17

Coefficiente de seguridad

Generalmente en los proyectos de redes de alcantarillado se considera un margen de seguridad aplicando un coeficiente. En el caso de rehabilitación de redes existentes, se considera igual a 1.5.

Gasto medio

La cuantificación del gasto medio de aguas negras en un tramo de la red se hace en función a la población y de la aportación de aguas negras. La expresión para calcular el valor del gasto medio en zonas habitacionales es:

$$Q_{med} = \frac{A \times P}{86400}$$

Donde:

Q_{med} : Gasto medio, en lps.

A: Aportación de aguas negras, de acuerdo al uso del suelo en l/hab/día

P: Población de proyecto, en habitantes

Gasto mínimo

La expresión que se emplea para calcular el valor del gasto mínimo es:

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

Donde:

Q_{min} : Gasto mínimo, en lps

Q_{med} : Gasto medio, en lps

El límite inferior de la fórmula es de 1.51 lps, lo cual significa que en tramos iniciales de redes, éste será el valor mínimo.

Gasto Máximo Instantáneo

La estimación del gasto máximo instantáneo, se hace afectando al gasto medio por el coeficiente de variación máxima instantánea M, por lo que:

$$Q_{Mi} = M \times Q_{med}$$

Donde:

Q_{Mi} : Gasto Máximo Instantáneo, en lps

Q_{med} : Gasto Medio, en lps

M: Coeficiente de variación máxima instantanea.

Gasto máximo extraordinario

En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de los conductos y su valor se calcula mediante:

$$Q_{ME} = CS \times Q_M$$

Donde:

Q_{ME}: Gasto máximo extraordinario, en lps

CS: Coeficiente de seguridad

Q_M: Gasto Máximo Instantanea, en lps

Fórmula para diseño

Se emplea la fórmula de Manning para calcular la velocidad agua en las tuberías cuando trabajen llenas, utilizando además, las relaciones hidráulicas y geométricas de esos conductos, al operar parcialmente llenos.

$$V = \frac{1}{n} \times R_h^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

V: Velocidad media del flujo, en m/s

N: Coeficiente de rugosidad

R: Radio hidráulico, en m

S: Pendiente

Velocidad máxima y mínima

Se tomaron según la tabla III.5

Material de la tubería	Velocidad [m/s]	
	Máxima	Mínima
Concreto simple < 45 cm de diámetro	3.0	0.3
Concreto simple > 45 cm de diámetro	3.5	0.3
Asbesto cemento	5.0	0.3
PVC (policloruro de vinilo)	5.0	0.3

Tabla III.5 Velocidades permitidas

Adicionalmente debe asegurarse que dicho tirante tenga valor mínimo de 1.0 cm en casos de pendientes fuertes y de 1.5 cm en casos normales.

Diámetro mínimo

La experiencia demuestra que para conservación y operación el diámetro mínimo en las descargas de albañales es de 15 cm. En la red de atarjeas el diámetro mínimo es de 20 cm y de colectores es de 30 cm.

Pendientes

La pendiente de cada tramo de tubería debe ser tan semejante a la del terreno como sea posible, con objeto de tener excavaciones mínimas. Los valores de las pendientes máxima y mínima se obtienen a partir de las restricciones de velocidad. Solo en casos extraordinarios y tramos cortos se permiten velocidades hasta de 8 m/s.

Ancho de Zanja

Serán de acuerdo a la tabla III.6.

Diámetro nominal		Ancho	Diámetro nominal		Ancho
[cm]	[pulgadas]	[cm]	[cm]	[pulgadas]	[cm]
2.5	1.0	50	40.0	16.0	95
3.8	1.5	55	45.0	18.0	110
5.0	2.0	55	50.0	20.0	115
6.3	2.5	60	61.0	24.0	130
7.5	3.0	60	76.0	30.0	150
10.0	4.0	60	91.0	36.0	170
15.0	6.0	70	107.0	42.0	190
20.0	8.0	75	122.0	48.0	210
25.0	10.0	80	152.0	60.0	250
30.0	12.0	85	183.0	72.0	280
35.0	14.0	90	213.0	84.0	320
38.0	15.0	95	244.0	96.0	350

Tabla III.6 Ancho de zanja

Profundidad de la zanja

La profundidad mínima está dada en la tabla III.7.

Diámetro del tubo [cm]	Colchón mínimo [m]
D < 45	0.90
45 < d < 122	1.00
122 < d < 183	1.30
D > 183	1.50

Tabla III.7 Profundidad de zanja

III.3 Proyecto ejecutivo

III.3.1 Atarjeas

Comprende un conjunto de documentos en los que muestra las características técnicas de los colectores y atarjeas.

En el caso de las atarjeas se cuenta con el trazo de las tuberías y se considera que existirá un pozo de visita en cada cruce, es decir que estos se ubicarán en los cruces de las calles.

Los pozos de visita serán de mampostería recubiertos con repellado, en la parte inferior llevarán un piso de concreto con terminado pulido y un remate para encausar los escurrimientos de agua.

En la parte superior se colocará un brocal en el que se depositará una tapa de concreto armado, esta tendrá orificios, permitiendo la entrada de aire a las tuberías para que trabajen a presión atmosférica.

En la figura III.2 se muestra el trazo de las calles y las atarjeas.

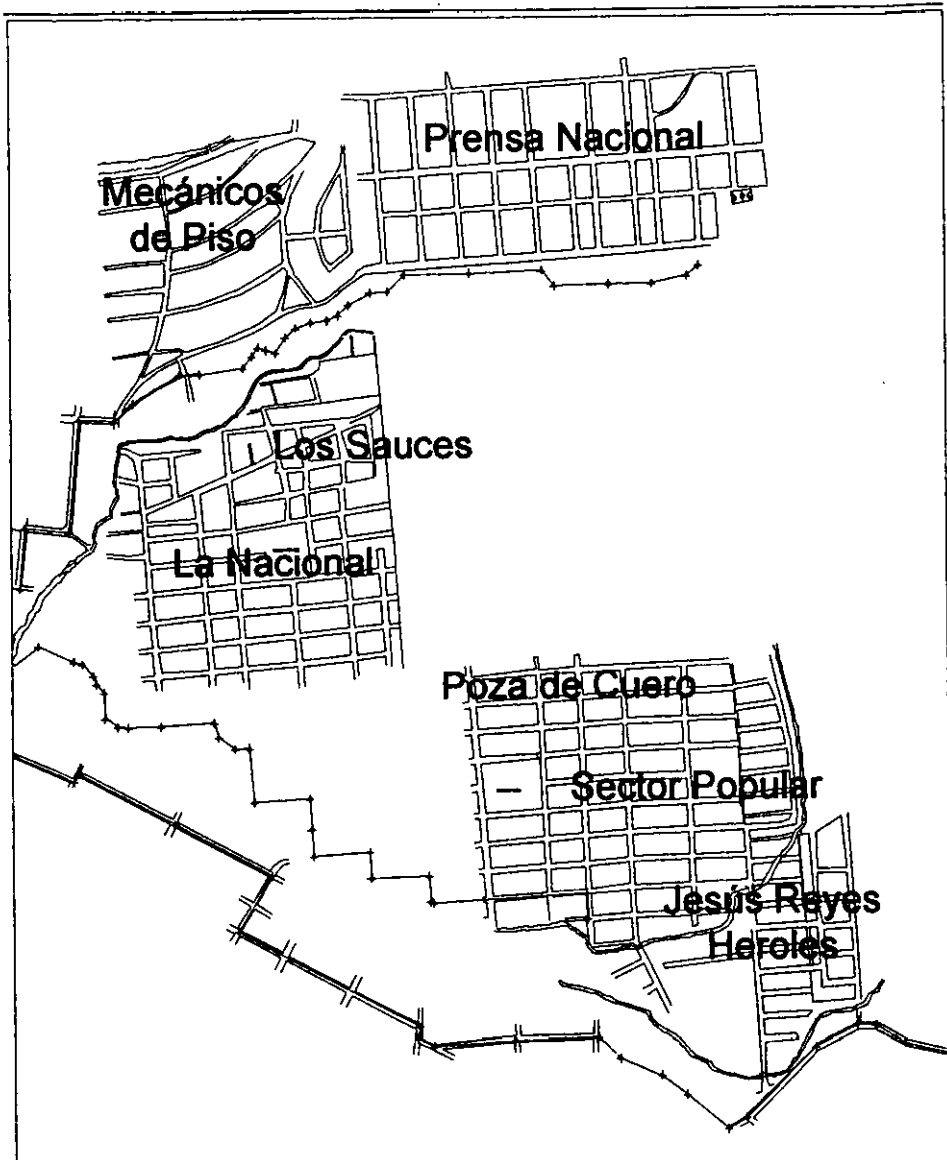


Figura III.2 Localización del proyecto de atarjeas

III.3.2 Colectores y emisor principal

En el caso de los colectores estarán interconectados por pozos de visita, estos se ubirán a lo largo del trazo y servirán para que las tuberías trabajen a presión atmosférica, además de poder tener un acceso al interior de la red.

En la tabla III.8 se muestra las características más generales red de colectores, en este se presentan agrupados.

Los colectores se encuentran ubicados a todo lo largo de los arroyos, ver figura III.3.

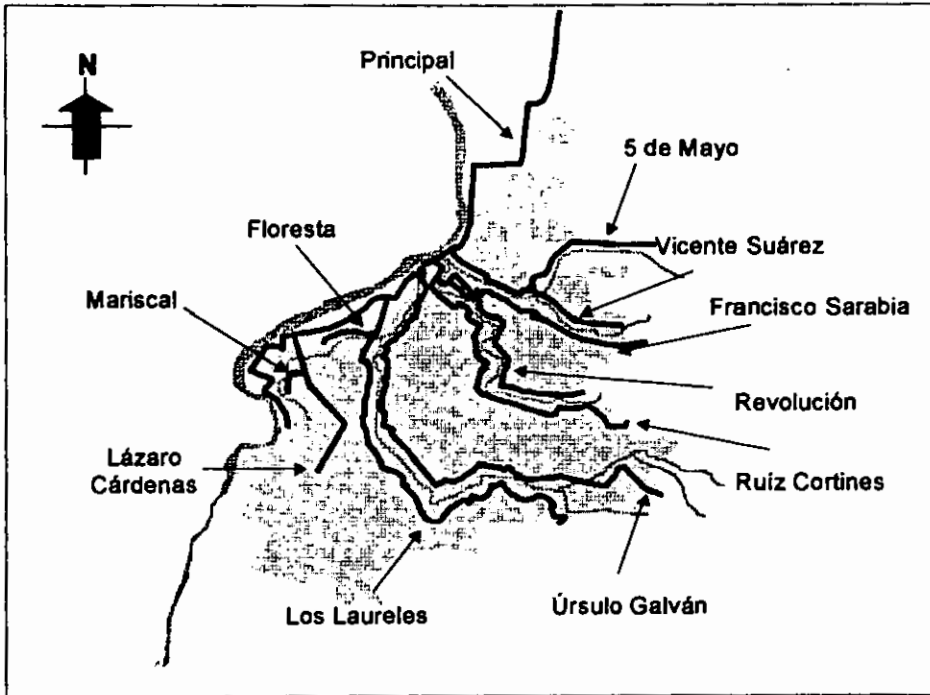


Figura III.3 Ubicación de los colectores

Arroyo	Colector	Tramo	Pozo	Cadenamiento		Longitud del tramo [m]		Profundidad		Cota de planilla		Población	Coeficiente de Harmon	Gasto [ps]				Caudal [m³/s]	Condición tubo	Velocidades de trabajo [m/s]		Observaciones					
				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final			Máximo	Mínimo	Medio	Máximo			Módulo	Velocidad [m/s]		Gasto [ps]	Mínimo	Máximo		
Mollajón																											
	Francisco Serebia	1	1	11	4	+ 043.509	3	+ 482.709	960.85	2.80	1.55	85.26	84.74	4,680	3.25	-	8.32	16.85	54.08	81.12	0.30	1.06	120.48	0.59	1.14		
		2	11	30	3	+ 482.709	2	+ 043.299	1,419.41	1.55	2.80	84.74	83.17	6,488	3.14	-	10.85	21.71	68.16	102.23	0.45	1.12	178.05	0.80	1.18		
		3	30	37	2	+ 043.299	1	+ 399.850	643.45	2.80	3.27	53.17	47.48	8,832	3.02	-	14.48	28.97	87.44	131.18	0.45	1.11	175.75	0.88	1.21		
		4	37	42	1	+ 399.850	0	+ 959.800	440.25	3.27	3.13	47.48	44.28	9,599	2.93	-	18.11	32.22	95.77	143.65	0.81	1.32	385.01	0.82	1.22	Entroneque Mollajón	
		5	42	83	0	+ 959.800	0	+ 000.000	859.80	3.13	2.89	44.28	39.09	11,861	2.88	-	19.91	36.81	114.68	172.02	0.81	1.13	331.57	0.81	1.14	Descarga en Ravoh	
									4,043.98																		
	5 de Mayo	6	1	13	1	+ 877.367	1	+ 182.032	886.34	2.10	1.29	75.79	66.19	710	3.80	-	1.50	2.38	9.06	13.59	0.30	0.87	61.16	0.35	0.70		
		7	13	33	1	+ 182.032	0	+ 000.000	1,182.03	1.29	2.42	66.19	48.49	1,748	3.63	-	2.83	5.87	21.30	31.95	0.30	1.73	122.32	0.69	1.44	Descarga el Vc Suarez	
									1,877.37																		
	Vicente Suarez	8	1	10	3	+ 278.552	2	+ 545.536	731.02	2.35	4.61	59.14	51.73	3,609	3.37	-	6.08	12.11	40.86	61.29	0.30	0.72	61.23	0.41	0.78		
		9	10	18	2	+ 545.536	2	+ 080.028	485.51	4.61	1.61	51.73	47.30	8,036	3.17	-	10.13	20.28	64.17	98.28	0.45	0.98	198.18	0.55	1.03		
		10	18	29	2	+ 080.028	1	+ 869.817	380.21	1.61	3.40	47.30	44.75	8,527	3.02	1.00	14.31	28.82	86.53	129.78	0.45	1.00	158.81	0.81	1.11	Cruce con el arroyo	
		11	29	30	1	+ 869.817	1	+ 645.297	54.82	3.40	4.44	44.75	44.49	9,837	2.97	2.00	16.17	32.95	98.09	144.13	0.45	1.23	195.48	0.73	1.34	Descarga el colector de Mayo	
		12	30	35	1	+ 645.297	1	+ 328.458	318.84	4.44	4.08	44.49	42.84	11,722	2.89	-	19.57	38.34	113.54	170.31	0.81	1.51	439.91	0.75	1.41		
		13	35	47	1	+ 328.458	0	+ 345.875	880.58	4.08	2.89	42.84	38.06	21,832	2.81	-	38.64	73.28	191.57	287.38	0.81	1.73	505.28	1.00	1.78	Entroneque Mollajón	
		14	47	52	0	+ 345.875	0	+ 000.000	345.88	2.89	6.32	38.06	33.84	25,808	2.88	-	41.30	82.60	211.84	317.47	0.81	2.41	702.93	1.29	2.34	Descarga el colector principal	
									3,278.85																		

Cuadro III.8 Características de los colectores

Arroyo	Colector	Tramo	Pozo	Cadenamiento		Longitud del tramo [m]		Profundidad		Cota de planta		Población al servicio	Coeficiente de Harmon	Gasto [lps]				Caudal [m³/s]	Condición a tubo lleno		Velocidades de trabajo [m/s]		Observaciones			
				Inicial	Final	Inicial [m]	Final [m]	Inicial [m]	Final [m]	Inicial [m]	Final [m]			Máximo	Medio	Mínimo	Máximo		Velocidad [m/s]	Gasto [lps]	Mínimo	Máximo				
El Maíz																										
	Revolución	15	1	7	4	+ 680.021	4	+ 684.190	295.84	1.86	2.33	64.77	60.77	4,022	3.33	-	6.75	13.90	44.67	67.45	0.30	1.52	107.25	0.65	1.60	
		16	7	16	4	+ 684.180	3	+ 691.100	693.08	2.33	2.84	60.77	55.73	8,654	3.00	-	15.03	30.05	90.23	135.34	0.36	1.41	150.38	0.69	1.57	
		17	16	25	3	+ 691.100	3	+ 400.330	560.77	2.84	6.20	55.73	51.07	11,108	2.91	-	18.64	37.28	108.43	162.66	0.45	1.27	201.80	0.78	1.41	
		18	25	63	3	+ 400.330	0	+ 670.351	2,429.98	6.20	3.64	51.07	38.35	19,515	2.66	-	32.75	65.50	174.44	261.67	0.61	2.20	641.68	1.13	2.07	Descarga al cck Francisco Sarabia
		19	63	69	0	+ 670.351	0	+ 787.689	162.67	3.64	5.27	38.35	36.08	31,942	2.45	-	53.61	107.21	262.73	394.09	0.76	1.05	477.61	0.69	1.16	Cruce con el arroyo
		20	69	71	0	+ 787.689	0	+ 724.627	62.08	5.27	5.29	36.09	35.96	32,176	2.45	1.00	53.94	107.67	107.67	366.09	0.76	1.14	515.77	0.72	1.25	Descarga al Cortina
		21	71	80	0	+ 724.627	0	+ 072.467	652.13	5.29	3.70	35.96	33.99	61,264	2.18	-	102.85	205.70	449.18	673.75	0.91	1.23	801.50	0.84	1.38	Cruce con arroyo
		22	80	81	0	+ 072.467	0	+ 000.000	72.50	3.70	3.60	33.69	33.78	61,904	2.18	-	103.22	206.44	450.48	675.72	0.91	1.52	686.57	0.99	1.63	Descarga al cck principal
4,680.02																										
	Ruiz Cortina	23	1	67	8	+ 807.768	3	+ 082.072	3,715.72	3.26	4.24	72.86	49.36	14,496	2.79	-	24.33	48.66	135.92	203.65	0.45	1.56	248.55	0.69	1.74	
		24	67	96	3	+ 082.072	0	+ 608.360	2,483.69	4.24	4.06	49.36	36.61	24,973	2.56	2.00	41.24	82.48	211.40	317.06	0.61	1.34	360.32	0.85	1.49	
		25	96	104	0	+ 608.360	0	+ 000.000	608.36	4.06	3.61	36.61	37.46	27,044	2.52	-	45.36	90.77	228.90	343.35	0.76	1.14	515.77	0.70	1.21	Descarga en Revolución
6,807.79																										
Huasteca																										
	Únulo Gahén	26	1	18	10	+ 088.439	8	+ 679.525	1,385.91	4.73	3.45	94.32	76.18	1,563	3.66	16.00	2.69	5.31	19.46	25.19	0.30	0.61	43.03	0.33	0.65	Cruce con arroyo
		27	18	19	8	+ 679.525	8	+ 667.000	12.62	3.45	4.36	76.18	76.15	1,621	3.66	17.00	2.72	5.44	19.69	29.63	0.30	0.75	52.97	0.39	0.77	Colonia Peritomas
		28	19	22	8	+ 667.000	8	+ 441.355	225.65	4.36	2.93	76.15	76.47	2,317	3.64	20.00	3.69	7.76	27.49	41.24	0.30	0.75	52.97	0.43	0.83	
		29	22	31	6	+ 441.355	7	+ 740.460	700.60	2.93	2.69	76.47	71.06	7,102	3.10	29.00	11.62	23.64	73.91	110.67	0.36	1.13	126.43	0.70	1.27	
		30	31	36	7	+ 740.460	7	+ 196.667	650.59	2.69	2.57	71.06	66.20	10,562	2.80	37.00	17.78	35.56	104.18	156.25	0.45	1.19	189.12	0.73	1.33	
		31	36	64	7	+ 196.667	5	+ 117.369	2,072.46	2.57	1.75	66.20	56.94	24,498	2.66	62.00	41.11	82.22	210.65	316.27	0.61	1.20	349.74	0.80	1.36	Cruce con arroyo
		32	64	78	5	+ 117.369	4	+ 296.694	621.61	1.75	3.26	56.94	53.24	29,209	2.49	76.00	49.02	96.04	243.96	366.96	0.61	1.47	430.45	0.96	1.65	

Cuadro III.8 Características de los colectores

Arroyo	Colector	Tramo	Pozo		Cadenamiento		Longitud del tramo [m]		Profundidad		Cota de planta		Población servida	Coeficiente de Harmon	Gasto [ps]				Densidad [m/s]	Condición a tubo lleno		Velocidades de trabajo [m/s]		Observaciones			
			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial [m]	Final [m]	Inicial [m]	Final [m]	Inicio	Medio			Medio	Fin	Velocidad [m/s]	Gasto [ps]		Mínimo	Máximo						
			33	78	83	4	+ 295.584	4	+ 081.049	234.54	3.28	3.48	53.24	51.50	30,860	2.47	81.00	51.85	103.69	255.67	383.38	0.75	1.48	872.46	0.86	1.53	Colonias Obrera
			34	83	111	4	+ 081.049	2	+ 840.591	1,220.49	3.46	3.23	51.50	48.14	42,911	2.33	109.00	71.51	143.02	333.22	498.82	0.78	1.39	831.89	0.91	1.54	
			35	111	118	2	+ 840.591	2	+ 584.048	256.51	3.23	4.28	48.14	43.49	47,518	2.29	116.00	79.75	159.49	394.47	546.71	0.91	1.28	833.81	0.79	1.37	Cruce carretera
			36	118	134	2	+ 884.048	1	+ 888.382	867.87	4.28	3.91	43.49	40.81	48,675	2.27	132.00	83.37	188.73	378.02	567.03	0.91	1.28	833.81	0.91	1.37	
			37	167	150	1	+ 888.382	0	+ 000.000	1,888.38	3.81	3.35	40.81	34.54	63,048	2.24	148.00	69.02	189.32	398.97	598.46	0.91	1.34	874.50	0.85	1.44	
									10,086.4																		
									4																		
Los Laureles			38	1	25	9	+ 343.088	7	+ 867.978	1,775.09	1.79	3.27	91.67	70.15	2,632	3.48	-	4.75	9.50	32.82	48.36	0.30	0.87	81.18	0.50	0.88	
			39	25	51	7	+ 867.978	5	+ 483.339	2,084.64	3.27	1.94	70.15	60.68	7,063	3.10	-	11.89	23.77	73.74	110.60	0.45	0.78	124.75	0.48	0.89	Cruce con el arroyo
			40	51	71	5	+ 483.339	4	+ 529.847	953.69	1.94	1.81	60.68	58.11	8,046	3.05	-	13.81	27.01	82.32	123.49	0.45	0.88	137.05	0.55	0.97	
			41	71	80	4	+ 529.847	3	+ 922.603	809.74	1.81	4.87	58.11	52.44	8,230	3.04	-	13.81	27.82	83.82	125.89	0.45	1.03	299.02	0.93	1.79	
			42	80	111	3	+ 922.603	1	+ 729.805	2,193.10	4.87	3.21	52.44	44.38	18,583	2.88	-	31.20	82.41	167.62	251.28	0.61	1.10	520.84	0.70	1.21	
			43	111	128	1	+ 729.805	0	+ 889.811	880.19	3.21	1.80	44.38	38.95	22,868	2.59	-	38.38	78.78	199.12	298.68	0.78	1.80	615.51	0.89	1.84	Descarga al col. Floresta
			44	128	127	0	+ 889.811	0	+ 834.811	34.80	1.80	3.83	38.95	37.18	22,863	2.59	-	38.42	79.84	199.30	298.95	0.78	0.82	419.09	0.57	1.00	Cruce del arroyo
			45	127	134	0	+ 834.811	0	+ 000.000	834.81	3.83	5.18	37.18	35.51	28,711	2.60	-	48.16	96.37	240.54	390.80	0.78	1.14	619.77	0.70	1.23	Descarga al col. principal
									9,343.07																		
La Floresta			46	1	15	1	+ 132.791	0	+ 000.000	1,132.79	4.85	3.18	39.41	37.94	3,632	3.37	-	6.10	12.18	41.09	81.84	0.45	0.85	102.80	0.35	0.87	Descarga al Laurel

Cuadro III.8 Características de los colectores

Arroyo	Colector	Tramo	Pozo	Cadastramento		Longitud del tramo [m]	Profundidad		Cota de plantilla		Pobladó n servicio	Coeficien te de Hamon	Gasto [ps]					Diámetro [m]	Condición a tubo falso	Velocidades de trabajo [m/s]		Observaciones									
							Inicial [m]	Final [m]	Inicial [m]	Final [m]			Máximo	Mínimo	Medio	Máximo	Máximo Observado			Velocidad [m/s]	Gasto [ps]		Mínimo	Máximo							
																									Inicial	Final	Inicial	Final	Máximo	Mínimo	Medio
Lázaro Cárdenas						1,808.64	3.43	4.78	52.54	42.91	13,444	2.63	-	22.56	45.13	127.53	191.29	0.45	1.46	231.62	0.92	1.63									
							46	19	24	1	+ 428.934	0	+ 948.786	476.15	4.78	4.18	42.01	41.70	16,057	2.75	-	26.85	53.90	148.13	222.20	0.61	0.98	298.97	0.80	1.08	Descarga del Merlo
							46	24	28	0	+ 948.786	0	+ 726.918	221.67	4.18	4.62	41.79	39.79	16,196	2.69	-	30.54	61.07	184.52	246.78	0.76	0.72	326.20	0.44	0.79	Cruce con el arroyo
							50	26	37	0	+ 726.919	0	+ 000.000	726.92	4.92	4.07	39.70	36.20	16,196	2.69	-	30.54	61.07	184.52	246.78	0.76	0.72	326.20	0.44	0.79	Descarga al Princip
						3,232.78																									
Mescal						699.03	2.10	3.62	43.10	41.42	1,113	3.77	-	1.67	3.74	14.08	21.12	0.30	0.67	47.37	0.32	0.65									
							52	14	18	0	+ 287.230	0	+ 000.000	287.23	3.62	5.16	41.42	40.81	1,636	3.61	-	3.06	6.17	22.29	33.44	0.38	0.72	61.73	0.34	0.68	Descarga al principi
						966.26																									
Rio Cazonas																															
Colector principal						658.64	2.36	2.52	46.10	43.40	3,762	3.36	-	8.36	12.69	42.56	63.66	0.38	0.64	133.73	0.42	0.83									
							54	15	28	10	+ 220.980	9	+ 398.862	634.12	2.52	4.97	43.49	41.85	6,717	3.12	-	11.27	22.95	70.43	105.64	0.45	0.84	133.73	0.50	0.93	
							55	26	38	9	+ 398.862	8	+ 631.479	795.39	4.97	4.46	41.85	40.81	9,902	2.98	-	16.62	33.24	96.34	147.51	0.61	0.65	278.06	0.51	0.96	Puente Cazonas
							56	38	40	8	+ 631.479	8	+ 481.696	149.79	4.46	2.59	40.81	40.68	9,902	2.98	-	16.62	33.24	96.34	147.51	0.61	0.66	192.50	0.39	0.72	Descarga de Lázaro Cárdenas
							57	40	59	8	+ 481.696	6	+ 652.194	1,629.49	2.59	6.11	40.68	34.59	28,131	2.51	-	47.21	94.42	236.50	354.75	0.76	1.30	588.07	0.77	1.36	Descarga del Laura
							56	59	68	6	+ 652.194	5	+ 651.381	700.81	6.11	7.24	34.56	33.03	56,941	2.21	-	65.39	190.76	422.25	633.38	0.61	1.21	767.16	0.61	1.34	Cruce con el arroyo
							59	66	68	5	+ 651.381	5	+ 752.230	199.15	7.24	4.54	33.03	32.65	56,841	2.21	-	65.39	190.76	422.25	633.38	0.61	1.25	812.69	0.65	1.38	Descarga del Ojalvén
							60	68	69	5	+ 752.230	5	+ 652.208	100.02	4.54	5.28	32.65	31.94	113,249	2.17	-	190.08	380.12	824.65	1,237.26	1.52	1.28	2,315.74	0.75	1.30	Descarga de Ravon
							61	69	72	5	+ 652.208	5	+ 411.866	240.35	5.28	4.89	31.94	31.95	174,754	2.17	-	293.28	586.56	1,372.63	1,609.24	1.52	1.47	2,660.90	0.95	1.59	Cruce con el arroyo
							62	72	74	6	+ 411.866	6	+ 302.431	169.43	4.89	8.31	31.95	31.54	174,754	2.17	-	293.28	586.56	1,372.63	1,609.24	1.52	1.28	2,315.74	0.67	1.42	Descarga con el Vic Juárez
							63	74	105	5	+ 302.431	2	+ 955.119	2,347.31	8.31	7.42	31.54	28.26	204,360	2.17	-	342.06	686.93	1,488.47	2,232.70	1.52	1.51	2,740.02	1.01	1.68	
							64	105	125	2	+ 955.119	0	+ 500.189	2,454.92	7.42	5.88	28.26	24.82	210,001	2.17	-	352.43	704.86	1,529.55	2,294.33	1.52	1.51	2,740.02	1.03	1.69	Inicia el emisior
65	125	129	0	+ 500.189	0	+ 000.000	500.20	5.88	8.71	24.82	24.12	210,001	2.17	-	352.43	704.86	1,529.55	2,294.33	1.52	1.51	2,740.02	1.03	1.69	Termina emisior							

Cuadro III.8 Características de los colectores

III.4 Presupuesto

El presupuesto comprende todos los costos referentes a la construcción de los colectores, los precios de construcción fueron tomados directamente de la base de datos de precios unitarios de la Comisión Nacional del Agua.

En la tabla III.9 se muestra únicamente el resumen de costo de cada tramo de colectores.

Colector	Tramo	Pozo		Cadenamiento		Costo	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Tramo	Total
Francisco Sarabia	1	1	11	4 + 043.559	3 + 462.709	405,974	
	2	11	30	3 + 462.709	2 + 043.299	1,420,340	
	3	30	37	2 + 043.299	1 + 399.850	911,659	
	4	37	42	1 + 399.850	0 + 959.600	921,231	
	5	42	52	0 + 959.600	0 + 000.000	1,888,167	5,547,371
5 de Mayo	6	1	13	1 + 877.367	1 + 182.032	413,754	
	7	13	33	1 + 182.032	0 + 000.000	770,563	1,184,316
Vicente Suarez	8	1	10	3 + 276.552	2 + 545.536	547,054	
	9	10	18	2 + 545.536	2 + 080.028	466,859	
	10	18	29	2 + 080.028	1 + 699.817	307,271	
	11	29	30	1 + 699.817	1 + 645.297	68,899	
	12	30	35	1 + 645.297	1 + 326.458	591,624	
	13	35	47	1 + 326.458	0 + 345.875	1,509,239	
	14	47	52	0 + 345.875	0 + 000.000	703,166	4,194,113
Revolución	15	1	7	4 + 980.021	4 + 684.180	159,790	
	16	7	16	4 + 684.180	3 + 991.100	585,244	
	17	16	25	3 + 991.100	3 + 400.330	1,033,377	
	18	25	63	3 + 400.330	0 + 970.351	6,268,423	
	19	63	69	0 + 970.351	0 + 787.686	531,276	
	20	69	71	0 + 787.686	0 + 724.627	217,503	
	21	71	80	0 + 724.627	0 + 072.497	2,293,244	
	22	80	81	0 + 072.497	0 + 000.000	206,895	11,295,751
Ruiz Cortines	23	1	67	6 + 607.788	3 + 092.072	5,231,943	
	24	67	96	3 + 092.072	0 + 608.360	5,231,577	
	25	96	104	0 + 608.360	0 + 000.000	1,512,924	11,976,444
Ursulo Galván	26	1	18	10 + 066.439	8 + 679.525	2,060,696	
	27	18	19	8 + 679.525	8 + 667.000	17,768	
	28	19	22	8 + 667.000	8 + 441.355	298,648	
	29	22	31	8 + 441.355	7 + 740.460	905,272	
	30	31	39	7 + 740.460	7 + 189.867	789,462	
	31	39	64	7 + 189.867	5 + 117.389	3,309,838	

Cuadro III.9 Costos de colectores

Colector	Tramo	Pozo		Cadenamiento		Costo	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Tramo	Total
	32	84	78	5 + 117.389	4 + 295.584	1,520,472	
	33	78	83	4 + 295.584	4 + 061.049	728,076	
	34	83	111	4 + 061.049	2 + 840.561	3,770,264	
	35	111	118	2 + 840.561	2 + 584.048	1,061,488	
	36	118	134	2 + 584.048	1 + 886.382	3,111,284	
	37	167	150	1 + 886.382	0 + 000.000	7,439,130	25,012,407
Los Laureles	38	1	25	9 + 343.068	7 + 567.978	1,708,102	
	39	25	51	7 + 567.978	5 + 483.339	3,107,344	
	40	51	71	5 + 483.339	4 + 529.847	969,261	
	41	71	80	4 + 529.847	3 + 822.903	1,124,304	
	42	80	111	3 + 822.903	1 + 729.805	6,868,516	
	43	111	126	1 + 729.805	0 + 869.611	2,081,546	
	44	126	127	0 + 869.611	0 + 834.811	96,366	
	45	127	134	0 + 834.811	0 + 000.000	3,675,663	19,631,103
La Floresta	46	1	15	1 + 132.791	0 + 000.000	1,671,750	1,671,750
Lázaro Cárdenas	47	1	19	3 + 232.775	1 + 426.934	3,374,618	
	48	19	24	1 + 426.934	0 + 948.788	1,320,808	
	49	24	28	0 + 948.788	0 + 726.919	775,271	
	50	28	37	0 + 726.919	0 + 000.000	2,509,321	7,980,018
Mariscal	51	1	14	0 + 866.256	0 + 267.230	645,529	
	52	14	18	0 + 267.230	0 + 000.000	479,783	1,125,312
Colector principal	53	1	15	11 + 179.815	10 + 220.980	503,610	
	54	15	26	10 + 220.980	9 + 386.862	792,917	
	55	26	38	9 + 386.862	8 + 631.476	1,224,302	
	56	38	40	8 + 631.476	8 + 481.688	181,508	
	57	40	59	8 + 481.688	6 + 652.194	3,410,197	
	58	59	66	6 + 652.194	5 + 951.381	2,399,073	
	59	66	68	5 + 951.381	5 + 752.230	601,503	
	60	68	69	5 + 752.230	5 + 652.208	420,749	
	61	69	72	5 + 652.208	5 + 411.856	1,046,477	
	62	72	74	5 + 411.856	5 + 302.431	618,566	
	63	74	105	5 + 302.431	2 + 955.119	15,621,301	
	64	105	125	2 + 955.119	0 + 500.199	13,988,833	
	65	125	129	0 + 500.199	0 + 000.000	3,127,139	44,138,173

Cuadro III.9 Costos de colectores

Para el caso de las atarjeas se considero que tienen en monto total de \$12,266,820 a pesos del 2001.

IV EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

La evaluación socioeconómica de proyectos es una herramienta que permite determinar si conviene o no llevar a cabo un proyecto, ésta tiene el objetivo de comparar sus beneficios y costos económicos con la finalidad de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutarlo.

Los proyectos de alcantarillado contemplan a todos aquellos elementos que retiran y conducen las aguas residuales hasta un punto de disposición, como tales se pueden separar en:

- Red de atarjeas,
- Colectores

Estos a su vez se pueden dividir en construcción, sustitución y/o reparación.

Los proyectos de alcantarillado son proyectos que sus beneficios no son tan claros en el momento de cuantificarlos y valorarlos, si bien es cierto que tienen efectos en la población.

Este capítulo comprende la descripción de todos los elementos que se requieren para una evaluación social, desde la identificación de los beneficios y costos hasta su cuantificación, valoración y dictámen.

IV.1 Metodología de evaluación

Los beneficios que generan los proyectos de alcantarillado son de difícil medición, ya que influyen en la salud y en la calidad de vida, aspectos que también dependen de otros servicios como agua potable, educación, alimentación, atención preescolar, etc.

Los proyectos de instalación de sistemas de alcantarillado tienen beneficios evidentes para la salud, el mejoramiento del entorno de las viviendas y en general tienen incidencia en la calidad de vida de las familias.

IV.1.1 Construcción de red de atarjeas

Los beneficios que se presentan en este tipo de proyectos dada su naturaleza son los siguientes:

- Mejoramiento de la imagen de las viviendas.
- Ahorro en costos de operación y en mantenimiento de sistemas alternativos de evacuación.
- Ahorro de costos por enfermedades.
- Menor contaminación de los mantos freáticos.
- Posibilidad de mayor consumo de agua potable.

El primer beneficio que se espera al ejecutar el proyecto, es que el mercado reconozca el servicio y se presente un incremento en el valor de la tierra, es decir, que cuando alguien va comprar un terreno esta dispuesto a pagar más por uno que tiene el servicio de alcantarillado a uno que no.

Para poder valorar el primer beneficio se utilizan precios hedónicos, la razón es que no se existe un mercado para cada atributo, utilizando precios de mercado de bienes heterogéneos; este método consiste en observar las diferencias entre los atributos de cada bien y compararlas con respecto al valor.

El segundo beneficio, se cuantifica y valora en los costos que incurren al tener un sistema alternativo de evacuación; al iniciarse el proyecto se reemplaza el sistema actual. El incremento en el valor de la tierra (por el proyecto) lleva implícitos dichos costos, reconociendo el mercado aquellos en los que se dejan de incurrir.

En los proyectos de cobertura de alcantarillado se tiene una liberación de recursos por disminución de casos de enfermedades; esto se debe a que al disminuir los focos de infección la gente tiende a ser menos propensa a enfermarse. Sin embargo, es preciso apuntar que las enfermedades pueden estar relacionadas con otras causas. Es por ello que para poder valorar este beneficio se debe tener bien identificados los números de

casos y los tipos de enfermedades²⁶ presumiblemente relacionadas con la carencia de un sistema eficiente de alcantarillado.

Los proyectos de alcantarillado y de agua potable²⁷ están relacionados, pues la demanda de agua potable está en función de la existencia de un buen sistema de evacuación de aguas residuales. Por lo anterior, al proporcionar el servicio de alcantarillado se espera un incremento en el consumo de agua potable. Para poder obtener dicho incremento debe cuidarse que la oferta sea suficiente como para abastecer toda el agua que se demande. Por tanto, en caso de que exista tandeo (restricción, oferta insuficiente) no se presentará el beneficio por mayor consumo²⁸. Apesar de que se ejecute el proyecto, y el consumidor observe la presencia de alcantarillado, éste no consumirá más pues ya existe una restricción.

Para el ahorro en costos de mantenimiento y operación por sistemas alternativos de evacuación. Es importante identificar los costos, ya que muchas veces los beneficios se pueden duplicar. En el caso de Poza Rica se observó que el mercado ya incluye estos costos al experimentar un incremento en el valor de la tierra. En consecuencia, sí hay una liberación de recursos, pero ésta se cuantificó y valoró a través del precio del atributo (servicio).

Costos de proyectos de alcantarillado.

- Inversión de la instalación (tuberías, cárcamos, pozos de visita, etc.)
- Mantenimiento y operación.
- Molestias durante la construcción.

Los primeros dos costos se cuantifican y valoran con la información técnica, que incluye propuesta técnica y presupuesto. Para el último costo se requiere conocer la ejecución del proyecto; de esa forma se determinarán las molestias que percibirá la población, estas últimas se traducen en incrementos en el tiempo de traslado dentro de las ciudad o bien

26. Gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias.

27. Es aquella agua que se puede usar para consumo humano.

mayor consumo de gasolina, estos se presentan siempre y cuando las obras esten obstruyendo vias de circulación y sobre todo que se congestionen con los trabajos del proyecto.

IV.1.2 Construcción de red de colectores.

Para este tipo de proyectos se pueden identificar de manera general los siguientes beneficios:

- Eliminación de molestias por dejar de verter las aguas residuales en cauces abiertos.
- Disminución de enfermedades relacionadas en las aguas residuales por cauces abiertos.
- Mejoramiento de la calidad de vida para los que se encuentran a lado de los cauces y población en general.

Al incorporar este tipo de proyectos se observa una recuperación del valor de los terrenos; esto se debe a que el mercado reconoce la eliminación de las molestias.

Este tipo de beneficios se valora por una disposición a pagar o por precios hedónicos. El primero consiste en identificar hasta cuanto está dispuesto a pagar por eliminar una molestia, sin embargo esta forma puede llegar a ser demasiado subjetiva y difícil de valorar. La segunda consiste en analizar el mercado donde se encuentra el atributo a valorar; ya que no existe un mercado específico para éste, es importante identificar que las molestias de los cauces pueden en muchos de los casos estar relacionadas con otros, es el ejemplo de la basura y las aguas residuales. Por ello es importante definir la separabilidad de los atributos, tanto en su cuantificación, y valoración.

Cuando se utilizan los precios hedónicos se debe tener cuidado de no repetir los beneficios o asignar un valor que no corresponde al atributo, delimitando el alcance del precio.

28. Se considera beneficio porque económicamente se dice que la satisfacción o beneficio esta en el consumo del bien.

En lo que respecta a las enfermedades relacionadas con esta problemática, se aprecia que los casos disminuyen, ya que es en el entorno de los cuerpos donde se transporta el agua residual, lo cual crea un ambiente que es poco propicio para el establecimiento de viviendas. Al ejecutar el proyecto se espera un mejoramiento del ambiente, el cual, pare ser cuantificado requiere de una identificación de los casos que son atribuibles a este tipo de problemáticas.

Es importante observar e identificar las variables que interactúan en este tipo de zonas, ya que se puede tener más de un elemento que esté disminuyendo su calidad, por tanto la cuantificación debe tomar en cuenta todos sus elementos. Con este tipo de proyectos se mejora el ambiente, lo que representa una disminución en las molestias generadas por tal tipo de problemas.

Costos de proyectos de red de colectores.

- Inversión de la instalación (tuberías, cárcamos, pozos de visita, etc.)
- Mantenimiento y operación.
- Molestias durante la construcción.

Los primeros dos costos se cuantifican y valoran con la información técnica, que incluye el presupuesto.

Para el último costo se requiere conocer la ejecución del proyecto, de esa forma se determinan las molestias que percibirá la población.

IV.2 Optimizaciones de la situación actual

La optimización tiene como objeto restaurar la capacidad operativa de los sistemas. Estas se definen como medidas de bajo costo que permitan mejorar la situación actual, de esta manera al hacer la evaluación de un proyecto no se consideran los beneficios que pudieran generar la optimización.

Una medida de optimización identificada (proyecto de bajo costo), se tiene en la descarga del rastro municipal que se encuentra en el arroyo Salsipuedes (a la altura de la colonia palma sola). Esta descarga resalta en su efecto contaminante por malos olores, mala

imagen y generación de fauna nociva, mismos que puede reducirse llevando a cabo una medida administrativa que exhorte a la empresa que provoca esta descarga a que trate sus aguas residuales antes de verterla al arroyo. Con esto puede lograrse que el área de influencia de contaminación (sobre todo por malos olores) disminuya pasando de 42,625 m² a 33,000 m². Este beneficio se obtiene reduciendo el efecto considerando la asimilación con otra descarga normal (tipo doméstica) que en este caso se toma la descarga de la central camionera, ya que la longitud de percepción de olores, perpendicular al arroyo, para la descarga del rastro es de 110 metros y la descarga de la central camionera es de 75 metros. Por tanto, el área total de influencia de olores en todo el arroyo, antes y después de la medida de optimización es de 206,807 m² y 194,557 m², respectivamente, como se puede observar en la tabla IV.1.

Colonias	Cadena miento	Longitud	Área de influencia totales [m ²]	Áreas de influencia		Área de influencia totales [m ²]	Áreas de influencia	
				Colonias [m]	Estrato medio [m ²]		Estrato bajo [m ²]	Estrato medio [m ²]
Entronque (Benito Juárez)	-	-	-	-	-	-	-	-
Fracc. Floresta	680	680	29,682	29,682	-	29,682	29,682	-
Descarga del rastro	1,230	550	42,625	42,625	-	33,000	33,000	-
Descarga de Central Camionera	1,380	150	11,250	11,250	-	11,250	11,250	-
Total		1,380	88,182			73,932		
Fracc. Bugambillas	1,580	1,580	39,500	19,750	19,750	39,500	19,750	19,750
27 de Septiembre	1,830	250	10,625	10,625	-	10,625	10,625	-
Las Granjas	2,430	600	19,500	-	19,500	19,500	-	19,500
Morelos	2,730	300	10,350	10,350	-	10,350	10,350	-
Ricardo Flores Magón	3,570	840	31,920	15,960	15,960	31,920	15,960	15,960
PEMEX (barrida M11)	3,820	250	8,730	-	8,730	8,730	-	8,730
Sub total		3,820	120,825			120,825		
Total			206,807	142,867	63,940	194,557	130,617	63,940

Tabla IV.1 Arroyo Salsipuedes optimizado

Otros contaminantes:

En el diagnóstico de la situación se ha mencionado que a lo largo de los arroyos destaca como problema generalizado la acumulación de basura y maleza que, finalmente, agudiza el problema ocasionado por las aguas residuales. En el caso de la basura se puede señalar que se genera en la medida en que el servicio de limpia y recolección de basura del Ayuntamiento de Poza Rica no se realiza en condiciones óptimas, aunado a la falta de concientización de una buena parte de la población, que arroja sus desperdicios a los arroyos. En cuanto a la maleza que crece en los márgenes de los arroyos, se aprecia que

se relaciona con el hecho de que no existe un programa de limpieza de arroyos que limpie las márgenes en forma constante.

Se consideró la posibilidad de instrumentar programas de optimización en torno a estos problemas, sin embargo, se considera que para obtener beneficios con la corrección de éstos se tendrá que realizar programas o proyectos replanteando la situación actual. En el caso de la basura, se debe adecuar las rutas de recolección, el número de unidades de servicio, colocación de recolectores fijos, mano de obra incrementada, etc. Por otra parte, al considerarse la limpieza en los arroyos tendrá que tomarse en cuenta aspectos como la mano de obra para chapeo constante, dragados, programas de concientización, etc. Lo anterior indica que son proyectos que requieren de considerables inversiones, por lo que no han sido tomados en cuenta como alternativas

IV.3 Proyección de la situación actual,

Este tiene el fin de establecer la magnitud de los efectos a través del tiempo, considerando si el proyecto no se ejecutara.

Molestias de los arroyos

Las molestias que se generan son ocasionadas por las descargas de aguas residuales que se vierten y conducen a cielo abierto a lo largo de estos. Mediante una visita de campo se observó la problemática y se entrevistó a la población para determinar el área de influencia de molestias. Cabe señalar que se encontraron estratos económicos medio y bajo entre los sectores afectados. De lo anterior, se determinaron distancias perpendiculares a cada arroyo en cuanto a la percepción de olores y se determinaron las áreas correspondientes, ver subcapítulo II.3.

Arroyo	Área de influencia (m ²)	
	Estrato bajo	Estrato medio
Salsipuedes	63,940	130,617
Hueleque	156,504	401,076
Mollejón	96,510	79,710
Maíz	95,185	112,305

Tabla IV.2. Áreas de influencia de molestias en arroyos

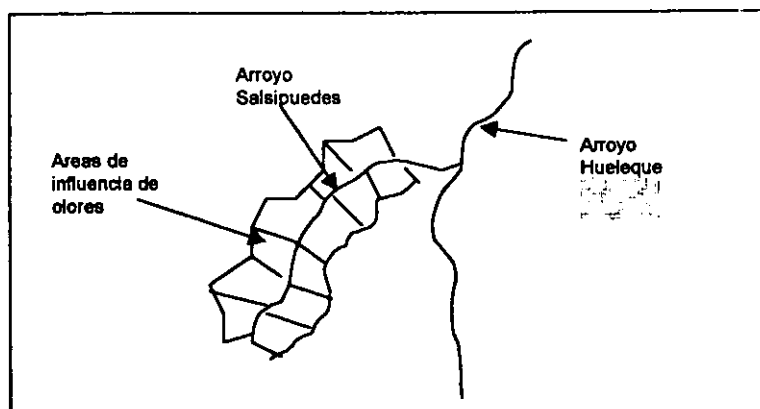


Figura IV.1. Áreas de influencia de olores

Se considera que las áreas afectadas serán las mismas a través del tiempo. Si bien es cierto que el caudal de descargas va variando a través del tiempo, es difícil determinar el rango de influencia de molestias de estas, se debe a que estas dependen de varias variables poco predecibles, por tanto se considera que las áreas de influencia no cambiarán en el tiempo.

Proyección de casos de enfermedades por aguas residuales:

Las enfermedades atribuibles a las aguas residuales se clasificaron, de acuerdo a los registros de la Secretaría de Salud de Poza Rica, de la siguiente forma: Considerando el total de enfermedades en la ciudad, un 50% es atribuible a las aguas residuales en los arroyos, un 25% es debido a enfermedades atribuibles a la falta de servicio de alcantarillado y el resto es por otras causas.

Se presume la existencia de enfermedades asignables a las aguas residuales de los arroyos, a causa de la cercanía de las viviendas con respecto a estos. La forma más común en que estas enfermedades se transmiten es por evaporación de dichas aguas que conlleva a la contaminación del aire, otra forma es por contacto directo con animales domésticos y por fauna nociva que contaminan los alimentos, aunado a la falta de higiene.

Los casos atribuibles a la falta de servicio de alcantarillado se relacionan con el hecho de que en las viviendas que no cuentan con el servicio, la vía de evacuación de excretas y

aguas residuales son por pozos negros y en traspatio, respectivamente, lo cual provoca que se genere fauna nociva y contaminación del aire.

La proyección estimada indica que los casos de enfermedades, asociadas con estas causas se incrementarán en forma similar al crecimiento poblacional.

Traduciendo los casos de enfermedades en términos económicos, se considera que los costos por servicios de salud abarcan los rubros de medicina, tiempo del doctor y tiempo del paciente (incluyendo tiempo por consulta y reposo de ser necesario). Para ver los costos desglosados ver las tablas II.15 y II.16.

Enfermedades	Costo por caso
Amibiasis	\$92
Ascariasis	\$92
Giardiasis	\$118
Oxiuriasis	\$92
Paratifoidea y otras salmonelas	\$449
Shigelosis	\$92
Tifoidea (fiebre)	\$449
O.helmintiasis	\$92
O infecciones	\$92

Tabla IV.3. Costo por enfermedades

Para enfermedades generadas por aguas residuales en arroyos se presentan los costos actuales (año 2001) en la tabla siguiente:

Enfermedades	Casos actuales en Poza Rica (2001)	Casos actuales por arroyos	Costos actuales por casos (\$)	Costos totales por casos (\$)
Amibiasis	2,473	1,237	92	113,637
Ascariasis	785	392	92	36,064
Giardiasis	813	407	118	47,939
Oxiuriasis	325	163	92	14,938
Paratifoidea y otras salmonelas	27	14	449	6,139
Shigelosis	7	4	92	326
Tifoidea (fiebre)	5	3	449	1,137
O.helmintiasis	3,553	1,776	92	163,243
Otras infecciones intest.	12,278	6,139	92	564,184
Total	20,267	10,133		947,606

Tabla IV.4 Costo de casos en arroyos

Para enfermedades generadas por la falta de servicio de alcantarillado tenemos los costos actuales (año 2001) en la tabla siguiente:

Enfermedades	Casos actuales en Poza Rica (2001)	Casos actuales por falta de alcantarillado	Costos actuales por casos (\$)	Costos totales por casos (\$)
Amibiasis	2,473	618.27	92	58,819
Ascariasis	785	196.21	92	18,032
Giardiasis	813	203.30	118	23,969
Oxiduriasis	325	81.27	92	7,469
Paratifoides y otras salmonelas	27	6.84	449	3,069
Shigelosis	7	1.77	92	163
Tifoidea (fiebre)	5	1.27	449	568
O.helmintiasis	3,553	888.16	92	81,621
Otras infecciones intestinales.	12,276	3,069.55	92	282,082
Total	20,267	5,067		473,603

Tabla IV.5 Costo actual por caso ocasionado por falta de alcantarillado.

Las proyecciones de los costos en un horizonte de 20 años se muestran en la tabla IV.6 y IV.7. Para la primera muestra los costos debido a la falta de alcantarillado y en la otra muestra los costos por caso ocasionadas por los arroyos.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Enfermedades	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Amibiasis	8,306	8,639	8,984	9,344	9,717	10,106	10,510	10,831	11,368	11,823	12,296
Ascariasis	2,636	2,742	2,851	2,965	3,084	3,207	3,336	3,469	3,606	3,752	3,902
Giardiasis	4,047	4,208	4,377	4,552	4,734	4,923	5,120	5,325	5,538	5,759	5,990
Oxiuriasis	1,092	1,136	1,181	1,228	1,277	1,328	1,382	1,437	1,494	1,554	1,618
Paratifoides y otras salmonelas	119	124	129	134	139	145	151	157	163	169	176
Shigelosis	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35
Tifoides (fiebre)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33
O.helminthiasis	11,932	12,410	12,908	13,422	13,959	14,518	15,098	15,702	16,330	16,984	17,663
Otras Infecciones intest.	41,240	42,889	44,605	46,399	48,245	50,174	52,181	54,269	56,439	58,697	61,045
Total costos	69,418	72,198	75,082	78,089	81,209	84,468	87,838	91,348	95,003	98,803	102,756

Tabla IV.6 Proyección de los incrementos en costos por enfermedades originados por la falta de alcantarillado.

Año	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Enfermedades	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Amibiasis	12,767	13,269	13,831	14,364	14,969	15,556	16,180	16,827	17,500	18,200
Ascariasis	4,059	4,221	4,389	4,565	4,748	4,937	5,135	5,340	5,554	5,776
Giardiasis	6,229	6,479	6,736	7,007	7,288	7,579	7,882	8,197	8,525	8,866
Oxiuriasis	1,681	1,746	1,818	1,891	1,968	2,045	2,127	2,212	2,300	2,392
Paratifoides y otras salmonelas	183	191	198	206	214	223	232	241	251	261
Shigelosis	37	38	40	41	43	45	46	48	50	52
Tifoides (fiebre)	34	35	37	38	40	41	43	45	46	48
O.helminthiasis	16,366	19,104	19,868	20,663	21,490	22,349	23,243	24,173	25,140	26,145
Otras Infecciones intest.	63,467	66,026	68,667	71,414	74,270	77,241	80,331	83,544	86,886	90,361
Total costos	196,896	211,149	216,636	223,299	230,118	237,019	244,029	251,253	258,693	266,361

Tabla IV.6 Proyección de los incrementos en costos por enfermedades originados por la falta de alcantarillado.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Enfermedades	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Amibiasis	66,773	67,611	68,450	69,289	70,127	70,966	71,805	72,643	73,482	74,321	75,159
Ascariasis	21,191	21,457	21,723	21,990	22,256	22,522	22,788	23,054	23,320	23,587	23,853
Giardiasis	32,529	32,837	33,146	33,454	34,163	34,571	34,980	35,388	35,797	36,206	36,614
Oxuriasis	8,777	8,887	8,998	9,108	9,218	9,328	9,439	9,549	9,659	9,769	9,880
Paratifoidea y otras salmonelas	957	969	981	993	1,005	1,017	1,029	1,041	1,053	1,065	1,077
Shigelosis	191	194	196	199	201	203	206	208	211	213	215
Tifoidea (fiebre)	177	179	182	184	186	188	191	193	195	197	199
O.helmintiasis	95,921	97,126	98,330	99,535	100,740	101,945	103,149	104,354	105,559	106,764	107,968
Otras infecciones intest.	331,512	335,678	339,839	344,003	348,167	352,331	356,495	360,658	364,822	368,986	373,150
Total costos	668,028	668,937	672,948	676,964	680,983	684,972	689,081	693,190	697,300	701,410	705,520

Tabla IV.7 Proyección de los costos por enfermedades ocasionadas por las descargas a los arroyos.

Año	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Enfermedades	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Amibiasis	75,968	76,837	77,675	78,514	79,353	80,191	81,030	81,869	82,707	83,546
Ascariasis	24,119	24,385	24,651	24,917	25,184	25,450	25,716	25,982	26,248	26,514
Giardiasis	37,023	37,431	37,840	38,248	38,657	39,066	39,474	39,883	40,291	40,700
Oxuriasis	9,960	10,100	10,210	10,321	10,431	10,541	10,651	10,762	10,872	10,982
Paratifoidea y otras salmonelas	1,069	1,101	1,113	1,125	1,137	1,149	1,161	1,173	1,185	1,197
Shigelosis	218	220	223	225	227	230	232	235	237	239
Tifoidea (fiebre)	202	204	206	208	211	213	215	217	220	222
O.helmintiasis	109,173	110,378	111,583	112,788	113,992	115,197	116,402	117,607	118,811	120,016
Otras infecciones intest.	377,314	381,477	385,641	389,805	393,969	398,133	402,296	406,460	410,624	414,788
Total costos	636,128	642,134	648,143	654,152	660,160	666,169	672,178	678,187	684,196	690,205

Tabla IV.7 Proyección de los costos por enfermedades ocasionadas por las descargas a los arroyos.

IV.4 Separabilidad

Para realizar la evaluación de un proyecto es necesario analizar sus componentes a manera de poder atribuir a cada uno sólo sus beneficios y costos; esto con el fin de proponer la realización únicamente de los que son rentables, desechar los que no lo son y posponer los que así lo requieran.

A partir del principio de separabilidad, los componentes mencionados en el capítulo dos, se clasificaron en los siguientes proyectos:

Proyecto 1: Aumento en la cobertura de alcantarillado.

Proyecto 2: Colectores que sanearán los arroyos el Maíz y el Mollejón.

Proyecto 3: Colectores que sanearán los arroyos Hueleque y Salsipuedes.

Se separaron los proyectos de colectores al tener costos y beneficios independientes; no se separó en tramos más pequeños ya que los colectores tienden a hundirse (por su pendiente), por lo que el realizarse sólo algunos tramos se incurriría en costos mayores al tener que utilizar sistemas de bombeo que ayuden a superar los desniveles.

Por lo anterior se deben realizar juntos los 5 colectores que sanearán de aguas residuales los arroyos el Mollejón y el Maíz y, por otro lado, los 5 colectores para sanear el Hueleque y el Salsipuedes, incluyen una parte del colector principal, que tendría la función de un colector que sanearía parte del arroyo Salsipuedes y parte del río Cazonas; ver la tabla III.8.

Las figuras IV.2 y IV.3 muestran los dos proyectos de colectores

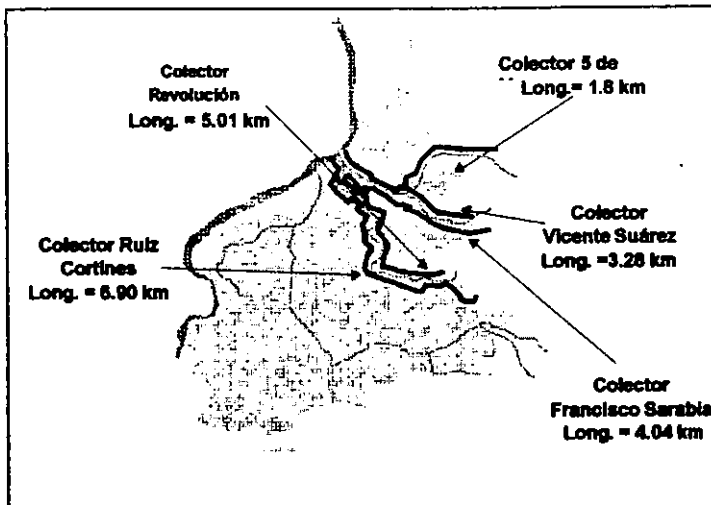


Figura IV.2 Proyecto 2: Colectores que saneará los arroyos el Maíz y el Mollejo

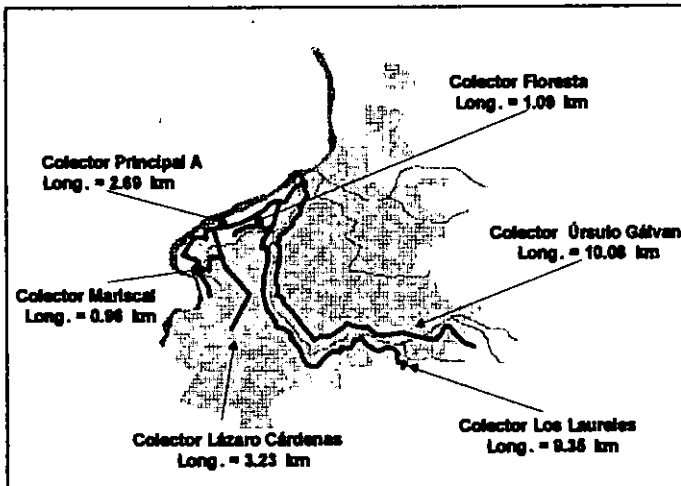


Figura IV.3 Proyecto 3: Colectores que saneará los arroyos Hueleque y Salsipuedes.

Estos componentes tienen que ser edificados conjuntamente al tener como función dirigir y sanear las aguas de la ciudad. El colector principal que va captando las aguas residuales de los colectores del proyecto anterior; el emisor que se conecta a dicho colector, será el que lleve las aguas fuera de la ciudad y las dirija a la planta de tratamiento y el cárcamo de bombeo, que superará el desnivel del emisor para depositarlas en la planta, la cual finalmente tratará dichas aguas, sin embargo en este

trabajo non se presenta la evaluación de la planta por lo que solo nos limitamos a decir que parte del colector principal es otro proyecto .

IV.5 Evaluación

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en determinar cómo afecta o beneficia la ejecución de un proyecto a la sociedad, en términos de la disponibilidad de recursos, lo cual se realiza a través de la identificación, cuantificación y valoración de costos y beneficios atribuibles a dicho proyecto, esto es que, a los beneficios con proyecto se les resta los beneficios de la situación sin proyecto (que es la situación actual optimizada). Lo anterior brindará herramientas a quien toma la decisión de invertir.

Se obtiene una rentabilidad del proyecto, restando los valores actuales de los costos (VACS) a los valores actuales de los beneficios (VABS), considerando los beneficios que no se pueden cuantificar ni valorar (intangibles), con lo cual se obtiene un indicador que es el valor actual neto (VANS), indicador que señala si es conveniente la realización del proyecto.

Para la evaluación social se ajustaron los siguientes precios privados: divisa y salario de la mano de obra, aplicando un factor de ajuste social, ya que los precios sociales muestran el verdadero valor que la sociedad asigna a los recursos²⁹.

Se utilizo tasa de descuento social proporcionada por el CEPEP.

Período	Tasa
2001-2006	16%
2006-2010	14%
2010- 2021	12%

Para obtener el factor de descuento se utilizo la formula:

$$VP = \frac{F_1}{1+t_1} \times \frac{F_2}{1+t_2} \times \dots \times \frac{F_i}{1+t_i}$$

Donde:

F_i : Flujo de efectivo en el período i

t_i : Tasa de descuento del período i

VP: Valor presente del flujo

En este capítulo se identifican, cuantifican y valoran costos para los tres proyectos mencionados, los cuales se desglosan a continuación

IV.5.1 Proyecto 1: Ampliación en la cobertura de alcantarillado.

Identificación, cuantificación y valoración de beneficios.

Aumento en el valor de la tierra.

Con la instalación de la red de atarjeas, los terrenos tendrán un mayor precio por el servicio que adquieren.

Para la cuantificación se identificaron las viviendas beneficiadas; actualmente son 1,500, repartidas en las siete colonias³⁰. En el horizonte de evaluación (20 años) la zona crecerá a una tasa anual de 4%³¹, tasa que se diferencia del resto de la ciudad por ser la zona en expansión; las viviendas proyectadas en el horizonte son 2,495, sumadas a las viviendas actuales tenemos un total de 3,995 que representan 670,666 m².

Las viviendas que se beneficiarán por dicho servicio, ubicadas al Noreste de la ciudad, se calcularon para un horizonte de 20 años (vida útil del proyecto), tomando como base en el año 0 de 1500 viviendas³², que actualmente no cuentan con el servicio.

En la tabla IV.8 se muestra el crecimiento total de la población, considerando las casas actuales y las que se esperan en el futuro.

29. "Precio social de la divisa, costo social de la mano de obra, tasa social de descuento, en la economía mexicana". CEPEP, diciembre de 1995.

30. Mecánicos de piso, Poza de Cuero, La Yanga, Los Sauces, Heriberto Jara, Prensa Nacional y Sector Popular.

31. Dato proporcionado por el Servicio de Obras públicas del Municipio de Poza Rica.

32. INEGI y Servicio de Obras Públicas del Municipio de Poza Rica.

Colonias / año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Mecánicos de piso	101	105	109	114	118	123	128	133	138	144	150
Prensa Nacional	233	242	252	262	273	283	295	307	319	332	345
Sauces	727	758	786	818	850	885	920	957	995	1036	1078
Poza de Cuero	360	374	389	405	421	438	456	474	493	512	533
Sector Popular	368	372	387	403	419	436	453	471	490	510	530
Heriberto Hara Corona	158	164	171	178	185	192	200	208	216	225	234
Yanga	158	164	171	178	185	192	200	208	216	225	234

Tabla IV.8 Crecimiento de viviendas por año, según colonias.

Colonias / año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Mecánicos de piso	155	162	168	175	182	189	197	205	213	221
Prensa Nacional	369	373	388	403	420	436	454	472	491	511
Sauces	1119	1164	1211	1259	1309	1362	1416	1473	1532	1593
Poza de Cuero	554	576	599	623	648	674	701	729	758	789
Sector Popular	551	573	596	620	645	671	697	725	754	784
Heriberto Hara Corona	243	253	263	274	285	296	308	320	333	346
Yanga	243	253	263	274	285	296	308	320	333	346

Tabla IV.8 Crecimiento de viviendas por año, según colonias.

Para la tabla IV.9 se muestran los incrementos de viviendas por colonias para el horizonte de evaluación, con estas se cuantificaran los beneficios por atarjeas.

Colonias / año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Mecánicos de piso	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6
Prensa Nacional	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14
Sauces	29	30	31	33	34	35	37	38	40	41	43
Poza de Cuero	14	15	16	16	17	18	18	19	20	20	21
Sector Popular	14	15	15	16	17	17	18	19	20	20	21
Heriberto Hara Corona	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9
Yanga	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9
Suma	64	87	91	94	98	102	108	110	115	119	124

Tabla IV.9 Crecimiento anual de las viviendas por colonia en un horizonte de 20 años

Colonias / año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Mecánicos de piso	6	6	7	7	7	8	8	8	9	120
Prensa Nacional	14	15	16	16	17	17	18	19	20	278
Sauces	45	47	48	50	52	54	57	59	61	666
Poza de Cuero	22	23	24	25	26	27	28	29	30	429
Sector Popular	22	23	24	25	26	27	28	29	30	426
Heriberto Hara Corona	10	10	11	11	11	12	12	13	13	188
Yanga	10	10	11	11	11	12	12	13	13	188
Suma	129	134	140	145	151	157	163	170	177	2465

Tabla IV.9 Crecimiento anual de las viviendas por colonia en un horizonte de 20 años

Para valorar el incremento del precio de la tierra se realizó un estudio, que consistió en construir una base de datos de terrenos con diferentes características que posteriormente se separaron en dos grupos.

Para el diferencial en el servicio de alcantarillado se tomó la base de datos de 40 observaciones obtenidas en la ciudad.

Base de datos	Distancia centro (m)	Distancia avenida importante (m)	Estrato de la zona	Olores	Agua	Luz	Basura	Alcantarillado	Precio
8	3,700	800	Bajo	No	Si	Si	no	no	150
33	3,600	600	Bajo	No	Si	Si	no	no	130
Promedio									140

Tabla IV.10 Terrenos sin alcantarillado

En la tabla IV.10 se muestran los precios de los terrenos que no cuentan el servicio de alcantarillado.

Base de datos	Distancia Centro (m)	Distancia avenida importante (m)	Estrato de la zona	Olores	Agua	Luz	Basura	Alcantarillado	Precio
7	3,400	850	Bajo	No	Si	Si	No	si	185
37	3,000	600	Bajo	No	Si	Si	No	si	200
Promedio									192.5

Tabla IV.11 Terrenos con alcantarillado

En la tabla IV.11 se presentan los terrenos que cuentan con el servicio de alcantarillado. Se compararon terrenos con características similares, considerando la única diferencia el servicio de alcantarillado; el diferencial de precios resultó en el incremento del valor del servicio: Por último se sacó un promedio que dio como resultado \$52.5³³.

Para calcular el beneficio se tomo 3,995 viviendas, estas comprenden a 1500 actuales que cambiarían su sistema de evacuación y el resto sería el incremento de viviendas en el horizonte de evaluación, ver tabla IV.9. Posteriormente se multiplicará por el promedio de área por vivienda e incremento en valor de la tierra.

$$VABS_{2002} = 3,995 \text{ viviendas} \times 168 \frac{m^2}{\text{vivienda}} \times \frac{\$52.5}{m^2} = \$35,235,900$$

El beneficio anterior esta a precios del 2002. Por tanto se tiene que trasladar el beneficio al año 2001, utilizando la tasa de rentabilidad social se obtiene:

$$VABS_{2001} = \frac{\$35,235,900}{(1+16\%)} = \$30,375,775$$

El beneficio se obtiene en el año 2002, al termino de la construcción, su valor en el año 2001 será de \$30,375,775.

33. Método validado con un experto valuator.

Liberación de recursos

Con el mejoramiento del medio ambiente de las viviendas se espera una disminución en el número de casos de enfermedades.

Su identificación y cuantificación se realizó con apoyo de médicos de la zona, se determinó que el 50% de las enfermedades gastrointestinales detectadas en la zona disminuirán al ejecutar el proyecto, éstos se contemplan a lo largo del horizonte, por lo que se proyectaron a una tasa de crecimiento de la zona, del 4% anual. Se consideró que el número de casos se incrementará al mismo ritmo de la población, ver la tabla IV.16.

La valoración considera el costo social por caso, tomando en cuenta las medicinas y el tiempo del doctor que son recursos que se liberarán al no disminuir la incidencia de enfermedades. El tiempo del paciente no se considera en este costo debido a que el aumento en el valor del terreno ya lo refleja: dado que este valor es la disponibilidad a pagar del usuario, se supone que para tener esta disponibilidad examinó a priori costos y beneficios que le brindará el terreno.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Factor de descuento	1.0000	0.8621	0.7432	0.6407	0.5523	0.4845	0.4250	0.3728
Tasa de crecimiento poblacional	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Beneficio (\$)		35,122	35,557	35,993	36,429	36,864	37,300	37,736
Valor presente (\$)		30,277	26,425	23,059	20,119	17,860	15,851	14,067

Tabla IV.12 Flujo de efectivo del ahorro en enfermedades

	8	9	10	11	12	13	14	15
Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Factor de descuento	0.3270	0.2868	0.2561	0.2287	0.2042	0.1823	0.1628	0.1453
Tasa de crecimiento poblacional	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Beneficio (\$)	38,171	36,607	39,043	39,478	39,914	40,350	40,785	41,221
Valor presente (\$)	12,482	11,074	9,999	9,027	8,149	7,355	6,638	5,990

Tabla IV.12 Flujo de efectivo del ahorro en enfermedades

	18	17	18	19	20
Año	2017	2018	2019	2020	2021
Factor de descuento	0.1298	0.1159	0.1034	0.0924	0.0825
Tasa de crecimiento poblacional	4%	4%	4%	4%	4%
Beneficio (\$)	41,657	42,092	42,528	42,964	43,399
Valor presente (\$)	5,405	4,876	4,399	3,968	3,579

Tabla IV.12 Flujo de efectivo del ahorro en enfermedades

De la tabla IV.12 se obtienen los flujos por ahorro en enfermedades al entrar el proyecto, por lo tanto, se tiene un beneficio actual social por reducción de enfermedades de \$240,602.

Identificación, cuantificación y valoración de costos.

Inversión.

La inversión contempla 30 km de atarjeas distribuidas en las siete colonias³⁴ y 1500 conexiones intradomiciliarias, construidos por el municipio en el primer año (2001); las conexiones intradomiciliarias posteriores al primer año se realizarán conforme se incrementa el número de viviendas durante el horizonte de evaluación, estas se proyectaron con un crecimiento del 4% anual, tasa de crecimiento de la zona. Cabe mencionar que estas últimas serán realizadas por el dueño del predio.

Para obtener la inversión social se multiplica por los factores de ajustes social, (proporcionados por el CEPEP).

De la inversión total, el 31% es de mano de obra de la cual se divide en el 10% en mano calificada, siendo aquella que tienen grado de especialización; 20% en semicalificada, considerada a la gente con oficio, albañiles, soldadores, carpinteros, etc; y 70% para la no calificada, toda aquella que no cuenta con un oficio o que no completa el conocimiento del mismos. Los factores de corrección son de: 1.0, 0.8 y 0.7, respectivamente.

Los insumos utilizados para este proyecto representan el 69 % de la inversión total los cuales son comerciables o exportables, el factor de corrección (CEPEP) es de: 1.048.

Costos de inversión social de red de atarjeas se muestran en la tabla IV.13.

Concepto	Factor de ajuste	Costo Privado	Costo Social
Mano de obra 31%		3,845,804	2,884,353
Calificada.....10%	1.00	384,580	384,580
Semicalificada...20%	0.80	769,161	615,329
No calificada.....70%	0.70	2,692,063	1,884,444
Material 69%	1.048	8,421,016	8,825,225
Total		\$12,266,820	\$11,709,578

Tabla IV.13 Costos sociales de la Inversión para atarjeas

El costo por inversión en el año 2001 es de: \$11,709,578

34. Mecánicos de piso, Poza de Cuero, La Yanga, Los Sauces, Heriberto Jara, Prensa Nacional y Sector Popular.

Instalación sanitaria

Al contar con el servicio de alcantarillado los beneficiados realizarán instalaciones sanitarias para facilitar la evacuación de sus aguas. Esto representa un costo para la sociedad, costo que es atribuible al proyecto debido a que sin él no serían construidas las instalaciones.

La conexión intradomiciliaria será de la red de atarjeas hasta el patio de la vivienda y la instalación sanitaria implica la compra y conexión de los accesorios sanitarios dentro de la vivienda

Los conceptos de instalación sanitaria e intradomiciliaria se presentan en la tabla IV.14 y IV.15. Los ajustes que se hicieron fueron para la mano de obra, y se realizan con factores de: 0.8 y 0.7 (CEPEP) para mano de obra semicalificada y no calificada, respectivamente. Para las divisas, según los materiales comerciables, se ajusto con el factor social de 1.048 para el año 2001, para el periodo 2002-2021 se utilizó 1.044 (CEPEP).

Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Costo Privado (\$)	Costo social 2001 (\$)
Oficial plomero	218.2 /día	0.5 día	109.1	87.3
Tubo PVC 2.5"	80 /m	4 m	320	335.4
Tubo PVC 3"	80 /m	3 m	240	251.5
Tubo PVC 4"	3 /m	6 m	18	18.9
Codo 90 2.5"	15 /pza	6 pza	90	94.3
Codo 90 3"	15 /pza	3 pza	45	47.2
Codo 90 4"	15 /pza	4 pza	80	62.9
WC	250 /pza	1 pza	250	262
Lavabo	200 /pza	1 pza	200	209.6
Herramientas	5.455 /lote	1 lote	5.5	5.5
Caseta de baño			1270	973.7
Costo priv. y soc. conex. Sanit.			2608	2348.1

Tabla IV.14 Costo por instalación sanitaria

Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Subtotal	Ajuste social (2001)
Ayudante general	\$136.40 /día	1 día	136.4	95.5
Oficial albañil	\$218.20 /día	0.5 día	109.1	87.3
Albañal	80 /pza	6 pza	480.0	503
Cemento	3 /kg	25 kg	75.0	78.8
Herramientas	3.819 /lote	1 lote	3.6	3.8
Costo privado y social			941	788

Tabla IV.15 Costo por conexión a la red de atarjeas

El costo por conexión a la red es de \$768 por vivienda, mientras que el costo por instalación sanitaria es de \$2348.1 por vivienda;

Estos costos se proyectaron en el horizonte de evaluación, y se realizarán de acuerdo al crecimiento de la zona.

El costo de la conexión Intradomiciliaria de las 1500 viviendas existentes, lo incluye la inversión de las atarjeas, mientras que el costo las demás conexiones que ingresan en el horizonte de la evaluación lo cubrirá el usuario del servicio.

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Factor de descuento	1.00	0.86	0.74	0.64	0.55	0.48	0.46	0.40	0.35
Número de viviendas	1,500	84	87	91	94	98	102	108	110
Costo intradomiciliario		64,191	68,565	69,227	71,997	74,876	77,871	80,988	84,262
Costo. l. Sanitario (\$))	3,522,219	196,053	203,145	211,271	219,722	228,511	237,651	247,157	257,043
Valor presente(\$)	3,522,219	224,348	200,436	179,703	161,113	146,881	134,088	122,326	111,595

Tabla IV.16 Costos totales de conexión

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Factor de descuento	0.31	0.27	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18	0.18	0.15
Número de viviendas	115	119	124	129	134	140	145	151	157
Costo intradomiciliario	87,595	91,099	94,743	98,532	102,474	106,572	110,835	115,289	119,880
Costo. l. Sanitario (\$))	267,325	278,018	289,139	300,704	312,733	325,242	338,252	351,782	365,853
Valor presente(\$)	101,806	94,534	87,782	8,512	75,689	70,263	65,263	60,601	56,273

Tabla IV.16 Costos totales de conexión

Año	2019	2020	2021
Factor de descuento	0.13	0.12	0.10
Número de viviendas	163	170	177
Costo intradomiciliario	124,875	129,662	134,848
Costo. l. Sanitario (\$))	360,487	365,707	411,535
Valor presente(\$)	52,253	48,521	45,056

Tabla IV.16 Costos totales de conexión

se tiene un valor actual de los costos sociales por conexión total, en un horizonte de evaluación de 20 años:

.VACS=\$5,842,385;

Los costos de mantenimiento.

Se considera una cuadrilla de 3 personas trabajando 5 días al año, donde el sueldo por semana es de \$1,500 de cada persona. representando un costo anual de \$3,600, siendo constante para todo el horizonte de evaluación; ver la tabla 5.17.

Se ajusto la mano de obra con un factor de ajuste social de obra no calificada de 0.7 (CEPEP). El mantenimiento se dará a partir del año 2002, a continuación se presenta su flujo.

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Factor de descuento	1	0.862	0.7432	0.6407	0.5523	0.4845	0.4250	0.3728	0.3270
Costo de mantenimiento	0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Costo mantenimiento Social	0	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Valor Presente	0	3103	2875	2306	1988	1744	1530	1342	1177

Tabla IV.17 flujo de costo de mantenimiento

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Factor de descuento	0.2868	0.2561	0.2287	0.2042	0.1823	0.1628	0.1453	0.1298	0.1159
Costo de mantenimiento	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Costo mantenimiento Social	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Valor Presente	1033	922	823	735	656	586	523	467	417

Tabla IV.17 flujo de costo de mantenimiento

Año	2019	2020	2021
Factor de descuento	0.1034	0.0924	0.0825
Costo de mantenimiento	4500	4500	4500
Costo mantenimiento Social	3600	3600	3600
Valor Presente	372	332	297

Tabla IV.17 flujo de costo de mantenimiento

VACS = \$ 23,031

En el cuadro siguiente se muestran todos los beneficios y costos, en este se hace una suma algebraica, siendo positivos los beneficios y negativos los costos.

Identificación de Beneficios	Cuantificación de Beneficios	Valoración de Beneficios
Aumento en la plusvalía de los terrenos, debido a la eliminación de malos olores, mala imagen y fauna nociva.	El aumento en la plusvalía será para 1,500 terrenos actuales más 2,495 proyectadas en el horizonte de evaluación	El incremento de la plusvalía es de \$52.5 por m ² . VAB = \$30.4 mill. (al 2001)
Liberación de recursos al evitar enfermedades gastrointestinales por la falta de alcantarillado.	Reducción del 25% de enfermedades.	VAB = 0.240 mill. (al 2001)
Identificación de Costos:	Cuantificación de costos:	Valoración de costos
Costos de inversión	Abarcará 30 km de atarjeas, que incluye 1,500 conexiones intradomiciliares.	Inversión = \$11.7 mill.
Costos de mantenimiento	Está dado por una cuadrilla de 3 personas trabajando una vez al año.	VAC = \$.023
Costos de conexión a la red de atarjeas e instalación sanitaria.	1,500 viviendas en el primer año de inst. sanitaria y 2,495 de inst. sanitaria y conexión intradomiciliaria.	VAC = \$5.8 mill.

Nota: las cifras de cuadro anterior aparecen redondeadas a millones de pesos.

Neteando todos beneficios y costos se tiene un VANS = \$ 13,219,012

IV.5.2 Proyecto 2: Colectores que sanearán los arroyos el Maíz y Mollejón;

Identificación, cuantificación y valoración de beneficios.

Recuperación del valor de la tierra

Al disminuir las molestias por aguas residuales el medio ambiente mejorará, lo cual se espera que sea reconocido por el mercado a través de los precios del terreno.

Para cuantificar se tomó el área de influencia de las molestias, utilizando como indicador el olor, de esa forma se sacó para cada sección de los arroyos, ver las tablas III.19 y III.20.

Se seleccionaron dos grupos de terrenos y se comparó dos de ellos con características similares.

Se hizo una comparación puntual de dos terrenos de 4 grupos seleccionados (2 por estrato económico: medio y bajo) las características son las mismas, la diferencia fueron las molestias por la contaminación por aguas residuales de los arroyos. De estas comparaciones se obtiene un promedio para cada grupo y la diferencia entre ellos es el precio hedónico.

En las tablas IV.18 y IV.19 se muestra el resumen de los terrenos de estrato medio que fueron registrados, considerando sus características generales y particulares de cada uno.

No.	Arroyo	Colonia	Superficie en venta (m ²)	Precio \$/ m ²	Influencia de olores (m)	Presencia de basura	Días de recol. De basura por semana	Servicios públicos
18	Salsipuedes	27 de Septiembre	1650	484.00	Si	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
1	Mollejón	Manuel Ávila Camacho	64	468.00	Si	nula	1	luz, agua potable, transporte
17	Salsipuedes	27 de Septiembre	750	300.00	Si	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
13	Salsipuedes	Monelos	300	180.00	Si	nula	1	agua, luz, drenaje
17	Salsipuedes	27 de Septiembre	750	300.00	Si	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
30	Hueleque	Revolución	350	400.00	Si	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
30	Hueleque	Revolución	350	400.00	Si	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.

Tabla IV.18 Terrenos de estrato económico medio con molestias

No.	Arroyo	Colonia	Superficie en venta (m ²)	Precio \$/ m ²	Influencia de olores (m)	Presencia de basura	Días de recol. de basura por semana	Servicios públicos
3	Mollejón	Manuel Ávila Camacho	80	555.00	No	Nula	1	luz, agua potable, drenaje, transporte
39	Maíz	Tepayac	320	531	No	nula	1	agua, luz, drenaje
26	Hueleque	Obras Sociales	800	400.00	No	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
24	Hueleque	Chapultepec	250	380.00	No	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
22	Hueleque	Berillo Juárez	380	300.00	No	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
20	Hueleque	Lizaso Cárdenas	225	500.00	No	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.

Tabla IV.19 Terrenos de estrato económico medio sin molestias

En las tablas IV.20 y IV.21 se muestra el resumen de los terrenos de estrato bajo que fueron registrados, considerando sus características generales y particulares de cada uno.

No.	Arroyo	Colonia	Superficie en venta (m ²)	Precio \$/ m ²	Influencia de olores (m)	Presencia de basura	Días de recol. De basura por semana	Servicios públicos que tiene
27	Hueleque	Petromex	140	175.00	Si	Nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
40	Maíz	La Yanga	150	150	Si	Nula	1	agua, luz, drenaje
38	Maíz	Nvo. Progreso	200	140.00	Si	Nula	1	luz, agua potable, posible descarga libre, transporte
33		La Nacional	300	130.00	Si	Nula	1	luz, agua potable, posible descarga libre, transporte

Tabla IV.20 Terrenos de estrato económico bajo con molestias

No.	Arroyo	Colonia	Superficie en venta (m ²)	Precio \$/ m ²	Influencia de olores (m)	Presencia de basura	Días de recol. De basura por semana	Servicios públicos
28	Hueleque	Petromex	400	250.00	No	nula	1	agua, luz, alc. Y transp.
37	Maíz	La Yanga	150	220.00	No	Nula	1	Luz, agua potable, drenaje, transporte
8	Mollejón	Arroyo del maíz	400	200	No	Nula	1	agua, luz, drenaje
7	Mollejón	Nacional	600	210	No	Nula	1	agua, luz, drenaje

Tabla IV.21 Terrenos de estrato económico bajo sin molestias

En el siguiente cuadro se muestran las comparaciones que se hicieron para obtener el precio hedónico de los dos estratos.

No. de los terrenos comparados	Estrato Económico Medio		Estrato Económico Bajo		
	Precio	Diferencia	Terenos que se compararon	Diferencia	
17 y 26	Precio 1	100	27 y 28	Precio 1	75
1 y 3	Precio 2	87	40 y 37	Precio 2	70
13 y 22	Precio 3	120	38 y 8	Precio 3	60
17 y 24	Precio 4	60	33 y 7	Precio 4	80
30 y 39	Precio 5	131			
20 y 30	Precio 6	100			
Precio Hedónico		99.67	Precio Hedónico		71.25

Tabla IV.22 Valoración de las molestias

La única diferencia son las molestias ocasionadas por la contaminación de los arroyos; se obtiene un promedio de los dos grupos y la diferencia es el precio hedónico. Para el

estrato económico bajo es \$71.2 y el estrato medio es de \$99.6. De igual forma, las áreas de influencia por molestias se dividieron por estratos ver la tabla IV.23.

Estrato	Área (m ²)
Medio	192,015
Bajo	191,695

Tabla IV.23 Área de molestias

Al multiplicar el precio hedónico por el área se obtienen los beneficios en el año 2002, ya que se considera un año de construcción. Para el año 2001 se tienen el VABS siguiente:

$$VABS_{2002} = 192,015m^2 \times \frac{\$99.6}{m^2} + 191,695m^2 \times \frac{\$71.2}{m^2} = \$32,773,378$$

El beneficio anterior esta a precios del 2002. Por tanto se tiene que trasladar el beneficio al año 2001, utilizando la tasa de rentabilidad social se obtiene:

$$VABS_{2001} = \frac{\$32,773,378}{(1 + 16\%)} = \$28,252,378$$

VABS = \$28,252,378

Liberación de recursos.

Se espera una liberación de recursos al reducir el 50% de las enfermedades gastrointestinales en la ciudad, mismas que son ocasionadas por la contaminación de los arroyos. Del 50 % de reducción en enfermedades el 40% se puede atribuir a la zona de influencia de los arroyos el Maíz y el Mollejón. Estos se presentan con mayor incidencia en la población que está ubicada a lo largo de los márgenes de los arroyos.

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	0	1	2	3	4	5	6	7
Factor de descuento	1	0.8621	0.7432	0.6407	0.5523	0.4845	0.4250	0.3728
Tasa de crecimiento poblacional	1.27%	1.26%	1.24%	1.23%	1.21%	1.20%	1.18%	1.17%
Beneficio		\$ 226,015	\$228,818	\$231,622	\$234,425	\$237,229	\$240,032	\$242,836
Valor presente de los beneficios	\$0	\$194,840	\$170,049	\$148,390	\$129,471	\$114,929	\$102,007	\$90,525

Tabla IV.24 Proyección del ahorro de enfermedades para el proyecto: Mollejón y El Maíz

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	8	9	10	11	12	13	14	15
Factor de descuento	0.3270	0.2868	0.2561	0.2287	0.2042	0.1823	0.1628	0.1453
Tasa de crecimiento poblacional	1.15%	1.14%	1.13%	1.12%	1.10%	1.09%	1.08%	1.07%
Beneficio	\$245,639	\$249,443	\$251,247	\$254,050	\$256,854	\$259,657	\$262,461	\$265,264
Valor presente de los beneficios	\$80,324	\$ 71,264	\$ 64,347	\$58,093	\$52,442	\$47,334	\$42,719	\$38,549

Tabla IV.24 Proyección del ahorro de enfermedades para el proyecto: Mollejón y El Maíz

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Factor de descuento	16	17	18	19	20
Tasa de crecimiento poblacional	0.1298	0.1159	0.1034	0.0824	0.0825
Beneficio	\$268,068	\$270,871	\$273,675	\$276,478	\$279,282
Valor presente de los beneficios	\$34,783	\$31,381	\$28,308	\$25,534	\$23,030

Tabla IV.24 Proyección del ahorro de enfermedades para el proyecto: Mollejón y El Maiz

La proyección de los casos se considera que incrementará conforme a la tasa de crecimiento poblacional de Poza Rica por lo tanto tenemos un VABS = \$1,548,318 :

Disminución de molestias para la población.

Las molestias para la población, disminuirán al ejecutarse el proyecto, este beneficio se consideró como un intangible

Identificación, cuantificación y valoración de costos.

Inversión

La construcción de la red de colectores: Ruiz Cortines, Revolución, 5 de Mayo, Vicente Suárez y Francisco Sarabia, corresponden al saneamiento de los arroyos el Maiz y Mollejón, la ejecución del proyecto se hará en el 2001 con una duración de un año, ver Tabla IV.25. Los precios se ajustaron con las proporciones de 31% mano de obra y 69% material; para cada caso se usaron las mismas proporciones de tipo de mano de obra y factores de corrección del proyecto de atarjeas; ver la tabla IV.13.

Colector	Costo por material	Costos social por material	Costo social total
Vicente Suarez	2,879,205	3,017,407	4,003,588
5 de Mayo	813,018	852,043	1,130,517
Revolución	7,754,390	8,126,800	10,782,621
Ruiz Cortinez	8,221,876	8,616,317	11,432,392
Francisco Sarabia	3,808,200	3,990,994	5,295,372
		Total	\$ 32,644,490

Tabla IV.25 Costos sociales de los colectores

Se invertirán en colectores para el año 2001: \$32,644,490

Mantenimiento

Se considera una cuadrilla de 3 personas trabajando 5 días al año, representando un costo anual de \$3,600, siendo constante para todo el horizonte de evaluación, ver tabla IV.17, esto representa:

$$\text{VACS} = \$ 23,031$$

Molestias al ejecutar el proyecto

Al realizar la construcción de los colectores se afectarán las avenidas importantes, ocasionando molestias para la población que transita por éstas; su cuantificación no es posible al no contar con un programa de obra.

Para determinar la rentabilidad del proyecto se restaron los costos y beneficios del proyecto obteniendo:

Identificación de Beneficios	Cuantificación de Beneficios	Valoración de Beneficios
Recuperación del valor de los terrenos que se encuentran al margen de los arroyos, por eliminación de la contaminación por aguas residuales.	El área de influencia beneficiada al erradicar la contaminación por aguas residuales para el estrato medio es de 192,015 m ² para el estrato bajo 191,695 m ²	Se incrementará \$71 por m ² en el área de influencia de estrato bajo y \$99.6 para el estrato medio. VAB = \$28.3 mill.
Liberación de recursos al evitar enfermedades gastrointestinales relacionadas con la contaminación de los arroyos.	La liberación de recursos se dará al evitar el 20% de los casos totales en Poza Rica.	El ahorro por tratamiento es de: VAB = \$1.5 mill.
Eliminación de molestias a la población en general	Intangible	Intangible
Identificación de Costos:	Cuantificación de costos	Valoración de Costos
Costos de inversión	Los costos de inversión incluyen la construcción de 21 km de colectores.	La inversión es de \$32.6 millones.
Costos de mantenimiento	Los costos de mantenimiento son una cuadrilla de 3 personas trabajando 5 días una vez al año.	El valor actual del costo social por mantenimiento es de \$23,031
Costos por molestias	No se cuantifican por no contar con el programa de ejecución de obra.	

VANS = - \$ 2,846,993.

IV.5.3 Proyecto 3: colectores que sanearán los arroyos el Hueleque y Salsipuedes.

Identificación, cuantificación y valoración de beneficios.

Recuperación del valor de la tierra

Al terminar el proyecto y desaparecer las molestias por aguas residuales se espera una mejora en el área de influencia de los arroyos, reconociendo el mercado esa mejora.

La cuantificación de este beneficio se calculó a través de las zonas de influencia de los arroyos, tomando en consideración el estrato económico del terreno, ver tabla IV.26.

Estrato	Área [m ²]
Medio	531,693
Bajo	220,444

Tabla IV.26: Área de molestias.

Para la valoración del incremento del valor de la tierra, se utilizó la base de datos del proyecto 2.

Al multiplicar el precio hedónico por el área se obtienen los beneficios en el año 2002, ya que se considera un año de construcción. Para el año 2001 se tienen el VABS siguiente:

$$VABS_{2002} = 531,693m^2 \times \frac{\$99.6}{m^2} + 220,444m^2 \times \frac{\$71.2}{m^2} = \$68,652,236$$

El beneficio anterior está a precios del 2002. Por tanto se tiene que trasladar el beneficio al año 2001, utilizando la tasa de rentabilidad social se obtiene:

$$VABS_{2001} = \frac{\$68,652,236}{(1+16\%)} = \$59,182,961$$

VABS = \$59,182,961

Liberación de recursos.

Se espera una liberación de recursos al reducir el 50% de las enfermedades gastrointestinales en la ciudad, mismas que son atribuidas a la contaminación de los

arroyos. De estos casos el 60% se atribuye a los arroyos Hueleque y Salsipuedes y el 40% a los arroyos el Maíz y el Mollejón. Las enfermedades atacan generalmente a la gente de escasos recursos y los casos se incrementan con la tasa de crecimiento de la población.

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	0	1	2	3	4	5	6	7
Factor de descuento	1	0.8821	0.7432	0.6407	0.5523	0.4845	0.4250	0.3728
Tasa de crecimiento poblacional	1.27%	1.26%	1.24%	1.23%	1.21%	1.20%	1.18%	1.17%
Beneficio		\$ 339,022	\$ 343,227	\$ 347,433	\$ 351,638	\$ 355,843	\$ 360,049	\$ 364,254
Valor presente de los beneficios		\$ 292,260	\$ 255,074	\$ 222,585	\$ 194,206	\$ 172,364	\$ 153,010	\$ 135,787

Tabla IV.27 Proyección del ahorro de enfermedades para el proyecto: Hueleque y Salsipuedes

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	8	9	10	11	12	13	14	15
Factor de descuento	0.3270	0.2868	0.2581	0.2287	0.2042	0.1823	0.1628	0.1453
Tasa de crecimiento poblacional	1.15%	1.14%	1.13%	1.12%	1.10%	1.09%	1.08%	1.07%
Beneficio	\$368,459	\$372,684	\$378,870	\$381,075	\$385,280	\$389,486	\$393,691	\$397,896
Valor presente de los beneficios	\$ 120,488	\$ 108,898	\$98,520	\$ 87,140	\$78,662	\$ 71,001	\$64,078	\$57,824

Tabla IV.27 Proyección del ahorro de enfermedades para el proyecto: Hueleque y Salsipuedes

Año	2017	2018	2019	2020	2021
	16	17	18	19	20
Factor de descuento	0.1298	0.1159	0.1034	0.0924	0.0825
Tasa de crecimiento poblacional	1.06%	1.05%	1.04%	1.02%	1.01%
Beneficio	\$402,102	\$406,307	\$410,512	\$414,717	\$418,923
Valor presente de los beneficios	\$52,174	\$47,071	\$42,483	\$38,302	\$34,545

Tabla IV.27 Proyección del ahorro de enfermedades para el proyecto: Hueleque y Salsipuedes

VABS = \$ 2,322,478

Reducción de molestias a la población en general

Se reducirán las molestias por contaminación de aguas residuales a la población en general de Poza Rica. Este se considera como beneficio intangible.

Identificación, cuantificación y valoración de costos.

La inversión

La construcción de la red de colectores será en el año 2001, con un año de ejecución; ver la tabla 5.28, en esta se pusieron los costos de los colectores, en el caso del colector principal solo se puso parte de él, esto se debió al principio de separabilidad³⁵. Los precios

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

³⁵ Se refiere a que cada proyecto tiene beneficios y costos independientes

se ajustaron con las proporciones de 31% mano de obra y 69% material; para cada caso se usaron las mismas proporciones de las atarjeas en tipo de mano de obra y factores de corrección, ver la tabla IV.13.

Colector	Costo Por material	Costos social por material	Costo social total	Costo social atribuible al proyecto
Principal emisor	30,298,922	31,753,271	42,131,209	2,578,578
Los Laureles	13,476,503	14,123,375	18,739,326	18,739,326
Lázaro Cárdenas	5,478,181	5,741,133	7,617,511	7,617,511
Úrsulo Galván	17,170,700	17,994,893	23,876,174	23,876,174
Mariscal	772,513	809,593	1,074,193	1,074,193
Floresta	1,147,635	1,202,722	1,595,808	1,595,808
			Total	\$ 55,482,589

Tabla IV.28 Costos sociales del proyecto 2

VACS = \$55,482,589

Mantenimiento

Se considera 3 personas trabajando 5 días al año, para dar mantenimiento, ver tabla IV.17, por lo tanto, se tiene un VACS de \$23,031

Molestias al ejecutar el proyecto

Al realizar la construcción de los colectores se afectará las avenidas importantes ocasionado molestias para la población que transita por éstas, su cuantificación no es posible al no contar con un programa de obra.

Restando los costos a los beneficios tenemos el siguiente VANS:

Identificación de Beneficios	Cuantificación de Beneficios	Valoración de Beneficios
Recuperación del valor de los terrenos que se encuentran al margen de los arroyos por eliminación de la contaminación por aguas residuales.	El área de influencia beneficiada del estrato medio es de 531,693 m ² y para el estrato bajo de 220,444.	Se incrementará \$71 por m ² en el área de influencia de estrato medio y \$99.6 para el estrato bajo. VAB = \$59.2 millones
Liberación de recursos al evitar enfermedades gastrointestinales relacionadas con la contaminación de los arroyos.	La liberación de recursos se dará al evitar el 30% de los casos totales en Poza Rica.	El ahorro por tratamiento es de: VAB = \$2.3 mill.
Eliminación de molestias a la población en general	Intangible	Intangible

Identificación de Costos:	Quantificación de costos	Valoración de Costos
Costos de inversión	Los costos de inversión incluyen la construcción de 27 km de colectores y 2.7 km del colector principal.	La inversión es de \$55.5 mill.
Costos de mantenimiento	Los costos de mantenimiento son una cuadrilla de 3 personas trabajando 5 días una vez al año.	El valor actual del costo social por mantenimiento es de \$23,031
Costos por molestias	Intangible	Intangible.

VANS = \$ 6,039,851

IV.6 Resultados de la evaluación

A partir de la evaluación realizada se concluye lo siguiente:

El proyecto 1: Aumento en la cobertura de alcantarillado es rentable con un VANS= \$13.2 millones al año 2001. Se recomienda hacer el proyecto.

El Proyecto 2: Colectores que sanearán los arroyos el Maíz y el Mollejo no es rentable, con un VANS = -\$2.8 millones al año 2001. Existen beneficios intangibles por disminución de molestias a la población en general y costos intangibles por molestias de construcción. No se recomienda hacer el proyecto.

Proyecto 3: Colectores que sanearán los arroyos Hueleque y Salsipuedes) es rentable con un VANS = \$6.04 millones al año 2001. Existen beneficios intangibles por disminución de molestias a la población en general y costos intangibles por molestias de construcción. Se recomienda hacer el proyecto.

IV.7 Recomendaciones de la evaluación

Para que queden totalmente saneados los arroyos, se recomienda que se realice un programa complementario de recolección de basura.

Para reducir los contaminantes ajenos a las aguas residuales domésticas, es conveniente aplicar un programa tendiente a disminuir la contaminación.

Realizar un estudio en diferentes épocas del año sobre las áreas de molestias y precios hedónicos

Realizar un proyecto de agua potable para aumentar y eficientizar la cobertura, ya que con esto se potenciará los beneficios por el sistema de alcantarillado.

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evaluación social de proyectos nos permite conocer la efectividad de los mismos, por tanto me referire a dos puntos, el primero que corresponde a la parte técnica, y el segundo a la evaluación.

Primero, las dotaciones propuestas por CNA dan un consumo total anual de 15,545,105 m³, mientras que con las dotaciones obtenidas por el diagnóstico dan 11,435,500 m³, siendo una diferencia del 28% con respecto a los consumos de CNA.

Ahora bien, la pregunta es ¿qué tan real es todo esto?, primero, al revisar la curva de demanda de agua de CNA se observa que el estudio fue hecho hace casi 20 años, las condiciones de disponibilidad de agua eran muy diferentes a las actuales, si observamos, prácticamente todo el territorio nacional tiene el problema de insuficiencia del recurso tanto hoy como en un futuro; sin mencionar que también ha cambiado el aspecto socioeconómico; en conclusión esas dotaciones están elevadas.

Las dotaciones se reflejan para el diseño de proyectos de regulación, distribución, potabilización, etc., los que se están sobredimensionando, lo que se recomienda es hacer estudios de demanda de agua. Además de que este tipo de estudios son muy útiles para conocer algunos otros aspectos de la población como distribución del agua, alternativas de abastecimiento, etc.

Por otro lado, la evaluación de un proyecto tiene varios grados de estudio, en muchos casos la evaluación de un proyecto se hace cuando el proyecto ejecutivo prácticamente se concluye, esto representa para el evaluador poca posibilidad de modificarlo, primero, es tedioso rediseñar un proyecto tan estudiado y desarrollado, representa para los diseñadores una pérdida de tiempo, por lo general no desean hacerlo o bien ponen muchas trabas.

Como se mencionó, la evaluación permite conocer la efectividad del proyecto, por lo que cuando se hace una evaluación socioeconómica y se propone un proyecto es más probable que éste sea más adecuado y efectivo.

Todo esto se podría si desarrollaran los proyectos en conjunto con su evaluación sioeconomica o bien que los proyectos se generen a partir de una evaluación, es decir desde estudios a nivel idea hasta factibilidad.

En el caso específico de proyecto de alcantarillado presentado en este trabajo, se podría redimensionar los proyectos obteniendo una mayor rentabilidad sin embargo para el caso del proyecto 1 no nos garantiza que esta vaya a ser rentable.

Con respecto a éste último, mi recomendación es que no se ejecute, primero, si vemos tendríamos que rediseñar el proyecto ejecutivo de tal forma que abatieramos costos por debajo de 2.8 millones, además de que el estar muy cerca del VANS cero no puede representar un riesgo muy grande ya que con cualquier variable que se mueva podría hacerse negativo.

GLOSARIO

Aguas Residuales: Son aquellas aguas vertidas al alcantarillado o a los colectores de una ciudad o núcleo urbano, están constituidas por agua a la que se han incorporado desechos de las viviendas (domésticas), locales comerciales y establecimientos industriales (no domésticas).

Alcantarillado: Es una red de conductos subterráneos extendidos por toda la zona que tiene por objeto el rápido, eficiente y seguro alejamiento de las aguas residuales que originan daño y molestias a la población.

Atarjeas: Tubería que se instala por los ejes de las calles recogiendo el afluente de descargas de aguas residuales domiciliarias.

Contaminación del Agua: Se dice que una masa de agua está contaminada cuando existe algún tipo de alteración en sus condiciones originales, de tal forma que esa agua queda inutilizada para los usos que estaba destinada inicialmente.

Colectores: Reciben las aportaciones de los subcolectores y atarjeas localizándose en las partes más bajas de la ciudad, esta tubería gobierna el sentido del escurrimiento de la red.

Coliformes: Son microorganismos que descomponen la materia orgánica y como producto final de la descomposición tienden a producir malos olores.

Dragado: Es la extracción de materiales (fango, arena, grava, etc.) del fondo de los ríos, arroyos y/o canales; con el fin de aumentar la profundidad.

Emisor: Conducto con mayores dimensiones que los colectores; en él descargan las aguas de los mismos para conducirlos fuera de las zona urbanizada y depositarlas en el sitio de vertido o planta de tratamiento.

Gavión: Estructura que permite proteger una superficie de un agente erosionante; ésta consiste en una malla que contiene material granulado (piedra de río, grava, etc).

Incrustación: Son depósitos minerales que pueden recubrir las partes internas de tuberías, calderas, etc.

IVAN: (Índice del Valor Actual Neto) Índice de rentabilidad que proporciona información de la riqueza que se obtiene por cada peso invertido del proyecto. Es una herramienta para priorizar proyectos dentro de las restricciones presupuestales. Es el cociente del valor actual neto (VAN) entre el monto total de la inversión.

Lixiviados: Son productos del arrastre de la materia orgánica con concentraciones de elementos químicos y bacteriológicos. Estos se infiltran lentamente hacia las aguas subterráneas que luego pueden ser extraídas para consumo humano.

Maleza: Las plantas se consideran como maleza cuando alteran el equilibrio del ecosistema acuático y causan problemas al reproducirse en gran cantidad.

Oxidación: Proceso de descomposición que afecta la cantidad de oxígeno. En el caso del agua; afecta la cantidad de oxígeno disuelto por la descomposición de la materia orgánica.

Pozos negros: Son sistemas (excavaciones pequeñas) para la evacuación de excretas adoptados por familias de escasos recursos y que no cuentan con el servicio de alcantarillado. Es un sistema inadecuado ya que provoca malos olores, fauna nociva, mala imagen, escurrimientos y propagación de enfermedades. Lo anterior en su conjunto representa condiciones generales de insalubridad y mala calidad de vida de la población.

Pozos de visita: Son excavaciones colocados sobre las tuberías, su acceso es por la superficie de la calle. Su forma es cilíndrica suficientemente amplia para dar

paso a un hombre y para que pueda maniobrar en su interior, además sirve para la ventilación. Su principal papel es facilitar las maniobras de limpieza. Se localizan en los cruces de las calles, en los cambios de dirección y pendientes.

Subcolector: Conductos que reciben las aportaciones de las atarjeas con mayor gasto que éstas que entregan a los colectores.

VAB: (Valor Actual de los Beneficios) Es el valor presente de todos los flujos de beneficios de un proyecto.

VAC: (Valor Actual de los Costos) Es el valor presente de todos los flujos de costos de un proyecto.

VAN: (Valor Actual Neto): Es un criterio de rentabilidad (toma de decisiones) a partir de los flujos del proyecto con información sobre costos y beneficios. Este nos señala el valor presente de todos los flujos del proyecto ya sea positivos o negativos. Un VAN mayor a cero indica que se acepta el proyecto; un VAN igual a cero nos indica que es indiferente entre hacer o no el proyecto; un VAN negativo indica que se debe rechazar el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- **Conteo 1995 del Estado de Veracruz**
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
México, 1995.
- **Biblioproyectos 2 y 3**
Metodologías y Casos Prácticos sobre Evaluación Social de Proyectos.
México: SHCP, BANOBRAS, CEPEP.
- **Chile: MIDEPLAN, Universidad Católica de Chile, CIAPEP**
México, 1997.
- **Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos**
Apuntes sobre Evaluación Social de Proyectos.
Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.
México, 1999.
- **Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos.**
Precio Social de la Divisa, Costo Social de la Mano de Obra, Tasa Social de Descuento; en la Economía Mexicana.
Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.
México, 1995.

-
- **Comisión Municipal de Agua y Saneamiento.**

Sistema de Contabilidad.

Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.

Poza Rica, Ver., México, 1999

- **Diario Oficial de la Federación, varias fechas.**
- **Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.**
- **Comisión Nacional del Agua.**

Talleres de Deimos, S.A. de C.V.

México, D.F.; 1999

- **Facultad de Ingeniería de la UNAM.**

Instalaciones Sanitarias en Edificación.

(Material de Apoyo para Clase).

Universidad Nacional Autónoma de México.

México, 1996.

- **Facultad de Ingeniería de la UNAM.**

Impacto Ambiental.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

México, 1993

- **Miguel Ortiz Olguín.**

La Calidad de las Aguas de Riego.

Universidad Autónoma Chapingo.

México, 1997.

- **Subdirección General de Administración del Agua.**

Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.

Comisión Nacional del Agua.

México, 1999.

- **Ven Te Chow.**

Hidráulica de Canales Abiertos.

Traducción: Juan G. Saldarriaga

Editorial Mc Graw Hill.

México, 1994.

Direcciones Electrónicas

<http://www.banxico.org.mx>

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

<http://www.ccmexico.com.mx/canaco/normas2.html>

<http://www.inegi.gob.mx/basededatos/espanol/bgsimbad.jpg>

<http://www.inegi.gob.mx/difusion/espanol/poblacion/index.html>

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

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

http://www.veracruz_avanza.html

http://www.yosnet.net.mx/personales/bservin/aguas_residuales.html