



Universidad Nacional Autónoma de México
División de Estudios de Posgrado
Facultad de Contaduría y Administración



**LA RENTABILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES EN
SALAMANCA, GUANAJUATO**

T E S I S

**Que para obtener el grado de
Maestra en Finanzas**

Presenta

María Angelica Ramos Uribe

Directora de Tesis: Dra. María Luisa Saavedra García

México, D.F. Julio de 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

| INDICE | PAG. |
|---|-------------|
| I. ANTECEDENTES | 5 |
| I.1 Aspectos principales y tendencias recientes | 5 |
| I.2 Generalidades del municipio de Salamanca | 9 |
| I.2.1 Demografía | 9 |
| I.2.2 Población económicamente activa por sector | 9 |
| I.2.3 Uso actual del suelo | 10 |
| I.2.4 Uso potencial del suelo | 10 |
| I.2.5 Descarga de aguas residuales y aprovechamiento de las mismas | 12 |
| II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 13 |
| II.1 Problema de investigación | 13 |
| II.2 Diagnóstico | 13 |
| II.2.1 Captaciones | 14 |
| II.2.2 Descripción del sistema de agua potable | 14 |
| II.2.3 Alcantarillado | 15 |
| II.2.4 Saneamiento | 16 |
| II.3 Pronóstico | 16 |
| II.4 Pregunta de investigación | 16 |
| II.5 Objetivo principal | 17 |
| II.5.1 Objetivo específico | 17 |
| II.6 Control | 17 |
| II.6.1 Delimitación del área de estudio | 17 |
| III. MARCO DE REFERENCIA | 19 |
| III.1 Localización geográfica | 19 |
| III.1.1 Clima | 19 |
| III.1.2 Temperatura | 20 |
| III.1.3 Precipitación | 20 |
| III.2 Análisis de la demanda | 20 |
| III.2.1 Proyección, población, demanda de agua potable y generación de aguas residuales para proyecto | 20 |
| III.2.2 Descargas de aguas residuales y aprovechamiento de las mismas | 23 |
| III.2.3 Calidad de las aguas residuales | 24 |
| III.3 Análisis de la oferta | 26 |
| III.3.1 Reúso y aprovechamiento del agua residual tratada | 26 |
| III.3.2 Aplicaciones industriales | 26 |
| III.3.3 Agricultura e irrigación | 27 |
| III.3.4 Reúso potable directo e indirecto | 29 |
| III.3.5 Usos urbanos no potables | 30 |
| III.3.6 Usos ambientales y de recreación | 30 |
| III.3.7 Disposición del agua tratada | 30 |
| III.3.8 Usos actuales | 31 |
| III.3.9 Usos potenciales | 31 |
| III.3.10 Uso industrial en RIAMA Y CFE | 32 |
| III.3.11 Otras industrias | 32 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| III.4 | Localización del proyecto | 33 |
| III.5 | Parámetros de diseño del proyecto | 34 |
| III.6 | Proceso de producción | 35 |
| III.6.1 | Descripción del proceso de tratamiento seleccionado | 36 |
| III.7 | Capacidad del proyecto | 38 |
| III.7.1 | Planta de tratamiento de aguas residuales | 38 |
| III.7.2 | Proceso de aguas | 39 |
| III.7.3 | Proceso de lodos | 39 |
| III.7.4 | Obras complementarias | 40 |
| III.8 | Estimación y análisis de los costos de inversión | 43 |
| III.9 | Calendario de inversiones | 44 |
| III.10 | Estimación y análisis de los costos de operación y mantenimiento | 45 |
| III.11 | Fuente de recursos para la inversión | 45 |
| IV | EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO | 47 |
| IV.1 | Identificación y valoración de los beneficios | 47 |
| IV.1.a | Estudio de impacto ambiental | 47 |
| IV.1.a.1 | Normas oficiales mexicanas que rigen el proceso | 48 |
| IV.1.b | Medidas de mitigación de impacto ambiental | 48 |
| IV.2 | Beneficios a la sociedad | 51 |
| IV.3 | Salud | 54 |
| V | ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO | 57 |
| V.1 | Identificación y valoración de los beneficios | 57 |
| V.1.a | Ingresos por venta de agua a CFE | 57 |
| V.1.b | Costo de oportunidad del terreno de la PTAR | 58 |
| V.1.c | Identificación y valoración de los costos | 58 |
| V.1.d | Cálculo de la rentabilidad del proyecto | 60 |
| VI | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD | 61 |
| VI.1 | Sensibilidad del VANS | 61 |
| VI.2 | Sensibilidad de la TIRS | 63 |
| VII | CONCLUSIONES | 64 |
| VIII | BIBLIOGRAFÍA | 66 |
| IX | ANEXOS | 68 |

AGRADECIMIENTOS

A JEHOVÁ DIOS, por permitirme existir y poder lograr una meta más en mi vida, gracias a su misericordia.

A la Facultad de Contaduría y Administración, División de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por acogerme en sus aulas y permitirme lograr esta meta.

A la Comisión Nacional del Agua, Magna Institución que me brindó la oportunidad de ampliar mis conocimientos, que se preocupa por la capacitación de su personal; Institución de la cual estoy muy orgullosa de formar parte.

Al Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Salamanca (SMAPAS), Guanajuato, por permitirme formar parte de este gran proyecto.

A la DRA. MARÍA LUISA SAAVEDRA GARCÍA, por su gran apoyo, tiempo y dedicación en su asesoría de esta tesis.

A mis queridísimos maestros, que me brindaron sus conocimientos, con toda paciencia y dedicación.

A los Ingenieros Rogelio García Flores y María de Lourdes Morales Velázquez, que me brindaron su tiempo en proporcionarme información de la Comisión Nacional del Agua, sobre el desarrollo del proyecto.

A mis sinodales: por sus valiosas aportaciones a este trabajo.

DEDICATORIAS

A mi madre ENEDINA URIBE TOVILLA, por su apoyo incondicional, callado y perseverante, con sus suplicas a DIOS para darme la sabiduría que requiero para lograr mis metas.

A mi hermana LAURA, quien siempre fue la fuerza que me impulsó a seguir adelante en mi carrera.

A mis hijos EDUARDO ENRIQUE Y MARÍA JOSÉ, mis motores para querer superarme.

A mi sobrina ANGELICA, porque sin su apoyo, no hubiera tenido el tiempo suficiente para lograr esta meta.

A mi esposo FERNANDO, lo he dejado al final, por ser el pilar más importante y fuerte, quien con su paciencia, me dio el tiempo y confianza de seguir adelante.

A todos, mi agradecimiento infinito.

I. ANTECEDENTES

I.1 Aspectos principales y tendencias recientes

a. La participación de México en el V Foro Mundial del Agua (Estambul Turquía)

El objetivo principal es atraer conocimiento de vanguardia para impulsar el desarrollo de nuestro sector hídrico, incluyendo el análisis de diferentes esquemas financieros exitosos y el empleo de energías alternativas.

Captar inversiones para la construcción de las grandes obras previstas, y considerando la participación en el foro de instituciones financieras y de fomento, como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo que son los principales que han financiado al Gobierno de México en materia de agua.

Presentar los proyectos y obras que se llevan a cabo y se realizarán en el futuro próximo en materia hídrica, dando a conocer los proyectos a desarrollar contemplados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 (PNH) como: ordenamiento territorial, financiamiento, **Saneamiento**, adaptación, estadísticas vinculadas al agua y aprovechamiento de agua de lluvia, entre otros.

México participó en mesas de trabajo con muchos países, presidiendo con Holanda la mesa de cambio climático, como consecuencia de las experiencias anteriores obtenidas en foros pasados, y como anfitrión del IV Foro Mundial del Agua.

b. La infraestructura, fundamental para hacer frente a la crisis financiera internacional

En un evento celebrado en el Palacio de Minería en 2008, el Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM) presentó el Fideicomiso para el Impulso de la Ingeniería y el Portal de la Ingeniería (Ingenet), con lo que se busca *impulsar la construcción de la infraestructura* que requiere el país y mitigar los efectos de la crisis financiera internacional.

El presidente del CICM, Luis Zárate Rocha, informó que el Fideicomiso contará en una primera etapa con recursos por 100 millones de pesos, de los cuales 51 por ciento lo aportarán las empresas constructoras mexicanas y el 49 por ciento restante provendrá del Fondo Nacional de Infraestructura (Fonadin) del gobierno federal.

Agregó que este Fideicomiso será un instrumento muy importante para desarrollar los proyectos contemplados en el Programa Nacional de Infraestructura, para lo cual se dará prioridad a obras con alto impacto social.

En su intervención, el Secretario de Hacienda, Agustín Carstens Carstens, señaló que para mitigar los efectos de la crisis, el país cuenta con una inversión histórica en infraestructura, la cual alcanzará su nivel más alto en los últimos 20 años con cinco puntos del Producto Interno Bruto.

“La infraestructura nos sirve para atender la coyuntura, en el sentido de crear empleo, de impulsar la economía, pero también sentar las bases para tener una economía más competitiva, lo cual a la postre alimentará y le dará sustento a un crecimiento económico más acelerado”.

Precisó que para el sector hidráulico se destinarán 33 mil millones de pesos para el ejercicio 2009.

El titular de Hacienda indicó que el gasto programable para 2009 representa un crecimiento en términos reales de más de 30 por ciento, que también es un incremento que no se había visto en varias décadas en el país, y la participación de la infraestructura ha ido creciendo en los últimos tres presupuestos.

Por su parte, el Presidente Vitalicio del Consejo de Administración del Grupo Carso, Carlos Slim Helú, manifestó su beneplácito por los esfuerzos que lleva a cabo el gobierno federal y apoyó las medidas anticíclicas anunciadas por el presidente Felipe Calderón Hinojosa. Asimismo, reconoció el trabajo de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) para abatir el rezago que existía en materia de **saneamiento de aguas residuales**.

c. México como anfitrión del IV Foro Mundial del Agua

Como uno de los objetivos de México, analizado en el IV Foro Mundial del Agua, “Desarrollo del Milenio 7”, para alcanzar la meta 10 de dicho objetivo en 2015, relacionado con el agua y saneamiento, se deben hacer mayores esfuerzos financieros. En muchos casos, el problema no es la falta de recursos hídricos; en países del África subsahariana o en América Latina, donde abunda el agua, entre la mitad y un cuarto de la población no tiene acceso al agua potable, mientras que algunos países áridos, el 100% de la población cuenta con estos servicios.

El problema es sobre todo institucional, financiero, técnico y político. Como lo subrayó Pedro Arrojo, presidente de la fundación para una nueva cultura del agua, para proporcionar servicios de agua y saneamiento se necesitan recursos financieros y una fuerte voluntad política a todos los niveles.

Durante la introducción a la Mesa Redonda del Foro, Ángel Gurría, Secretario General del OCDE (Organization for Economic Cooperation and the Development), mencionó que aunque se han adoptado prácticas y compromisos, en realidad no ha habido un incremento en los flujos financieros.

Financiar el agua no solamente significa aumentar los servicios, sino que también es necesario crear las condiciones correctas en el lado de la demanda para atraer el dinero y usarlo de la mejor manera posible. Este nuevo enfoque, basado en el lado de la demanda, revela la necesidad de un fortalecimiento de las autoridades locales a través del fortalecimiento de capacidades para la estructuración y desarrollo de proyectos, así como para su administración financiera. El objetivo de transferir poderes y recursos fiscales a los actores locales es que sean más solventes, capaces de diseñar proyectos y dirigir los servicios hídricos de manera eficiente.

Hechos y cifras sobre el financiamiento del agua

- Se calcula que la inversión mundial actual en agua y saneamiento (WSS) (excluyendo tratamiento de aguas residuales) en países en desarrollo oscila entre 14,000 y 16,000 millones de dólares al año (JMP "Informe global de evaluación de WSS 2000).
- Los costos estimados para lograr objetivos de desarrollo del milenio relacionados con el agua para 2015 varían entre 9,000 y 30,000 millones de dólares al año (Estableciendo el costo de la meta 10 del objetivo de desarrollo del milenio 7 sobre suministro de agua y saneamiento, Consejo Mundial del Agua 2006).
- La Asistencia Oficial para el Desarrollo (ODA) para el sector del agua*, aumentó ligeramente, de 2,600 a 3,400 millones de dólares entre 1990 y 2002.
- En 2004, los compromisos de la ODA para el agua* aumentaron a 4,500 millones de dólares.
- Los compromisos anuales de la ODA para infraestructura hidráulica mayor han caído de 3,000 millones de dólares a principios de los noventa a 1,500 millones de dólares a principios de 2000.¹

Nota:*El término ODA para el agua se refiere a suministro de agua y saneamiento, manejo de recursos y algunos otros temas, como capacitación, pero no incluye infraestructura mayor, como presas o sistemas de riego.

El apoderamiento de los actores locales requiere de la coordinación de varios órdenes de gobierno.

El apoderamiento de las comunidades o de las autoridades locales plantea el problema de coordinar los diferentes órdenes de gobierno. Si los servicios de agua son responsabilidad municipal, pero la asignación y distribución del agua son una facultad federal o estatal, se puede apoderar a las autoridades municipales o sus asociaciones públicas-privadas para proveer el servicio de agua potable y tratamiento, pero no necesariamente para que solucionen problemas ambientales o de manejo de riesgos.

Las autoridades locales apoderadas también deben tomar en cuenta las perspectivas transversales en las políticas públicas, puesto que la política del agua está inmersa en una política nacional de desarrollo más general e incluso en las políticas de desarrollo regional.²

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, constituye el instrumento base de planeación del Ejecutivo Federal, es el instrumento rector de toda la acción pública federal y da origen a los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales para cada sector especificando objetivos, metas, estrategias y políticas.

Reconoce el valor esencial que tiene el agua como elemento estratégico y de seguridad nacional para el desarrollo social y económico del país, asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable, es decir, que todos los mexicanos tengamos una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras.

Por ello, el adecuado manejo y preservación del agua cobra un papel fundamental, dada su importancia en el bienestar social, el *desarrollo económico* y la preservación de la riqueza ecológica de nuestro país, ya que se considera recurso estratégico y de seguridad nacional.

En el desarrollo económico, el agua es un insumo en las actividades productivas, como la agricultura, la generación de energía eléctrica, el turismo y la industria.

Bajo estas premisas de desarrolló El Programa Nacional Hídrico (PNH) que constituye el instrumento rector de la política hídrica en México, el cual tienen como *Visión* del país en torno al agua, deseamos ser una nación que cuente con agua en cantidad y calidad suficiente, que

¹ Asistencia Oficial para el Desarrollo de 1990 a 2004- Cifras y tendencias, WWC 2006.

² Síntesis del IV Foro Mundial del Agua, editado por Conagua 2006.

reconozca su valor estratégico, la utilice de manera eficiente y proteja los cuerpos de agua, para garantizar un desarrollo sustentable y preservar el medio ambiente.³

Al 31 de diciembre de 2006, había un inventario nacional de plantas de tratamiento de aguas residuales en operación de 1,593, sin considerar quien las haya construido o las opere, al finalizar el año 2000 existían registradas en el país 793 plantas municipales de tratamiento en operación, con una capacidad total instalada de 68,970 l/s, mismas que daban tratamiento a 1,593 instalaciones, con una capacidad instalada de 99,764.19 l/s y un caudal tratado de 74,388.29 l/s, esto significa que en 6 años de gestión, el caudal nacional de agua residual tratada se incrementó 61.97%, los avances logrados en 2006 permitieron cumplir y superar la meta comprometida de 36% de cobertura de tratamiento, alcanzando 36.1% a nivel nacional, para 2007, en 2007 se incrementó a 79,700 l/s, el caudal de aguas residuales tratadas, con lo cual se cubrió el 38.5%.

Existen diferentes procesos de plantas de tratamiento de aguas residuales, aquí se muestran los esquemas más comunes que se utilizan en diversas plantas del país:

- **Lodos activados :este es el que se utilizará en el presente proyecto**
- Lagunas de estabilización
- Zanjas de oxidación
- Filtros biológicos
- Dual
- Primario avanzado
- Lagunas aireadas
- Rafa o Wasb

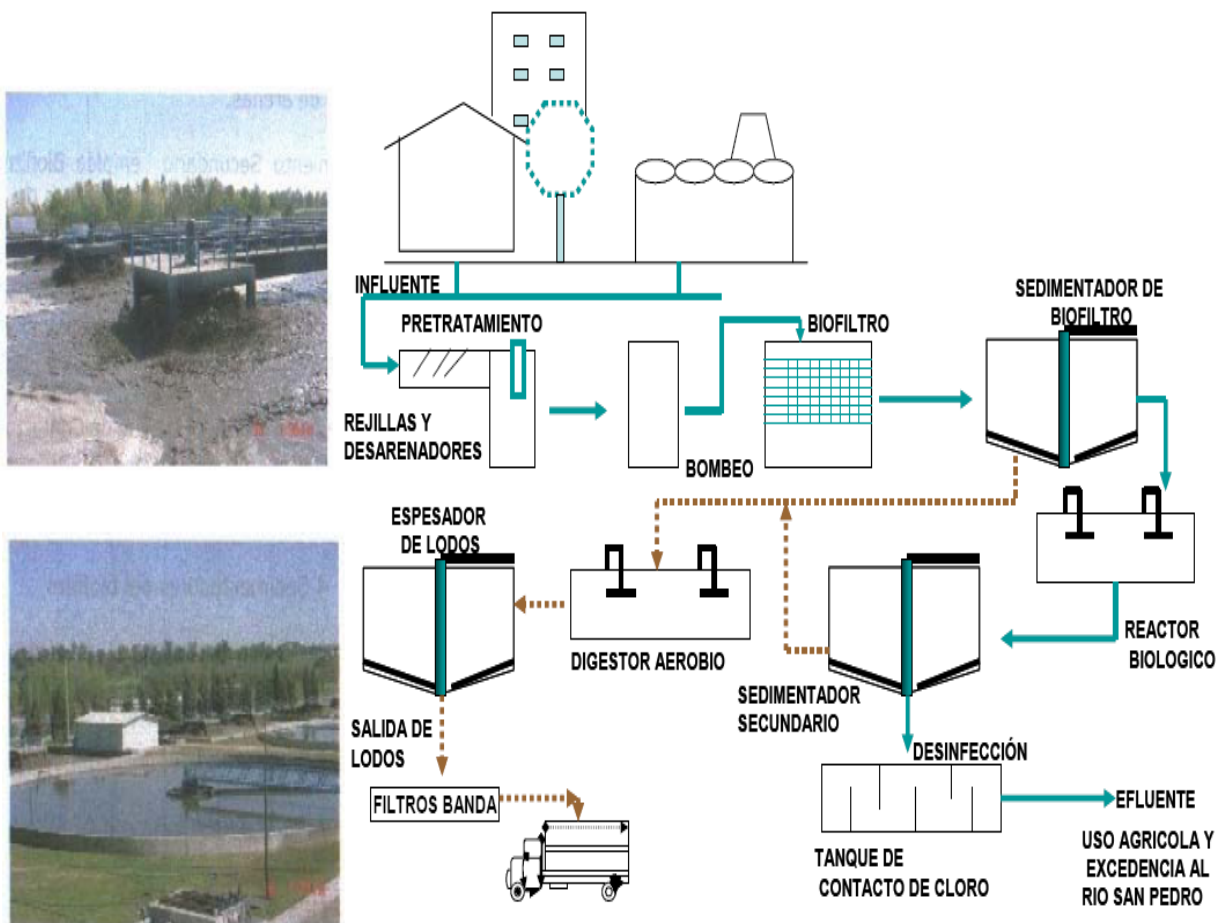
En el siguiente esquema se muestra el proceso dual: (figura 1)

³ Programa Nacional Hídrico 2007-2012 (Conagua)

DUAL (BIOFILTROS – LODOS ACTIVADOS)

PLANTA : AGUASCALIENTES, AGS.

CAPACIDAD : 2,000 l/s



RESUMEN DEL INVENTARIO NACIONAL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN OPERACIÓN

| ESTADO | No. DE PLANTAS | CAPACIDAD INSTALADA l/s | CAPACIDAD TRATADA l/s |
|----------------------|----------------|-------------------------|-----------------------|
| AGUAS CALIENTES | 101 | 3,722.70 | 3,288.33 |
| BAJA CALIFORNIA | 28 | 6,411.70 | 4,442.07 |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 16 | 1,105.20 | 823.50 |
| CAMPECHE | 10 | 81.50 | 47.30 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 13 | 3,463.00 | 2,753.00 |
| COLIMA | 47 | 685.50 | 382.30 |
| CHIAPAS | 11 | 1,109.20 | 953.20 |
| CHIHUAHUA | 116 | 7,976.20 | 6,241.55 |
| DISTRITO FEDERAL | 30 | 6,543.00 | 3,525.00 |
| DURANGO | 138 | 3,465.67 | 2,552.93 |
| GUANAJUATO | 36 | 4,928.50 | 3,691.50 |
| GUERRERO | 33 | 3,211.00 | 1,800.70 |

| | | | |
|-----------------------|--------------|------------------|------------------|
| HIDALGO | 8 | 56.50 | 49.70 |
| JALISCO | 95 | 3,421.50 | 3,275.60 |
| MÉXICO | 78 | 7,295.20 | 4,733.30 |
| MICHOACÁN DE OCAMPO | 21 | 1,529.00 | 1,043.60 |
| MORELOS | 22 | 1,253.20 | 1,013.10 |
| NAYARIT | 59 | 1,899.63 | 1,173.40 |
| NUEVO LEÓN | 61 | 13,091.00 | 11,102.20 |
| OAXACA | 56 | 868.00 | 660.80 |
| PUEBLA | 82 | 3,116.59 | 2,421.09 |
| QUERÉTARO DE ARTEAGA | 63 | 1,001.00 | 774.10 |
| QUINTANA ROO | 29 | 2,076.50 | 1,600.90 |
| SAN LUIS POTOSÍ | 12 | 1,987.40 | 1,300.40 |
| SINALOA | 107 | 4,794.07 | 3,818.73 |
| SONORA | 66 | 3,750.38 | 2,581.10 |
| TABASCO | 60 | 1,462.00 | 1,207.30 |
| TAMAULIPAS | 33 | 3,435.75 | 3,444.14 |
| TLAXCALA | 39 | 1,030.28 | 744.53 |
| VERACRUZ/LLAVE | 86 | 4,530.62 | 2,533.82 |
| YUCATÁN | 12 | 76.50 | 66.50 |
| ZACATECAS | 25 | 385.90 | 342.60 |
| TOTAL NACIONAL | 1,593 | 99,764.19 | 74,388.29 |

Fuente: Comisión Nacional del Agua

I.2 Generalidades del municipio de Salamanca

I.2.1 Demografía

Las tasas de crecimiento del municipio y de la ciudad de Salamanca han sido similares en los últimos 20 años. El crecimiento de la población urbana es muy bajo en el período 1995-2005 según los datos señalados por el INEGI, para el municipio una tasa del 0.17% y en la cabecera municipal de 0.50%.

De acuerdo a datos del Comité Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Salamanca (CMAPAS) en el año de 1999, el número de usuarios domésticos era de 28,698 con una cobertura del 96% y un hacinamiento que puede variar en un rango de 4.75 a 4.46, la población en 1999 era entre 141,995 y 133,326 habitantes. Dado que la población señalada por INEGI para la zona urbana de Salamanca se encuentra en ese rango y además de ser el dato oficial, se considerará una población de 137,000 en el año 2005 para la zona urbana de Salamanca, mientras que la población total del municipio era de 226,654 habitantes, por lo que la población rural es de 89,654 habitantes.

I.2.2. Población Económicamente Activa por Sector











El XII Censo General de Población y Vivienda del INEGI señala que en el municipio de Salamanca se contaba en el año 2005 con un población de 226,654 habitantes, de los cuales el 72.45% es Población Económicamente Activa. De la PEA, el 40.69% es población ocupada, 0.89% población desocupada y 0.39% no específica. Los principales grupos de Población Económicamente Inactiva que componen el 58.03% de la población total, son las personas dedicadas a los quehaceres del hogar y las personas que tienen otro tipo de actividad diferente a la de estudiantes, amas de casa, jubilados y pensionados, e incapacitados.

De acuerdo a los Censos del INEGI 1990 y 2000, las actividades que se mantuvieron sin crecimiento son la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza, la manufactura (en donde casi el 50% corresponde a la industria de transformación del petróleo), servicios financieros y seguros y minería. Las actividades que aumentaron el número de empleados en forma considerable son el transporte y comunicación, servicios profesionales y técnicos, la construcción, el comercio, los servicios de hoteles y restaurantes y en gobierno. Solamente el número de empleos en servicios de salud y asistencia disminuyeron.

I.2.3. Uso actual del suelo.

Según la descripción del Plan de Ordenamiento de Salamanca vigente, la ciudad cuenta con una superficie urbana de 2469.8 has siendo los usos predominantes, el habitacional con 34.1%, el industrial con 17 % y cultivos con 12.6% del total de la superficie urbana (datos actualizados por levantamiento de campo). Las vialidades representan el 19.2% y las vías de ferrocarril con su respectivo derecho vía apenas el 1%. En la figura 2 se muestra la distribución espacial del uso del suelo.

Uso actual del suelo en la ciudad de Salamanca (figura 2)

| | Has. | % |
|--|-------------------|-------------|
|  HABITACIÓN | 842.7 | 34.1 |
|  INDUSTRIA | 418.9 | 17.0 |
|  COMERCIO/SERVICIOS | 93.4 | 3.8 |
|  RECREACIÓN ÁREA VERDE PÚBLICA | 93.2 | 3.8 |
|  RECREACIÓN ÁREA VERDE RESTRINGIDA | 40.8 | 1.7 |
|  EQUIPAMIENTO | 92.8 | 3.8 |
|  BALDÍOS | 76.2 | 3.1 |
|  CULTIVOS | 313.9 | 12.7 |
|  VIALIDAD | 473.3 | 19.2 |
|  FF.CC. | 24.6 | 1.0 |
| Total: | 2469.8 ha. | 100% |

Fuente: Plan de Ordenamiento de Salamanca

I.2.4. Uso potencial del suelo.

De acuerdo al Plan de Ordenamiento urbano, el esquema de desarrollo planteado orienta el crecimiento de la mancha urbana en sentido norponiente y poniente, fundamentalmente por ser las zonas más apropiadas para el crecimiento urbano (véase. Figura 3). Se busca incrementar el área verde per cápita, mediante la incorporación de nuevas áreas verdes al poniente de la ciudad, como una continuidad del parque ecológico para rematar con el cerro de La Cal; otra área verde nueva se ubica al norte en la zona de crecimiento; una tercera área verde que se anexa es la ubicada al oriente de la mancha urbana; y finalmente en la periferia de la RIAMA (Refinería Ing. Antonio M. Amor PEMEX) se busca la conformación de una franja de amortiguamiento, mediante la incorporación como áreas verdes, de predios cuyo uso actual es de cultivo o se encuentran baldíos. [Plan de Ordenamiento].

Uso potencial del suelo en la ciudad de Salamanca (figura 3)



Fuente: Plan de Ordenamiento de Salamanca

En la misma zona periférica a la RIAMA, se ha asignado un uso de suelo que permite el emplazamiento de industria pequeña y de talleres de mantenimiento industrial, a fin de propiciar la consolidación de la zona como franja de transición entre la gran industria y la zona habitacional, como una medida de mitigación de riesgos para la población residente. Esta medida busca alentar a dicha población a buscar una nueva localización y capitalizar la opción de un uso industrial para la generación de empleo. [Plan de Ordenamiento].

La política de impulso y desarrollo de las actividades comerciales y de servicios para arraigar el consumo, se concretará mediante la consolidación del centro urbano y los corredores comerciales y de servicios en las siguientes vialidades: [Plan de Ordenamiento].

- Faja de Oro
- Prolongación Valle de Santiago
- Av. Tenixtepec
- Miguel Hidalgo / Morelos
- Comunicación Norte
- León
- Cazadora
- Manuel Doblado
- Obregón Sur

Los asentamientos irregulares existentes en el municipio se concentran en la parte sur-oriental de la mancha urbana, sobre tierras ejidales, la forma anárquica en que se da este asentamiento no le permite integrarse al resto de la mancha urbana. [Plan de Ordenamiento]

Las zonas agrícolas en el municipio de Salamanca son potencialmente productivas ya que son praderas cultivables mediante medios mecanizados en forma continua en caso de haber

disponibilidad de agua [Anuario, 2001], así como para el desarrollo de vida silvestre, forestal y práticamente [Carta Uso Potable, 1979] Considerando lo anterior, el tratamiento de las aguas residuales urbanas puede generar agua de riego disponible y con esto una continuidad en los cultivos.

Cobertura de Agua Potable.- Actualmente la cabecera del municipio de Salamanca cuenta con una cobertura de agua potable del 96% (Plan Maestro).

Por otro lado, en zonas áridas donde las temperaturas extremas y la baja humedad resultan en altos índices de Evapotranspiración (ET). La Evapotranspiración se refiere al agua perdida a través de la evaporación de cuerpos de agua de suelos y superficies, así como por la transpiración de plantas. El agua usada para irrigación puede variar enormemente en calidad dependiendo del tipo y cantidad de sales disueltas. La consecuencia de la Evapotranspiración es la acumulación de sal en el suelo, la cual tiende a acumularse en el perfil del suelo. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo, tales como el grado de dispersión de las partículas del suelo, estabilidad de los agregados, estructura del suelo, y permeabilidad, son sensibles al tipo de iones intercambiables presentes en el agua de irrigación. Por lo tanto, cuando se planea la irrigación con aguas residuales tratadas, se deben considerar las propiedades del suelo y de las siembras. Los problemas, de cualquier manera, no son diferentes a aquellos causados por salinidad o trazas de elementos en el agua, y son causa de preocupación sólo si éstos restringen el uso del agua o si requieren algún manejo especial para mantener siembras aceptables.

I.2.5. Descarga de aguas residuales y aprovechamiento de las mismas.

De acuerdo a información proporcionada por el CMAPAS, en base a los volúmenes de agua usados en la ciudad de Salamanca, se estima que el 86.87% del agua residual que llega a la red de alcantarillado es del tipo doméstico, mientras que el 7.08% es del tipo comercial y el 6.05% de tipo industrial.

El agua residual recolectada a través del sistema de alcantarillado es vertida en dos cuerpos receptores: el Río Lerma y el Dren Sardinias. Aunque en términos de cobertura de alcantarillado la ciudad de Salamanca cuenta con alrededor del 90% del área habitada. Es necesario que el agua residual de la ciudad que se vierte sin tratar, sea transportada al sitio de la PTAR para su tratamiento y posterior reúso y/o disposición.

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Problema de investigación

En la actualidad, no existe un modelo de Planeación Financiera que haga rentable las plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en el país (PTAR), porque todas son subsidiadas por el Gobierno Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), y se construyen derivado de compromisos presidenciales, problemas sociales o desastres naturales, previendo solventar problemas sociales a corto plazo y al no considerar la planeación a largo plazo, la operación y administración de las PTAR's, por falta de recursos se vuelve complicada, dado que los subsidios no son suficientes para la operación y administración de las Plantas de Tratamiento y los usuarios no aportan lo que les corresponde para una buena operación y administración, ello ha ocasionado que muchas Plantas de Tratamiento en el País no están operando o definitivamente están en completo abandono, es una infraestructura inservible, porque con el tiempo se deteriora y los recursos utilizados en su construcción, son recursos tirados a la basura, la problemática general en México, es la falta de inversión y se ha visto que con el paso del tiempo, las inversiones en el sector hídrico, específicamente agua potable y saneamiento ha ido disminuyendo considerablemente.

La deficiencia en la gestión y planeación a mediano y largo plazo, problemas sociales, politización de los programas, rigidez en los sistemas de financiamiento, todo eso ha hecho que el 100% de las PTAR construidas y que están operando, son financiadas por el gobierno, sin realizar un estudio previo que permita garantizar su operación, administración adecuada y rentabilidad, ya no digamos sin recurrir al subsidio, más bien, para lograr la adecuada operación y administración, logrando el objetivo y metas para lo cual fueron construidas.

II.2. Diagnóstico

En la ciudad de Salamanca, Guanajuato, las descargas existentes en la red de alcantarillado son predominantemente domésticas. Las industrias con altos consumos de agua, descargan sus aguas residuales tratadas, directamente al río Lerma.

Dentro del proyecto integral de saneamiento de la ciudad de Salamanca, existen deficiencias para llevar las aguas crudas hacia el sitio de la planta de tratamiento de aguas residuales.

La cobertura actual del servicio de agua potable en la cabecera municipal es del 96%, la superficie actual de la mancha urbana es de 1389.9 ha. A julio del año 2005, se tienen registradas 40,175 tomas totales, dentro de las cuales existe la siguiente clasificación:⁴

- 37,587 son domésticas
- 1,942 son comerciales
- 494 son industriales.
- 152 son públicas y comunitarias

Tabla 2.2.1.- Usuarios del CMAPAS

| USUARIOS 2006 | TOMAS | M3/MES/USUARIO | DOTACIÓN ANUAL M3 | APORTACIÓN ANUAL M3/AÑO |
|--------------------|--------|----------------|----------------------|----------------------------|
| Domésticas | 37,587 | 6,547,585.95 | 8,923,890.50 | 7,585,307.02 |
| Comerciales | 1,942 | 1,276,804.00 | 1,627,652.77 | 1,383,504.85 |

⁴ Información proporcionada por CMAPAS Salamanca

| | | | | |
|-----------------------|---------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Industriales | 494 | 334,421.00 | 462,589.54 | 393,201.11 |
| Públicas | 59 | 91,880.87 | 124,291.30 | 105,647.61 |
| comunitarias | 93 | 218,400.00 | 304,025.60 | 258,421.76 |
| | 40,175 | 8,469,091.82 | 11,442,449.71 | 9,726,082.35 |
| Litros/segundo | | | 362,84 | 308,41 |

Fuente: CMAPAS

Las características más importantes de la infraestructura de agua potable se describen a continuación.

II.2.1. Captaciones

Se tiene un sistema de 25 pozos profundos, con gastos que varían entre 5 y 40 l/s y sus niveles dinámicos que varían entre 150-300 metros. En el plano denominado Infraestructura actual se presenta la localización de las distintas fuentes de abastecimiento de la ciudad.

La capacidad instalada es de 571.4 l/s mientras que la producción promedio debida a los horarios de tandeo es 452.1 l/s. En cada una de las fuentes de abastecimiento se tiene como único medio de potabilización, la inyección de hipoclorito de sodio en forma líquida y gaseosa.

Para la regulación y almacenamiento se cuenta con veinte tanques elevados (estructuras metálicas de formas cilíndricas e hiperbólicas) en el sistema, de los cuales tres se encuentran fuera de servicio debido a la alta corrosión que tienen internamente. Debido a que la política de operación es con bombeo directo a la red con excedencias a tanque, el empleo de los almacenamientos se minimiza. La capacidad instalada en operación es de 3,833 m³ y la capacidad total es 4,149 m³.

II.2.2. Descripción del Sistema de Agua Potable

El sistema se encuentra dividido en seis zonas básicamente por ubicación de la fuente de captación.

- ◆ La zona 1 Norte se abastece con los pozos 33 (Col. Albino García), Pozo 25 (Col. El Vergel), Pozo 18 (Col. Infonavit III), Pozo 15 (Fracc. El Monte) y Pozo 16 (Col. Las Reynas), cuya capacidad instalada en el sector es de 79 l/s y la producción promedio de 56.33 l/s.
- ◆ La zona 2 denominada Centro se abastece con los Pozos 1 (Entre calles Naranjos y Faja de Oro), Pozo 2 (entre calles Guerrero y Tomasa Estévez), Pozo 17 (entre calles de Felipe Ángeles y San Antonio), cuya capacidad instalada en el sector es de 98 l/s.
- ◆ La zona 3 Oriente se abastece con los Pozos 4 (Col. Nativitas) y el Pozo 24 (Col. Jardines del Sol), cuya capacidad instalada en el sector es de 39 l/s.
- ◆ La zona 4 Suroriente se abastece con los Pozos 26 (entre calles Moroleón y Martes), Pozo 28 (conocido como Olimpo, entre calles de Iturbide y Enero), Pozo 29 (conocido como El Paraíso, entre calles de Viernes y Enero), cuya capacidad instalada en el sector es de 63 l/s y la producción promedio de 63 l/s.
- ◆ La zona 5 sur-poniente se abastece con los Pozos 6 (conocido como Del Parque, entre calles Yuriria y Manga), Pozo 13 (conocido como Salamanca, entre calles de Salamanca y 20 de Noviembre), Pozo 21 (entre calles Francisco Torres y Eduardo Soto Inés) y el Pozo 22 (conocido como Humanista I, entre calles Juan Rojas y Eduardo Soto Inés), cuya capacidad instalada en el sector es de 83 l/s. y la producción promedio de 45.13 l/s.
- ◆ La zona 6 Poniente se abastece con los Pozos 3 (conocido como San Pedro, entre calles Arnulfo Delgado y José Ma. Morelos), Pozo 9 (conocido como Centro Cívico, en las instalaciones de la

feria), Pozo 10 (cerca de la Esc. Sec. Tec. No. 7), Pozo 14 (en la calle Rinconada de San Pedro), Pozo 27 (conocido como Las Estancias, localizado en el Blvd. Las Estancias) y el Pozo 30 (Col. 1910), cuya capacidad instalada en el sector es de 149.40 l/s. y la producción promedio de 100.70 l/s.

Los pozos de PEMEX que aportan agua a la red de suministro de aguas potable de la ciudad de Salamanca son los pozos 8 y 20 que en conjunto tienen una capacidad instalada de 60 l/s con 20 hrs de operación.

La red de distribución cubre un alto porcentaje de la mancha urbana y ha ido creciendo de acuerdo con la población, existiendo zonas muy viejas con material de asbesto cemento principalmente en toda la zona centro. En las colonias de reciente creación las tuberías son de PVC. Originando problemas de operación por la antigüedad de las tuberías que rebasan los 30 años de servicio.

El sistema de distribución cuenta con un total de 28 Km de tubería con diámetros de 2", 2½", 3", 4", 6" y 8" de diámetro y un área servida de 1,369.90 ha.

II.2.3. Alcantarillado

La localidad de Salamanca respecto al sistema de alcantarillado cuenta con una cobertura del 90% y, aunque fue diseñado como drenaje separado de las aguas pluviales, capta un porcentaje importante de aguas de lluvia ya que existen bocas de tormenta, coladeras de piso y banquetas distribuidas sobre todo en la zona centro.

El sistema de alcantarillado sanitario se divide en dos zonas:

- ◆ Zona Norte (Colector Marginal del Dren Sardinas)
- ◆ Zona Río Lerma

La primera está integrada por el colector marginal Sardinas que inicia al oriente de esa zona con las aportaciones de las Albino García, Sardinas, El Vergel, Las Reynas, Unidad Habitacional Humanista II, Las Torres, Campestre, La Herradura, Unidad Hab. Primavera I, Ampliación Primavera II, Infonavit III, San Jacinto, Nova, Ampliación Bellavista, Residencia del Monte, El Monte, Pradera del Sol, Las Granjas, Fco. Villa, Las Américas, Lázaro Cárdenas, Villa Verde, Valle Dorado, El Ciprés, Artillero Felipe Ángeles, 1910, Guadalupe, Tomasa Estévez, El Durazno y 12 de Octubre; estas colonias tienen como sitio de vertido final el canal Sardinas, la cual descarga sin tratamiento previo al mismo.

Este colector está ubicado en el hombro norte del canal, debido a que el mayor número de colonias se encuentra en esa área, este colector tiene la finalidad de sanear el canal en las inmediaciones de la zona urbana.

La segunda zona denominada Río Lerma, es una red de colectores que vierten sus aguas directamente al Río Lerma o a través de los cárcamos de bombeo que se encuentran en las márgenes del río y que tienen la función de descargar las aguas residuales en caso de niveles altos del cuerpo receptor. Existen tres Cárcamos de Bombeo (CB-1, CB-2 y CB-3) que bombean agua del sistema de recolección de la ciudad a la PTAR de RIAMA. Actualmente solo CB-1 y CB-3 están en funcionamiento, y reciben las descargas de los colectores Castellanos, Morelos, Bellavista y Revolución.

La longitud aproximada de las redes es de 283,923 m, con diámetros que van de 15 cm hasta 285 cm con 28,424 conexiones de uso doméstico, 1,246 de uso comercial y 425 de uso industrial.

Debido a la topografía del lugar existen tuberías con pendientes muy bajas, y en épocas de lluvias se presentan problemas de capacidad, problema que se ve agravado porque las descargas domiciliarias combinan el drenaje sanitario con el agua de lluvia y se convierte al sistema en combinado. Esto trae como consecuencia que se presenten rebosamientos e inundaciones a lo largo de la localidad.

El sistema de drenaje pluvial es nominalmente por escurrimiento superficial a lo largo de las calles, para conducir el agua directamente a los cauces naturales, teniéndose en algunos sitios estructuras específicas, tales como coladeras pluviales de piso, bocas de tormenta.

Respecto a la red de alcantarillado pluvial, se está reforzando su red de colectores, debido a que no se tiene la capacidad suficiente para el desalojo de estas aguas, los puntos de descarga serán directamente al Río Lerma.

II.2.4. Saneamiento

Actualmente la única infraestructura de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad se encuentra en la Refinería Ing. Antonio M. Amor (RIAMA). La PTAR de RIAMA trata las aguas residuales urbanas debido a un acuerdo suscitado en abril de 1980 entre el gobierno del Estado de Guanajuato y RIAMA, en donde señala que PEMEX puede bombear agua residual del sistema de recolección de la ciudad de Salamanca hacia su planta de tratamiento para usar agua tratada en sus procesos. Solo una fracción del agua residual generada en la ciudad es bombeada a la PTAR de PEMEX (130-140 l/s), por lo que existen descargas sin tratamiento de aguas residuales al Río Lerma, que cruza la mancha urbana, ocasionando un deterioro en el medio ambiente y una gran contaminación en los sitios de vertido⁵.

II.3 Pronóstico

Derivado del mal aprovechamiento de las aguas, el acelerado crecimiento de la población, la falta de cultura del agua, la contaminación de los mantos acuíferos, y la mala distribución del vital líquido, han sido unos de los temas más preocupantes del Gobierno Federal, por ello, se ha plasmado como uno de los objetivos prioritarios del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y del Programa Nacional Hídrico (PNH), el saneamiento de las aguas, para ello se ha programado construir 125 Plantas de Tratamiento (PTAR) en el periodo 2007-2012, sin embargo, la construcción de las PTAR's, no es la solución del problema, porque con solo la construcción de PTAR's y otros, no se logra el saneamiento total de las aguas, es necesario crear un modelo de planeación financiera que haga que las plantas de tratamiento sean autosuficientes, y no dependan del subsidio, lo cual a veces, ni eso es suficiente para la operación y administración al 100%.

Por lo anterior, en este trabajo se plantea el *proyecto de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales de Salamanca, Guanajuato*, en el cual se implementa el modelo de planeación financiera para que la PTAR de Salamanca, Guanajuato, pueda ser autofinanciable.

II.4 Pregunta de investigación

¿Qué aspectos deberá considerar un proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para que resulte autofinanciable?

II.5 Objetivo principal

Elaborar un modelo de planeación financiera para determinar si los proyectos de planta de tratamiento de aguas residuales son autofinanciables.

⁵ Información proporcionada por SMAPAS-Salamanca Guanajuato (Plan Maestro).

II.5.1 Objetivo específico

Implementar el modelo de planeación financiera en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Salamanca, Guanajuato.

II.6 Control

En las últimas décadas, la forma en que ha crecido la población en la ciudad de Salamanca ha variado en respuesta a factores como la migración, ligera tendencia a concentración de la población en zonas urbanas, fuentes de empleo, niveles de vida, etc, como se refleja en los censos de 1950 al 2005 elaborados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). En la tabla 2.6.1 se muestra la población histórica.

Tabla 2.6.1.- Población histórica y tasas de crecimiento de la ciudad de Salamanca

| Año | Habitantes | Tasa de Crecimiento (%) |
|------------|-------------------|--------------------------------|
| 1960 | 32,663 | |
| 1970 | 61,039 | 6.45% |
| 1980 | 95,146 | 4.54% |
| 1990 | 123,190 | 2.62% |
| 1995 | 135,874 | 1.98% |
| 2000 | 137,000 | 0.17% |

Fuente: INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda

Es importante notar que la tasa de crecimiento se ha disminuido considerablemente, del 6.45% para los años sesentas al 0.17% para los años 90s. Esta baja en las tasas de crecimiento puede ser efecto del rápido crecimiento de la industria en las décadas de los 70's y 80's y el lento crecimiento de las fuentes de empleo en las últimas dos décadas. El crecimiento industrial es el factor que en otras ciudades del país ha sido un detonante de crecimiento.

El uso del agua tratada es el tema de actualidad, como parte de una cultura del agua, considerando que es un recurso no renovable, y que a nivel mundial los mantos acuíferos se están contaminando, es necesario tratar el agua para reúso, como se ve en las cifras indicadas para el caso de Salamanca, el aumento de la demanda del agua tratada en la industria, el turismo, etc, es indispensable la construcción de la PTAR, la cual ayudará a sanear las aguas negras de los municipios conurbados de Salamanca y poder reusarlas en los medios indicados.

Sin embargo, se desea que la PTAR de Salamanca, Guanajuato, no forme parte del inventario actual de PTAR's, existentes en el país que son financiadas por los gobiernos, sino que sea autofinanciable, para lo cual es necesario implementar el modelo de planeación para la autosuficiencia financiera de la PTAR.

II.6.1. Delimitación del área de estudio

Mediante el proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se pretende sanear la cabecera municipal de Salamanca. Esta PTAR tendrá la flexibilidad de crecer para ajustarse a las necesidades de la población de Salamanca por un período de al menos 25 años.

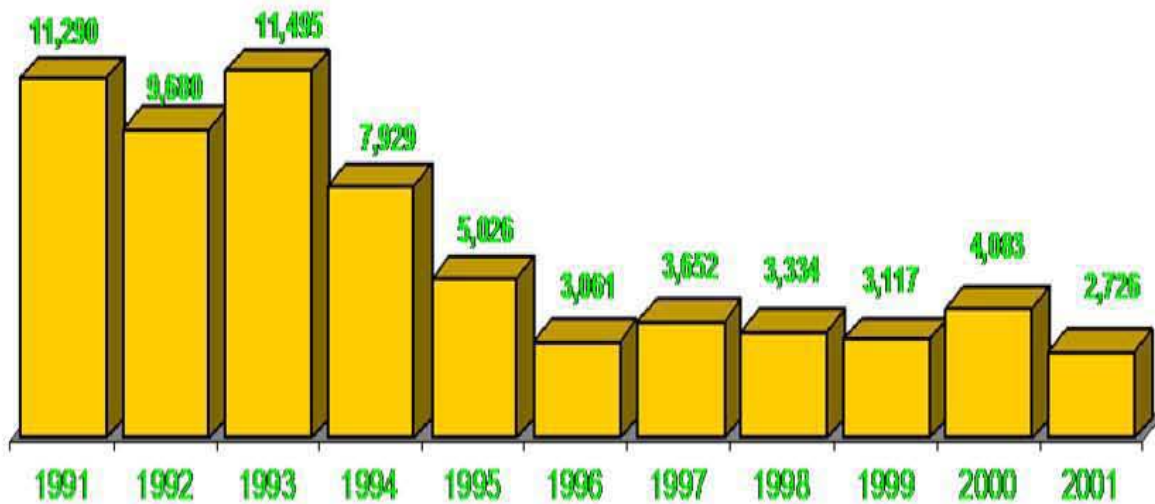
La PTAR estará ubicada en la parte poniente de la ciudad, hacia donde fluyen de forma natural las aguas residuales. La planta deberá ubicarse aguas abajo del punto donde confluyen las descargas de la ciudad, de preferencia en la margen norte del Río Lerma que es en donde se encuentran las mayores aportaciones de aguas residuales.

El área de estudio, que es el área de influencia de la PTAR tanto en saneamiento como en beneficios potenciales, es la cabecera del municipio de Salamanca y sus zonas conurbadas.

Como una estrategia de inyectar inversión al sector agua se desarrolla el proyecto de la PTAR de Salamanca, derivado de la poca inversión actual en este sector, ya que al paso de los años esta se ha visto disminuida considerablemente, como puede verse en la gráfica siguiente:

Problemática general (México)

Inversiones en el subsector agua potable y Saneamiento 1991- 2001
(Millones de pesos constantes de 2001)



| Año | Inversión subsidiada | | Inversión no subsidiada | | Total |
|------|----------------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------|
| | Federal | Estadal | Créditos | Municipal G.I.C./I.P. | |
| 1991 | 4,396 | 3,211 | 3,683 | * | 11,290 |
| 1992 | 5,002 | 2,463 | 2,215 | * | 9,680 |
| 1993 | 5,716 | 3,301 | 2,106 | 372 | 11,495 |
| 1994 | 4,846 | 1,453 | 1,198 | 432 | 7,929 |
| 1995 | 1,221 | 1,505 | 1,333 | 967 | 5,026 |
| 1996 | 2,066 | 607 | 88 | 300 | 3,061 |
| 1997 | 1,946 | 776 | 165 | 765 | 3,652 |
| 1998 | 2,182 | 579 | 263 | 310 | 3,334 |
| 1999 | 1,844 | 855 | 185 | 233 | 3,117 |
| 2000 | 2,227 | 1,385 | 359 | 112 | 4,083 |
| 2001 | 1,056 | 744 | 612 | 314 | 2,726 |


**Se observa claramente
La disminución de las
inversiones
en los últimos años**

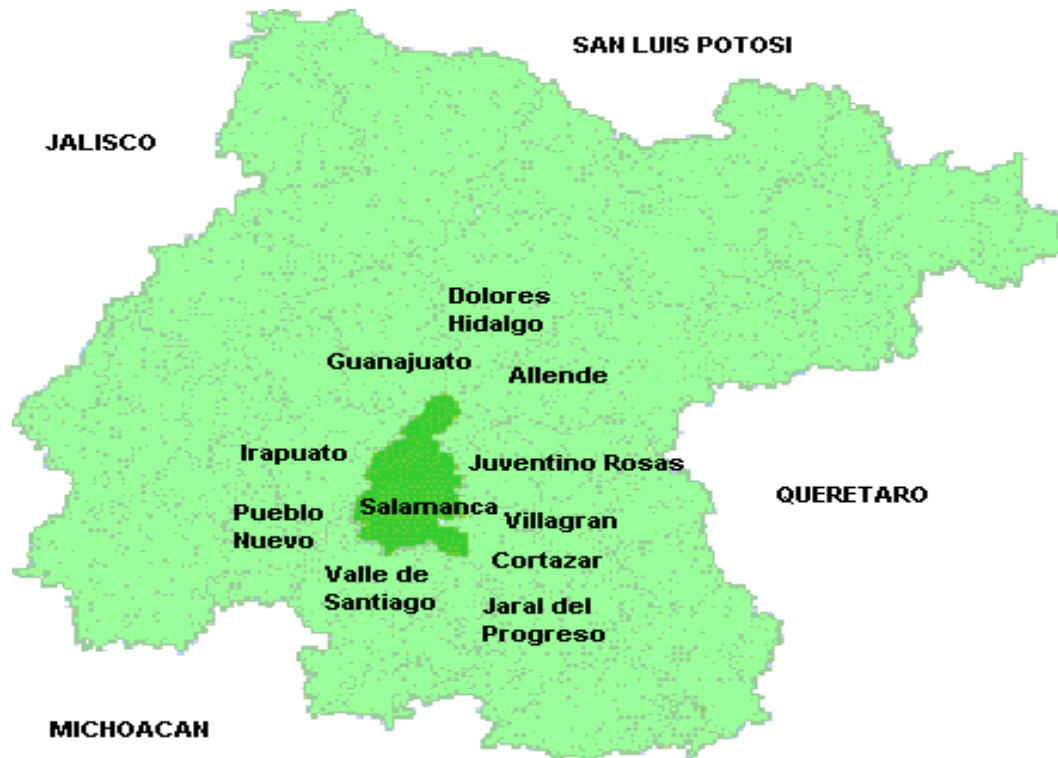
III. MARCO DE REFERENCIA

III.1 Localización geográfica

Salamanca Limita al Norte con los municipios de Irapuato y Guanajuato, al Noreste con San Miguel de Allende, al Este con Santa Cruz de Juventino Rosas y Villagrán, al Sureste con Cortazar y al Sur con Jaral del Progreso y Valle de Santiago, al Oeste con los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo. [Sitio GEG]

Está situada a los 101° 11'39'' de arco, equivalentes a 6 h 44 min. 46.5 seg. de longitud, al Oeste del meridiano de Greenwich y, a los 20°34'22'' latitud Norte, tomando como base la torre de la Iglesia de San Antonio. Su altura sobre el nivel del mar es de 1721 m, tiene una extensión territorial de 774 Km. cuadrados, equivalentes al 2.53% de la superficie total del Estado. [Sitio GEG]

En la siguiente (figura 4) se muestra la localización de Salamanca respecto a otros municipios del Estado.



III.1.1 Clima

El clima predominante en la zona en estudio, según la clasificación de Koppen modificada por E. García para la República Mexicana, son los siguientes: [Plan Maestro, CPAMAS]

- Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (Acw0) abarcando un 92.43% de la superficie municipal.
- Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. (C(w1)) abarcando un 7.57% de la superficie municipal.

La cabecera municipal se encuentra en la zona del clima predominante, es decir tiene un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad. [Plan Maestro, CPAMAS]

La información hidrometeorológica con la que se cuenta, son datos registrados en tres estaciones climatológicas, estas estaciones son representativas del municipio, las cuales son las siguientes: [Plan Maestro, CPAMAS]

- Estación Los Pericos se localiza al sur de la cabecera municipal, cerca de la localidad Valtierra teniendo una base de datos que comprende el periodo de 1940-2005, esta estación tiene la siguiente localización: 20° 31' 22" latitud norte y 101° 06' 39" longitud oeste.
- Estación Los Razos se encuentra ubicada en la zona centro del municipio teniendo la siguiente localización: 20° 40' 18" latitud norte y 101° 09' 02" longitud oeste; esta estación tiene una base de datos que comprende un periodo de 1969-2005.
- Estación La Joyita se encuentra ubicada en la zona norte del municipio teniendo la siguiente localización: 20° 45' 18" latitud norte y 101° 09' 40" longitud oeste esta estación tiene una base de datos que comprende un periodo de 1979-2005.

III.1.2 Temperatura

La temperatura media anual de la cabecera municipal, dada principalmente por la estación climatológica Los Razos es de 20.7°C, siendo la media más baja de 19.7°C y la más alta de 22.1°C. [Plan Maestro, CPAMAS].

III.1.3 Precipitación

El principal tipo de precipitación en el municipio es orográfico, la cual se origina debido al levantamiento del aire producido por las barreras montañosas, así pues ocurre el desplazamiento vertical de la masa de aire, produciendo un enfriamiento de ésta, originando la condensación y precipitación.

El periodo donde se registran más alturas de lluvia en el municipio es en los meses de junio, julio y agosto y en ocasiones se extiende hasta el mes de septiembre, estas alturas fluctúan desde los 70 mm a los 200 mm de precipitación por mes. La precipitación media en la misma estación es de 693.0 mm. En la se puede observar los valores de la precipitación media mensual.

III.2 Análisis de la demanda

III.2.1 Proyección de Población, demanda de agua potable y generación de aguas residuales para proyecto.

Para efectos de realizar estimaciones de crecimiento poblacional, se analizó el crecimiento de los últimos 25 años en la ciudad de Salamanca con el fin de ajustar la tendencia de crecimiento a una recta o curva, de tal modo que los puntos de dicha tendencia se apeguen lo más posible a los datos históricos (Tabla anterior 2.6.1).

Los métodos de ajuste que sugiere la Comisión Nacional del Agua (Conagua) en su Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, son el ajuste lineal, ajuste exponencial, ajuste logarítmico, ajuste potencial y ajuste geométrico.

Del análisis de los datos de población de 1980-2005 se obtuvieron las siguientes ecuaciones de ajuste

| | | |
|---------------------------|-----------------------|--|
| <u>Ajuste lineal</u> | $P = a + bt$ | b = 2317.11956, a = -4497239.1258 |
| <u>Ajuste exponencial</u> | $P = a\ell^{bt}$ | b = 0.019685353, a = 1.0920E-12 |
| <u>Ajuste logarítmico</u> | $P = a + b * (\ln t)$ | b = 4612071.053, a = -3.4919E+07 |
| <u>Ajuste potencial</u> | $P = a * t^b$ | b = 39.18463, a = 6.1246E-125 |
| <u>Ajuste geométrico</u> | $P = P_0(1+i)^t$ | i = 0.018395, Po = Población inicial, t = año de proyección |

Del análisis de los datos de población de 1980-2005 se obtuvieron las siguientes proyecciones de población (Tabla 3.2.1.1), las cuales se clasifican en proyección alta, media y baja para cálculos posteriores.

Tabla 3.2.1.1.- Proyecciones de Crecimiento Poblacional 2001-2036 para Salamanca

| Año | Lineal | Exponencial | Logarítmico (Media) | Potencial (Baja) | Geométrico (Alta) |
|------|---------|-------------|---------------------|------------------|-------------------|
| 2001 | 137,000 | 137,000 | 137,000 | 137,000 | 137,000 |
| 2002 | 137,411 | 137,493 | 139,520 | 139,317 | 139,724 |
| 2003 | 137,823 | 137,988 | 142,087 | 141,634 | 142,501 |
| 2004 | 138,237 | 138,485 | 144,701 | 143,951 | 145,334 |
| 2005 | 138,651 | 138,983 | 147,362 | 146,268 | 148,224 |
| 2006 | 139,067 | 139,484 | 150,073 | 148,586 | 151,170 |
| 2007 | 139,763 | 140,460 | 152,834 | 150,903 | 154,176 |
| 2008 | 140,462 | 141,443 | 155,645 | 153,220 | 157,241 |
| 2009 | 141,164 | 142,434 | 158,509 | 155,537 | 160,367 |
| 2010 | 141,870 | 143,431 | 161,424 | 157,854 | 163,555 |
| 2011 | 142,579 | 144,435 | 164,394 | 160,171 | 166,806 |
| 2012 | 143,577 | 145,734 | 167,418 | 162,488 | 170,123 |
| 2013 | 144,582 | 147,046 | 170,498 | 164,805 | 173,505 |
| 2014 | 145,594 | 148,370 | 173,634 | 167,123 | 176,954 |
| 2015 | 146,613 | 149,705 | 176,828 | 169,440 | 180,472 |
| 2016 | 147,640 | 151,052 | 180,081 | 171,757 | 184,060 |
| 2017 | 148,968 | 152,865 | 183,394 | 174,074 | 187,719 |
| 2018 | 150,309 | 154,699 | 186,767 | 176,391 | 191,451 |
| 2019 | 151,662 | 156,556 | 190,203 | 178,708 | 195,257 |
| 2020 | 153,027 | 158,434 | 193,702 | 181,025 | 199,139 |
| 2021 | 154,404 | 160,335 | 197,265 | 183,342 | 203,098 |
| 2022 | 156,103 | 162,740 | 200,894 | 185,660 | 207,136 |
| 2023 | 157,820 | 165,182 | 204,590 | 187,977 | 211,253 |
| 2024 | 159,556 | 167,659 | 208,353 | 190,294 | 215,453 |
| 2025 | 161,311 | 170,174 | 212,186 | 192,611 | 219,737 |
| 2026 | 163,085 | 172,727 | 216,089 | 194,928 | 224,105 |
| 2027 | 165,531 | 176,181 | 220,064 | 197,245 | 228,560 |
| 2028 | 168,014 | 179,705 | 224,113 | 199,562 | 233,104 |
| 2029 | 170,535 | 183,299 | 228,235 | 201,879 | 237,738 |
| 2030 | 173,093 | 186,965 | 232,434 | 204,196 | 242,465 |
| 2031 | 175,689 | 190,704 | 236,709 | 206,514 | 247,285 |
| 2032 | 178,324 | 194,518 | 241,064 | 208,831 | 252,201 |
| 2033 | 180,999 | 198,409 | 245,498 | 211,148 | 257,215 |
| 2034 | 183,714 | 202,377 | 250,014 | 213,465 | 262,329 |
| 2035 | 186,470 | 206,425 | 254,614 | 215,782 | 267,544 |
| 2036 | 189,267 | 210,553 | 259,297 | 218,099 | 272,863 |

Fuente: Plan Maestro/CPAMAS basado en las estadísticas del INEGI

Con el objetivo de definir la capacidad y la modulación de la PTAR respecto a los flujos a tratar, se realizaron proyecciones de generación de agua residual para el período 2001-2036. Las proyecciones de agua residual están basadas en las proyecciones de crecimiento poblacional, la dotación de agua per diem per capita, las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, las pérdidas físicas, infiltraciones y porcentajes de retorno del agua suministrada al sistema de

alcantarillado y en el caso de la ciudad de Salamanca, el volumen de agua residual urbana que es tratado por la planta de RIAMA. Es también de vital importancia, comparar el resultado de la estimación de flujo de agua residual actual con los resultados del programa de aforos. A continuación se detallará cada uno de los factores que afectan a la generación de agua residual.

- a) **Dotación.**- De acuerdo a la información del CMAPAS y PEMEX, de volúmenes de extracción y las coberturas de agua potable en la ciudad, se calculó un valor de 296 lts/hab/día, el cual se encuentra dentro de los consumos señalados por la Conagua como típicos en regiones semicálidas, para efectos del cálculo de la proyección se considerará el valor de dotación recomendado de 300 lts/hab/día, manteniéndolo constante durante el período de análisis.
- b) **Pérdidas Físicas.**- De acuerdo a la información del CMAPAS, las pérdidas físicas y comerciales (Agua No Contabilizada) varía generalmente entre 44% y 47% del volumen producido. Para efectos de la proyección de la generación de agua residuales, se considera que el agua de la red de suministro que no alcanza la red de alcantarillado es alrededor del 20% y disminuye gradualmente hasta el 18% al final del período.
- c) **Cobertura de Alcantarillado.**- Actualmente la cobertura de alcantarillado es del 90% del total de la población [Plan Maestro], para efectos de proyectar los flujos de agua residual generados, se considera que la cobertura aumentará gradualmente hasta el 95% al período.
- d) **Retorno de alcantarillado.**- El porcentaje de retorno del agua que llega a un usuario es función de la cultura del uso del agua y de las actividades realizadas por el usuario. Se considera para el período del proyecto que del agua suministrada efectivamente a los usuarios, el 85% regresa a la red de alcantarillado de la ciudad. Este porcentaje de retorno se mantiene durante el período del proyecto.
- e) **Infiltraciones.**- Debido a la presencia de mantos freáticos en las cercanías del Río Lerma, así como a las aguas que escapan del sistema de distribución como fugas, los sistemas de alcantarillado a gravedad son propensos a tener infiltraciones de agua del subsuelo. En el caso particular de Salamanca, no existen estudios de infiltraciones, de manera que el valor de las mismas ha sido propuesto como un valor razonable y que permita ajustar los valores teóricos de agua residual a los valores estimados durante los trabajos de aforo. El porcentaje de infiltración de agua del subsuelo hacia el sistema de alcantarillado se supone en la proyección como 10.6% constante durante todo el horizonte de planeación.
- f) **Cobertura de saneamiento.**- Para efectos de esta proyección, se considera que las obras de alcantarillado necesarias para conducir la totalidad de las aguas residuales de la ciudad serán construidas previamente o de manera paralela a la construcción de la planta de tratamiento, por lo que el total de las aguas residuales recolectadas en el sistema de alcantarillado será tratado desde el inicio en la PTAR.
- g) **Comparación con el programa de aforos.**- De acuerdo a los resultados que se mostrarán en la tabla 2.3. del cálculo del flujo de agua residual, para el año 2010 se obtuvo con la proyección (Escenario Medio) de las aguas residuales un gasto del orden de 337 lps, el cual coincide con el flujo estimado mediante las mediciones durante el programa de caracterización de 338 lps (334.34 lps corresponden a las descargas aforadas que representan 99% del total del área tributaria de la red de alcantarillado).
- h) **Bombeo a PEMEX PTAR RIAMA (Refinería Ing. Antonio M. Amor).**- Debido al acuerdo para llevar a cabo el "Programa de Ordenamiento de los Aprovechamientos Hidráulicos y el Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala", suscitado en abril de 1989 entre el gobierno Federal, los Estados de Guanajuato, Jalisco, México Michoacán, y Querétaro, las secretarías

de Programación y Presupuesto, de la Contraloría General de la Federación, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Desarrollo Urbano y Ecología, de Salud, la Comisión Nacional del Agua, Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad, PEMEX se comprometió a construir colectores de aguas residuales urbanas-industriales provenientes de la ciudad de Salamanca y a la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para hacer posible la reutilización de dichos efluentes en la refinería de la ciudad de Salamanca. En el contexto del citado acuerdo, PEMEX construyó una planta de tratamiento en donde trata aguas residuales industriales y urbanas con capacidad para tratar 255 lps de aguas residuales urbanas, 335 lps de aguas del proceso de refinería y 158 lps de agua de torres de enfriamiento para una capacidad total de 748 lps.

Durante el desarrollo del Estudio de Factibilidad y de acuerdo a la información proporcionada por el encargado de pozos del área 7 de PEMEX (Tratamiento de agua), la planta de tratamiento de RIAMA, recibió durante el mes de noviembre de 2002 en promedio 130 lps. En promedio, la PTAR de RIAMA en el año de 2003 en los meses de operación normal, trató 127.7 lps y para efecto del balance de masa del agua en el sistema de Salamanca, se considera que 130 lps del agua residual generada en la ciudad es tratada por la Refinería de PEMEX.

Existe un acuerdo entre CMAPAS y PEMEX con fecha del 23 de abril de 1999, en donde se estipula que PEMEX puede realizar las obras necesarias para llevar el agua residual descargada en el Dren sardinas y en el cárcamo Las Reynas. Durante el mes de abril de 2004, PEMEX entregó un oficio donde señala que a partir del año 2006 el agua del Dren Sardinas sería transportada a su planta de tratamiento, por lo que el flujo de agua residual que entrará a la PTAR de RIAMA pasa de 130 lps a 200 lps, manteniéndose hasta el año 2010 en donde se aumenta el flujo enviado a PEMEX hasta 225 lps y a partir de este año se mantiene constante.

En el **anexo C** se muestran los resultados del flujo de agua residual que llegarían a la PTAR en proyecto y se define la modulación de la PTAR.

III.2.2 Descarga de aguas residuales y aprovechamiento de las mismas.

De acuerdo a información proporcionada por el CMAPAS, en base a los volúmenes de agua usados en la ciudad de Salamanca, se estima que el 86.87% del agua residual que llega a la red de alcantarillado es del tipo doméstico, mientras que el 7.08% es del tipo comercial y el 6.05% de tipo industrial.

El agua residual recolectada a través del sistema de alcantarillado es vertida en dos cuerpos receptores: el Río Lerma y el Dren Sardinas. Aunque en términos de cobertura de alcantarillado la ciudad de Salamanca cuenta con alrededor del 90% del área habitada, es necesario que el agua residual de la ciudad que se vierte sin tratar, sea transportada al sitio de la PTAR para su tratamiento y posterior reúso y/o disposición.

Para efectos de describir las necesidades de colectores que transporten al agua residual a la PTAR, podemos definir tres cuencas en la ciudad de Salamanca:

- (i) Dren sardinas: Que incluye la parte norte de la ciudad cuyo caudal de agua residual es desalojado principalmente a través del Colector Sardinas que vierte el agua al Dren del mismo nombre.
- (ii) Río Lerma Norte: Es la parte de la ciudad al norte del Río Lerma y hasta la zona de influencia del Dren Sardinas. Esta cuenca vierte sus aguas residuales a través de 15 descargas distribuidas a lo largo del margen norte del Río Lerma. En esa margen se

encuentran los cárcamos CB-2 y CB-3, para el bombeo de agua residual a la planta de PEMEX. Actualmente solo se encuentra en funcionamiento el CB-3 que vierte el flujo excedente al Río Lerma.

- (iii) Río Lerma Sur: Que incluye toda la margen sur del Río Lerma. En esa margen existen algunas descargas directas al Río Lerma. La mayor parte del flujo de la red de alcantarillado fluye al cárcamo CB-1 que bombea agua residual a la planta de tratamiento de PEMEX.

Aunque estrictamente se tendría que considerar como cuenca una pequeña parte de la zona oriente de la ciudad ya que existe la descarga “La Cruz” a un cuerpo receptor distinto del Río Lerma y del Dren Sardinas (canal Feo), esta zona de la ciudad se considera como parte de la cuenca de Río Lerma Norte.

Cada una de dichas cuencas contará con una línea de conducción. Para la cuenca del Dren Sardinas se planea utilizar el colector denominado Periférico que conducirá las aguas residuales del colector Sardinas y de la descarga “1910” hasta la PTAR. En la margen norte del Río Lerma es el colector Ribereño y el colector Margen Derecha 2 el que recolectará el agua residual de las diversas descargas para su transporte a la PTAR. En la margen sur del Río Lerma se considera la utilización del colector denominado Marginal Sur que recolectará el agua residual descargada por la comunidad de La Luz, así como las excedencias del cárcamo de bombeo CB-1 para llevarla a la PTAR.

La Refinería Ing. Antonio M. Amor de PEMEX capta y bombea una parte considerable de las descargas de aguas residuales de la ciudad para tratarlas y re-utilizarlas en torres de enfriamiento. El flujo que se aprovecha para este fin es aproximadamente 130 lps. Actualmente toda el agua residual urbana que no es aprovechada por la Refinería de PEMEX es descargada directamente a los canales feo y sardinas y al Río Lerma sin aprovechamiento de algún tipo.

III.2.3 Calidad de las aguas residuales

a. Calidad del afluente de la Planta de Tratamiento en Proyecto

El programa de caracterización y aforo de aguas residuales se realizó como parte del Estudio de Factibilidad en los meses de noviembre y diciembre del año 2002. El muestreo y caracterización lo realizaron el laboratorio de la Comisión Estatal de Aguas de Guanajuato (CEAG) y un laboratorio externo, del 15 de noviembre al 01 de diciembre. Se tomaron muestras compuestas y se analizaron 15 descargas (San Juan de la Presa, Soto Inés, Simón Vázquez, Vulcano, Dren Sardinas, San Javier, Guanajuato, Cruz roja, La Luz, Obregón, Las Estancias, 1910, Cárcamo de Bombeo 3, Cárcamo de bombeo 1 y El Rastro) que representan el 98% de volumen total de aguas residuales generadas. El muestreo se realizó en seis tomas por día, formando la muestra compuesta en forma proporcional al gasto aforado al momento de tomar cada muestra simple.

Las características de las aguas residuales están definidas por parámetros físicos, químicos y biológicos, cuyos valores deberán encontrarse en rangos específicos dependiendo del origen de dichas aguas. En base a esto Conagua ha fijado parámetros de control de estas descargas, estos sirven como criterios que permiten determinar los procedimientos más adecuados de tratamiento. La tabla 3.2.3.1 presenta los valores de los parámetros medidos en las aguas residuales que llegarán a la planta de tratamiento.

Tabla 3.2.3.1.-Parámetros promedios medidos en la caracterización de las aguas residuales.

| PARAMETRO | UNIDADES | PARAMETRO ACTUAL |
|-----------|----------|------------------|
|-----------|----------|------------------|

| | | |
|-------------------------------|-------------|----------------|
| FLUJO DIARIO PROMEDIO | Lps | Ver Proyección |
| SOLIDOS TOTALES | mg/L | 1145 |
| SOLIDOS TOTALES VOLATILES | mg/L | 440 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | mg/L | 165 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES | mg/L | 125 |
| SOLIDOS SEDIMENTABLES | mg/L | 1.01 |
| SOLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg/L | 980 |
| SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES | mg/L | 315 |
| DBO5 TOTAL | mg/L | 350 |
| DQO TOTAL | mg/L | 800 |
| FOSFORO TOTAL | mg/L | 10 |
| pH | Unidades pH | 7.4 |
| GRASAS Y ACEITES | mg/L | 45 |
| NITROGENO TOTAL | mg/L | 60 |
| NITROGENO AMONIACAL | mg/L | 40 |
| SAAM | mg/L | 40 |
| SULFATOS | mg/L | 120 |
| CLORUROS | mg/L | 60 |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | µmhos/cm | 1300 |
| DUREZA TOTAL | mg/L | 135 |
| ARSENICO | mg/L | 0.0139 |
| CADMIO | mg/L | 0.0052 |
| CIANUROS | mg/L | < 0.0140 |
| COBRE | mg/L | 0.0172 |
| CROMO TOTAL | mg/L | 0.0181 |
| MERCURIO | mg/L | < 0.0008 |
| NIQUEL | mg/L | 0.0232 |
| PLOMO | mg/L | 0.0599 |
| ZINC | mg/L | 0.3024 |
| HUEVOS DE HELMINTO | # de huevos | NINGUNO |
| COLIFORMES TOTALES | NMP/100 ml | ≥ 2,400 |
| DBO5 SOLUBLE | mg/L | 250 |
| DQO SOLUBLE | mg/L | 480 |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/L | 536 |
| FENOLES | mg/L | < 0.0299 |
| NITROGENO ORGANICO | mg/L | 9 |

Fuente: Comisión Nacional del Agua (Conagua)

b. Calidad del efluente de la Planta de Tratamiento en proyecto

La calidad del agua del efluente depende en gran manera del reúso y/o disposición del agua residual tratada. El agua residual tratada en la PTAR de Salamanca será utilizada como agua fresca en torres de enfriamiento (de acuerdo al Convenio de Promesa de Suministro de Aguas Residuales Tratadas suscrito entre el municipio de Salamanca, Gto. y la Comisión Federal de Electricidad, mostrado en el anexo 27), por lo que, el agua tratada debe cumplir con las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996, "Límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales", con la NOM-003-SEMARNAT-1997 "Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicio al público", así como con ciertas especificaciones que determinó el Departamento Químico de la Central Termoeléctrica de Salamanca de la CFE para el agua usada en torres de enfriamiento y que se sustentan en el anexo técnico del convenio mencionado anteriormente.

En la tabla 3.2.3.2, se muestran las limitantes en los parámetros de calidad del agua que debe cumplir el efluente de la PTAR en proyecto para el reúso en las instalaciones de CFE.

Tabla 3.2.3.2.- Parámetros de calidad de agua del efluente de la PTAR en proyecto

| Parámetro | Unidades | Concentración | | Limitante |
|-------------------------|----------|---------------|---------|-------------------|
| | | PM | PD | |
| pH | | 7.5-8.4 | 7.5-8.4 | NOM-001-ECOL-1996 |
| Temperatura | ° C | 25-30 | 25-30 | NOM-001-ECOL-1996 |
| Conductividad Eléctrica | µmhos/cm | < 900 | < 900 | CFE |
| Grasas y aceites | mg/l | < 2 | < 2 | CFE |
| Materia flotante | | ausente | ausente | NOM-001-ECOL-1996 |

| Parámetro | Unidades | Concentración | | Limitante |
|--|-------------|---------------|---------|-------------------|
| | | PM | PD | |
| Sólidos sedimentables | ml/l | < 1.0 | < 1.0 | NOM-001-ECOL-1996 |
| SST | mg/l | < 4.0 | < 4.0 | CFE |
| DBO ₅ | mg/l | < 5.0 | < 5.0 | CFE |
| DQO | mg/l | < 15.0 | < 15.0 | CFE |
| Nitrógeno total Kjendhal | mg/l | < 6 | < 6 | CFE |
| Fósforo total | mg/l | < 1 | < 1 | CFE |
| Color | U. de color | < 10 | < 10 | CFE |
| Arsénico ⁽¹⁾ | mg/l | <0.036 | <0.072 | CFE |
| Cadmio ⁽¹⁾ | mg/l | <0.036 | <0.072 | CFE |
| Cianuro ⁽¹⁾ | mg/l | <0.364 | <0.727 | CFE |
| Cobre ⁽¹⁾ | mg/l | < 1.454 | < 2.181 | CFE |
| Cromo ⁽¹⁾ | mg/l | <0.182 | <0.364 | CFE |
| Mercurio ⁽¹⁾ | mg/l | <0.002 | <0.004 | CFE |
| Níquel ⁽¹⁾ | mg/l | <0.727 | <1.455 | CFE |
| Plomo ⁽¹⁾ | mg/l | <0.073 | <0.145 | CFE |
| Zinc ⁽¹⁾ | mg/l | < 0.50 | < 0.50 | CFE |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 100 | < 100 | CFE |
| Coliformes Fecales | NMP/100 ml | < 10 | < 10 | CFE |
| Huevos de Helminto | Huevos/l | ≤1 | ≤1 | CFE |
| Silica (SiO ₂) | mg/l | ≤80 | ≤80 | CFE. |
| Hierro | mg/l | < 0.30 | < 0.30 | CFE |
| Calcio | mg/l | < 20 | < 20 | CFE |
| Magnesio | mg/l | < 12 | < 12 | CFE |
| Sodio | mg/l | < 400 | < 400 | CFE |
| Sulfato | mg/l | < 50 | < 50 | CFE |
| Cloruros | mg/l | < 65 | < 65 | CFE |
| Sólidos Disueltos Totales | mg/l | < 750 | < 750 | CFE |
| Dureza Total (CaCO ₃) | mg/l | < 35 | < 35 | CFE |
| Alcalinidad Total (CaCO ₃) | mg/l | < 300 | < 300 | CFE |
| Alcalinidad a la "F" | mg/l | < 30 | < 30 | CFE |
| SAAM | mg/l | < 1 | < 1 | CFE |

Fuente: Comisión Nacional del Agua (Conagua)

(1) Las concentraciones permisibles de metales pesados y cianuro son tales que pueden ser usadas en torres de enfriamiento con 2.75 ciclos sin sobrepasar las concentraciones de descarga permitidas en la NOM-001-SEMARNAT-1996

III.3 Análisis de la oferta

III.3.1 Reúso y aprovechamiento del agua residual tratada

Aquí se presentan las diversas aplicaciones del reúso de aguas residuales tratadas y enfatizar los requerimientos de la calidad del agua para proteger el ambiente y mitigar riesgos a la salud. Aunque no todos los tipos de reúso y aprovechamiento son aplicables a la ciudad de Salamanca, es necesario exponerlos para que en este marco, se pueda vislumbrar los potenciales usos del agua tratada.

En la planeación e implementación del tratamiento de aguas, el grado de tratamiento que necesita el agua es en función del tipo de reúso y aprovechamiento que tendrá el agua residual tratada, siendo las principales categorías de reúso:

- (1) Aplicaciones industriales
- (2) Agricultura e irrigación
- (3) Reúso potable directo e indirecto
- (4) Usos ambientales y de recreación

III.3.2 Aplicaciones industriales

Existe una gran variedad de aplicaciones industriales, siendo las más usuales: agua para enfriamiento, agua para calderas, agua de procesos y la construcción pesada. El agua fresca en **torres de enfriamiento** representa un uso significativo para muchas industrias. Para industrias tales como las plantas generadoras de electricidad, refinamiento de crudo, acereras y otros muchos tipos

de plantas manufactureras, un cuarto o más de la mitad del total de agua que se utiliza puede ser para torres de enfriamiento. Debido a que una torre de enfriamiento normalmente opera como un sistema de circuito cerrado, éste puede ser visto como un sistema de agua aparte con requerimientos propios y específicos de calidad de agua, en gran medida independiente de la industria en particular involucrada. Por lo tanto, el usar aguas residuales tratadas en torres de enfriamiento es relativamente fácil y se lleva a cabo en muchas partes del país.

El agua residual tratada puede utilizarse en un sinnúmero de **procesos** industriales. Generalmente el agua tratada recibe un tratamiento en la industria para acondicionar el agua al tipo de proceso a usar, por lo que, la calidad del agua requerida puede variar. Una práctica común entre las industrias que usan el agua tratada es recibir el agua con la calidad que sale de la planta de tratamiento de la ciudad para posteriormente dar otro tratamiento complementario en la planta de tratamiento de la industria a fin de modificar la calidad a las características específicas del proceso.

La industria de la **construcción pesada** es otro potencial destino del agua residual tratada como agua para compactaciones de terracerías, lavado de equipo y herramienta y limpieza en general. El agua tratada con concentraciones de materia orgánica y sólidos suspendidos bajos (DBO/SST menores de 30/30 mg/l) puede también ser usada en la elaboración de concretos y morteros, sin embargo, este uso está condicionado a que se realicen pruebas de resistencia en los concretos para verificar que estos tendrán la resistencia adecuada usando las proporciones estándar de agregados.

III.3.3 Agricultura e irrigación

Es claro que la irrigación es uno de los mayores usos que se le puede dar al agua procedente de las PTARs. La irrigación de sembradíos se desarrolló junto con los asentamientos de tierras áridas porque la irrigación era necesaria para la siembra. En los lugares húmedos la irrigación es usada como suplemento de las lluvias para incrementar el número de cultivos por año y el rendimiento de siembras, y para reducir el riesgo de que las siembras fracasen durante períodos de sequía.

Actualmente la irrigación se usa además para mantener áreas recreativas, tales como parques y campos de golf. La irrigación de áreas verdes y campos de golf en el ambiente urbano se ha convertido en un importante uso para las aguas residuales en años recientes. Aunque la irrigación se ha practicado en todo el mundo por varios milenios, sólo en el último siglo se ha reconocido la importancia de la calidad del agua para irrigación. El uso de la irrigación con aguas municipales residuales depende de la disponibilidad de agua fresca y del tipo de tratamiento de las aguas residuales.

Debe tenerse particular cuidado en la calidad del agua para irrigación por tres razones fundamentales:

- (i) Existencia de contaminantes patógenos y parasitarios
- (ii) Acumulación de sales en los suelos
- (iii) Existencia de contaminantes que inhiben el crecimiento de las plantas

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, las aguas residuales tratadas pueden descargarse a suelos con el fin de ser usadas en riego agrícola siempre y cuando cumpla con los siguientes parámetros.

Tabla 3.3.3.1.- Calidad para Riego Agrícola

| Parámetro | P.M. | P.D. | Parámetro | P.M. | P.D. |
|-------------------------------|------|------|-----------|-------|------|
| Grasas y aceites ¹ | 15 | 25 | Cromo | 0.5 | 1.0 |
| Arsénico | 0.2 | 0.4 | Mercurio | 0.005 | 0.01 |
| Cadmio | 0.05 | 0.1 | Níquel | 2.0 | 4.0 |

| | | | | | |
|------------------|---------|---------|-------|------|------|
| Cianuros | 2.0 | 3.0 | Plomo | 5.0 | 10.0 |
| Cobre | 4.0 | 6.0 | Zinc | 10.0 | 20.0 |
| Materia Flotante | Ausente | Ausente | | | |

Muestra simple promedio ponderado

Parámetros como la Temperatura, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total y Fósforo Total, no están normados en aguas tratadas que se descargan en suelos para uso en riego agrícola ya que el suelo puede asimilar los sólidos sedimentables y suspendidos, así de igual manera las plantas asimilan a los nutrientes (fósforo y nitrógeno).

La principal fuente de contaminación de aguas de uso en riego agrícola lo constituyen los parásitos cuyo parámetro indicativo son los Huevos de Helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas al suelo es de un Huevo de Helminto por litro para riego no restringido y de cinco huevos por litro para riego restringido.

Entendiendo como riego no restringido a la utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras. Por otro lado, se entiende como riego restringido a la utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, excepto legumbres y verduras que se consuman crudas.

Por otro lado, en zonas áridas donde las temperaturas extremas y la baja humedad resultan en altos índices de Evapotranspiración (ET). La Evapotranspiración se refiere al agua perdida a través de la evaporación de cuerpos de agua de suelos y superficies, así como por la transpiración de plantas. El agua usada para irrigación puede variar enormemente en calidad dependiendo del tipo y cantidad de sales disueltas. La consecuencia de la Evapotranspiración es la acumulación de sal en el suelo, la cual tiende a acumularse en el perfil del suelo. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo, tales como el grado de dispersión de las partículas del suelo, estabilidad de los agregados, estructura del suelo, y permeabilidad, son sensibles al tipo de iones intercambiables presentes en el agua de irrigación. Por lo tanto, cuando se planea la irrigación con aguas residuales tratadas, se deben considerar las propiedades del suelo y de las siembras. Los problemas, de cualquier manera, no son diferentes a aquellos causados por salinidad o trazas de elementos en el agua, y son causa de preocupación sólo si éstos restringen el uso del agua o si requieren algún manejo especial para mantener siembras aceptables. En la siguiente tabla se indican las concentraciones máximas recomendables en agua de riego de algunos elementos que comúnmente se encuentra a baja concentración en el agua.

Tabla 3.3.3.2.- Concentración de Metales para Riego Agrícola

| Elemento | Concentración Máxima Recomendable (mg/l) | Observaciones |
|---------------|--|---|
| Aluminio (Al) | 5.0 | Puede causar improductividad en suelos ácidos (pH<5.5), mientras que los suelos más alcalinos pueden precipitar el ión y eliminar cualquier toxicidad |
| Arsénico (As) | 0.1 | La toxicidad para planta varía ampliamente, de 12 mg/L para césped tipo Sudan hasta 0.05 mg/L para el arroz |
| Berilio (Be) | 0.1 | La toxicidad para planta varía ampliamente, de 5 mg/L para arbustos hasta 0.5 mg/L para el frijol |
| Cadmio (Cd) | 0.01 | Tóxico para el frijol, la remolacha y el nabo a concentraciones tan bajas como 0.1 mg/L en soluciones nutrientes. Límites recomendados conservadores debido a su potencial para acumularse en plantas y suelos en concentraciones que pueden ser dañinas para los humanos |
| Cobalto (Co) | 0.05 | Tóxico para las plantas de tomate a 0.1 mg/L en solución nutriente. Tiende a ser inactivado por suelos neutros y alcalinos |
| Cromo (Cr) | 0.1 | Generalmente no es reconocido como un elemento esencial para el crecimiento. |

| Elemento | Concentración Máxima Recomendable (mg/l) | Observaciones |
|----------------|--|--|
| | | Límites recomendados conservadores debido al desconocimiento de la toxicidad en plantas |
| Cobre (Cu) | 0.2 | Tóxico para cierto número de plantas de 0.1 a 1.0 mg/L en soluciones nutrientes |
| Fluoruro (F) | 1.0 | Inactivado por los suelos neutros y alcalinos |
| Hierro (Fe) | 5.0 | No es tóxico para las plantas en suelos aireados pero puede contribuir a la acidificación de suelos y la pérdida de disponibilidad reducida de los elementos esenciales fósforo y molibdeno. Riego por rocío puede resultar en depósitos en plantas, equipos y edificios |
| Litio (Li) | 2.5 | Tolerado por la mayoría de los cultivos hasta 5 mg/L, transportable en el suelo. Tóxico para cítricos a niveles bajos (>0.075 mg/L) |
| Manganeso (Mn) | 0.2 | Tóxico a un número de cultivos a algunos decimos de mg a algunos mg/L, pero usualmente solo en suelos ácidos |
| Molibdeno (Mo) | 0.01 | No es tóxico para las plantas a concentraciones normales en suelos y agua. Puede ser tóxico para el ganado si el forraje fue cultivado en suelos con niveles altos de molibdeno disponible |
| Níquel (Ni) | 0.2 | Tóxico a un número de plantas de 0.5 a 1.0 mg/L; se reduce la toxicidad a pH neutros o alcalinos |
| Plomo (Pb) | 5.0 | Puede inhibir el crecimiento celular en las plantas a concentraciones altas |
| Selenio (Se) | 0.02 | Tóxico para plantas en concentraciones tan bajas como 0.025 mg/L y tóxico para el ganado si el forraje es cultivado en suelos con relativamente altos niveles de selenio agregado. Es un elemento esencial para animales pero a muy bajas concentraciones |
| Estaño (Sn) | -- | Eliminado efectivamente por las plantas; se desconoce tolerancias específicas |
| Titanio (Ti) | -- | Eliminado efectivamente por las plantas; se desconoce tolerancias específicas |
| Tungsteno (W) | -- | Eliminado efectivamente por las plantas; se desconoce tolerancias específicas |
| Vanadio (V) | 0.1 | Tóxico para muchas plantas a relativamente bajas concentraciones |
| Zinc (Zn) | 2.0 | Tóxico para muchas plantas a una amplia de concentraciones; se reduce la toxicidad a pH>6.0 y en suelos orgánicos finos |

Fuente: Wastewater treatment, disposal and reuse, Metcalf & Eddy, McGraw Hill International, 1991

III.3.4 Reúso potable directo e indirecto

El uso potable directo (de salida de PTAR a entrada potabilizadora) además de requerir de una alta calidad de agua del efluente de la PTAR es necesario potabilizar el agua tratada, razón por la cual este tipo de reúso no es posible en el corto plazo ya que en Salamanca se extrae el agua de pozos y esta no requiere de tratamiento alguno porque es de buena calidad.

El método de reúso potable directo consiste en incorporar la línea de agua procedente de la PTAR directamente a una Planta Potabilizadora y allí se trate. Sin embargo esto no es posible porque no se cuenta con la infraestructura de potabilización y los procesos requeridos para ellos son muy costosos.

En el caso de reúso potable indirecto se puede considerar la posibilidad de utilizar pozos de inyección para recarga de acuíferos y así lograr un reúso indirecto al estar recargando los acuíferos de la región, sin embargo, esto requiere un estudio geológico a fondo para evaluar los mejores sitios de recarga y asegurar que el tiempo de traslado del agua inyectada hacia los pozos de extracción permita una mezcla y tratamiento natural para asegurar una adecuada calidad del agua extraída.

Otro tipo de reúso indirecto es verter el agua a un gran vaso, ya sean presas, lagunas, lagos, etc., para posteriormente utilizar el agua de estos depósitos como fuente de suministro de agua potable. También aquí es necesario estudiar el vaso en cuestión para asegurar una proporción

adecuada de mezcla de agua fresca y agua residual y lograr una calidad de agua de extracción razonable.

III.3.5 Usos urbanos no potables

Se puede también utilizar el agua residual tratada en las ciudades como un recurso no potable en sistema contra incendios, enfriamiento de aires acondicionados o bien para el servicio de sanitarios. Sin embargo, esto requiere generalmente de fuertes inversiones en infraestructura de distribución de agua tratada separada de la infraestructura de distribución de agua existente.

III.3.6 Usos ambientales y de recreación

El agua residual tratada puede ser usada como elemento estético al llenar cuerpos receptores naturales o artificiales como lagos, estanques, humedales, arroyos, ríos, presas, fuentes, etc. Además de los fines estéticos el agua tratada puede servir como agua fresca en cuerpos receptores con poco volumen o flujo para de esta manera ayudar a conservar los ecosistemas ahí presentes, o bien como elemento importante en la acuacultura.

De igual manera, los cuerpos receptores naturales o artificiales llenados con agua residual tratada puede servir como elemento de recreación al ser usados para actividades acuáticas o bien simplemente como lugar de paseo.

La calidad del agua tratada usada en estos tipos de aprovechamiento, depende del tipo de contacto que realiza el ser humano con el agua. La Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 define como reúso en servicios al público con contacto directo, al agua residual tratada que es destinada a actividades donde el público usuario está expuesto directamente o en contacto físico ya sea llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines. En la misma Norma Oficial Mexicana se define como reúso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional al agua residual tratada que se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido, ya sea por barreras físicas o personal de vigilancia, ya sea riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas; fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendios, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones.

III.3.7 Disposición del agua tratada

En caso de no existir reúso o aprovechamiento para el total o parte de las aguas residuales, el agua residual tratada deberá ser dispuesta de acuerdo a las características de calidad establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, con los valores mostrados en la siguiente tabla.

La NOM-001-SEMARNAT-1996, también establece límites para la contaminación por parásitos en la cual se toma como indicador a los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego restringido, y de cinco huevos por litro para riego no restringido. Además, autoriza a la Conagua para establecer condiciones más estrictas e incluir un mayor número de parámetros si se considera que las características de calidad de agua del cuerpo receptor así lo requieran.

En el caso particular del Municipio de Salamanca, en caso de que toda o parte del agua residual quede sin posible reúso, sería descargada directamente al Río Lerma. De acuerdo con la clasificación de la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, este tramo del Río Lerma está clasificado como cuerpo receptor tipo B, por lo que la calidad necesaria para descargar el agua

tratada deberá ser la que se muestra en las columnas centrales de la tabla siguiente marcadas como “Uso Público Urbano (B)”.

Tabla 3.3.7.1- Calidad para Descarga a Cuerpos Receptores

| 10 | Unidades | Ríos | | | | | | Suelo | |
|-----------------------|-------------|---------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------------------|-------|-----------------------|-------|
| | | Uso en riego agrícola (A) | | Uso público urbano (B) | | Protección de la vida acuática (C) | | Uso en riego agrícola | |
| | | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. |
| Ph | | 4-10 | 4-10 | 4-10 | 4-10 | 4-10 | 4-10 | 4-10 | 4-10 |
| Temperatura | ° C | N.A. | N.A. | 40 | 40 | 40 | 40 | N.A. | N.A. |
| Grasas y aceites | mg/l | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 |
| Materia flotante | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Sólidos sedimentables | ml/l | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | N.A. | N.A. |
| SST | mg/l | 150 | 200 | 75 | 125 | 40 | 60 | N.A. | N.A. |
| DBO ₅ | mg/l | 150 | 200 | 75 | 150 | 30 | 60 | N.A. | N.A. |
| Nitrógeno total | mg/l | 40 | 60 | 40 | 60 | 15 | 25 | N.A. | N.A. |
| Fósforo total | mg/l | 20 | 30 | 20 | 30 | 5 | 10 | N.A. | N.A. |
| Arsénico | mg/l | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| Cadmio | mg/l | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.05 | 0.1 |
| Cianuro | mg/l | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 |
| Cobre | mg/l | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 |
| Cromo | mg/l | 1.0 | 1.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 |
| Mercurio | mg/l | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.01 |
| Níquel | mg/l | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| Plomo | mg/l | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 5 | 10 |
| Zinc | mg/l | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 |
| Coliformes fecales | NMP /100 ml | 1,000 | 2,000 | 1,000 | 2,000 | 1,000 | 2,000 | 1,000 | 2,000 |

Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996 publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997.

P.M. Promedio mensual
P.D. Promedio diario
N.A. No aplica

III.3.8 Usos actuales

Actualmente toda el agua residual urbana que no es reutilizada por la Refinería de PEMEX es descargada directamente a los canales Arroyo Feo y Sardinas y al Río Lerma sin aprovechamiento de algún tipo. Además del aprovechamiento realizado en PEMEX, la Presidencia Municipal opera una planta de tratamiento de 5 lps para mantener el nivel en una laguna del Ecoparque y abastecer el riego en áreas verdes.

III.3.9 Usos potenciales

Los principales motivos que incentivan regularmente el reúso de aguas residuales son económicos. En los casos en que el reúso es factible, normalmente existe un beneficio económico para ambas partes: vendedor (municipio en este caso) y comprador (usuario del agua residual). Existen algunos casos en los que lo anterior no se cumple, pero regularmente estos se dan en zonas áridas en donde el agua fresca simplemente no está disponible para algunos usos o en donde el agua tratada se utiliza con fines recreativos o de mejora del entorno.

En orden de importancia en cuanto a volumen y factibilidad de reúso, los usos potenciales para el agua residual tratada de la ciudad de Salamanca son:

- b) Industrial
- c) Agrícola
- d) Usos como agua no potable municipal
- e) Recarga del acuífero

III.3.10 Uso industrial en RIAMA y CFE

En la ciudad de Salamanca existen dos industrias que consumen grandes cantidades de agua fresca en torres de enfriamiento y calderas. Estas industrias son la Refinería Ing. Antonio M. Amor (RIAMA) y la Planta Generadora de Energía Eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, División Bajío (CFE).

RIAMA cuenta desde el 24 de noviembre de 1993, con una PTAR en funcionamiento, la cual trata las aguas de proceso, aguas de torre de enfriamiento y debido a un acuerdo suscitado en abril de 1980, trata aguas residuales urbanas. La PTAR está diseñada para tratar 255 lps de aguas residuales urbanas, 335 lps de aguas del proceso de refinería y 158 lps de agua de torres de enfriamiento para una capacidad total de 748 lps. La PTAR está dividida en dos trenes de tratamiento, en uno se procesa el agua de refinería y torres de enfriamiento y en el otro el agua residual urbana. El tren que procesa el agua industrial está trabajando cerca de su capacidad máxima, mientras que el tren de aguas residuales urbanas está tratando entre 130 y 140 lps.

Por otro lado, la planta de generación del Bajío de la Comisión federal de Electricidad utiliza grandes volúmenes de agua en torres de enfriamiento y calderas; específicamente en torres de enfriamiento utiliza 780 lps de agua proveniente de pozos propios, la cuál podría ser sustituida por agua residual tratada. De cuatro unidades de enfriamiento, en dos se realiza un proceso de eliminación de sales minerales para aumentar el número de ciclos del agua fresca.

III.3.11 Otras Industrias

En Salamanca también se encuentran otras industrias que usan agua en torres de enfriamiento como Tekchem, Químicos y Derivados, Univex, Soluciones Químicas para el Campo y la Industria, Industrias Unidas de Salamanca, Cryoinfra, Praxair, Productos de consumo resistol, fabricas de prendas de mezclilla, maquiladora Junil mexicana. Es importante señalar que varias de estas industrias cuentan con pozo propio y no reciben agua de la red de suministro de CMAPAS.

Como parte del Estudio de Factibilidad, se realizaron entrevistas para conocer los usos y necesidades de agua de las industrias anteriormente citadas, y de esta manera conocer también el interés mostrado hacia el uso de agua residual urbana tratada en sus procesos. En la Tabla 3.11.1 se describen los usos posibles del agua en las principales industrias de Salamanca, así como los flujos requeridos y su eventual interés en el uso de agua residual tratada. [Estudio Factibilidad].

Es importante señalar que una de las ventajas en el uso de agua residual tratada en torres de enfriamiento es la diferencia de temperaturas entre el agua de pozo y el agua residual. El agua de pozo en la ciudad de Salamanca es extraída por CFE, con temperaturas de 47-50°C, mientras que el agua residual tratada oscila entre los 18 y 25°C, por lo que el consumo de agua fresca en las torres de enfriamiento disminuirá ligeramente. Los principales usuarios potenciales mostrados en orden de importancia son.

Tabla 3.11.1- Principales usuarios potenciales de agua residual tratada

| Empresa | Flujo requerido | Requerimientos de calidad |
|---------|-----------------|---------------------------|
|---------|-----------------|---------------------------|

| | | |
|----------------------------------|---------|------------------------|
| Comisión Federal de Electricidad | 780 lps | Torres de Enfriamiento |
| Industrias Univex S.A. de C.V. | 37 lps | Torres de Enfriamiento |
| Tekchem S.A. de C.V. | 4.9 lps | Torres de Enfriamiento |
| Productos de consumo Resistol | 2.7 lps | Torres de Enfriamiento |

Fuente: Estudio de factibilidad/CMAPAS

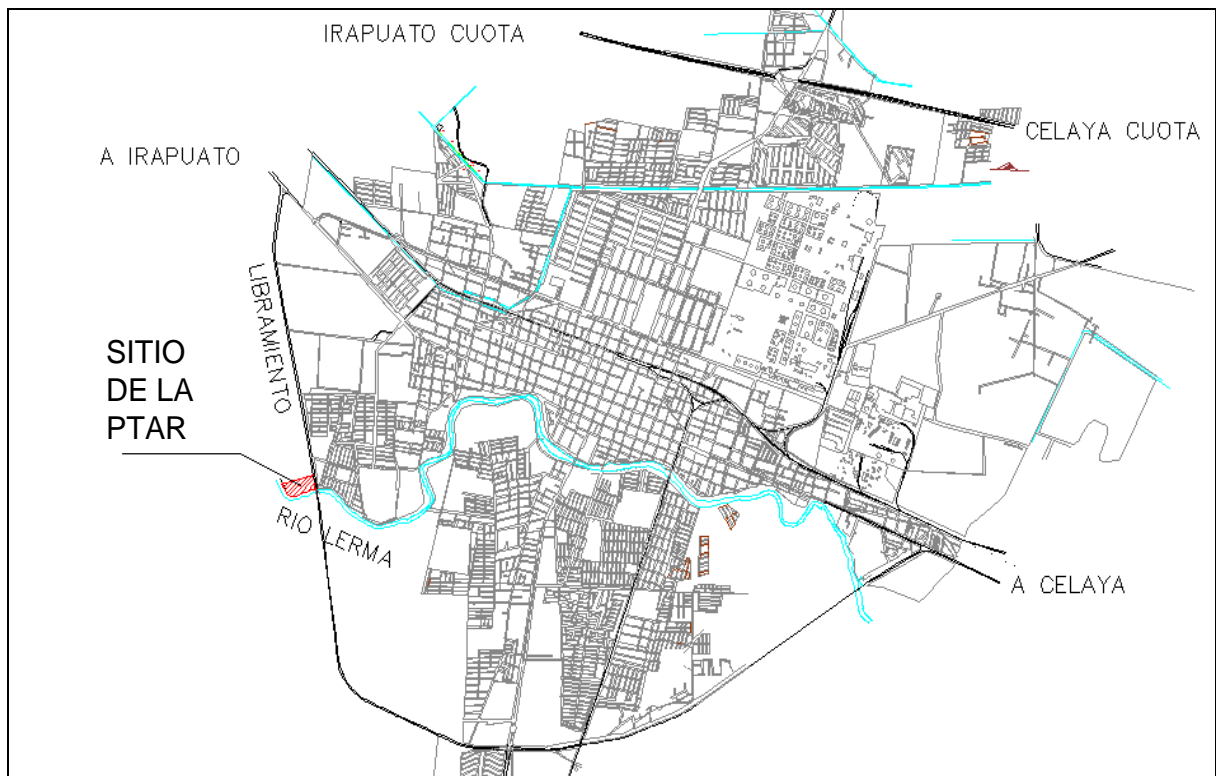
III.4 Localización del proyecto

Para minimizar el costo de operación de la red de alcantarillado, la planta de tratamiento se ubicará en un sitio bajo al que puedan fluir las aguas residuales por gravedad. A la vez, el sitio está cercano al área urbana para minimizar la infraestructura de emisores y cuenta con áreas de amortiguamiento para minimizar posibles impactos sobre la población.

La Figura 4, muestra la traza urbana de la ciudad de Salamanca y achurado en color rojo el terreno donde se ubicará la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), a un costado el Río Lerma y del libramiento Irapuato-Celaya en el Predio conocido como “Rinconada de San Pedro”, este es el punto más bajo de la zona de crecimiento urbano.

El terreno tiene una superficie de 4 hectáreas, de las cuales 2.25 hectáreas las donó el municipio de Salamanca al CMAPAS (Organismo operador) establecido en la Acta 21/2002 de la 51ª Sesión Ordinaria de Ayuntamiento del municipio de Salamanca llevada a cabo el 12 de Noviembre de 2002 y 1.75 hectáreas fueron compradas por el CMAPAS a un particular por un monto de \$1'172'500 llevada a cabo la operación en noviembre de 2002 y escriturada el 16 de Diciembre de 2002.

Figura 4.- Ubicación General de la Planta de Tratamiento



III.5 Parámetros de diseño del proyecto

Para la determinación del tipo y magnitud de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como las obras complementarias en la cabecera municipal de Salamanca, tenemos los siguientes parámetros de diseño obtenidos a partir de las proyecciones de población y de las aguas residuales generadas, la caracterización de las aguas residuales y de la calidad del flujo de salida de la planta para cumplir con la Norma NOM-001-SEMARNAT-1996:

- Población al inicio de operación de la planta 2010 152,834 hab.
- Período de diseño de la PTAR 25 años
- Población para el año 2035 241,064 hab.
- Gasto medio diario de inicio de proyecto(2010) 164.54 l/s
- Gasto máximo instantáneo de inicio de proyecto(2010) 357.05 l/s
- Gasto medio de proyecto año 2036 394.88 l/s
- Gasto máximo instantáneo de proyecto año 2035 856.89 l/s
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (según caracterización) 350 mg/l
- Demanda Química de Oxígeno (según caracterización) 800 mg/l
- Sólidos Suspendidos Totales (según caracterización) 165 mg/l
- Coliformes Fecales (según caracterización) ≥ 2400 NMP/100 ml

Referente a los parámetros de diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para cumplir con la calidad de agua tratada que requiere CFE, el Anexo Técnico del Convenio de Promesa de Suministro de Aguas Residuales Tratadas suscrito entre el municipio de Salamanca, Gto. y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se detallan los caudales y la calidad del agua requeridos para los procesos en la torres de enfriamiento. En la tabla siguiente se muestran los parámetros de calidad del agua tratada requeridos por CFE (del Anexo Técnico mencionado) y que la Planta de Tratamiento de Salamanca cumplirá con su tratamiento terciario (suavización).

Tabla 3.5.1.- Parámetros de diseño de calidad del agua esperados en el efluente de la PTAR

| PARÁMETRO | UNIDAD | PARÁMETRO LIMITE | LIMITANTES |
|-----------------------------|----------------|------------------|-------------|
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | mg/L | <4 | CFE |
| SÓLIDOS SEDIMENTABLES | mg/L | <1 | NOM-001 |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg/L | <750 | CFE |
| DBO5 TOTAL | mg/L | <5 | NOM-03, CFE |
| DQO TOTAL | mg/L | <15 | CFE |
| FOSFORO TOTAL | mg/L | <1 | CFE |
| pH | Unidades pH | 7.5-8.4 | NOM-001 |
| TEMPERATURA | °C | 25-30 | NOM-01, CFE |
| GRASAS Y ACEITES | mg/L | <2 | CFE |
| NITROGENO TOTAL | mg/L | <6 | CFE |
| SAAM | mg/L | <1 | CFE |
| SULFATOS | mg/L | <50 | CFE |
| CLORUROS | mg/L | <65 | CFE |
| DUREZA TOTAL | mg/L | <35 | CFE |
| ARSENICO | mg/L | <0.036 | CFE |
| CADMIO | mg/L | <0.036 | CFE |
| CIANUROS | mg/L | <0.364 | CFE |
| COBRE | mg/L | <1.454 | CFE |
| CROMO TOTAL | mg/L | <0.182 | CFE |
| MERCURIO | mg/L | <0.002 | CFE |
| NIQUEL | mg/L | <0.727 | CFE |
| PLOMO | mg/L | <0.073 | CFE |
| ZINC | mg/L | <0.5 | CFE |
| HUEVOS DE HELMINTO | # de huevos/lt | ≤ 1 | CFE |
| COLIFORMES TOTALES | NMP/100 ml | <100 | CFE |

| | | | |
|----------------------------|-------------|---------|-------------|
| MATERIA FLOTANTE | | Ausente | NOM-01, CFE |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/L | <300 | CFE |
| SILICE (SiO ₂) | mg/l | <=80 | CFE |
| FIERRO | mg/l | <0.30 | CFE |
| CALCIO | mg/l | <20 | CFE |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | µmohos/cm | <900 | CFE |
| MAGNESIO | mg/l | <=12 | CFE |
| SODIO | mg/l | <400 | CFE |
| COLOR | U. de color | <10 | CFE |
| COLIFORMES FECALES | NMP/100 ml | <10 | CFE |

Fuente: Plan Maestro/CMAPAS

Cabe señalar que la CFE aceptará el agua siempre que la calidad de la misma no rebase los valores máximos establecidos en la tabla anterior, para lo cual el CMAPAS realizará análisis basándose en metodología normada y con equipo y reactivos de última generación. La CFE efectuará análisis periódicos de la calidad del agua suministrada para corroborar el producto recibido.

III.6 Proceso de producción

En el Estudio de Ingeniería Básica del proyecto en análisis, para la selección de alternativas de tratamiento de las aguas residuales, se enfocó en la remoción tanto de carga carbonácea, nitrógeno y sólidos suspendidos.

Las opciones de tratamiento de las aguas residuales analizadas son las siguientes:

- Lodos Activados Aireación Extendida
- Lodos Activados Aireación Semiextendida
- Lodos Activados Convencional
- Biofiltros y Lodos Activados Convencional

En la evaluación técnica se calificaron aspectos como la confiabilidad del tratamiento, flexibilidad para crecer en capacidad hidráulica, resistencia climática y facilidad de operación. La ponderación en puntos para cada uno de estos aspectos se muestra en la tabla 3.6.1.

Tabla 3.6.1.- Aspectos y puntaje para evaluación técnica

| | |
|----------|--|
| 5 puntos | (i) La eficiencia de la tecnología de tratamiento es comprobada, se espera que consistentemente tenga efluentes con la calidad deseada (ii) Tecnología con gran flexibilidad, permite mejorar la capacidad de la PTAR con poca inversión (iii) Buena resistencia a los cambios bruscos del clima, no presenta disminución de la eficiencia en climas extremos prolongados (iv) Fácil operación, no es necesario conocer a fondo los procesos químicos y biológicos para determinar las posibles causas de falla. No es necesario realizar maniobras complejas para ajustar la operación. El operador no necesita entrenamiento intensivo. |
| 3 puntos | (i) La eficiencia de la tecnología es comprobada pero se tienen dudas del desempeño dadas las características específicas del lugar. Es probable tener efluentes fuera de norma ocasionalmente (ii) Tecnología de flexibilidad moderada, permite aumento de la capacidad hidráulica mediante modificaciones de costo moderado (iii) Dadas las características del lugar, puede presentarse baja eficiencia de la PTAR en ocasiones (iv) Operación moderada, puede requerir de conocimiento para detectar posibles causas de falla. Algunos procesos requieren maniobras complejas para su ajuste |
| 1 punto | (i) La adecuada eficiencia de la tecnología depende de muchas variables que al momento son desconocidas. Es probable que frecuentemente tenga efluentes fuera de norma (ii) Tecnología de poca flexibilidad, requiere de modificaciones para un eventual aumento de la capacidad que representan inversiones considerables (iii) Dadas las características del lugar, ocasionalmente puede presentarse una baja en la eficiencia de la PTAR por períodos prolongados (iv) Operación compleja. Los operadores requieren de entrenamiento continuo y conocimiento del proceso de tratamiento para operar adecuadamente el sistema |

En la evaluación ambiental, los aspectos considerados durante la *fase de construcción* de la PTAR son (a) impacto sobre las especies animales y vegetales del sitio de ubicación de la PTAR, (b) impacto sobre el sitio de ubicación de la PTAR en términos de extensión y daños a fuentes subterráneas de agua, y (c) impacto al ambiente por el proceso de construcción. En cuanto a la *fase de operación* de la PTAR son (1) generación de olores, (2) generación de ruido, (3) generación de lodos, (4) consumo de energía, (5) generación de especies nocivas, (6) riesgos en casos fortuitos, (7) contaminación de agua del subsuelo.

La forma de evaluar las opciones desde la perspectiva de impacto ambiental es similar a la evaluación técnica. La definición de la escala de puntos está en la tabla siguiente.

Tabla 3.6.2.- Aspectos y puntaje para evaluación ambiental

| | |
|-----------|---|
| 10 puntos | Bajo impacto, no tiene repercusiones relevantes. Las medidas de mitigación o acciones que requiere son sencillas y de poca inversión. No genera desechos o condiciones en el ambiente de efectos contaminantes, nocivos, tóxicos o peligrosos. El ruido y olor afectan ligeramente. |
| 5 puntos | Impacto moderado. Requiere de medidas de mitigación o acciones que conllevan a una inversión moderada. No genera desechos o condiciones en el ambiente de efectos contaminantes, nocivos, tóxicos o peligrosos. El ruido y olor llegan a ser molestos ocasionalmente. |
| 1 punto | Alto impacto. Requiere de medidas de mitigación o acciones que requieren de inversiones considerables. Existen especies endémicas. Los daños al ambiente son irreparables. Genera desechos o condiciones en el ambiente de efectos contaminantes, nocivos, tóxicos o peligrosos. El ruido y olor son frecuentes y difíciles de tolerar. |

Finalmente en la evaluación económica, se consideraron los costos de construcción y equipamiento de la PTAR, así como la urbanización, edificios (talleres, laboratorios, manejo de lodos y administrativo). Otros costos de suma importancia para el análisis son los de operación y mantenimiento (energía eléctrica, químicos, mano de obra, mantenimiento de equipo e instalaciones y costos por disposición de lodos).

A continuación se muestra el resumen del puntaje en cada una de las evaluaciones en la tabla 3.6.3.

Tabla 3.6.3.- Resumen de la evaluaciones de las opciones de tratamiento

| Alternativas | Sistema de tratamiento | Técnica | | | | | Ambiental | | | Económica | | |
|--------------|---|-----------|--------------|-------------|-----------|-------|----------------------|-------------------|-------|-----------------------------|---------------------------|------------------|
| | | Confianza | Flexibilidad | Resistencia | Operación | Total | Fase de construcción | Fase de operación | Total | Construcción y equipamiento | Operación y mantenimiento | VPN |
| Opción 1 | Lodos activados, aireación extendida | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 70 | 100 | \$46,333,548.37 | \$ 3,586,288.09 | \$ 70,308,725.32 |
| Opción 2 | Lodos activados convencional | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 55 | 85 | \$55,964,556.88 | \$ 4,500,832.09 | \$ 86,280,089.46 |
| Opción 3 | Elofiltros y lodos activados convencional | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 45 | 75 | \$47,500,150.95 | \$ 3,844,883.29 | \$ 73,416,402.68 |
| Opción 4 | lodos activados aireación semiextendida | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 70 | 100 | \$53,428,492.51 | \$ 3,674,588.89 | \$ 77,474,360.25 |

Fuente: Estudio de ingeniería básica CMAPAS

De acuerdo a la tabla anterior, la opción de ***lodos activados aireación extendida*** se encuentra en la mejor posición dentro de las tres evaluaciones, por lo que será el sistema de tratamiento que se llevará a cabo para la ciudad de Salamanca, Gto.

III.6.1 Descripción del proceso de tratamiento seleccionado

El agua residual del sistema de alcantarillado de la ciudad llega al cárcamo de bombeo mediante el cual se da la carga hidráulica necesaria para que el agua sea transportada por gravedad a través de los procesos de tratamiento. Antes del cárcamo de bombeo se instalan jaulas de acero para retener los sólidos mayores de 70 mm que pueden dañar las bombas del cárcamo. El agua es bombeada al pre-tratamiento que consiste en rejillas gruesas manuales (25 mm separación), rejillas finas automáticas (15 mm separación) y un desarenador de vórtice con los aditamentos necesarios para realizar la remoción de grasas.

Después del pre-tratamiento el agua pasa a una caja de distribución en donde se mezcla el agua que sale del pre-tratamiento con los lodos de recirculación. Es en esta misma estructura en donde el flujo se divide en dos trenes de tratamiento secundario

El tratamiento secundario consiste en un proceso de lodos activados en la modalidad de aireación extendida. Es en la estructura del reactor biológico en donde se encuentran las zonas anóxica y óxica necesarias para la remoción de materia orgánica y nutrientes. El agua del pre-tratamiento mezclada con los lodos de recirculación, llega inicialmente a la zona anóxica en donde se realiza la denitrificación y se da preferencia a los organismos que remueven nutrientes. Luego, el agua pasa a la zona óxica en donde se suministra oxígeno mediante aireación de burbuja fina. Se recircula agua de la zona óxica a la zona anóxica para que la denitrificación se lleve a cabo. El licor mezclado (agua residual y biomasa) después de la zona de aireación pasa a los sedimentadores secundarios en donde se separa la biomasa, una parte para ser reintegrada al proceso mediante recirculación y otra parte es desechada del sistema y enviada al tren de tratamiento de lodos.

Después de los sedimentadores secundarios el agua clarificada se reúne nuevamente para pasar a los filtros de arena para pulimento, y posteriormente al canal Parshall para su medición y finalmente a los canales de lámparas de luz ultravioleta en donde se desinfecta el agua. El último proceso de líquidos es el cárcamo de bombeo de agua tratada.

El tratamiento de lodos consiste en un espesador por gravedad que elimina parte del agua en los lodos y finalmente un filtro prensa de banda para desaguar los lodos antes de su disposición. En esta opción de tratamiento no es necesario el uso de digestores para reducir los sólidos volátiles de los lodos debido a que cuenta con tiempos de residencia celular mayores de 20 días como lo marca la NOM-004-SEMARNAT-2002.

El sistema de lodos activados aireación extendida propuesto estará integrado por los siguientes elementos:

Línea de aguas

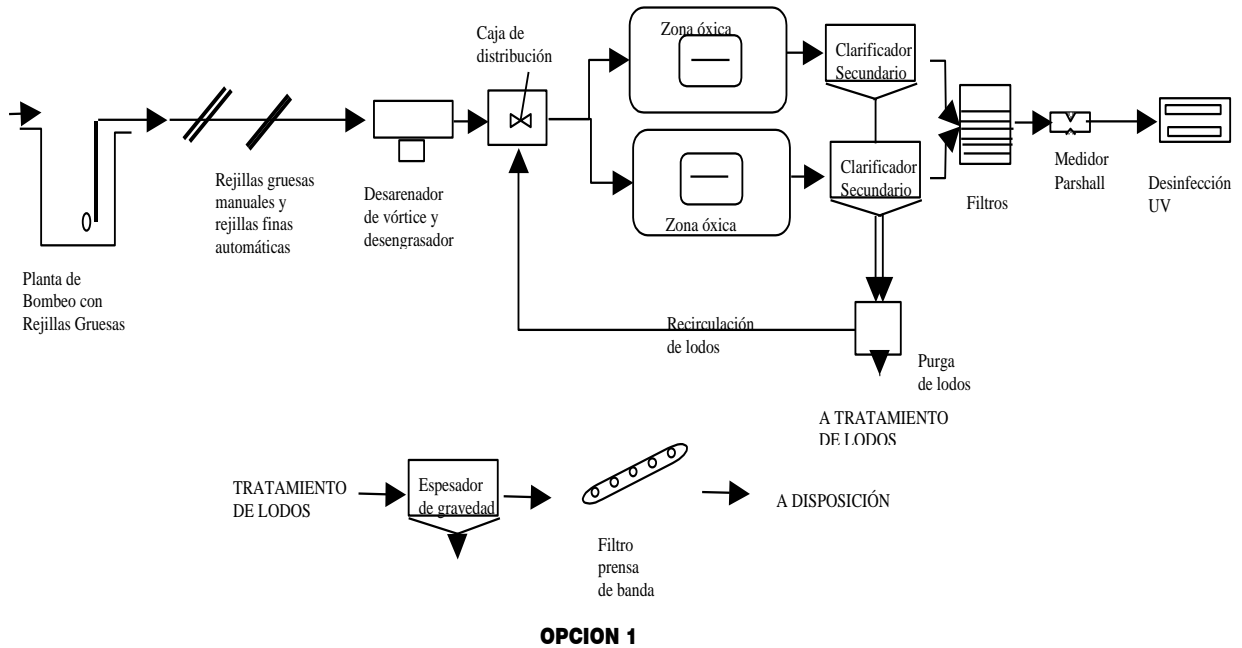
- Bombeo de aguas crudas.
- Cribado con limpieza mecánica.
- Desarenador de vórtice y desengrasador
- Caja de distribución
- Reactores biológicos
- Clarificador secundario
- Filtros Duales Arena Antracita (Mecanismo de retrolavado automático)
- Tanque de desinfección UV

Línea de lodos.

- Espesador por gravedad.
- Filtro prensa.

En la figura 5 se muestra un esquema de los componentes mencionados anteriormente.

Figura 5.- Esquema de arreglo de la Planta de Tratamiento



En consecuencia se tiene el diseño conceptual para dimensionar todas y cada una de las unidades que componen el sistema de tratamiento, tomando como base la alternativa y modulación seleccionada entre otros conceptos, se considerará:

- Interconexiones con emisores de aguas crudas
- Obras de recepción o llegada
- Pre-tratamiento
- Unidades de proceso de tratamiento del agua, incluyendo desinfección
- Emisor del agua cruda
- Emisor del agua tratada
- Unidades para el tratamiento, deshidratación y manejo de lodos
- Disposición final de lodos

III.7 Capacidad del proyecto

III.7.1 Planta de tratamiento de aguas residuales

La capacidad inicial de la planta deberá de ser suficiente para satisfacer las necesidades de tratamiento actuales, mientras que la capacidad final de la misma deberá soportar las exigencias que se presenten en el horizonte del proyecto (25 años).

De acuerdo a las recomendaciones de la Water Environment Federation, la capacidad de los módulos que integrarán el tren de tratamiento deberán de ser múltiplos del caudal de proyecto y el número mínimo de módulos deberá de ser de 2.

El valor de modulación que satisface los planteamientos establecidos, de manera eficaz, se muestra en la tabla 3.7.1.1.

Tabla 3.7.1.1.- Modulación de la PTAR

| Caudal medio de diseño (l/s) | | Número Módulos | Capacidad unitaria (l/s) |
|------------------------------|------------|----------------|--------------------------|
| Inicial 2010 | Final 2035 | | |
| 200 | 400 | 4 | 100 |

Como las etapas de crecimiento de cada planta son discretas, mientras que el incremento en la generación de aguas residuales es continua, la modulación de la planta de tratamiento deberá cubrir de manera optima, de tal forma que las inversiones en la construcción de nuevos módulos se difiera lo máximo pero sin arriesgar la calidad de tratamiento por sobrecarga de los módulos existentes. La primera etapa serán 2 módulos de 100 l/s (2011), la segunda etapa 1 módulo adicional (2012) y la tercera etapa 1 módulo (2022) para completar una capacidad de 400 l/s (2035).

III.7.1.1 Proceso de aguas

- Trampa de sólidos gruesos (2 fosas con caja de acero de 1.3X1.3 mts cada una de placa de ¼" con perforaciones y acero redondo en forma de retícula en el fondo de las cajas)
- Bombeo de aguas crudas (1 tanque de 6.77 mts de diámetro y una profundidad de 5 mts) equipado con 4 bombas de 140 lps y una de respaldo.
- Cribado con limpieza mecánica (2 canales de 1.95 mts de ancho, 6.61 mts de longitud y 0.92 mts de profundidad cada uno) equipado con dos rejillas de limpieza automática.
- Desarenador de vórtice (1 Tanque de 3.05 mts de diámetro y 0.98 mts de profundidad con otro depósito debajo de este (concéntrico) de 0.43 mts de diámetro y 1.83 mts de profundidad) equipado con 1 impulsor de 75 HP y dos equipos de bombeo.
- Reactor biológico en zanjas de oxidación (2 tanques de 16.5 mts por 33 mts y 5.5 mts de profundidad) equipados con 5 aireadores de 115 hp y 4 agitadores horizontales de 10 HP.
- Clarificador Secundario (2 tanques de 23 mts de diámetro y 2.13 mts de profundidad) equipados con 1 rastra mecánica c/u.
- Filtros Duales Arena Antracita (Tanque de 10.5 mts de largo, 9.45 mts de ancho y 2.05 mts de altura).
- Tanque de desinfección UV

III.7.1.2. Proceso de lodos

Espesador de lodos (1 tanque de 5.10 mts de diámetro y 4 mts de profundidad) equipado con 2 rastras mecánicas c/u.

Filtro prensa de banda (banda de 1 mts de ancho, una banda estará de relevo con la mismas características).

a. Obras complementarias (Colectores, cárcamo y emisor)

El agua residual recolectada a través del sistema de alcantarillado es vertida en dos cuerpos receptores: el Río Lerma y el Dren Sardinas. Aunque en términos de cobertura de alcantarillado la ciudad de Salamanca cuenta con alrededor del 90% del área habitada, es necesario que el agua residual de la ciudad que se vierte sin tratar, sea transportada al sitio de la PTAR para su tratamiento y posterior reúso y/o disposición. Por lo anterior es necesario el diseño y ejecución de colectores que en su trayecto capturen dichas descargas.

a.1 Colector Ribereño de aguas negras del Río Lerma (Margen Derecha 1)

Ya existe el proyecto ejecutivo para este colector, de hecho ya se construyó una parte del mismo (998 metros del CB-3 hacia aguas arriba) y restan por construir cerca de 3 kilómetros. Este colector recolectará las descargas en la ribera norte del Río Lerma, desde la descarga Soto Inés hasta el Cárcamo de Bombeo 3 (CB-3).

El Colector Ribereño, tiene una longitud total de 3,812 metros y 50 pozos de visita, está compuesto de tubería de diversos diámetros como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.7.1.2.1.- Características del Colector Ribereño (Margen derecha 1)

| Diámetro (cms) | Longitud (mts) | Profundidad (mts) |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 45 | 465 | 3.137 |
| 61 | 487 | 3.160 |
| 76 | 825 | 3.618 |
| 91 | 1033 | 4.419 |
| 107 | 1002 | 5.576 |
| | 3812 | |

a.2 Colector Río Lerma (Margen Derecha 2)

Este colector es continuación del colector Ribereño a partir del Cárcamo de Bombeo 3 (CB-3) por la Avenida Cazadora siguiendo la margen del río hasta la calle Eustaquio Hernández, calle Xolotl, calle Bautisterio, calle San Joaquín y de nuevo a la margen del río y llega hasta el terreno de la PTAR. Durante el trayecto recolecta las descargas del rastro, San Javier, Los Sauces, Estancias e Infonavit 2.

El colector Margen Derecha 2 tiene una longitud de 2,490 metros de tubería de Polietileno de Alta Densidad de 152 cms de diámetro a una profundidad promedio de 6.2 metros en 36 pozos de visita. Además de los conceptos de obra de uso común para obras de este tipo, en el proyecto Margen Derecha 2 se incluyen trabajos de cruce del colector por el Periférico. Parte de este colector pasa por calles existentes por lo que se consideran trabajos de ruptura y reposición de pavimento asfáltico.

a.3 Colector Marginal Sur

Este colector será proyectado a lo largo de aproximadamente 6 km. En la margen sur del Río Lerma, desde la comunidad de La Luz, hasta el punto de cruce frente al predio de la planta de tratamiento.

El colector Marginal Sur es de tubería de Polietileno de Alta Densidad y tiene una longitud total de 5,620 metros en 75 pozos de visita (comunes y especiales) y está compuesto por los siguientes diámetros de tubería. En la tabla 3.7.1.2.2 se detallan las características de sus componentes.

Tabla 3.7.1.2.2.- Características del Colector Marginal Sur

| Diámetro (cms) | Longitud (mts) | Profundidad (mts) |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| 76 | 840 | 3.10 |
| 91 | 2,609 | 4.41 |
| 122 | 2,091 | 4.46 |
| Sifón | 80 | |

Además de los tramos de tubería señalados, el colector cuenta con un sifón invertido para cruzar el Río Lerma. El sifón tiene una longitud de 80 metros y está compuesto por tres tubos de Polietileno de Alta Densidad de 20, 50 y 70 centímetros de diámetro así como de una caja de entrada y una de salida. Existe también otra estructura especial (además de pozos especiales) en el colector Marginal Sur que es el cruce del colector con la línea del ferrocarril, cuyo presupuesto está considerado en los trabajos del colector.

a.4 Colector Periférico

El Colector Periférico transportará el agua residual del cárcamo del dren Sardinas hasta el cárcamo de bombeo afluente de la planta de tratamiento, recolectando las actuales descargas de Sardinas y 1910. Este colector recolectará las descargas del crecimiento urbano de la zona norponiente.

Este colector tiene una longitud de 5,870 metros y en 62 pozos de visita y está compuesto por un tramo de 2,140 metros de tubería de Polietileno de Alta Densidad de 91 centímetros de diámetro a una profundidad promedio de 5 metros y por un tramo de 3,730 metros de tubería de Polietileno de Alta Densidad de 107 centímetros de diámetro a una profundidad promedio de 6.9 metros.

Las obras especiales en este colector son: un cruce con las líneas del ferrocarril y un cruce con líneas de alta presión de PEMEX.

a.5 Cárcamo Constituyentes

Este cárcamo estará ubicado en la Margen Sur (izquierda) del Río Lerma, en terrenos cercanos a la Av. Constituyentes, aliviara a la red de alcantarillado de esa zona que ante inundaciones tiende a saturarse.

El cárcamo “Constituyentes” tendrá las siguientes características, mostradas en la tabla 3.7.1.2.3, de acuerdo al Proyecto de Ingeniería.

Tabla 3.7.1.2.3.- Características del Cárcamo de Rebombeo “Constituyentes”

| Características | CB Constituyentes |
|--|--------------------------|
| Ancho efectivo cárcamo (mts) | 12.0 |
| Largo efectivo cárcamo (mts) | 16.0 |
| Número de bombas | 4 |
| Modelo de la bomba | CP3602 de 385 HP |
| Tirante efectivo de bombeo (mts) | 6.42 |
| Profundidad total del cárcamo ^(A) | 10.92 |
| Tirante muerto por sumergencia (mts) | 1.80 |

| | |
|----------------------------|------|
| Tirante de trabajo Bomba 1 | 0.54 |
| Tirante de trabajo Bomba 2 | 1.10 |
| Tirante de trabajo Bomba 3 | 1.40 |
| Tirante de trabajo Bomba 4 | 1.58 |
| Tirante de trabajo Bomba 5 | N/A |

a.6 Emisor de agua tratada de PTAR a CFE

El agua residual tratada tiene que ser conducida desde la planta de tratamiento hasta el sitio de reúso. Este recorrido es de alrededor de 8 kilómetros, venciendo una diferencia de elevaciones del terreno de alrededor de 12.5 metros, estando el nivel terreno del sitio de reúso por encima del nivel de terreno de la PTAR.

De inicio el emisor de agua tratada tendrá una capacidad de 400 lps que es la capacidad de la PTAR en el horizonte de proyecto. La infraestructura está diseñada para 400 lps mientras que el equipamiento se realiza conforme aumenta la capacidad de la PTAR.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario definir el diámetro de tubería y la potencia de las bombas en función de un análisis económico para el horizonte de proyecto y de acuerdo a la capacidad de la PTAR, por lo que se pueden reconocer las siguientes etapas:

- Etapa 1. Los primeros 7 años de la PTAR en donde el flujo promedio son 200 lps
- Etapa 2. Del año 8 al año 16 de operación de la PTAR y flujo promedio de 300 lps
- Etapa 3. Del año 17 al 25 de operación de la PTAR para un flujo de 400 lps

Se evaluaron varias opciones que combinan diámetros de tubería, escenarios de una o dos líneas en serie y potencia de las bombas. Después de un análisis previo se tiene que las combinaciones con mayores ventajas eran:

- a) Cárcamo de bombeo en la planta de tratamiento y línea de emisor desde la PTAR hasta CFE utilizando tubería de 76 cm de diámetro. En la etapa inicial se tiene una bomba en operación y otra de respaldo, en la segunda etapa se agrega una bomba más para llegar a la capacidad deseada y en la tercera etapa se agrega una cuarta bomba.
- b) Cárcamo de bombeo en la planta de tratamiento y línea de emisor desde la PTAR hasta CFE utilizando tubería de 91 cm de diámetro. En la etapa inicial se tiene una bomba en operación y otra de respaldo, en la segunda etapa se agrega una bomba más para llegar a la capacidad deseada y en la tercera etapa se agrega una cuarta bomba.
- c) Cárcamo de bombeo en la planta de tratamiento y línea de emisor desde la PTAR hasta la mitad del trayecto a la CFE, cárcamo de rebombeo y línea hasta CFE, utilizando tubería de 61 cm de diámetro de Polietileno de Alta Densidad. En la primera etapa se tiene una bomba en operación y otra de respaldo en el cárcamo de bombeo de la PTAR (tanque de almacenamiento) y en el cárcamo de bombeo intermedio se tienen también dos bombas, una en operación y la otra de respaldo. Las bombas de la primera etapa tienen la capacidad para cubrir la segunda etapa. En la tercera etapa se agrega una bomba en cada cárcamo para llegar a la capacidad deseada.
- d) Cárcamo de bombeo en la planta de tratamiento y línea de emisor desde la PTAR hasta la mitad del trayecto a la CFE, cárcamo de rebombeo y línea hasta CFE, utilizando tubería de 76 cm de diámetro. En la primera etapa se tiene una bomba en operación y otra de respaldo en el cárcamo de bombeo de la PTAR (tanque de almacenamiento) y en el cárcamo de bombeo intermedio se tienen también dos bombas, una en operación y la otra de respaldo. En la segunda etapa se agrega una bomba en cada cárcamo para llegar a la capacidad deseada. En la tercera etapa se agrega también una bomba a cada cárcamo.

- e) Cárcamo de bombeo en la planta de tratamiento y línea de emisor desde la PTAR hasta la mitad del trayecto a la CFE, cárcamo de rebombeo y línea hasta CFE, utilizando tubería de 76 cm de diámetro. En la primera etapa se tiene una bomba en operación y otra de respaldo en el cárcamo de bombeo de la PTAR (tanque de almacenamiento) y en el cárcamo de bombeo intermedio se tienen también dos bombas, una en operación y la otra de respaldo. Las bombas de la primera etapa tienen la capacidad para cubrir la segunda etapa. En la tercera etapa se agrega una bomba en cada cárcamo para llegar a la capacidad deseada.
- f) Cárcamo de bombeo en la planta de tratamiento y línea de emisor desde la PTAR hasta CFE utilizando tubería de 76 cm de diámetro. En la primera etapa se tienen dos bombas, una en operación y la otra de respaldo. Estas bombas tienen la capacidad de cubrir la segunda etapa. En la tercera etapa se agrega una bomba más para llegar a la capacidad deseada.

El análisis se realizó en función del Valor Presente Neto para el horizonte de proyecto de la PTAR, resultando la **opción C** la más económica y que por lo tanto se llevará a cabo.

III.8 Estimación y análisis de los costos de inversión

De acuerdo al Proyecto de Ingeniería Básica para la PTAR de la ciudad de Salamanca se estimó que la mejor alternativa es lodos activados aireación extendida. El costo de inversión de este tipo de planta de tratamiento de aguas residuales junto con sus obras complementarias para lograr el saneamiento integral de la ciudad de Salamanca fue estimado en \$175,836,890 (no incluye IVA). En la tabla 3.7.1.2.4 se mencionan los costos privados para la alternativa seleccionada.

Tabla 3.7.1.2.4.- Costos de Inversión de la Planta de Tratamiento

| Concepto | S/IVA | C/IVA |
|---|--------------------------|--------------------------|
| PLANTA DE TRATAMIENTO | | |
| Emisor | \$ 995,075.05 | \$ 1,144,336.31 |
| Cárcamo de agua cruda | \$ 2,302,221.44 | \$ 2,647,554.66 |
| Pre-tratamiento | \$ 3,009,784.21 | \$ 3,461,251.84 |
| Caja de distribución a reactores | \$ 615,268.37 | \$ 707,558.63 |
| Reactores biológicos | \$ 18,313,890.57 | \$ 21,060,974.16 |
| Caja de distribución a sedimentadores | \$ 254,188.02 | \$ 292,316.22 |
| Sedimentadores secundarios | \$ 4,267,385.60 | \$ 4,907,493.44 |
| Filtros de arena retrolavado continuo | \$ 4,883,536.17 | \$ 5,616,066.60 |
| Desinfección UV-Parshall | \$ 1,216,721.40 | \$ 1,399,229.61 |
| Tanque de almacenamiento y bombeo de agua tratada | \$ 2,877,162.21 | \$ 3,308,736.54 |
| Espesador por gravedad | \$ 808,925.33 | \$ 930,264.13 |
| Filtro banda | \$ 987,500.00 | \$ 1,135,625.00 |
| Tuberías de interconexión de procesos | \$ 2,230,958.81 | \$ 2,565,602.63 |
| Instrumentación y control | \$ 2,492,722.85 | \$ 2,866,631.28 |
| Edificios | \$ 2,182,405.50 | \$ 2,509,766.33 |
| Urbanización | \$ 2,805,502.55 | \$ 3,226,327.93 |
| Servicios | \$ 2,103,931.81 | \$ 2,419,521.58 |
| Ingeniería | \$ 1,570,415.40 | \$ 1,805,977.71 |
| Adecuaciones para requerimientos de CFE | \$ 8,986,328.00 | \$ 10,334,276.90 |
| OBRAS COMPLEMENTARIAS | | |
| Colector Ribereño (margen derecha 1) | \$ 6,596,633.31 | \$ 7,586,128.31 |
| Colector Margen Derecha 2 | \$ 17,320,456.10 | \$ 19,918,524.52 |
| Colector Marginal Sur (izquierda) | \$ 30,197,004.16 | \$ 34,726,554.78 |
| Colector Periférico | \$ 26,587,643.39 | \$ 30,575,789.90 |
| Cárcamo de bombeo Constituyentes | \$ 11,919,876.00 | \$ 13,707,857.49 |
| Emisor a presión de agua tratada | \$ 20,311,354.26 | \$ 23,358,057.40 |
| Subtotal | \$ 175,836,890.35 | \$ 202,212,423.90 |

Fuente: Estudio de Ingeniería Básica para PTAR Salamanca, Gto.

III.9 Calendario de inversiones

Para la ejecución del proyecto se tiene programado un período de 22 meses, a ejecutarse en 3 ejercicios fiscales, como se muestra en la tabla 3.9.1

Tabla 3.9.1.- Calendario general de Inversiones

| ACTIVIDAD | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|--|
| | JUL-AGUS-10 | SEP-OCT-10 | NOV-DIC-10 | ENE-FEB-11 | MAR-11 | ABR-11 | MAY-11 | JUN-11 | JUL-11 | AGO-11 | SEP-11 | OCT-11 | NOV-11 | DIC-11 | ENE-12 | FEB-12 | MAR-ABR-12 | |
| Colector Ribereño (Margen Derecha 1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colector Margen Derecha 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colector Marginal Sur | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colector Periférico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cárcamo de bombeo Constituyentes | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Línea de agua tratada | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planta de Tratamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

En la tabla siguiente se muestra el calendario de las inversiones del proyecto junto con los porcentajes de aportación. Cabe mencionar que el costo del terreno no aparece en la tabla por que ya se adquirió, se incluyó sólo en el análisis de flujo de costos y beneficios.

Tabla 3.9.2.- Calendario y aportaciones de inversión

| INVERSIONES \$ CON IVA | | | | |
|--|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Concepto | 2010 | 2011 | 2012 | Total |
| Planta de Tratamiento | \$ 26,305,277 | \$ 44,718,971 | \$ 1,315,264 | \$ 72,339,511 |
| Colectores y Emisores | \$ 62,597,573 | \$ 67,375,339 | \$ 0 | \$ 129,872,912 |
| Totales | \$ 88,802,850 | \$ 112,094,310 | \$ 1,315,264 | \$ 202,212,424 |
| PORCENTAJES DE APORTACIÓN | | | | |
| Banobras 40% | \$ 35,521,140 | \$ 44,837,724 | \$ 526,106 | \$ 80,884,970 |
| Municipio 13% | \$ 11,544,370 | \$ 14,572,260 | \$ 170,984 | \$ 26,287,615 |
| Estado 13% | \$ 11,544,370 | \$ 14,572,260 | \$ 170,984 | \$ 26,287,615 |
| Privado 25% | \$ 22,200,712 | \$ 28,023,578 | \$ 328,816 | \$ 50,553,106 |
| CAPITAL DE RIESGO Y CRÉDITO 9 % | \$ 7,992,256 | \$ 10,088,488 | \$ 118,374 | \$ 18,199,118 |
| | | | | \$ 202,212,424 |

Para la ejecución de las obras se pretende realizar un concurso mediante Licitación Pública Nacional. Con base en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con la misma, estos procesos inician con la publicación de la convocatoria, en la Cd. de México, en el Diario Oficial de la Federación y en un diario de mayor circulación local, además de su publicación en Compranet.

III.10 Estimación y análisis de los costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento en que se incurre una vez terminado el proyecto integral de la ciudad de Salamanca son principalmente por la operación de la Planta de Tratamiento (consumo de energía eléctrica, mano de obra en laboratorios y operación de la Planta, personal de mantenimiento general y personal administrativo), así como los costos de operación y mantenimiento de los cárcamos de bombeo (energía eléctrica principalmente) y costos de mantenimiento en los colectores (desazolves), en este último los costos no son tan significativos.

Los costos anuales de operación y mantenimiento se estiman en \$4,884,233 pesos sin IVA para la planta de tratamiento propuesta de 200 lps de capacidad, por lo que el costo que implica procesar un 1m³ de aguas residuales es de \$ 0.57, y \$560,131 pesos sin IVA corresponden al costo de rebombeo del emisor.

En la tabla siguiente se indican los costos anuales de operación y mantenimiento de la Planta de tratamiento y del cárcamo de rebombeo en el emisor

Tabla 3.10.1.- Costos de Operación y Mantenimiento

| Insumo | Costos s/IVA | Costos c/IVA |
|------------------------------|---------------------|--------------------|
| Planta de Tratamiento | | |
| ENERGÍA ELÉCTRICA | \$ 3,771,236 | \$ 4,336,921 |
| MANO DE OBRA | \$ 552,000 | \$ 634,800 |
| DESALOJO DE LODOS | \$ 81,833 | \$ 94,108 |
| MANTENIMIENTO | \$ 479,164 | \$ 551,039 |
| | \$ 4,884,233 | \$5,616,868 |
| <i>Obras complementarias</i> | | |
| ENERGÍA ELÉCTRICA | \$ 560,131 | \$644,161 |
| | \$ 560,131 | \$644,151 |
| Total | \$ 5,444,364 | \$6,261,019 |

FUENTE: Proyecto de Ingeniería Básica de la PTAR de Salamanca, Gto.

III.11 Fuentes de recursos para la inversión

El CMAPAS ha iniciado ya pláticas con la Comisión Federal de Electricidad para vender el agua residual tratada para su uso en las torres de enfriamiento de la termoeléctrica de Salamanca. Dado que existe esta fuente de ingresos que podrían pagar, al menos parcialmente, el costo de la infraestructura necesaria para el tratamiento de las aguas residuales, el CMAPAS ha decidido incluir el proyecto de la PTAR en el programa denominado PROMAGUA, mediante el cual podrían contar con un subsidio de hasta el 40% del costo del proyecto por parte del FINFRA que maneja BANOBRAS. Para ello, el proyecto debe estructurarse como un contrato de servicios a un plazo determinado, adjudicado mediante una licitación pública apegada a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público Federal. Este tipo de proyecto, en el que intervienen fondos del FINFRA, financiamiento y capital de riesgo privado, normalmente se contratan por períodos largos para que las tarifas de amortización de las inversiones no sean tan altas.

Durante las pláticas sostenidas con personal de la Comisión Nacional del Agua y de BANOBRAS, se dejó claro que los subsidios del FINFRA no aplicarían para la línea de agua tratada hacia la CFE (\$20,311,354 sin IVA), ni para la parte de la PTAR correspondiente a mejorar la calidad de la descarga más allá de lo establecido en la norma (\$8,986,326 sin IVA). En este sentido, se anticipó que el FINFRA aportaría el subsidio únicamente al 40% del costo de la planta de tratamiento, que no incluye el tratamiento terciario de suavización.

Con la finalidad de tener parámetros indicativos de los niveles de precios que podrían esperarse de una licitación como la que se describe, se elaboró un sencillo modelo para integrar los costos de la infraestructura, descritos en las secciones anteriores, con una estructura financiera en la que intervienen recursos propios del contratista, recursos financiados y recursos a fondo perdido, tanto del FINFRA como posiblemente del Municipio de Salamanca y del Estado de Guanajuato. Con dicho modelo, se calcularon las tarifas necesarias para sostener el proyecto utilizando diversos escenarios de tiempo y mezcla de recursos. Los escenarios que se analizaron se describen a continuación.

En cuanto al período de recuperación de capital del proyecto, se analizan 3 posibles escenarios:

- a) 1 año de construcción y 8 de operación, para un total de 9 años de contrato
- b) 1 año de construcción y 11 de operación, para un total de 12 años de contrato
- c) 1 año de construcción y 14 de operación, para un total de 15 años de contrato

Para cada uno de estos casos se analizaron 2 escenarios de financiamiento:

- 1) Apoyo de FINFRA, 25% Capital de Riesgo y financiamiento del costo del proyecto
- 2) Apoyo de FINFRA, 10% de aportación del Municipio, 10% de aportación del Estado, 25% de Capital de Riesgo y financiamiento del resto del costo del proyecto.

IV. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

La evaluación que aquí se presenta se realiza con base a la metodología costo-beneficio, atendiendo a los “Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo-Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión” publicada en la página web de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Egresos.

IV.1 Identificación y Valoración de los Beneficios

Los beneficios atribuibles son asociados al incremento de la plusvalía de los terrenos cercanos a las descargas de agua residuales, ingresos por venta de agua tratada a CFE para el enfriamiento de torres de la termoeléctrica, y por el ahorro en la atención médica de enfermedades hídricas.

Los costos y beneficios legítimamente atribuibles al proyecto en estudio se identifican, cuantifican y valoran comparando la situación sin proyecto con la situación con proyecto en un horizonte de evaluación de 25 años, mismos que se definen más adelante.

a. Estudio de impacto ambiental

El estudio de ingeniería básica incluyó la evaluación de las opciones de tratamiento desde el punto de vista ambiental, como parte del análisis para la selección de la opción más conveniente. Adicionalmente, se coordinó la información técnica y administrativa necesaria para la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad particular para infraestructura hidráulica, que fue ingresada para su dictamen a la Delegación de Guanajuato de SEMARNAT. El documento completo de la Manifestación de Impacto Ambiental no forma parte de este documento, ya que lo solicitó y se entregó al CMAPAS por separado en su propia carpeta. En el **anexo B** se presenta un resumen ejecutivo de dicha Manifestación de Impacto Ambiental, incluyendo las conclusiones y recomendaciones.

a.1 Normas oficiales mexicanas que rigen el proceso

La NOM -001-SEMARNAT que establece los límites permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, debido a que por lo menos una vez por año durante 1 ó 2 meses será descargada en el río Lerma, toda vez que la CFE proporcione mantenimiento a sus equipos. La NOM -003 –SEMARNAT-1997 “*Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicio al público*”, ya que el agua será para reúso en los procesos de enfriamiento de la CFE.

Por la generación de lodos se cumplirá con la NOM-004-SEMARNAT-2002 “Protección ambiental, lodos y biosólidos”, especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Para la descripción de la fauna se utilizó una combinación de metodologías.

1. Conteo de indicios
2. Recuento directo de individuos vistos o censo
3. Entrevistas con los lugareños

Estas técnicas se utilizaron de forma complementaria. Además se utilizó un indicador de impacto que indica el valor ecológico del biotopo.

Con los resultados del trabajo de campo realizado para la flora y fauna, se encontró que no existen especies de flora y fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001; aunque para el caso

de la fauna acuática, no se realizó ningún muestreo y se supuso que no existían especies acuáticas en esa zona, sin embargo, la investigación bibliográfica muestra lo siguiente.

De acuerdo a un estudio realizado por el COTAS Irapuato-Valle de Santiago con sede en la ciudad de Salamanca, realizado en tramo Las Adjuntas-Rancho el Tajo, reporta la presencia de 10 taxas pertenecientes a 5 familias; 6 especies son nativas, 3 exóticas y 1 es traslocada, se menciona también que existe una especie de pez considerada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 en la categoría de amenazada, la cual corresponde a *S.Bilineata*. Por la naturaleza del proyecto se esperan que las afectaciones sean positivas.

Niveles de incumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT – 1996.

Para determinar el nivel de incumplimiento de las descargas de aguas residuales mencionadas anteriormente, se hace referencia a la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los Límites Máximos Permisibles de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional mostrados en la tabla siguiente. Se toma como base de análisis la clasificación correspondiente a “B” que indica Uso Público Urbano que solicita una mejor calidad de agua que para riego agrícola clasificación “A”.

Tabla 4.1.1.- Niveles de incumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

| Parámetros | VALORES DE NOM 001 | | | OBSERVACIONES |
|-------------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|
| | Promedio | Prom. diario | Prom. mensual | |
| pH | 7.4 | -5 | -10 | CUMPLE |
| S Sed (ml / l) | 1.01 | 1 | 2 | NO CUMPLE |
| S S T (mg/l) | 165 | 75 | 125 | NO CUMPLE |
| G y A (mg/l) | 45 | 15 | 25 | NO CUMPLE |
| DBO ₅ (mg/l) | 350 | 75 | 150 | NO CUMPLE |
| DQO (mg/l) | 800 | --- | --- | NO NORMADO |
| N amoniacal (mg/l) | 40 | --- | --- | NO NORMADO |
| N total (mg/l) | 60 | 40 | 60 | NO CUMPLE |
| Fósforo (mg/l) | 10 | 20 | 30 | CUMPLE |
| Temp. °C | 23 | 40 | 40 | CUMPLE |
| Colif. Fec (NMP) | >=2400 | 1000 | 2000 | NO CUMPLE |
| Materia Flotante | presente | presente | presente | NO CUMPLE |

Fuente: Semarnat/NOM-001

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los principales parámetros que indican los niveles de contaminación como son DBO, Nitrógeno Total, SST, Grasas y Aceites y Coliformes Fecales están totalmente fuera de norma.

Los análisis de metales pesados que se analizaron corresponden a la NOM 001 SEMARNAT 1996 y que son: cobre, cromo total, níquel, cianuro, plomo, mercurio, arsénico, cadmio y zinc.

En todos los casos, los valores de estos metales estuvieron muy por debajo de la Norma, excepto el Cadmio y el Plomo.

De acuerdo al sistema de tratamiento terciario que se empleará en la Planta de Tratamiento en proyecto, cumplirá con la NOM 001-SEMARNAT-1996 y más estrictamente con los requerimientos de la CFE para su reúso.

b. Medidas de mitigación de impacto ambiental

Las medidas de mitigación y compensación que se pretendan adoptar, las cuales deberán relacionarse con los impactos identificados.

Tabla 4.1.2.- medidas de mitigación de impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio

| IMPACTOS AMBIENTALES | MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN | ACCIONES | TIEMPO DE REALIZACIÓN |
|----------------------|--|---|--|
| A.-SUELO | 1.- Disposición sanitaria de excreta. 2.-Disposición adecuada del suelo vegetal removido | a.- Uso de una letrina portátil a razón de una por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Depositar la capa de suelo vegetal removido en las zonas de áreas verdes para su reúso | 1 mes 12 meses |
| B.- AGUA SUPERFICIAL | 1.- Disposición de excretas 2.-Disposición adecuada del suelo vegetal removido | a.-Uso de 1 letrina portátil a razón de una por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Depositar la capa de suelo vegetal removido en las zonas de áreas verdes para su reúso | 1 mes 12 meses |
| C.- AIRE | 1.-Mantenimiento preventivo de la maquinaria a usar 2.-Adecuación del horario de trabajo para disminuir ruido 3.-Disposición sanitaria de excretas 4.-Mantener húmedas las áreas de trabajo | a.-Afinación de motor en taller especializado a.- Horario diurno de trabajo a.- Uso de 1 letrina portátil b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Aplicación de riesgos periódicos | 1 mes 1 mes 1 mes 1 mes |
| D.- FLORA TERRESTRE | 1.-Forestación con especies nativas o ampliamente adaptadas | a.-Plantación de mezquite (<i>prosopis laevigata</i>) en el lado norte, de sauce (<i>salix humboltiane</i>) en el margen sur y oeste del predio. Trueno (<i>ligustrum japonicum</i>) y tabachín (<i>delonix regia</i>) en el este; y hacia el interior en áreas verdes y de forma dispersa tabachin (<i>delonix regia</i>) y pasto b.-Mantenimiento con poda y riego | Será al final de la etapa de construcción |
| E.- FAUNA TERRESTRE | 1.-Mantenimiento preventivo de la maquinaria a usar 2.-Adecuación del horario de trabajo 3.-Producción de fauna | a.-Afinación de motor a.-Horario diurno de trabajo a.-Aumentar la fauna del predio b.- traslado de nidos o especies de lento desplazamiento c.-Prohibir la captura, caza o comercialización de especies. | Antes de iniciar los trabajos 1 mes Antes de iniciar trabajos los trabajos Durante los trabajos |
| F.-PAISAJES | 1.-Disposición sanitaria de excretas 2.-Disposición adecuada del suelo vegetal removido | a.-Igual que para suelo (A.-1 y A.2) | 1 mes 1 mes |
| G.-CALIDAD DE VIDA | 1.-Disposición sanitaria de excretas | a.-Igual que para suelo | 1 mes |

Tabla 4.1.3.- medidas de mitigación de impactos ambientales en la etapa de Construcción

| IMPACTOS AMBIENTALES | MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN | ACCIONES | TIEMPO DE REALIZACIÓN |
|----------------------|---|--|--|
| A.-SUELO | 1.- Disposición sanitaria de excreta. 2.-Manejo adecuado de escombros 3.-Manejo adecuado de materiales para la construcción | a.- 8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Reutilización en la misma construcción b.-Trasporte y disposición en sitio p autorizado por municipio c.-Cubrir las tolvas con lonas en buen estado | 12 meses 12 meses 12 meses |

| | | | |
|----------------------|---|--|---|
| B.- AGUA SUPERFICIAL | 1.- Disposición de excretas | a.-Utilizar los almacenes y patio de maniobras a.-8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado | 12 meses |
| C.- AIRE | 1.-Disposición sanitaria de excretas 2.-Manejo adecuado de escombros 3.-Mantener húmedas las áreas de trabajo | a.-8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Reutilización en la misma construcción o b.-Trasporte y disposición en sitio autorizado por municipio c.-Cubrir las tolvas con lonas en buen estado a.-Aplicación de riegos periódicos | 12 meses 12 meses 12 meses |
| D.- PAISAJE | 1.-Forestación con especies nativas o ampliamente adaptadas para rehabilitación ambiental y paisajística 2.-Disposición sanitaria de excretas 3.-Manejo adecuado de escombros | a.-Plantación de mezquite (prosopis laevigata) en el lado norte, de sauce (salix humboltiane) en el margen sur y oeste del predio. Trueno (ligustrum japonicum) y tabachín (delonix regia) en el este; y hacia el interior en áreas verdes y de forma dispersa tabachin (delonix regia) y pasto b.-Mantenimiento con poda y riego c.-Reincorporar el suelo vegetal al sitio a.-8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Reutilización en la misma construcción p b.-Transporte y disposición en sitio autorizado por municipio | Será al final de la etapa de construcción De acuerdo al programa de mantenimiento 12 meses 12 meses |
| E.-CALIDAD DE VIDA | 1.-Disposición sanitaria de excretas | a.-8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado | 12 meses |

Tabla 4.1.4.- medidas de mitigación de impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento

| IMPACTOS AMBIENTALES | MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN | ACCIONES | TIEMPO DE REALIZACIÓN |
|----------------------|---|---|--|
| A.-SUELO | 1.- Manejo adecuado de residuales en emisor y en el sistema 2.-Mantenimiento del sistema 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos 4.-Manejo y disposición adecuada de residuos sólidos domésticos | a.- Supervisión del emisor y del sistema b.-Arreglo mediato de fugas a.-Mantenimiento preventivo 1.-Recolección de residuos sólidos en elementos del sistema (estructura de llegada y pre-tratamiento) 2.-Disposición de residuos sólidos en el sitio autorizado 3.-Manejo y disposición adecuada de aceites gastados de motores de los equipos b.-mantenimiento correctivo 1.-Reparación de elementos del sistema a.-cumplir con las especificaciones de la NOM-004 SEMARNAT -2002 1.-Muestreo y análisis de lodos 2.-Recabar la constancia de no peligrosidad de los lodos 3.-Cumplir con los límites máximos permisibles para el contenido del indicador de contaminación, patógenos y parásitos para la clase B 4.-Controlar la atracción de vectores 5.-Disposición final de los lodos en el sitio de disposición municipal de Salamanca a.-Recolección y disposición adecuada de residuos sólidos domésticos. | Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente |
| B.- AGUA SUPERFICIAL | 1.- Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y dentro del sistema. 2.-Mantenimiento del sistema. 3.-Manejo y disposición adecuado de lodos | Igual que para punto A.1 Igual que para punto A.2 Igual que para punto A.3 | Permanente Permanente Permanente |

| | | | |
|----------------------|--|--|------------|
| C.- AGUA SUBTERRANEA | 1.-Manejo adecuado aguas residuales en emisor y sistema | Igual que para punto A.1 | Permanente |
| | 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que para punto A.3 | Permanente |
| D.- AIRE | 1.- Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema. | Igual que para punto A.1 Igual que para punto A.2 | Permanente |
| | 2.-Mantenimiento del sistema. | Igual que para punto A.3 | Permanente |
| | 3.-Manejo y disposición adecuado de lodos | Diseño de planta y equipos con dispositivos apropiados | Permanente |
| | 4.-Control de ruido y olores | Igual que en etapa de construcción | Permanente |
| | 5.-Forestación con especies nativas | | |
| E.-FLORA TERRESTRE | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema | Igual que el punto A.1 | Permanente |
| | 2.-Mantenimiento del sistema | Igual que el punto A.2 | Permanente |
| | 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que el punto A.3 | Permanente |
| F.-FAUNA TERRESTRE | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema | Igual que el punto A.1 | Permanente |
| | 2.-Mantenimiento del sistema | Igual que el punto A.2 | Permanente |
| | 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que el punto A.3 | Permanente |
| G.-PAISAJE | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema | Igual que el punto A.1 | Permanente |
| | 2.-Mantenimiento del sistema | Igual que el punto A.2 | Permanente |
| | 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que el punto A.3 | Permanente |
| H.-CALIDAD DE VIDA | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema | Igual que el punto A.1 | Permanente |
| | 2.-Mantenimiento del sistema | Igual que el punto A.2 | Permanente |
| | 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que el punto A.3 | Permanente |

Fuente: Resultados del estudio de impacto ambiental realizado por CPAMAS

IV.2 Beneficios a la sociedad

a. Incremento en Plusvalía

Las consecuencias de tener un río contaminado que atraviesa la ciudad y que, eventualmente, se contamina más y más, son lógicos: malos olores, proliferación de fauna nociva y en consecuencia un menor valor de los terrenos aledaños a las zonas de las descargas. La construcción de colectores que conduzcan las aguas residuales hasta planta de tratamiento, eliminaría los problemas arriba señalados, incrementando así la plusvalía de los terrenos. En la tabla siguiente se muestran los valores actuales de los terrenos donde se ubican las descargas y los cárcamos.

Tabla 4.2.1.- Valor de Terrenos, Situación sin Proyecto

| Cárcamo o Descarga | Valor Catastral 2005 (m ²) | Superficie (m ²) | Valor Catastral de la superficie |
|--------------------|--|------------------------------|----------------------------------|
| Descarga La Luz | \$ 151.10 | 1,422 | \$ 214,864.20 |

| | | | |
|-----------------------------|------------------|----------------|-------------------------|
| Descarga de La Huerta | \$ 300.00 | 5,501 | \$ 1,650,300.00 |
| Descarga Soto Inés | \$ 300.00 | 11,695 | \$ 3,508,500.00 |
| Descarga Privada Fresno | \$ 300.00 | 3,676 | \$ 1,102,800.00 |
| Descarga Simón Vázquez | \$ 300.00 | 10,090 | \$ 3,027,000.00 |
| Descarga Sol | \$ 465.75 | 2,262 | \$ 1,053,526.50 |
| Descarga Vulcano | \$ 465.75 | 5,715 | \$ 2,661,761.25 |
| Descarga Constituyentes | \$ 465.75 | 5,150 | \$ 2,398,612.50 |
| Descarga Victoria | \$ 465.75 | 5,500 | \$ 2,561,625.00 |
| Cárcamo A Obregón | \$ 1,040.00 | 7,854 | \$ 8,168,140.90 |
| Cárcamo CB-1 | \$ 258.25 | 7,854 | \$ 2,028,290.76 |
| Cárcamo CB-2 | \$ 258.25 | 7,854 | \$ 2,028,290.76 |
| Cárcamo CB-3 | \$ 800.00 | 7,854 | \$ 6,283,185.31 |
| Descarga Los Sauces | \$ 155.25 | 8,000 | \$ 1,242,000.00 |
| Descarga Río Mandote | \$ 155.25 | 8,336 | \$ 1,294,164.00 |
| Descarga Las Estancias | \$ 581.65 | 10,000 | \$ 5,816,500.00 |
| Descarga al Canal Col. 1910 | \$ 151.10 | 10,000 | \$ 1,511,000.00 |
| Cárcamo 1910 | \$ 151.10 | 7,854 | \$ 1,186,736.62 |
| Descarga al Canal Col. 1910 | \$ 151.10 | 10,000 | \$ 1,511,000.00 |
| Total | | 136,617 | \$ 49,248,297.80 |
| Promedio | \$ 364.00 | | |

Fuente: Estudio de incremento de plusvalía de terrenos adyacentes a los cárcamos y descargas que desembocan al Río Lerma en Salamanca, Gto.

El valor catastral varía de acuerdo a la clasificación de la zona en que está ubicada la descarga o el cárcamo, se observa que el valor por m² de \$151.10 pertenece a una zona marginal irregular, mientras que el valor del m² en la zona habitacional del centro es de \$1,040.00. En la tabla que sigue se muestran los valores del terreno con el aumento de valor por plusvalía.

Tabla 4.2.2.- Valor de los Terrenos, Situación con Proyecto

| Cárcamo o Descarga | Valor Catastral 2005 con incremento de plusvalía (\$/m ²) | Superficie (m ²) | Valor Catastral de la superficie (\$) |
|-----------------------------|---|------------------------------|---------------------------------------|
| Descarga La Luz | \$ 166.00 | 1,422 | \$ 236,052.00 |
| Descarga de La Huerta | \$ 350.00 | 5,501 | \$ 1,925,350.00 |
| Descarga Soto Inés | \$ 350.00 | 11,695 | \$ 4,093,250.00 |
| Descarga Privada Fresno | \$ 350.00 | 3,676 | \$ 1,286,600.00 |
| Descarga Simón Vázquez | \$ 350.00 | 10,090 | \$ 3,531,500.00 |
| Descarga Sol | \$ 500.00 | 2,262 | \$ 1,131,000.00 |
| Descarga Vulcano | \$ 500.00 | 5,715 | \$ 2,857,500.00 |
| Descarga Constituyentes | \$ 500.00 | 5,150 | \$ 2,575,000.00 |
| Descarga Victoria | \$ 500.00 | 5,500 | \$ 2,750,000.00 |
| Cárcamo A Obregón | \$ 1,200.00 | 7,854 | \$ 9,424,777.96 |
| Cárcamo CB-1 | \$ 360.00 | 7,854 | \$ 2,827,433.39 |
| Cárcamo CB-2 | \$ 360.00 | 7,854 | \$ 2,827,433.39 |
| Cárcamo CB-3 | \$ 1,000.00 | 7,854 | \$ 7,853,981.63 |
| Descarga Los Sauces | \$ 190.47 | 8,000 | \$ 1,523,760.00 |
| Descarga Río Madonte | \$ 190.47 | 8,336 | \$ 1,587,757.92 |
| Descarga Las Estancias | \$ 600.00 | 10,000 | \$ 6,000,000.00 |
| Descarga al Canal Col. 1910 | \$ 190.47 | 10,000 | \$ 1,904,700.00 |
| Cárcamo 1910 | \$ 190.47 | 7,854 | \$ 1,495,947.88 |
| Descarga al Canal Col. 1910 | \$ 190.47 | 10,000 | \$ 1,904,700.00 |

| | | | |
|----------|----|---------|------------------|
| Total | | 136,617 | \$ 57,736,744.17 |
| Promedio | \$ | 423.07 | |

Fuente: Estudio de incremento de plusvalía de terrenos adyacentes a los cárcamos y descargas que desembocan al Río Lerma en Salamanca, Gto.

De acuerdo a los resultados presentados por el perito valuador⁶, se estimó que el valor actual de los terrenos se incrementaría en promedio en 17.24%, en las superficies mostradas en la tabla anterior. El criterio para determinar estas superficies se basa en el estudio de incremento de plusvalía ya mencionado anteriormente, en el que se tomo una franja de 50 mts de ancho aproximadamente y un largo similar o mayor, en base a la magnitud de los gastos de agua residual arrojados en la descarga. Las áreas se obtuvieron directamente del plano de las descargas en programa de AutoCAD, las cuales se encuentran en poder del CMAPAS.

El incremento en la plusvalía en los terrenos de las descargas y cárcamos, equivale al valor de la situación con proyecto menos el valor de los terrenos en la situación sin proyecto, se estima en \$8,488,446 (Tabla siguiente).

Tabla 4.2.3.- Comparativo del beneficio por incremento en Plusvalía. Situación S/P vs. C/P.

| Situación | Beneficio por incremento en Plusvalía |
|---|---------------------------------------|
| Sin proyecto | \$ 49,248,298 |
| Con proyecto | \$ 57,736,744 |
| Beneficio por plusvalía de las descargas y cárcamos | \$ 8,488,446 |

Fuente: Elaboración propia

Los colectores que forman parte de este proyecto, no darían algún beneficio en cuanto al incremento de plusvalía se refiere, ya que son colectores marginales que sólo recolectarán las aguas residuales de la red de alcantarillado existente y las conducirán a la planta de tratamiento en proyecto, excepto el colector periférico el cual en su mayor parte del trayecto aún no existe infraestructura y está proyectada como zona de crecimiento, por lo que les dará mayor plusvalía a esos terrenos por ofrecer el servicio de desalojo de aguas negras.

El criterio para determinar el área de terreno que incrementará su plusvalía, fue el tomar una franja de 50 m a cada lado del trazo por donde estará instalado el colector, cabe señalar que hay tramos en los que sólo se beneficiará de un lado, ya que el trazo pasa apenas por un costado del derecho de vía del libramiento Irapuato–Valle de Santiago, en la tabla siguiente se muestra la situación con y sin proyecto.

Los datos de valor catastral para la zona por donde atravesará el colector periférico presentados por el perito valuador⁷ mediante oficio.

⁶ Ing. Camilo Tovar Alcántar, Cédula Profesional No. 1736698, Cédula Valuador de Inmuebles No. AE-012606, Calle Mina No. 200 Int. 4, Zona Centro Salamanca, Gto. Tel. 01(464)6470881; email: ctovar@prodigy.net.mx
⁷ Ing. Camilo Tovar Alcántar, Cédula Profesional No. 1736698, Cédula Valuador de Inmuebles No. AE-012606, Calle Mina No. 200 Int. 4, Zona Centro Salamanca, Gto. Tel. 01(464)6470881; email: ctovar@prodigy.net.mx

Tabla 4.2.4.- Situación con y sin proyecto de los terrenos por donde pasará el colector Periférico

| Tipo de tramo según avalúo | Beneficio a lo largo del colector | Longitud del tramo (m) | Ancho de franja (m) | Valor catastral 2005 (\$/m ²) | Superficie (m ²) | Valor catastral de la superficie (\$) |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|---|------------------------------|---------------------------------------|
| SITUACIÓN SIN PROYECTO | | | | | | |
| Tramo 1 | En 2 frentes | 415 | 100 | 150 | 41,500 | \$ 6,225,000.00 |
| | En un frente | 2,355 | 50 | 150 | 117,750 | \$ 17,662,500.00 |
| Tramo 2 | En 2 frentes | 1,510 | 100 | 18 | 151,000 | \$ 2,718,000.00 |
| | En un frente | 1,260 | 50 | 18 | 63,000 | \$ 1,134,000.00 |
| Totales | | | | | | \$ 27,739,500.00 |
| SITUACIÓN CON PROYECTO | | | | | | |
| Tramo 1 | En 2 frentes | 415 | 100 | 180 | 41,500 | \$ 7,470,000.00 |
| | En un frente | 2,355 | 50 | 180 | 117,750 | \$ 21,195,000.00 |
| Tramo 2 | En 2 frentes | 1,510 | 100 | 100 | 151,000 | \$ 15,100,000.00 |
| | En un frente | 1,260 | 50 | 100 | 63,000 | \$ 6,300,000.00 |
| Totales | | | | | | \$ 50,065,000.00 |
| BENEFICIO NETO | | | | | | \$ 22,325,500.00 |

Por lo tanto el **beneficio por plusvalía** total representa el aumento de plusvalía en las zonas cercanas a las descargas (tabla 4.2.3.) más el incremento en la zona por donde pasará el colector periférico (tabla 4.2.4.) el cual asciende a un monto de **\$30,813,946.**

IV.3 Salud

La población afectada por la contaminación de las aguas tiene cierto índice de enfermedades hídricas, lo que hace que la sociedad tenga que destinar recursos para restaurar el estado de salud de las personas que se enferman. Como ya se ha mencionado, este índice de enfermedades se debe principalmente al contacto físico con las aguas residuales, aunque las bacterias también se propagan en el aire. Las enfermedades más comunes son amibiasis intestinal, fiebre tifoidea, giardiasis, paratifoidea y salmonelosis e infecciones intestinales.

En la obtención de los costos promedio para el tratamiento de las enfermedades mencionadas anteriormente se consideraron gastos de transporte, consulta general, medicamentos, diagnóstico y los días de incapacidad. En la tabla siguiente se muestran los costos por el tratamiento de las enfermedades, el costo por la incapacidad a trabajar dos días y el número de casos varía en función directa con la tasa de incremento poblacional de la ciudad de Salamanca con la que se hizo la proyección de población que se empleo en la elaboración del proyecto de la planta de tratamiento en análisis a lo largo del periodo 2010-2035.

Estos costos se volverán beneficios para la sociedad en cuanto se construya y arranque la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ya que prácticamente se anularían las enfermedades en esta zona por el contacto con aguas residuales.

Tabla 4.2.3.1.- Proyección de Costos Totales por Enfermedades Hídricas (precios constantes)

| Año | Casos | Costo promedio tratamiento por casos (\$) | Costo promedio incapacidad (\$) | Costo total (\$) |
|------|--------|---|---------------------------------|------------------|
| 2010 | | | | |
| 2011 | | | | |
| 2012 | 13,701 | 422 | 119 | 7,412,241 |
| 2013 | 13,948 | 422 | 119 | 7,545,661 |
| 2014 | 14,199 | 422 | 119 | 7,681,483 |

| | | | | |
|------|--------|--------------|-----|-----------------------|
| 2015 | 14,454 | 422 | 119 | 7,819,750 |
| 2016 | 14,714 | 422 | 119 | 7,960,505 |
| 2017 | 14,979 | 422 | 119 | 8,103,795 |
| 2018 | 15,249 | 422 | 119 | 8,249,663 |
| 2019 | 15,523 | 422 | 119 | 8,398,157 |
| 2020 | 15,803 | 422 | 119 | 8,549,324 |
| 2021 | 16,087 | 422 | 119 | 8,703,211 |
| 2022 | 16,377 | 422 | 119 | 8,859,869 |
| 2023 | 16,672 | 422 | 119 | 9,019,347 |
| 2024 | 16,972 | 422 | 119 | 9,181,695 |
| 2025 | 17,277 | 422 | 119 | 9,346,966 |
| 2026 | 17,588 | 422 | 119 | 9,515,211 |
| 2027 | 17,905 | 422 | 119 | 9,686,485 |
| 2028 | 18,227 | 422 | 119 | 9,860,842 |
| 2029 | 18,555 | 422 | 119 | 10,038,337 |
| 2030 | 18,889 | 422 | 119 | 10,219,027 |
| 2031 | 19,229 | 422 | 119 | 10,402,969 |
| 2032 | 19,575 | 422 | 119 | 10,590,223 |
| 2033 | 19,928 | 422 | 119 | 10,780,847 |
| 2034 | 20,286 | 422 | 119 | 10,974,902 |
| 2035 | 20,651 | 422 | 119 | 11,172,450 |
| | | TOTAL | | \$ 220,072,958 |

Fuente: Elaboración Propia con información de la Secretaría de Salud del Edo. de Gto.

Por lo que de acuerdo a la información mostrada anteriormente el beneficio total por ahorro en gastos de salud será de \$220,072,958 en el horizonte de proyecto de 25 años.

V ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

V.1 Identificación y valoración de los beneficios

a. Ingresos por venta de agua a CFE

La planta de generación del Bajío de la Comisión Federal de Electricidad utiliza grandes volúmenes de agua en torres de enfriamiento y calderas. Específicamente en torres de enfriamiento utiliza 780 lps de agua proveniente de pozos propios. La CFE y la CMAPAS han acordado la compra - venta del agua residual tratada de la ciudad para su uso en las torres de enfriamiento de la termoeléctrica. Existen minutas de acuerdos y compromisos para la compra venta de agua tratada entre las partes correspondientes. El acuerdo inicial es que la CFE utilice 200 lps de agua residual tratada.

Tabla 5.1.1.- Ingreso Anual por venta de Agua Tratada (sin IVA)

| Tarifa por m ³ de agua tratada | m ³ anuales de agua tratada | Ingreso por Venta de Agua Tratada |
|---|--|-----------------------------------|
| \$4.10 | 6,307,200 | \$ 25,859,520 |

Fuente: Elaboración propia con información del estudio de Ingeniería Básica.

De acuerdo a la tabla anterior, el CMAPAS venderá el volumen de 6,307,200 m³ de agua tratada, con una tarifa estimada de \$4.10 por metro cúbico la cual representa la tarifa de recuperación de la inversión y además es mucho menor al costo que tiene que pagar la CFE a Conagua por derechos de extracción (\$8.07/m³), por lo que la compra es más atractiva.

La recaudación anual por la venta de agua tratada será de **\$25,859,520** con lo que el CMAPAS llevará a cabo acciones de alto beneficio para la sociedad a lo largo de 25 años y con esto alcanzar las metas planteadas por el organismo para mejorar la calidad de los servicios. En la tabla 5.1.2 se muestran las inversiones y los rubros en que se aplicarán éstas, en la ciudad de Salamanca.

Tabla 5.1.2.- Inversiones en infraestructura hidráulica y sanitaria

| Programa de inversiones | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016-2020 | 2021-2025 | 2026-2030 | 2031-2035 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| OBRAS INMEDIATAS | | | | | | | | |
| Agua potable | 19,941,000 | 12,816,000 | 12,253,000 | 8,504,000 | | | | |
| Alcantarillado | | 12,152,000 | 16,625,000 | 11,351,000 | | | | |
| OBRAS DE CABEZA DE AGUA POTABLE | | | | | | | | |
| Tanques de regulación | | | | | 2,172,000 | 3,258,000 | 2,172,000 | |
| Nuevas fuentes | | | | | 7,500,000 | 2,500,000 | 2,500,000 | |
| OBRAS DE CABEZA DE ALCANTARILLADO | | | | | | | | |
| Construcción de colectores | | | | 2,085 | 17,126,000 | 6,691,000 | | |
| OBRAS DE PTAR | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ampliación de PTAR | | | | | | 31,711,000 | | |
| AMPLIACIÓN DE SISTEMAS | | | | | | | | |
| Ampliación de agua potable | | 806,000 | | 805,000 | | | 4,000,000 | |
| Ampliación de alcantarillado | | | | 6,078,000 | | | 15,600,000 | 27,985,000 |
| TOTAL DE INVERSIÓN | 19,941,000 | 25,774,000 | 28,878,000 | 26,740,085 | 26,798,000 | 44,160,000 | 24,292,000 | 27,985,000 |

b. Costo de oportunidad del terreno de la PTAR

El terreno en que se llevará a cabo la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Salamanca tiene una superficie de 4 hectáreas. Antes de que la CMAPAS lo adquiriera, dicho terreno se utilizaba para el cultivo de sorgo.

En la evaluación socioeconómica de un proyecto, el costo del terreno no se refleja con el costo de inversión, sino con el costo de oportunidad del mismo, en el cual se estima lo que se deja de producir con el uso original o alternativo.

En la tabla 5.1.3 se muestran los datos proporcionados para los cultivos, los costos sociales que implican estos cultivos y la utilidad neta.

El costo de oportunidad es lo que se dejará percibir anualmente por dicho terreno y se consideró en el flujo de costos y beneficios a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto.

Tabla 5.1.3.- Costos de oportunidad del terreno

| Cultivo | Superficie sembrada (has) | Rendimiento (ton/ha) | Producción total (tons) | P.M.R. (\$ X ton) | Valor de la producción (\$) | Costo social de producción (\$/ha) | Costo total social producción (\$) | Utilidad social neta (\$) |
|---------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Sorgo | 4 | 8.5 | 34 | 1,350 | 45,900 | 6,795 | 27,180 | 18,720 |

Fuente: Elaboración propia y datos proporcionados por la SAGARPA y D.R.011

Por lo tanto, el costo anual de oportunidad será de **\$18,720**

c. Identificación y Valoración de los Costos

Los costos atribuibles son aquellos en los que incurre la sociedad, tanto por la instalación del proyecto, como por su operación y mantenimiento; estos últimos surgen a lo largo de la vida útil del proyecto.

Inicialmente se corrigen los precios de mercado eliminándose el impuesto al valor agregado sobre los costos originales, posteriormente se desagregan cada uno de los conceptos de costos, la mano de obra en no calificada, semicalificada y calificada; los materiales en comerciables y no comerciables. Finalmente todos los conceptos se afectan por los factores de corrección social de la mano de obra y del tipo de cambio social.

- a) Costos de inversión. El costo social de la construcción de la PTAR y de obras complementarias asciende a \$167,242,656 (167 millones 242 mil 656 pesos 00/100 M.N.).
- b) En los **Anexos 1 al 4** se muestra el cálculo de los costos sociales de inversión.
- c) Costos de operación y mantenimiento. El costo social de la operación y mantenimiento del proyecto asciende a \$5,298,451.48 pesos (5 millones 298 mil 451 pesos 48/100 M.N.) anualmente.
- d) En los **Anexo 5 y 6** se muestra el cálculo de los costos sociales de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y del emisor de agua tratada.

En la tabla siguiente se muestra el desglose de los costos de inversión, operación y mantenimiento desglosados por componente.

| Tabla 5.1.4.- Costos privados y sociales | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|
| Costos de inversión | | |
| Concepto | Costo privado sin IVA (\$) | Costo social (\$) |
| Planta de tratamiento | | |
| Obra civil | 16,175,278 | 15,111,974 |
| Equipamiento | 37,742,316 | 37,460,921 |
| Adecuación a requerimientos de CFE | 8,986,328 | 8,395,599 |
| Obras complementarias | | |
| Obra Civil | 99,806,834 | 93,245,894 |
| Equipamiento | 13,126,133 | 13,028,268 |
| TOTAL | 175,836,890 | 167,242,656 |
| Costos de operación y mantenimiento | | |
| Concepto | Costo privado sin IVA (\$) | Costo social (\$) |
| Planta de tratamiento | | |
| Personal | 552,000 | 458,160 |
| Desalojo de lodos | 81,833 | 76,603 |
| Mantenimiento | 479,164 | 432,321 |
| Energía Eléctrica | 3,771,236 | 3,771,236 |
| Obras complementarias | | |
| <i>Energía Eléctrica</i> | 560,131 | 560,131 |
| Total | 5,444,364 | 5,298,451 |

Fuente: Elaboración propia con información del Proyecto de Ingeniería Básica de la PTAR de la ciudad de Salamanca

d. Cálculo de la Rentabilidad del Proyecto

El objetivo de este análisis es el identificar aquel proyecto que maximice la utilidad social de acuerdo a los criterios siguientes:

- **Criterio del Valor Actual Neto (VAN).** Establece que el valor del proyecto será el valor presente de los flujos de efectivo que se espera sean generados por las inversiones realizadas. La regla establece que un proyecto con VAN negativo debe rechazarse.

$$VAN = \sum_{i=1}^T \frac{FEN_i}{(1+r_i)^i}$$

Donde: VAN = Valor actual neto.

FEN_j = Flujos de efectivo esperados en el periodo j .

r_j = Tasa de descuento.

$j = 1..T$. Periodos de tiempo en el horizonte de evaluación.

- **Criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR).** Representa la tasa de interés r más alta que se podría obtener del proyecto durante el horizonte de evaluación, considerando que todos los fondos para el financiamiento no pudieran ser utilizados en otra alternativa de inversión.

Este criterio equivale a encontrar la tasa r que iguala el VAN a cero, es decir determina la tasa que permite que el flujo actualizado sea cero. El criterio es, aceptar el proyecto cuando la TIR sea igual o mayor que la tasa de descuento utilizada.

- **Razón Beneficio-Costo.** La regla indica que debe hacerse la inversión sólo si la razón de los valores actuales de beneficios y costos es mayor que la unidad.

$$B / C = \frac{VANB}{VANC}$$

Donde VANB es el valor actual de los beneficios atribuibles al proyecto y VANC el valor actual de los costos de éste.

A efecto de conocer la conveniencia de llevar a cabo el proyecto se compara en un horizonte de 25 años los costos y beneficios, utilizando una tasa anual del 12% determinada por Conagua.

Con base en el flujo de beneficios y costos sociales relacionados con el proyecto, cuyo cálculo se detalla en el **Anexo 7**, se obtuvieron los indicadores mostrados en la tabla siguiente.

Tabla 5.1.5.- Indicadores de Rentabilidad.

| Parámetro o Indicador | Valor |
|-------------------------------|----------------------|
| Horizonte de Evaluación | 25 años |
| Tasa de Descuento | 12.00% |
| Tasa Interna de Retorno (TIR) | 20.31 % |
| VAB | \$ 249,357,567 |
| VAC | \$ 188,100,597 |
| VANS | \$ 61,256,969 |
| TIRS | 17.64% |

Fuente: Elaboración propia

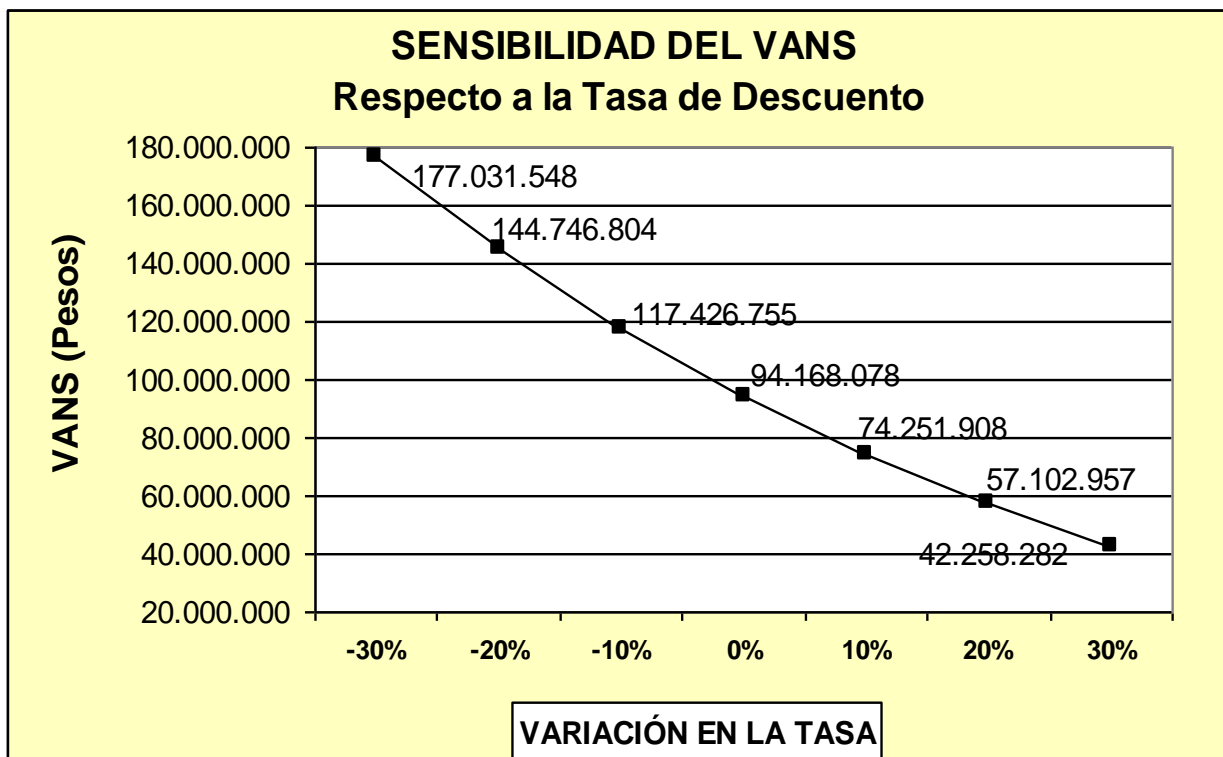
VI. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

VI.1. Sensibilidad del VANS

a. Modificación de la tasa social de descuento

El objetivo de este punto es mostrar la sensibilidad del VANS ante diferentes tasas sociales de descuento hasta donde éste se vuelve negativo, es decir, donde el proyecto deja de ser rentable en términos sociales. Para tal fin, varía la tasa de descuento y los demás valores permanecen constantes como se muestra en la figura 6.

Figura 6.- Sensibilidad del VANS respecto a la variación de la tasa de descuento

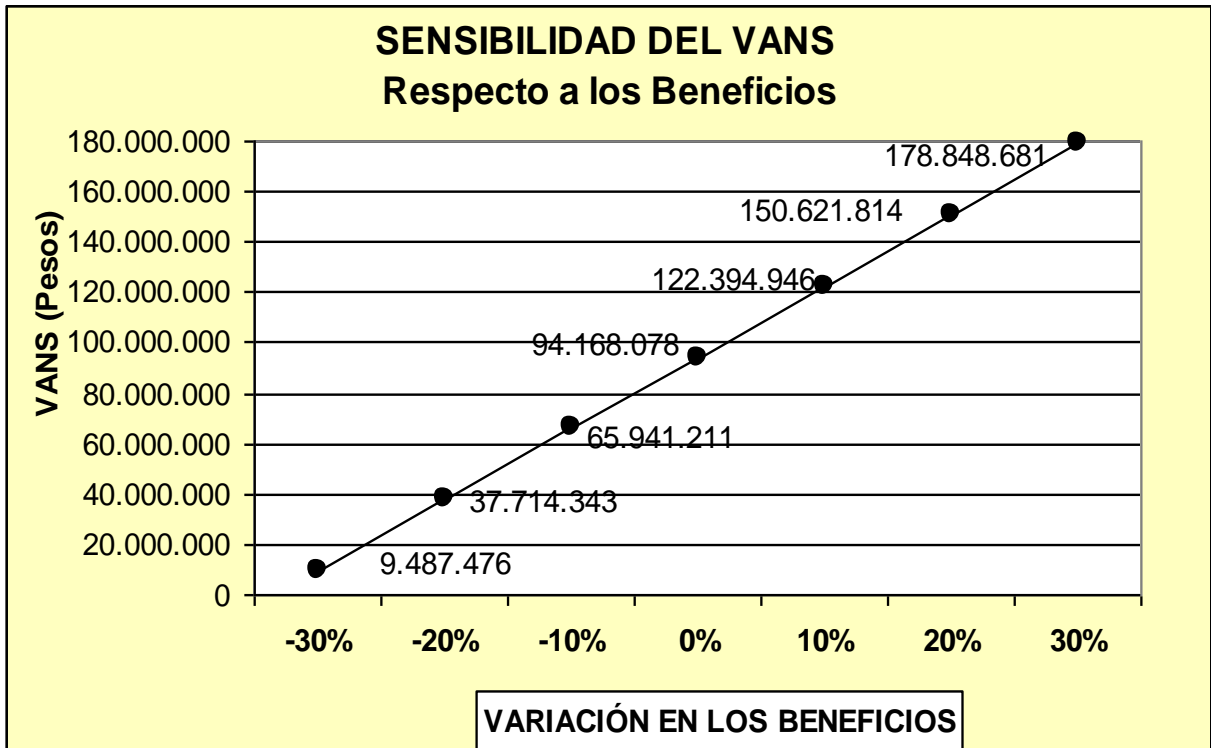


Se observa que el proyecto no es sensible a las variaciones en la tasa de descuento, encontrando el punto de equilibrio cuando la tasa anual aumenta aproximadamente un 69.5%.

b. Variación en los beneficios identificados

Para este análisis, se realizó la variación de $\pm 10\%$, 20% y 30% de los beneficios ya mencionados en capítulos anteriores, mientras las demás variables permanecen constantes. Un cambio en ésta variable se podría producir por un incremento o decremento en la compra de volúmenes de agua tratada por parte de CFE, en la plusvalía de los terrenos o en los casos de enfermedades hídricas.

Figura 7.- Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los beneficios

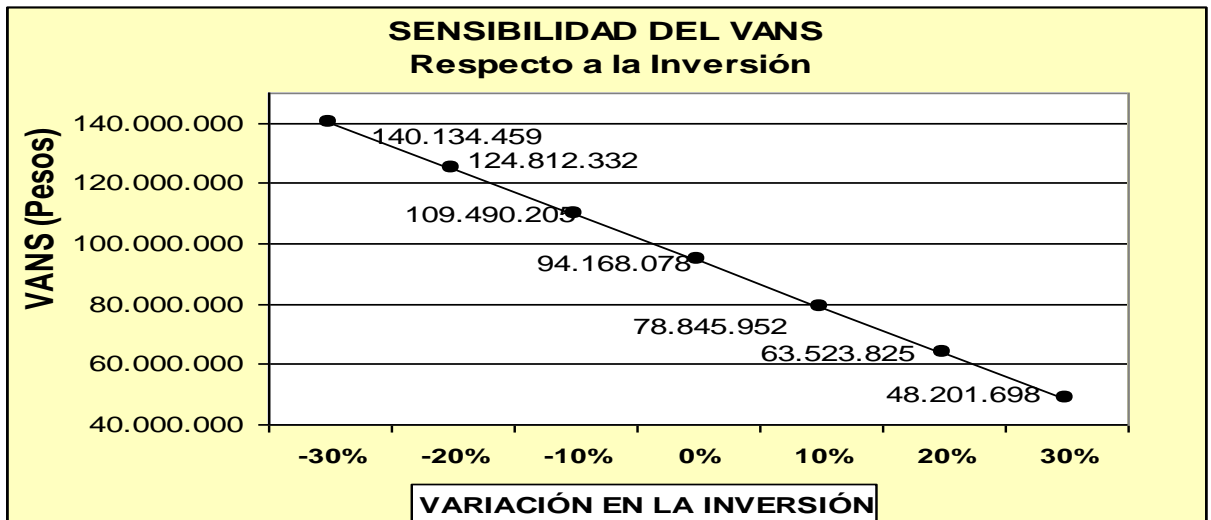


El punto de equilibrio, es decir cuando el VAN de los costos es igual al VAN de los beneficios, se encuentra cuando los beneficios esperados disminuyen aproximadamente en un 33.5%, por lo que es *regularmente sensible* a la variación de los beneficios. Es inmediato que si los beneficios aumentan con relación a la estimación inicial, el VANS será mayor.

c. Modificación en los Costos de Inversión

El objetivo de este análisis es mostrar la sensibilidad del VANS ante los incrementos en los costos de inversión. Al igual que en los análisis anteriores, se realizaron variaciones de $\pm 10\%$, 20% y 30% en la variable elegida, permaneciendo constantes las otras variables (Figura 8).

Figura 8.- Sensibilidad del VANS respecto a la variación de la inversión



El proyecto *no resulta sensible* a las variaciones en la inversión; el punto de equilibrio se encuentra cuando la inversión aumenta hasta en un 61.5% aproximadamente, respecto al monto inicial (esto debido a los altos beneficios por venta de agua tratada, en caso de construir la planta de tratamiento); en ese punto el proyecto dejaría de ser atractivo ya que no se obtiene utilidad social.

VI.2. Sensibilidad de la TIRS

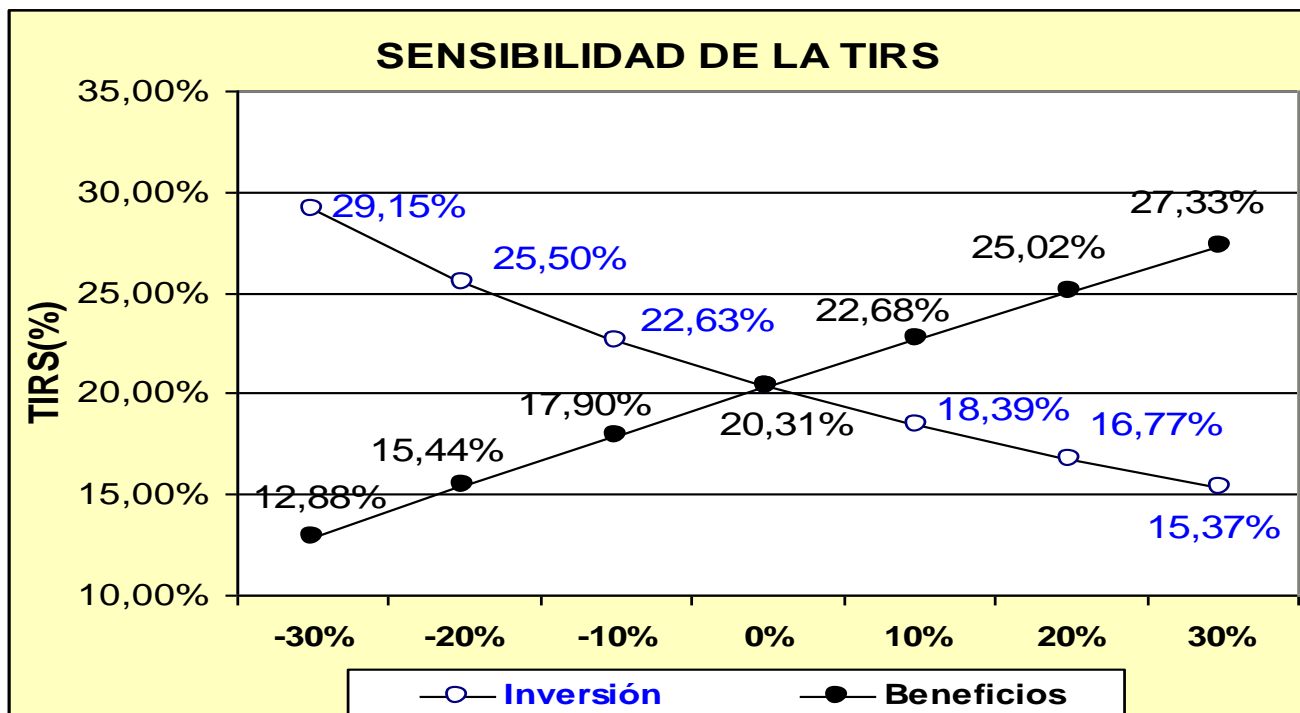
El objetivo de este punto, es mostrar la sensibilidad de la TIRS ante los cambios en las variables relevantes. Para tal fin, los factores elegidos (Inversión y Beneficios) se hacen variar en porcentajes $\pm 10\%$, 20% y 30% , los demás valores permanecen constantes. Los resultados del cálculo se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 6.1.1.- Sensibilidad de la TIR respecto a la variación de los beneficios y la inversión

| VARIABLE | -30% | -20% | -10% | 0% | 10% | 20% | 30% |
|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|
| Inversión | 29,15% | 25,50% | 22,63% | 20,31% | 18,39% | 16,77% | 15,37% |
| Beneficios | 12,88% | 15,44% | 17,90% | 20,31% | 22,68% | 25,02% | 27,33% |

En la figura 9 se muestran gráficamente los resultados del comportamiento de la TIRS, ante las variables elegidas anteriormente. En los **anexos del 7 al 25**, se muestran cada uno de los flujos de costos y beneficios sociales con las variaciones en parámetros ya comentados.

Figura 9.- Sensibilidad de la TIR



VII CONCLUSIONES

VII.1 Generales

El proyecto de la PTAR de la ciudad de Salamanca, es el resultado de todo un proceso de planeación para atender la problemática específica del agua en la ciudad, pero que sin duda interactúa con otros factores ambientales y socioeconómicos que rebasan incluso el ámbito municipal.

Este proceso de planeación, que inició con un estudio de factibilidad y otro de ingeniería básica, desde donde se definieron los aspectos fundamentales para la ejecución del proyecto. La conjugación de los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, definieron la selección del sitio, del sistema de tratamiento (se obtuvo de entre 4 opciones comparadas) y el diseño y orientación de la PTAR, desde los cuales cobra viabilidad el proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que utilizará tecnología de punta para cumplir con la normatividad ambiental vigente.

El estudio de impacto ambiental llevado a cabo, como requisito indispensable para la viabilidad ambiental para la construcción de la PTAR con sus respectivas medidas de mitigación como resultado del estudio, resultó enormemente favorable para el proyecto.

La PTAR propuesta será una de las más modernas que utilizará el proceso de luz ultravioleta para evitar riesgos por el manejo de sustancias peligrosas como el gas cloro y estará provista de un sistema de control y automatización, que consiste en un procesador central con un software especializado para el control de los equipos principales y monitoreo de parámetros operativos, que incluye un tablero donde se indican los equipos encendidos.

Con el desarrollo del proyecto, también servirá para disminuir notablemente los niveles de contaminación del Río Lerma, que es uno de los más contaminados a nivel nacional, al dejar de recibir la descarga sin tratamiento de la ciudad de Salamanca, esto coadyuvará a resolver la compleja problemática ambiental en Salamanca, ya que actualmente es considerada como zona crítica a nivel nacional por los altos niveles de contaminación atmosférica, por no contar con un relleno sanitario que cumpla con la normatividad y por generar el 40% de los residuos peligrosos que se producen en el estado.

También contribuirá de manera significativa a reactivar la economía local, al generar 76 empleos temporales por 12 meses y 14 permanentes, que inciden directamente en los sectores secundario y terciario, además de los empleos indirectos, al demandar diferentes servicios de parte de los trabajadores incorporados a cada una de las etapas del proyecto, apoyando también a las empresas de materiales para construcción de la zona, ya que se la construcción de la obra es relevante en el uso de ese tipo de materiales.

La PTAR será concesionada para su operación por un periodo de 15 años, por lo que el volumen de agua tratada será vendido a la CFE (a la que también le permitirá importantes ahorros), lo cual generará un ingreso al CMAPAS y convertirá al proyecto como autosustentable, que además puede permitirle invertir para atender otras prioridades de nueva infraestructura y de mantenimiento.

Esta estrategia, desde luego evita el costo total, debido a que no se le cobra propiamente al usuario el tratamiento de las aguas residuales.

VII.2 Conclusión de la vida del proyecto

Por la naturaleza de las obras que integran el proyecto, se estima una vida útil de 25 años, sin embargo la vida útil real de la PTAR de Salamanca está definida por varios factores:

- a) **La duración de las estructuras.** Las estructuras principales que son de concreto tiene una vida útil de 50 años con el mantenimiento necesario.
- b) **Espacio disponible en el terreno.** Algunas ocasiones la limitante de la vida útil real de una planta de tratamiento es el espacio de terreno disponible para el crecimiento modulado de los trenes de tratamiento. Cabe señalar que las plantas de tratamiento con un diseño adecuado tienen generalmente capacidades de tratamiento extra del orden del 10%.
- c) **Crecimiento de la ciudad.** Aunque las estructuras sean de concreto y el espacio disponible, en ocasiones el crecimiento de la población en las ciudades se da por encima de lo proyectado (inmigraciones), o bien, la ciudad se expande hacia áreas no contempladas provocando que el transporte de agua residual a la PTAR no sea factible económicamente y sea necesario la construcción de una nueva planta de tratamiento, lo cual no es el caso, para el proyecto en comento.

Para el caso particular de la planta de tratamiento de la ciudad de Salamanca, se estima que la vida útil real sea entre 35 y 40 años considerando el espacio disponible del terreno y el crecimiento esperado de la población y de la zona urbana.

De los resultados obtenidos se deriva que la ejecución del *proyecto es rentable para la sociedad*, tanto en beneficios ecológicos, de salud y económicos. Los beneficios netos ascienden a más de 61.25 millones de pesos a lo largo de los 25 años de vida del proyecto, ello debido a que será concesionada para su operación por un periodo de 15 años, por lo que el volumen de agua tratada será vendido a la CFE (que también le permitirá tener ahorros importantes), lo cual generará un ingreso al CMAPAS y convertirá al proyecto como autosustentable, que además puede permitirle invertir para atender otras prioridades de nueva infraestructura y de mantenimiento, esta estrategia evita el costo social, debido a que no se le cobra propiamente al usuario el tratamiento de las aguas residuales.

Dentro del contexto en el que se pretende desarrollar el proyecto de la PTAR para la ciudad de Salamanca y por su naturaleza, se le puede catalogar como un **proyecto estratégico** para atender la problemática ambiental específica del agua y contribuir en la solución de la problemática general expuesta y con otros sectores en la vida local, por lo que **no solamente es viable, sino necesario implementarlo** en el sitio y con las características propuestas.

En cuanto al período de recuperación de capital del proyecto, se analizaron 3 posibles escenarios:

- a) 1 año de construcción y 8 de operación, para un total de 9 años de contrato
- b) 1 año de construcción y 11 de operación, para un total de 12 años de contrato
- c) 1 año de construcción y 14 de operación, para un total de 15 años de contrato

Para cada uno de estos casos se analizaron 2 escenarios de financiamiento:

- 1) Apoyo de FINFRA, 25% Capital de Riesgo y financiamiento del costo del proyecto
- 2) Apoyo de FINFRA, 10% de aportación del Municipio, 10% de aportación del Estado, 25% de Capital de Riesgo y financiamiento del resto del costo del proyecto.

Con la conjunción de estos 3 plazos con las 2 combinaciones de recursos anteriores, se desarrollo una matriz de 6 niveles de precio por metro cúbico de agua tratada. Para el desarrollo de todos los análisis se mantuvieron constantes las siguientes variables:

- i) Tasa de interés real del financiamiento: 10%
- ii) Tasa de descuento para el Capital de Riesgo: 10%
- iii) Capital de Riesgo: 25% del total de la inversión

Los resultados de los análisis se muestran a continuación. Cada resultado incluye tres valores de costo por metro cúbico. Esta situación se debe a que en el análisis se supone el escenario de flujo proyectado previamente en este estudio, el cual inicia con un valor menor a los 200 lps y sube hasta alcanzar dicho valor. Dado que la tarifa de recuperación de la inversión es un valor constante que se divide entre el número de metros cúbicos del año para calcular el costo por metro cúbico, este último es mayor entre menor sea el flujo del año. Por ello, los costos por metro cúbico tratado varían de un máximo bajo condiciones de menor flujo hasta nivelarse en el valor mínimo al llegar el flujo a la capacidad de la PTAR. Además de presentar dichos valores mínimos y máximos, se presenta el valor promedio del costo por metro cúbico en toda la duración del contrato supuesto. En el caso de que el análisis se realizara con un flujo constante de 200 lps, el costo por metro cúbico tratado sería igual al valor mínimo mostrado en la siguiente tabla. El detalle del cálculo de las tarifas para todas las combinaciones descritas se presenta en el Anexo 15.

Tabla 7.2.1- Costos del Agua Tratada

| Recursos | | | | | 15 años | | | 12 años | | | 9 años | | |
|----------|-----------|--------|-------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------|---------------------|------------------------|----------------|
| FINFRA | Municipio | Estado | Capital de Riesgo | Financiamiento | \$/m3 mín (200 lps) | \$/m3 max (157.95 lps) | \$/m3 promedio | \$/m3 mín (200 lps) | \$/m3 max (157.95 lps) | \$/m3 promedio | \$/m3 mín (200 lps) | \$/m3 max (157.95 lps) | \$/m3 promedio |
| 34.9% | 0% | 0% | 25% | 40.1% | 4.51 | 5.53 | 4.79 | 4.98 | 6.12 | 5.38 | 5.82 | 7.19 | 6.52 |
| 34.9% | 10% | 10% | 25% | 20.1% | 3.42 | 4.15 | 3.62 | 3.73 | 4.54 | 4.02 | 4.31 | 5.28 | 4.80 |

Finalmente en la evaluación económica, se consideraron los costos de construcción y equipamiento de la PTAR, así como la urbanización, edificios (talleres, laboratorios, manejo de lodos y administrativo). Otros costos de suma importancia para el análisis son los de operación y mantenimiento (energía eléctrica, químicos, mano de obra, mantenimiento de equipo e instalaciones y costos por disposición de lodos).

A continuación se muestra el resumen del puntaje en cada una de las evaluaciones en la tabla siguiente.

Tabla 7.2.2.- Resumen de la evaluaciones de la opciones de tratamiento

| Alternativas | Sistema de tratamiento | Técnica | | | | | Ambiental | | | Económica | | |
|--------------|---|---------------|--------------|-------------|-----------|-------|----------------------|-------------------|-------|-----------------------------|---------------------------|------------------|
| | | Confiabilidad | Flexibilidad | Resistencia | Operación | Total | Fase de construcción | Fase de operación | Total | Construcción y equipamiento | Operación y Mantenimiento | VPN |
| Opción 1 | Lodos activados aireación extendida | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 70 | 100 | \$ 46,333,548.37 | \$ 3,586,288.09 | \$ 70,308,725.32 |
| Opción 2 | Lodos activados convencional | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 55 | 85 | \$ 55,961,586.88 | \$ 4,500,832.09 | \$ 86,280,089.46 |
| Opción 3 | Biofiltros y lodos activados convencional | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 45 | 75 | \$ 47,500,150.95 | \$ 3,844,883.29 | \$ 73,416,402.68 |
| Opción 4 | Lodos activados aireación semiextendida | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 30 | 70 | 100 | \$ 53,428,492.51 | \$ 3,674,588.89 | \$ 77,474,360.26 |

VIII BIBLIOGRAFÍA

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.-Artículo 27, en materia de aguas nacionales

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento (LAN).- última modificación 2004

Asistencia Oficial para el Desarrollo de 1990 a 2004- Cifras y tendencias, WWC 2006.

Síntesis del IV Foro Mundial del Agua, editado por Conagua 2006.

Estadísticas del Agua en México.- Edición 2007. Por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Programa Nacional Hídrico 2007-2012

Programa Hidráulico Nacional 2002-2006

Planeación de Acciones de Incremento y Control de la Eficiencia en Sistemas de Agua Potable

El agua en la economía española: situación y perspectivas.- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.- Gobierno de España. Programa Agua. Edición 2008.

[Anuario, 2001] Anuario estadístico del Estado de Guanajuato, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática en coordinación con el Gobierno del Estado de Guanajuato, 2001.

[Carta Edafológica, 1979] Carta Edafológica Salamanca F-14-C-63, escala 1:50,000, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática mediante el procedimiento de fotointerpretación y verificación de campo con fotografías aéreas, Segunda Edición, 1979.

[Carta Geológica, 1977] Carta Geológica Salamanca F-14-C-63, escala 1:50,000, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Segunda Edición, 1977.

[Carta Uso Pot., 1979] Carta Uso Potencial del Suelo, Salamanca, escala 1:50,000, F-14-C-63, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Segunda Edición, 1979.

[Censo INEGI, 1995] Censo Rápido de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1995.

[Cuaderno Estadístico, 1999] Cuaderno estadístico Municipal de Salamanca, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática con la colaboración del Gobierno del Estado de Guanajuato y el Municipio de Salamanca, 1999

[Eckenfelder, 1989] Industrial water pollution control, W. Wesley Eckenfelder Jr., McGraw Hill International Editions, 1989.

[Estudio factibilidad, 2003] Estudio de Factibilidad de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Ciudad de Salamanca, Guanajuato, elaborado por PROAMBIO Consultoría y Proyectos S.A. de C.V. bajo la supervisión de la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Salamanca, Febrero de 2003

[INEGI x Localidad, 2000] Información Estadística (total de viviendas habitadas, población total, hombres, mujeres, población económicamente activa, población económicamente inactiva, población de 15 años y más analfabeta) por localidad del Estado de Guanajuato, archivo PDF elaborado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2000.

[Plan de Ordenamiento, 1998] Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Salamanca del Programa de Desarrollo Regional de la zona de influencia de la Refinería "Ing. Antonio M. Amor" ubicada en Salamanca, Guanajuato, es resultado de un trabajo de investigación realizado por El Colegio de México, A.C., en colaboración con El Colegio Mexiquense, A.C.. La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de Boris Graizbord y Jaime Sobrino, 1998

[Plan Maestro 2000, 2006] Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Cabecera Municipal de Salamanca, Guanajuato. Elaborado por SITEPSA en coordinación con la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG), 2000, 2006

[Sitio GEG, 2002] Página virtual del Municipio de Salamanca en el Sitio en Internet <http://www.guanajuato.gob.mx> del Gobierno del Estado de Guanajuato, 2002.

[XI Censo INEGI, 1990] XI Censo General de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), información obtenida de la base de datos municipal (SIMBAD), 1990.

- [XII Censo INEGI, 2000] XII Censo General de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), información obtenida de la base de datos municipal (SIMBAD), 2000.
- [DGST internet, 2004] Sitio de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y transportes, <http://dgst.sct.gob.mx/>, 2004
- [Diagnóstico CEAG, 2000] Diagnóstico Sectorial de Agua Potable y Saneamiento 1995-2000, Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG), 2000.
- [Manual CNA, 2000] Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario. Editado por la Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua, 2000.
- [Manual Diseño Pluvial CNA, 2000] Manual de Diseño de Alcantarillado Pluvial. Editado por la Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua, 2000.
- [Metcalf, 1991] Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Third Edition, Metcalf and Eddy, McGraw-Hill International Editions, 199.
- [Plan Maestro, 2000] Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Cabecera Municipal de Salamanca, Guanajuato. Elaborado por SITEPSA en coordinación con la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG), 2000.
- [Eutek, 2002] Headcell, Setteable Solids Separator; features, benefits and design flows bulletin; Eutek Systems Inc., 2002.
- [Headworks, 2002] Boletín de la empresa Headworks y sus productos, rejilla de barras (Mahr), rejilla perforada (Perforator); Headworks Inc., 2002.
- [Koch, 2002] Belt Filter Press, Features, Flow Chart, Specifications and Applications; Koch / Infinity Wastewater Technologies, 2002.
- [Manual CNA, 2000] Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario. Editado por la Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua, 2000.
- [Metcalf, 1991] Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Third Edition, Metcalf and Eddy, McGraw-Hill International Editions, 1991
- [10 States, 1990] Recommended Standards for Wastewater Facilities; Great Lakes Upper Mississippi River Board of State Public Health & Environmental Managers; Illinois, Iowa, Minnesota, New York, Pennsylvania, Indiana, Michigan, Missouri, Ohio Wisconsin, Ontario; 1990.
- [Tracom, 2002] Parshall flume, history, applications and flow ranges; Tracom Inc., Fiberglass Products, 2002.
- [TNRCC, 2000] Chapter 217, Design Criteria for Sewerage Systems, Texas Natural Conservation Commission
- (Manual para la Administración de Proyectos, 2007) Manual para la administración de proyectos, décima primera reimpresión, 2007, David I. Cleland, School of Engineering University of Pittsburg; William R. King Graduate School of Business University of Pittsburgh
- Libro emitido por el BID La modernización de las finanzas municipales, agosto 1998, Eguino, Huáscar, Aery Fabricio
- Páginas de internet.

www.bancomundial.org
www.bdd.cl Banco del desarrollo

IX ANEXOS

| | |
|---------|---|
| Anexo A | Proyecto ejecutivo de colectores y cárcamos de bombeo (obras anexas) |
| Anexo B | Del manifiesto de impacto ambiental de la PTAR de Salamanca |
| Anexo C | Resultados del flujo de agua residual que llegarían a la PTAR en proyecto y se define la modulación de la PTAR. |
| 1 | Cuantificación de los costos de inversión (PTAR) |
| 2 | Cuantificación de los costos de inversión (Colectores) |
| 3 | Cuantificación de los costos de inversión (Cárcamo de rebombeo) |
| 4 | Cuantificación de los costos de inversión (Emisor de agua tratada) |
| 5 | Cuantificación del costo anual de operación y mantenimiento (PTAR) |
| 6 | Cuantificación del costo anual de operación y mantenimiento (Emisor de aguas tratada) |
| 7-25 | Flujo de costos y beneficios sociales (Horizonte de evaluación: 25 años) |
| 26 | Descargas al Colector Ribereño y Colector Marginal Sur |
| 15 | Análisis Financiero |

GLOSARIO DE TÉRMINOS

| | |
|-----------------------|--|
| CONAGUA | Comisión Nacional del Agua |
| PTAR | Planta de tratamiento de aguas residuales |
| Lodos activados | Un proceso de lodo activado es un tratamiento biológico en el cual se agita y aérea una mezcla de agua de desecho y un lodo de microorganismos, y de la cual los sólidos se remueven y re-circulan posteriormente al proceso de aireación, según se requiera |
| CMAPAS | Comité Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Salamanca |
| l/s | Litros por segundo |
| Reúso | De acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales, en su art. 3, fracción XLVI, define reúso como: la explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo |
| DBO | Demanda bioquímica de oxígeno |
| NOM | Normas oficiales mexicanas |
| Sólidos sedimentables | Materia en el agua residual que no permanece en suspensión durante un periodo predeterminado, por ejemplo 1 hora, sino que se deposita en el fondo |
| Coliformes | Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. <i>Coliforme</i> significa <i>con forma de coli</i> , refiriéndose a la bacteria principal del grupo, la <i>Escherichia coli</i> , descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860 |

1 PROYECTO EJECUTIVO DE COLECTORES Y CÁRCAMOS DE BOMBEO

1.1 Colector Ribereño de aguas negras del Río Lerma (Margen Derecha 1)

Ya existe el proyecto ejecutivo para este colector, de hecho ya se construyó una parte del mismo (998 metros del CB-3 hacia aguas arriba) y restan por construir cerca de 3 kilómetros. El proyecto ejecutivo del colector Ribereño fue elaborado con anterioridad a la presente Ingeniería Básica.

1.2 Colector Río Lerma Margen Derecha 2

El proyecto ejecutivo del colector Margen Derecha 2 fue elaborado con anterioridad a la presente Ingeniería Básica.

1.3 Colector Marginal Sur (Margen Izquierda)

1.3.1 Generalidades

El área a que da servicio el colector Marginal Sur es la parte sur de la ciudad de Salamanca delimitada al norte por el Río Lerma y en las demás direcciones por el Periférico Salamanca-Irapuato. El colector corre de oriente a poniente, al norte del área descrita, es decir, en la margen sur (izquierda) del Río Lerma.

Actualmente en el área de servicio del colector Marginal Sur solamente existen dos descargas directas al Río Lerma, una es conocida como descarga Guanajuato (o sur-poniente) y la otra como descarga de la comunidad de La Luz. El resto del área es saneada por colectores que descargan en el cárcamo de bombeo CB-1 para ser bombeado a la planta de tratamiento de la refinería Ing. Antonio M. Amor (RIAMA).

1.3.2 Filosofía del funcionamiento

Los criterios de funcionamiento del colector Marginal Sur son los siguientes:

- Recolectar la descarga de La Luz para transportarla hasta la PTAR
- Existe un colector que corre a la margen sur del Río Lerma que es operado por personal de la Refinería, el cuál recolecta el agua de los colectores que vienen de la zona poblada. Este colector de RIAMA descarga en el cárcamo de bombeo CB-1. La capacidad de este colector llegará pronto a su límite por lo que se pretende que el colector Marginal Sur reciba los excedentes del colector existente para ser transportados a la PTAR
- Recolectar los excedentes del cárcamo de bombeo CB-1 generados en los períodos en que el cárcamo se encuentra fuera de operación. Este caudal es transportado a la PTAR
- Recolectar la descarga conocida como Guanajuato para llevar este caudal a la PTAR
- En eventos de lluvia cuando las capacidades del colector marginal existente (de PEMEX) y del propio colector Marginal Sur, sean excedidas, el colector Marginal Sur tendrá la

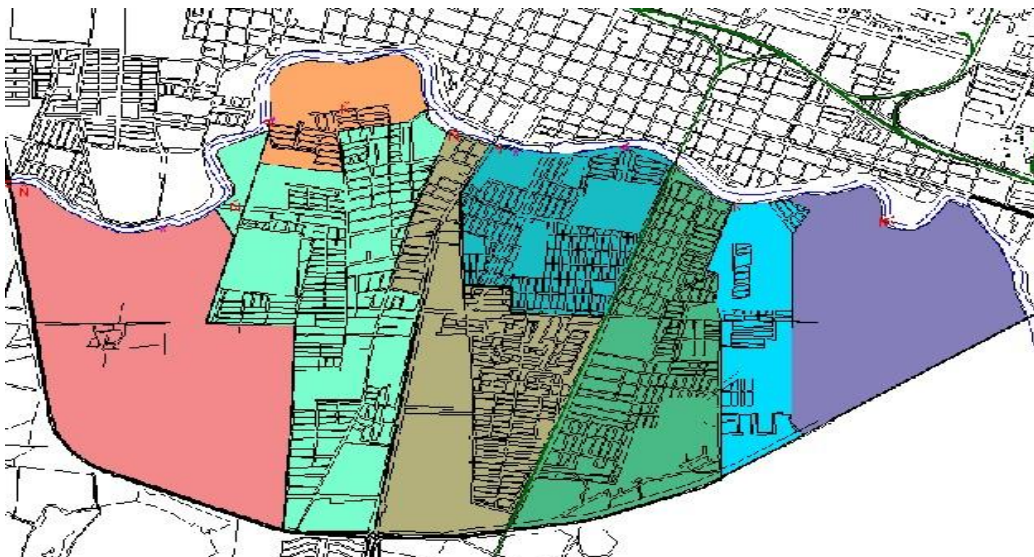
facilidad de descargar los excedentes a los cárcamos de bombeo para que esa agua sea descargada por bombeo al Río Lerma.

1.3.3 Determinación de los flujos de diseño

Existen dos enfoques principales en la determinación de los flujos de diseño para un colector, el primero radica en la obtención de proyecciones de crecimiento poblacional y en base a éste y a la aportación de agua residual (Lts/hab-día) se obtiene el flujo medio. El segundo, corresponde a la proyección de la población en función de las áreas de servicio del colector en donde se supone que la densidad poblacional (hab/Hta) es uniforme en toda el área de servicio. Dicha densidad poblacional en conjunto con la aportación de agua residual determina el flujo promedio. En ambos enfoques el flujo promedio es afectado por un factor de reducción de uso-horario para determinar el flujo mínimo (0.50), por el factor de Harmon para la variación del flujo en función del número de habitantes para obtener el flujo máximo instantáneo y por un factor que asimila los efectos de las infiltraciones por fugas o eventos de lluvia (1.5). Dado que existe un Plan de Desarrollo Urbano que define el uso del suelo, es posible determinar el número de habitantes por hectárea, por lo que para determinar los flujos de diseño del colector Marginal Sur sea ese el enfoque de áreas de servicio.

Para determinar el volumen de las aportaciones de agua sanitaria que el colector Marginal Sur va a recibir así como la ubicación de tales aportaciones, el área de servicio del colector de proyecto se dividió en sub-cuencas de acuerdo al funcionamiento de la red de drenaje y de la topografía. Para tal efecto, se tomó el plano del levantamiento de la red de drenaje, propiedad de CMAPAS, en donde se muestra entre otra información el sentido de flujo de redes de atarjeas, colectores y subcolectores. En las zonas donde actualmente no existen redes de alcantarillado, las sub-cuencas se delimitaron en función de la topografía y la traza urbana, quedando como se muestra en Figura 1.1

Figura 1.1 Áreas tributarias de la zona de servicio del Col. Marginal Sur



Una vez definidas las sub-cuencas se obtuvieron las áreas correspondientes.

Para determinar el flujo de agua residual de cada sub-cuenca es necesario definir la densidad poblacional y la aportación per capita per diem de agua residual. De acuerdo al uso del suelo futuro del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Salamanca, la parte sur de la ciudad está compuesta en su mayoría por densidades tipo H1 y H2 y en menor porcentaje H3. Las citadas densidades están definidas de la siguiente manera:

| | TIPO DE USO | DENSIDAD DE LA POBLACION (HAB/HTA) | DENSIDAD DE PROYECTO (HAB/HTA) |
|----|---------------------|---|---------------------------------------|
| H1 | Habitacional tipo 1 | 100 – 200 | 150 |
| H2 | Habitacional tipo 2 | 200 – 300 | 250 |
| H3 | Habitacional tipo 3 | 300 - 400 | 350 |

Para efectos del diseño del colector Marginal Sur, la densidad poblacional de la parte sur de la ciudad de Salamanca se considera tipo H2, es decir, con una densidad de 250 habitantes por hectárea.

En relación a la aportación de agua residual por habitante, de acuerdo a los resultados del programa de aforo y muestreo del Estudio de Factibilidad, la aportación de agua residual por habitante por día es de 183 litros.

Una vez definida la densidad poblacional y la aportación de agua residual se calculan la población y los flujos promedio de agua residual que cada sub-cuenca estará aportando al colector. La población y flujos calculados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1.1 Población y flujos promedio aportados por las sub-cuencas al Col. Marginal Sur

| Area No. | Area (m2) | Area (Hta) | Habitantes | Caudal AR (Lps) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | 1,348,744 | 134.8744 | 33,719 | 71.42 |
| 2 | 678,882 | 67.8882 | 16,972 | 35.95 |
| 3 | 2,493,555 | 249.356 | 62,339 | 132.04 |
| 4 | 992,741 | 99.2741 | 24,819 | 52.57 |
| 5 | 1,658,425 | 165.8425 | 41,461 | 87.82 |
| 6 | 2,041,339 | 204.1339 | 51,033 | 108.09 |
| 7 | 462,431 | 46.2431 | 11,561 | 24.49 |
| 8 | 2,218,697 | 221.8697 | 55,467 | 117.48 |
| TOTAL | 11,894,814 | 1,189 | 297,370 | 629.85 |

Cada una de las áreas aporta agua residual al colector de proyecto en pozos de visita localizados de acuerdo a la configuración de la red de drenaje actual.

Como se señaló anteriormente, la mayoría de los colectores que drenan la parte sur de la ciudad de Salamanca descargan en un colector marginal existente (de PEMEX) que transporta el agua residual al cárcamo de bombeo CB-1. Como parte del diseño del colector Marginal Sur, se revisó la capacidad de conducción del colector de PEMEX para verificar aquellos puntos en que es necesario verter los excedentes al colector de proyecto. La revisión del colector de PEMEX se

realizó con la información del levantamiento topográfico y bajo los mismos criterios de flujo que el colector de proyecto, resultando en que el colector existente no tiene la capacidad hidráulica para las condiciones futuras a las que está diseñado el colector Marginal Sur. La aportación al colector de proyecto en términos de población ya sea por descarga de un área tributaria o por traspaso de excedentes del colector existente, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.2 **Distribución de la población servida por el Col. Marginal Sur**

| Pozo de vista No. | Población incorporada | Tipo de aportación |
|-------------------|-----------------------|--|
| 1 | 33,719 | Descarga de área tributaria 1 |
| 8 | 16,972 | Descarga de área tributaria 2 |
| 18 | 5,276 | Excedentes del colector existente |
| 23 | 14,465 | Excedentes del colector existente |
| 38 | 120,438 | Excedentes del CB-1 / toda el área de servicio |
| 56 | 51,033 | Descarga de área tributaria 6 |
| 61 | 27,734 | Descarga de área tributaria 8 |
| 71 | 27,734 | Descarga de área tributaria 8 |
| Total | 297,370 | |

Estos datos de población servida se usan para calcular la aportación de agua residual en los pozos respectivos y con ello realizar el diseño hidráulico del colector.

1.3.4 Diseño hidráulico del colector

Con los datos de la población servida y el trazo, se procede al cálculo hidráulico del colector en donde:

- Se calcula el flujo medio aportado a los pozos de visita respectivos en función del número de habitantes servidos y la aportación de agua residual

$$Q \text{ medio en Lps} = [\text{No. habitantes}] * [\text{Aportación en Lts-hab/día}] / 86400$$
- Se calcula el flujo mínimo multiplicando el flujo medio por un factor de 0.50

$$Q \text{ mínimo} = 0.5 [Q \text{ medio}]$$
- Se calcula el factor de Harmon con la población servida acumulada a lo largo del colector

$$M = \text{Factor de Harmon} = 1 + [14 / (4 + \sqrt{P})]$$
, con límite máximo de 3.8 y mínimo de 2.17
donde P = Población acumulada en miles
- Se obtiene el flujo máximo instantáneo multiplicando el flujo medio por el factor de Harmon

$$Q \text{ máximo instantáneo} = M [Q \text{ medio}]$$
- Se obtiene el flujo máximo extraordinario multiplicando el flujo máximo instantáneo por un factor de 1.5 para asimilar los efectos de infiltraciones

$$Q \text{ máximo extraordinario} = 1.5 [Q \text{ máximo instantáneo}]$$

- Con el cadenamamiento del trazo, nivel de plantilla inicial y una pendiente propuesta de tal manera que el colector pueda tener el colchón mínimo y pueda evitar interferencias con la infraestructura existente, se calculan los niveles de plantilla de todos los pozos de visita. Los colchones mínimos son los marcados en el manual de Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Proyectos de Agua Potable y alcantarillado Sanitario de la Comisión Nacional del Agua (Conagua).
 - 0.9 metros para tuberías con diámetro hasta de 45 cms
 - 1.0 metros para tuberías mayores de 45 cms y hasta 122 cms de diámetro
 - 1.3 metros para tuberías mayores de 122 cms. y hasta 183 cms de diámetro
 - 1.5 metros para tuberías mayores de 183 cms. de diámetro
- Desde el principio del proyecto, se determino que el material de las tuberías deberá ser Poli Etileno Alta Densidad (PEAD)
- Se proponen los diámetros de tubería y se revisan para que tengan la capacidad de transportar el flujo máximo extraordinario deseado mediante Manning. El tirante en el tubo máximo aceptado es el 85% del diámetro del tubo.

$$V = (1/n) * r^{2/3} * S^{1/2}$$
 donde:
 - V = velocidad media de flujo, en m/s
 - n = coeficiente de rugosidad
 - r = radio hidráulico, en m.
 - S = pendiente de fricción (perdida de carga unitaria, en m/m)
 Se considera que la tubería de PEAD nueva tiene un coeficiente de rugosidad de 0.009
- Se revisa también que los diámetros propuestos cumplan con las velocidades mínimas (para evitar sedimentos) y la velocidad máxima (para evitar erosión de la infraestructura) que de acuerdo al manual de Lineamientos de la CNA son 0.3 m/seg y 5 m/seg, respectivamente
- Se permiten caídas libres de hasta 0.4 metros en un pozo sin necesidad de estructura especial. Para diámetros de 20 y 25 cm se utilizan pozos con caída adosada hasta 2 metros. Para diámetros de 30 a 76 cm se utilizan pozos con caída (pantalla) hasta 1.5 metros. Para diámetros de 91 cm y mayores se utilizan pozos con caída escalonada hasta 2.5 metros
- Una vez determinado el diámetro y pendiente adecuados, se calculan los volúmenes de obra: excavación, plantilla, suministro de tubería, acostillamiento, relleno compactado, bombeo de achique y maniobras necesarias por el proceso de construcción. Se pone especial atención en las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos en cuanto a niveles freáticos, tipo de material y estabilidad de taludes.

Cruce del Colector Marginal Sur

En los últimos tramos del colector Marginal Sur a partir del cadenamamiento 5+525, el colector atraviesa el cauce del Río Lerma para llegar a la margen norte (derecha) en donde se encuentran los terrenos de la PTAR. De acuerdo al análisis comparativo realizado en secciones anteriores, la opción con mayor beneficio es la construcción de sifón invertido que pase por debajo del cauce del Río Lerma.

1.3.4.1 Determinación de los flujos de diseño del sifón

En el diseño del sifón es necesario considerar tres escenarios:

- La operación normal actual del sifón incluye el flujo de la descarga Guanajuato y las excedencias del cárcamo de bombeo CB-1
- La operación actual de contingencia incluye el total del flujo que bombea el CB-1 (en caso que fuera de operación) más la descarga Guanajuato
- La operación a futuro incluye el flujo necesario para que la planta de tratamiento trabaje a su máxima capacidad

A continuación se profundiza en cada uno de estos escenarios.

En la operación normal actual del sifón se incluye la recolección de la descarga Guanajuato y las excedencias del CB-1. Según lo visto durante el programa de aforo y muestreo, las excedencias del CB-1 no son considerables por lo que los flujos de diseño para este escenario son función de la descarga Guanajuato únicamente. El flujo medio aforado en esta descarga es de 12.9 lps y calculando los demás flujos de diseño quedan: 6.5 lps flujo mínimo, 28 lps flujo máximo instantáneo, 42 lps flujo máximo extraordinario.

En la definición del flujo de diseño es necesario considerar también que uno de los objetivos del colector Marginal Sur es solventar el escenario de operación actual de contingencia que consiste en captar el agua excedente del cárcamo de bombeo CB-1 cuando por alguna eventualidad deje de operar. Actualmente el CB-1 esta bombeando en promedio 130 lps, que aunado a la descarga Guanajuato da como flujos de diseño para esta condición: flujo medio de 144.8 lps, flujo mínimo de 72.4 lps, flujo máximo instantáneo de 314.4 lps y flujo máximo extraordinario de 471.6 lps.

Respecto al escenario de operación a futuro se puede notar lo siguiente. La determinación de los flujos de diseño del colector Marginal sur se realizó en función de densidades de población considerando sub-cuencas de aportación a diferencia del utilizado para determinar la capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales que es función de una proyección del crecimiento de población en base a tendencias históricas. En el caso de la planta de tratamiento el período de diseño es un parámetro asignado, mientras que en el caso del diseño de los colectores, éste período de diseño es función del tiempo en que el área tributaria considerada se tarde en llegar a la densidad de población usada para la estimación de flujos. Si consideramos el ajuste geométrico usado para determinar la proyección media de crecimiento para la planta de tratamiento, calculando el tiempo en que el área actualmente poblada de la ciudad de Salamanca llegue a la densidad de diseño de los colectores, al área actual ocupada le tomaría alrededor de 50 años llegar dicha densidad, a éste período le tendríamos que agregar el tiempo en que el área actualmente ocupada abarque el área tributaria considerada. Esto es, que la planta de tratamiento está planeada para una vida útil de entre 25 y 30 años mientras que la planeación de los colectores es mayor a los 50 años. Lo anterior resulta en que no es necesario cruzar toda el agua residual a la planta de tratamiento y que cuando el colector llegue a su capacidad máxima de diseño, la planta de tratamiento ya llevará tiempo trabajando a su capacidad máxima y lo más probable es que se necesite construir una nueva planta de tratamiento aguas abajo.

Para definir el flujo de agua que es necesario cruzar a través del sifón, se utilizan los resultados del programa de aforo y muestreo del Estudio de Factibilidad. Las descargas se agrupan de acuerdo a las cuencas sanitarias definidas en secciones anteriores y se calcula la aportación que dicha cuenca sanitaria tiene respecto al total aforado. Se espera que la proporción de

aportaciones de las cuencas sanitarias varíe a futuro debido a que hay cuencas con mayor potencial de crecimiento que otras (de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano). Por otro lado, la capacidad máxima a futuro de la planta de tratamiento ocupando todo el terreno disponible, será de 600 lps. Si la capacidad máxima de la planta a futuro la desglosamos en las aportaciones que a futuro tendrán cada una de las cuencas sanitarias, se puede calcular el flujo medio que es necesario cruzar por el sifón, esto es, de la cuenca sanitaria Lerma Sur. En la siguiente tabla se muestran los flujos aforados y su distribución actual y futura de cada cuenca sanitaria.

Tabla 1.3 Flujos aforados y estimados a futuro por cuenca sanitaria para aportación a PTAR

| Cuenca Sanitaria | ACTUAL | | FUTURO | |
|------------------------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Flujo Prom (Lps) | (%) | Flujo Prom (Lps) | (%) |
| Cuenca Dren Sardinas | 62.08 | 21.32% | 120 | 20.00% |
| Cuenca Río Lerma Norte | 184.07 | 63.20% | 348 | 58.00% |
| Cuenca Río Lerma Sur | 45.10 | 15.48% | 132 | 22.00% |
| Total | 291.25 | | 600 | |

Por lo tanto, en la condición de servicio a futuro se tendrá un flujo medio de 132 lps, un flujo mínimo de 66 lps, un flujo máximo instantáneo de 286.4 lps y un flujo máximo extraordinario de 429.6 lps. El resto del caudal que a futuro llevará el colector será vertido a un cárcamo de bombeo futuro adyacente al sifón para que esta agua sea bombeada a la nueva planta de tratamiento, aguas abajo del sifón.

Considerando los tres escenarios de operación del sifón, se tiene que los flujos de diseño varían desde los 6.5 lps a los 471 lps. Para el diseño del sifón se considera este rango de flujos.

1.3.4.2 Filosofía de operación

El sifón estará compuesto de 3 tubos de diferentes diámetros que salen de una caja común (caja de inicio del sifón), y llegan a una caja común (caja salida del sifón). El agua llega del colector a la caja de inicio en donde el primer tubo tiene circulación libre. Cuando el flujo aumente el tirante en el canal del primer tubo aumentará debido a la pérdida de carga hidráulica. El tirante en el canal del primer tubo aumentará hasta el nivel del primer vertedor, lo que delimita la capacidad del primer tubo. El agua que pasa por el primer vertedor es entonces transportada por el segundo tubo en donde con el aumento del flujo aumenta las pérdidas hidráulicas y por ende aumenta su tirante hasta el nivel del segundo vertedor que de igual manera verterá el agua excedente al tercer tubo. La combinación de diámetros de tubería y niveles de vertedores determina la capacidad de cada uno de los tubos. En caso de aumento de carga hidráulica por taponamiento parcial, la tubería del sifón será lavada a presión para eliminar cualquier obstáculo del paso en las tuberías.

1.3.4.3 Criterios de velocidad y pérdida de carga hidráulica

El sifón invertido tendrá la capacidad hidráulica de transportar el rango del flujo de diseño señalado en secciones anteriores, con las condiciones que garanticen velocidades adecuadas para evitar sedimentación en el interior de cada uno de los tubos que componen el sifón.

Las velocidades mínimas para evitar sedimentación en un sifón de acuerdo a la literatura es entre 0.9 y 1.2 m/seg [TNRCC, 2000] [Manual Conagua] y en el caso de flujos bajos es aceptable un solo tubo con diámetro mínimo de 20 cm y velocidad mínima de escurrimiento de 60 cm/seg [Manual Conagua].

Las pérdidas de carga se calculan con las fórmulas de continuidad y Hazen-Williams

1.3.4.4 Procedimiento de cálculo

Para poder hacer el análisis más dinámico, de tal manera que sea posible hacer combinaciones entre diámetros de tubería y niveles de vertedores, inicialmente se obtienen ecuaciones de segundo orden para determinar la relación flujo - pérdida de carga hidráulica para cada uno de los posibles diámetros a usar de tubería, dadas las características de longitud y número de deflexiones del sifón. El Nivel Espejo del Agua (NEA) al inicio del sifón depende del tirante en la tubería de salida del sifón. Al NEA de salida del sifón que es función de la tubería de salida (calculada por Manning) se le agregan la pérdida de carga para conocer el NEA al inicio del sifón. La capacidad de flujo de cada tubería es determinada por el Nivel del Vertedor (NV), ya que una vez que el agua llega a ese nivel comenzará a derramar al siguiente tubo y así sucesivamente. Para fines prácticos se desprecia el efecto que tiene el tirante en el vertedor en el flujo transportado en cada tubería. La velocidad mínima debe cumplirse en al menos una condición de flujo para cada tubería.

1.3.4.5 Dimensiones y características del sifón

El sifón tiene una longitud total de 82.5 metros, al inicio del sifón la tubería baja 5.9 metros y se mantiene en ese nivel hasta 32.5 metros antes de la caja de salida. El sifón está compuesto por tres tubos de 25, 50 y 50 centímetros de diámetro con dos vertedores entre las tuberías de 50 y 36 cms.

1.3.5 Memorias de cálculo y planos del proyecto ejecutivo

En el Anexo 10C se encuentra:

- Memoria de cálculos del dimensionamiento
- Memoria de cálculos estructural
- Memoria de cálculos eléctrica
- Los siguientes planos que conforman el proyecto ejecutivo:

Planos del Trazo del Colector Marginal Sur

| Plano No. | Nombre del plano |
|------------------|---|
| COL-MARSUR-00 | PLANO LLAVE DEL COLECTOR MARGINAL SUR |
| COL-MARSUR-01 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 0+000 AL 0+620 |
| COL-MARSUR-02 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 0+620 AL 1+280 |
| COL-MARSUR-03 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 1+280 AL 1+920 |
| COL-MARSUR-04 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 1+920 AL 2+550 |
| COL-MARSUR-05 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 2+550 AL 3+215 |
| COL-MARSUR-06 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 3+215 AL 3+790 |
| COL-MARSUR-07 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 3+790 AL 4+130 |
| COL-MARSUR-08 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 4+130 AL 4+620 |
| COL-MARSUR-09 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 4+620 AL 5+250 |

| | |
|---------------|---|
| COL-MARSUR-10 | COLECTOR MARGINAL SUR CADENAMIENTO 5+250 AL 5+620 |
| COL-MARSUR-11 | DETALLES DEL COLECTOR MARGINAL SUR 1 |
| COL-MARSUR-12 | DETALLES DEL COLECTOR MARGINAL SUR 2 |
| COL-MARSUR-13 | ARREGLO Y DETALLES DEL SIFONINVERTIDO |

1.4 Colector Periférico

1.4.1 Generalidades

El colector Periférico dará servicio a la zona Nor-poniente de la ciudad. Su función principal es recolectar la descarga del Dren Sardinas y aquellas áreas de crecimiento futuro que estarán drenando al colector.

El agua es transportada al terreno de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Salamanca.

1.4.2 Filosofía del funcionamiento

El colector Periférico surge por la necesidad de llevar a la PTAR el flujo de la descarga del Dren Sardinas. La RIAMA tiene proyectado construir un cárcamo de bombeo en la descarga del Dren Sardinas para enviar el total del flujo de agua residual a su planta de tratamiento, sin embargo, es necesario contar con infraestructura que conduzca el excedente de agua residual a la planta de tratamiento de la ciudad, o bien, cuando el cárcamo de bombeo proyectado deje de operar temporalmente. En su trayecto el colector Periférico recolectará las redes de alcantarillado de futuras áreas pobladas, principalmente al norte de su trayectoria. Hacia el sur de la trayectoria del colector Periférico, ya existen colonias que reciben servicio de alcantarillado mediante otros colectores, por lo que no se esperan descargas al colector Periférico en esta zona.

1.4.3 Determinación de los flujos de diseño

Como se señaló en el diseño del colector Marginal Sur, el enfoque del cálculo de los flujos de diseño se basa en áreas pobladas con cierta densidad que para el caso es 250 Hab/Hta y una aportación de agua residual dada, que para este caso en particular es de 183 Lts-hab/día. Mayores detalles de la determinación de la densidad de población y de la aportación de agua residual se encuentran en la sección de "Determinación de los flujos de diseño" del colector Marginal Sur.

Como se señaló con anterioridad, las descargas que recolectará el colector Periférico son:

- Al inicio del colector Periférico la descarga del Dren Sardinas
- Las colonias futuras al norte de la trayectoria del colector Periférico

Descarga del Dren sardinas

Durante el Estudio de Factibilidad se realizó un programa de aforo y muestreo de las principales descargas de la ciudad, y entre ellas se encontraba el Dren Sardinas y la descarga contigua conocida como 1910. Entre ambas descargas se midió un caudal promedio del alrededor de 62 lps, que trasladado a términos de habitantes servidos según la densidad determinada son 29,310 habitantes. Este número de habitantes ya se encuentran instalados en una de las cuencas del colector Periférico y se espera que el número de habitantes aumente hasta alcanzar la densidad de población que se presupone se alcanzará en un término de 25 años. Para entonces y de acuerdo al ajuste del crecimiento poblacional usado en la proyección de aguas residuales, los 29,310 habitantes se habrán convertido en 53,344 habitantes que para entonces conformarán la

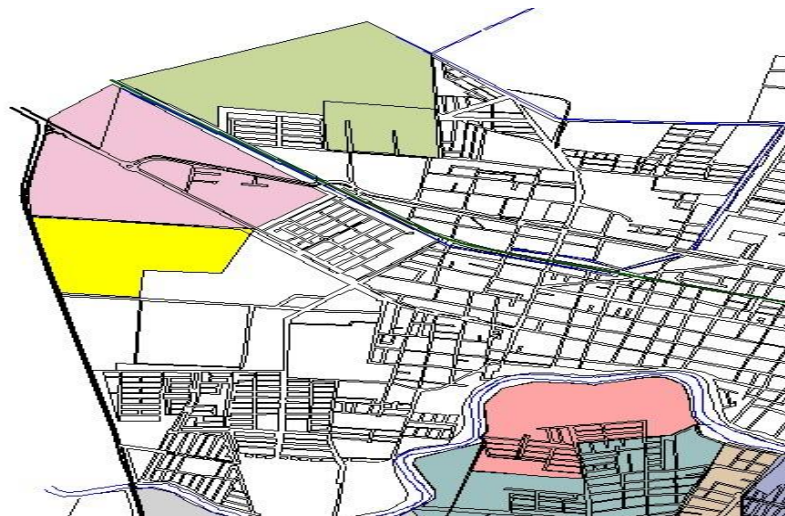
descarga del Dren Sardinas. Esta población estará aportando agua residual al inicio del colector Periférico, en el pozo de visita 1.

Colonias futuras.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Salamanca, el crecimiento urbano en el área de influencia del colector Periférico se encuentra delimitada al poniente por el Periférico Salamanca-Irapuato y al norte por una línea imaginaria que es perpendicular al Periférico Salamanca-Irapuato e inicia a partir del cruce del Periférico con la calle Prolongación Morelos hasta el Dren sardinas. Las áreas que actualmente no se encuentran pobladas y que eventualmente recibirán servicio del colector Periférico se muestran en la Figura 1.2. De acuerdo a las características topográficas y limitaciones urbanas, se pueden distinguir tres cuencas que estarán drenando al colector Periférico, cada una de estas cuencas aportará caudal en la parte más alejada agua abajo del colector.

Figura 1.2 Cuencas tributarias al colector Periférico

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales



Al obtener el área de cada cuenca y multiplicarla por la densidad de proyecto, se obtiene el número de habitantes que aporta agua residual de cada cuenca. En la siguiente tabla se muestran las áreas, número de habitantes y pozo de visita al que se asigna la descarga.

Tabla 1.4 Distribución de cuencas sanitarias y habitantes servidos en el colector Periférico

| Area No. | Area (m ²) | Area (Hta) | Habitantes | Pozo de Visita |
|----------|------------------------|------------|------------|----------------|
| 1 | 731,595 | 73.16 | 18,290 | 23 |
| 2 | 804,709 | 80.47 | 20,118 | 42 |
| 3 | 340,744 | 34.07 | 8,519 | 49 |

1.4.4 Diseño hidráulico del colector

Con los datos de la población servida y el trazo, se procede al cálculo hidráulico del colector en donde:

- Se calcula el flujo medio aportado a los pozos de visita respectivos en función del número de habitantes servidos y la aportación de agua residual

$$Q \text{ medio en Lps} = [\text{No. habitantes}] * [\text{Aportación en lts-hab/día}] / 86400$$
- Se calcula el flujo mínimo multiplicando el flujo medio por un factor de 0.50

$$Q \text{ mínimo} = 0.5 [Q \text{ medio}]$$
- Se calcula el factor de Harmon con la población servida acumulada a lo largo del colector

$$M = \text{Factor de Harmon} = 1 + [14 / (4 + \sqrt{P})]$$
, con límite máximo de 3.8 y mínimo de 2.17
donde P = Población acumulada en miles
- Se obtiene el flujo máximo instantáneo multiplicando el flujo medio por el factor de Harmon

$$Q \text{ máximo instantáneo} = M [Q \text{ medio}]$$
- Se obtiene el flujo máximo extraordinario multiplicando el flujo máximo instantáneo por un factor de 1.5 para asimilar los efectos de infiltraciones

$$Q \text{ máximo extraordinario} = 1.5 [Q \text{ máximo instantáneo}]$$
- Con el cadenamiento del trazo, nivel de plantilla inicial y una pendiente propuesta de tal manera que el colector pueda tener el colchón mínimo y pueda evitar interferencias con la infraestructura existente, se calculan los niveles de plantilla de todos los pozos de visita. Los colchones mínimos son los marcados en el manual de Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Proyectos de Agua Potable y alcantarillado Sanitario de la Comisión Nacional del Agua.
 - 0.9 metros para tuberías con diámetro hasta de 45 cms.
 - 1.0 metros para tuberías mayores de 45 cms. y hasta 122 cms. de diámetro
 - 1.3 metros para tuberías mayores de 122 cms. y hasta 183 cms. de diámetro
 - 1.5 metros para tuberías mayores de 183 cms. de diámetro
- Desde el principio del proyecto, se determinó que el material de las tuberías deberá ser Polietileno Alta Densidad (PEAD)
- Se proponen los diámetros de tubería y se revisan para que tengan la capacidad de transportar el flujo máximo extraordinario deseado mediante Manning. El tirante en el tubo máximo aceptado es el 85% del diámetro del tubo.

$$V = (1/n) * r^{2/3} * S^{1/2}$$

donde:

 - V = velocidad media de flujo, en m/s
 - n = coeficiente de rugosidad
 - r = radio hidráulico, en m.
 - S = pendiente de fricción (perdida de carga unitaria, en m/m)
Se considera que la tubería de PEAD nueva tiene un coeficiente de rugosidad de 0.009
- Se revisa también que los diámetros propuestos cumplan con las velocidades mínimas (para evitar sedimentos) y la velocidad máxima (para evitar erosión de la infraestructura) que de acuerdo al manual de Lineamientos de la CNA son 0.3 m/seg y 5 m/seg, respectivamente
- Se permiten caídas libres de hasta 0.4 metros en un pozo sin necesidad de estructura especial. Para diámetros de 20 y 25 cm se utilizan pozos con caída adosada hasta 2 metros. Para diámetros de 30 a 76 cm se utilizan pozos con caída (pantalla) hasta 1.5

metros. Para diámetros de 91 cm y mayores se utilizan pozos con caída escalonada hasta 2.5 metros

- Una vez determinado el diámetro y pendiente adecuados, se calculan los volúmenes de obra: excavación, plantilla, suministro de tubería, acostillamiento, relleno compactado, bombeo de achique y maniobras necesarias por el proceso de construcción. Se pone especial atención en las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos en cuanto a niveles freáticos, tipo de material y estabilidad de taludes.

1.4.5 Memorias de cálculo y planos del proyecto ejecutivo

Las memorias de cálculos del diseño hidráulico y de los volúmenes de obra se encuentra en el Anexo 10D, en donde se encuentran también los siguientes planos que conforman el proyecto ejecutivo:

| Plano No. | Nombre del plano |
|------------------|---|
| COL-PERIFE-00 | PLANO LLAVE DEL COLECTOR PERIFERICO |
| COL-PERIFE-01 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 0+000 AL 0+400 |
| COL-PERIFE-02 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 0+400 AL 0+780 |
| COL-PERIFE-03 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 0+780 AL 1+020 |
| COL-PERIFE-04 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 1+020 AL 1+620 |
| COL-PERIFE-05 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 1+620 AL 2+040 |
| COL-PERIFE-06 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 2+040 AL 2+480 |
| COL-PERIFE-07 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 2+480 AL 3+150 |
| COL-PERIFE-08 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 3+150 AL 3+780 |
| COL-PERIFE-09 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 3+780 AL 4+380 |
| COL-PERIFE-10 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 4+380 AL 4+980 |
| COL-PERIFE-11 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 4+980 AL 5+580 |
| COL-PERIFE-12 | COLECTOR PERIFERICO CADENAMIENTO 5+580 AL 5+870 |

1.5 Cárcamos de bombeo

Existen zonas en el área sur de la ciudad en donde por la topografía del terreno el agua pluvial se junta, pero no alcanza a descargar en el Río Lerma, debido a que el nivel del agua en el Río aumenta. Estas áreas se inundan frecuentemente, repercutiendo en la operación de la red de colectores sanitarios. Para evitar lo anterior, se están considerando como parte de esta Ingeniería Básica, cárcamos de bombeo que tendrán la función de descargar tanto los excedentes del drenaje sanitario al Río Lerma, como el agua pluvial que se junta en las zonas inundables para de esta manera evitar el mal funcionamiento de los colectores de eventos de lluvia.

1.5.1 Ubicación de los cárcamos de bombeo

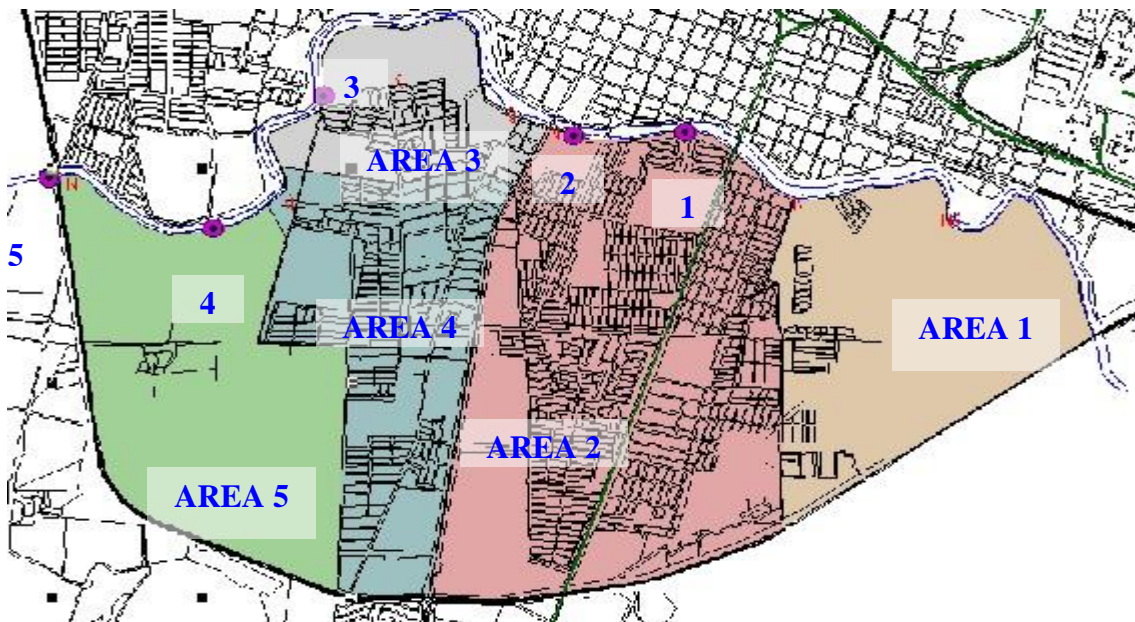
Los cárcamos de bombeo están ubicados en la margen sur (izquierda) del Río Lerma, distribuidos conforme a la experiencia del CMAPAS para aquellos sitios donde la inundación es recurrente. Los cárcamos previstos son:

1. Cárcamo Constituyentes. Ubicado al oriente del colector Marginal Sur en terrenos cercanos a la Av. Constituyentes

2. Cárcomo Soriana. Ubicado al oriente del colector Marginal Sur en terrenos a la esquina norponiente del centro comercial de Soriana
3. Cárcomo El Parque. Ubicado en la parte central del colector Marginal Sur en los terrenos al norponiente del cárcamo de bombeo CB-1, operado por RIAMA.
4. Cárcomo Río Madonte. Ubicado al poniente del colector Marginal Sur en terrenos en frente de la calle Circuito Parque Saslaya
5. Cárcomo en frente PTAR. Ubicado al extremo poniente del colector Marginal Sur en terrenos en frente de la planta de tratamiento, en la margen sur

La ubicación de los cárcamos de bombeo se muestra en la Figura 1.3

Figura 1.3 Cuencas pluviales y cárcamos de bombeo en margen sur (izquierda) del Río Lerma



1.5.2 Determinación de los flujos de diseño

Desde el punto de vista de escurrimientos superficiales no encauzados, para notar la diferencia con aquellos escurrimientos que son llevados al Río Lerma por arroyos o canales, el área de impacto para el diseño de los cárcamos de bombeo está conformada por el área delimitada al norte por el Río Lerma y en las demás direcciones por la vía conocida como Periférico Salamanca- Irapuato. A su vez, esta área se subdividió en sub-cuencas pluviales de acuerdo a la topografía y características urbanas, quedando distribuida en cinco sub-cuencas como se muestra en Figura 1.3.

La estimación de los gastos pluviales se realizó por medio del *Método Racional* que es función del tipo de superficie por la que está escurriendo el agua, la extensión del área tributaria y la intensidad de lluvia. La expresión matemática es la siguiente:

$$Q_p = 0.278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

donde:

$$Q_p = \text{Gasto de pico (m}^3/\text{seg)}$$

0.278 = factor de conversión de unidades
 C = coeficiente de escurrimiento
 i = intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca (mm/hr)
 A = área de la cuenca (km²)

Para reflejar el tipo de superficie por la que está escurriendo el agua en la expresión matemática del Método Racional, se cuenta con varios coeficientes de escurrimiento de acuerdo a la naturaleza y textura de la superficie de escurrimiento que van desde los coeficientes altos para superficies poco permeables como área asfaltadas hasta superficies muy permeables como suelos arenosos con poca pendiente. Con el propósito de determinar adecuadamente el coeficiente de escurrimiento, se obtuvo dicho coeficiente ponderando la extensión de los diferentes tipos de superficie de escurrimiento. Lo anterior para cada una de las sub-cuencas. En la Tabla 1.6 se muestra el coeficiente de escurrimiento obtenido para cada una de las sub-cuencas. En el Anexo 10C se encuentra mayor detalle del cálculo de los coeficientes de escurrimiento.

Para definir la intensidad de lluvia es preciso definir, tanto el tiempo de retorno como la duración de la lluvia. De acuerdo al Método Racional, se puede considerar la duración de la lluvia como el tiempo de concentración calculado mediante la expresión de Kirpich. El tiempo de concentración es el tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el punto más alejado de la cuenca pluvial hasta el punto de interés. La expresión de Kirpich es la siguiente:

$$t_{cs} = 0.0003245 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

donde:

t_{cs} = tiempo de concentración sobre la superficie (hr)
 L = longitud del cauce principal (m)
 S = pendiente media del cauce principal (decimal)

Como era de esperarse, los tiempos de concentración variaron para cada una de las sub-cuencas como se muestra en la Tabla 1.6. Todos los tiempos de concentración se encuentran alrededor de 1 hora, por lo que, para efecto de la obtención de la intensidad de lluvia se considera una duración de 1 hora.

El otro parámetro por determinar para obtener la intensidad de lluvia es el tiempo de retorno. La determinación del período de retorno está ligado al nivel de protección que se desea. De acuerdo al Manual de Diseño de Alcantarillado Pluvial de la Conagua, el diseño de sistemas con un evento de lluvia con magnitud correspondiente de 5 a 10 años de período de retorno es un período económico de diseño porque la obra no es costosa y se tiene un nivel de protección adecuado en condiciones de lluvias ordinarias. Por lo anterior y para efectos de estimar el gasto pico se considera un período de retorno de 10 años.

De acuerdo a información de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las intensidades de lluvia para períodos de retorno de 10, 20, 25, 50 y 75 años en diferentes tiempos de duración de la lluvia son los siguientes [DGST internet]:

Tabla 1.5 Intensidades de lluvia a varios tiempos de duración de lluvia para tiempos de retorno de 10,20, 25, 50 y 75 años en la ciudad de Salamanca

| Duración (min) | Períodos de retorno | | | | |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 10 años Intensidad (mm/hr) | 20 años Intensidad (mm/hr) | 25 años Intensidad (mm/hr) | 50 años Intensidad (mm/hr) | 75 años Intensidad (mm/hr) |
| 5 | 182 | 211 | 220 | 248 | 276 |
| 10 | 125 | 144 | 150 | 169 | 187 |
| 20 | 92 | 107 | 112 | 127 | 142 |
| 30 | 63 | 85 | 89 | 101 | 113 |
| 60 | 43 | 50 | 52 | 88 | 65 |
| 120 | 25 | 28 | 29 | 33 | 36 |
| 240 | 13 | 18 | 16 | 17 | 19 |

Con las intensidades de lluvia, se calcula el gasto pico por sub-cuenca. El resultado de dicho cálculo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.6 **Determinación del gasto pluvial para los cárcamos de bombeo**

| Area No. | Area (m ²) | Area (Ha) | Area (km ²) | Pend. Terreno | Long Recor Escurri (mts) | Tiempo Concen (hr) | Intens. lluvia (mm/hr) | Coef. Escurri | Gasto pico (m ³ /seg) |
|----------|------------------------|-----------|-------------------------|---------------|--------------------------|--------------------|------------------------|---------------|----------------------------------|
| 1 | 2,035,496 | 2,035.50 | 2.035 | 0.0037 | 1750 | 0.880 | 43 | 0.130 | 3.16 |
| 2 | 3,941,864 | 3,941.86 | 3.942 | 0.0032 | 2500 | 1.225 | 43 | 0.235 | 11.07 |
| 3 | 870,941 | 870.94 | 0.871 | 0.0020 | 610 | 0.495 | 43 | 0.235 | 2.45 |
| 4 | 1,854,954 | 1,854.95 | 1.855 | 0.0078 | 2340 | 0.826 | 43 | 0.235 | 5.21 |
| 5 | 2,197,894 | 2,197.89 | 2.198 | 0.0050 | 1750 | 0.784 | 43 | 0.150 | 3.94 |

Para distribución del caudal pico entre los cárcamos de bombeo se tienen las siguientes consideraciones:

- El área tributaria 1 actualmente no está urbanizado y parte del volumen escurrido se infiltra en forma natural.
- En el área tributaria 2 se planea construir dos cárcamos de bombeo para drenar el área tributaria 2 y dado que en el área tributaria 1 no se planea construir cárcamo de bombeo, se incluirá en el área 2 el 15% del área 1. El gasto de escurrimiento es entonces 11.5 m³/seg en 2 cárcamos de 5.77 m³/seg cada uno
- El área tributaria 3 y el área tributaria 4 serán drenadas mediante un sólo cárcamo de bombeo, por lo que el gasto de escurrimiento es entonces 7.66 m³/seg
- El área tributaria 5 será drenada por los cárcamos de bombeo 4 y 5. El gasto de escurrimiento es entonces de 9.15 m³/seg en 2 cárcamos de 4.58, m³/seg cada uno, por cárcamo de bombeo, quedando como sigue:

Tabla 1.7 **Gasto pico de diseño de los cárcamos de bombeo**

| Cárcamo No. | Nombre del Cárcamo | Gasto Pico (m ³ /seg) |
|-------------|--------------------|----------------------------------|
| 1 | Constituyentes | 5.77 |
| 2 | Soriana | 5.77 |
| 3 | El Parque | 7.66 |
| 4 | Río Madonte | 4.58 |
| 5 | Frente a PTAR | 4.58 |

1.5.3 Filosofía de operación

Los cárcamos de bombeo recibirán agua pluvial mediante obras de toma ubicadas en la cercanía del cárcamo. También recibirá los excedentes de las tuberías de drenaje sanitario, en caso que las infiltraciones saturan la red de alcantarillado. El funcionamiento del cárcamo es por electroniveles que marcan el encendido y apagado secuencial de las bombas. Las bombas además podrán ser arrancadas manualmente sin la necesidad de que el electronivel las active.

Por la cercanía con el punto de entrega, la descarga de las bombas es independiente, es decir, no se requiere de un cabezal, por lo que se omite el uso de válvulas de seccionamiento y válvulas de retención (check). Todos los equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas son controladas en el Cuarto de Control de Motores (CCM) ubicado sobre el mismo cárcamo de bombeo.

1.5.4 Criterios de diseño

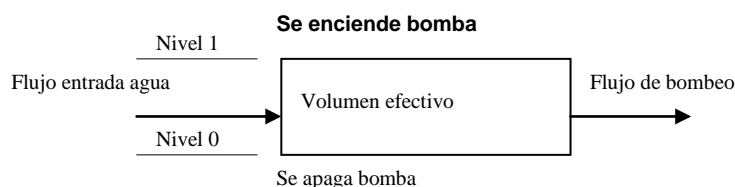
Los criterios de diseño hidráulico y en la selección de los equipos son los siguientes:

- En cada cárcamo se tendrá al menos 3 bombas de la misma capacidad y hasta el número que sea necesario o económicamente conveniente
- Se seleccionará en lo posible el menor número de modelos de bombas para uniformizar el mantenimiento de las mismas
- La bomba se selecciona en función de la carga total a vencer y el flujo deseado por bomba. Las bombas a instalar sin marca Flygt
- El tiempo de residencia del cárcamo de bombeo es la suma de los volúmenes necesario para que cada bomba pueda cumplir con el tiempo mínimo del ciclo de arranque/paro
- De acuerdo a especificaciones del fabricante, se recomienda no arrancar la bomba más de 15 veces por hora en espacios distribuidos, en otras palabras, el ciclo de arranque/paro debe ser mayor de 4 minutos

1.5.5 Procedimiento de cálculo

La selección de las bombas se realizó mediante el programa Flyps 2.0, en donde se selecciona el equipo más óptimo en función de la eficiencia energética (kW-hr/m^3). Dado que la descarga de cada bomba es independiente, se divide el flujo total entre 3 y 5 bombas, dependiendo del caudal total a bombear. Una vez seleccionada la(s) bomba(s) se calcula el volumen efectivo de bombeo necesario para cumplir con el tiempo del ciclo de encendido/apagado.

El ciclo de encendido/apagado es el tiempo que transcurre entre cada vez que el motor de las bombas es encendido. Para el cálculo de los ciclos de bombeo es necesario considerar primero que las bombas trabajaran por niveles y en forma secuencial, es decir, una bomba trabajará en un rango de niveles y en caso de que ese nivel sea superado se encenderá la siguiente bomba o bien si llega al nivel mínimo se apagará. Desde esa perspectiva se puede señalar lo siguiente.



Una vez que el nivel del agua en el cárcamo alcanza el Nivel 1 (ver figura) la bomba se encenderá y se apagará hasta que el tirante de agua en el cárcamo vuelva al Nivel 0. El tiempo que tardará en pagarse la bomba depende del volumen efectivo de bombeo, del flujo de bombeo y del flujo de entrada de agua residual y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo 1} = (\text{volumen efectivo}) / (\text{flujo entrada} - \text{flujo de bombeo})$$

Una vez que se ha apagado la bomba, se volverá a encender hasta que el tirante del agua alcance el Nivel 1 nuevamente y se calcula:

$$\text{Tiempo 2} = (\text{volumen efectivo}) / (\text{flujo de entrada})$$

Una vez que la bomba se ha encendido nuevamente el ciclo de encendido/apagado se completa por lo que:

$$\text{Ciclo de encendido/apagado} = \text{Tiempo 1} + \text{Tiempo 2}$$

Se propone el ancho y largo del cárcamo de bombeo, así como el tirante de trabajo de cada una de las bombas y se revisa que en el rango de flujo a bombear desde cero hasta el caudal máximo, se cumpla el ciclo de encendido/apagado.

1.5.6 Resultados del diseño

La Tabla 10.6 presenta un resumen de los resultados del diseño de los cárcamos de bombeo.

Tabla 1.8 Resultados del diseño de los cárcamos de bombeo

| Características | CB Constituyentes | CB Soriana | CB El Parque | CB Río Madonte | CB frente PTAR |
|--|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ancho efectivo cárcamo (mts) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| Largo efectivo cárcamo (mts) | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 16.0 |
| Número de bombas | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| Modelo de la bomba | CP3602 de 385 HP | CP3602 de 385 HP | CP3602 de 385 HP | CP3602 de 385 HP | CP3602 de 385 HP |
| Tirante efectivo de bombeo (mts) | 6.42 | 6.42 | 8.11 | 4.84 | 4.84 |
| Profundidad total del cárcamo ^(A) | 10.92 | 11.92 | 12.61 | 8.84 | 11.14 |
| Tirante muerto por sumergencia (mts) | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 |
| Tirante de trabajo Bomba 1 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| Tirante de trabajo Bomba 2 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| Tirante de trabajo Bomba 3 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 |
| Tirante de trabajo Bomba 4 | 1.58 | 1.58 | 1.58 | N/A | N/A |
| Tirante de trabajo Bomba 5 | N/A | N/A | 1.69 | N/A | N/A |

^(A) La profundidad total del cárcamo varía de acuerdo al nivel de llegada de la(s) descarga(s)

1.5.7 Planos y memorias de cálculo de los cárcamos de bombeo

Los planos y memorias de cálculo de los cárcamos de bombeo se encuentran en 10C. Los planos de los Cárcamos de Bombeo que conforman el proyecto ejecutivo son los siguientes:

| Plano No. | Nombre del plano |
|------------------|---|
| CARC-BOMB-01 | ARREGLO GEOMETRICO DE LOS CARCAMOS DE BOMBEO |
| CARC-BOMB-02 | ARREGLO ESTRUCTURAL DE LOS CARCAMOS DE BOMBEO 1 (EL PARQUE Y CONSTITUYENTES) |
| CARC-BOMB-03 | ARREGLO ESTRUCTURAL DE LOS CARCAMOS DE BOMBEO 1 (SORIANA, RIO MADONTE Y EN FRENTE DE LA PTAR) |
| CARC-BOMB-04 | DETALLE DE UBICACION DE LOS CARCAMOS DE BOMBEO |
| CARC-BOMB-05 | DIAGRAMA UNIFILAR Y SISTEMA DE TIERRAS |
| CARC-BOMB-06 | SISTEMA DE FUERZA |
| CARC-BOMB-07 | SISTEMA DE ALUMBRADO |

ANEXO B

DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE LA CIUDAD DE SALAMANCA, GUANAJUATO.

- a) **Declaración del avance que guarda el proyecto al momento de elaborar el estudio de impacto ambiental.**

El proyecto no presenta ningún avance físico.

- b) **Tipo de la obra o proyecto que se pretende llevar a cabo, especificando si el proyecto se desarrollará por etapas; el volumen de producción, procesos involucrados e inversión requerida.**

El proyecto pretendido es una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para la ciudad de Salamanca, Guanajuato, mediante el proceso ***Sistema de lodos activados en la modalidad de aereación extendida con zona anóxica para desnitrificación, seguida de tratamiento terciario a base de filtros de arena***; la inversión requerida es de \$51'598,360.00 más IVA por el diseño, construcción equipamiento, pruebas y puesta en servicio, que la convertirá en una de las plantas más modernas a la fecha.

Modulación de la PTAR

Para efectos del desarrollo del proyecto se analizó la modulación para un período de 25 años, es decir, del período 2011 a 2035, aunque el análisis se realiza para los primeros 25 años de vida útil de la PTAR, la vida útil real de la Planta de tratamiento será mayor si las condiciones de crecimiento de la ciudad de Salamanca así lo permiten, como más adelante se describe.

La modulación de la PTAR es de acuerdo a.

ETAPA 1: La planta tendrá de inicio una capacidad de 200 lps en dos trenes de tratamiento de 100 lps cada uno. La planta tendrá ésta capacidad hasta el año 2015 aproximadamente

ETAPA 2: A partir del año 2015 se agrega un tren de tratamiento más a la capacidad de la planta para contar con una capacidad de tratamiento a flujo promedio de 300 lps, la cual será suficiente hasta el año 2025.

ETAPA 3: El seguimiento aumento en la capacidad de la planta será aproximadamente en el año 2025, agregando otro tren de tratamiento de 100 lps para llegar a una capacidad total de 400 lps, la cual será suficiente hasta el año 2031.

Se estima que la vida útil real sea entre 35 y 40 años considerando el espacio disponible del terreno y el crecimiento esperado de la población y de la zona urbana. El tratamiento propuesto fue seleccionado entre 4 opciones por lo que implica un menor costo económico, social y ambiental.

Considerando que de las opciones planteadas para la selección del sistema de tratamiento más conveniente, la principal diferencia es el tratamiento secundario, se mejoran los tratamientos primario y terciario, quedando el sistema de tratamiento como se describe.

- a) Trampa de sólidos gruesos (> 70 mm)
- b) Cárcamo de bombeo de agua cruda
- c) Pre-tratamiento (rejillas gruesas, rejillas finas, desarenador y desengrasador)
- d) Caja de distribución a los reactores biológicos
- e) Reactores biológicos con zonas anóxica y aerobia
- f) Caja de distribución a los sedimentadores secundarios
- g) Sedimentadores secundarios
- h) Caja de reunión de sedimentadores secundarios
- i) Filtros de arena de retrolavado continuo y flujo ascendente
- j) Desinfección mediante lámparas de luz ultravioleta
- k) Medición del efluente (canal Parshall)
- l) Tanque de almacenamiento y bombeo de agua tratada al sitio de reúso
- m) Caja de purga de lodos
- n) Caja de recirculación de lodos
- o) Espesador por gravedad
- p) Filtro prensa de banda

De acuerdo al Balance de Masa realizado por PROAMBIO CONSULTORÍA Y PROYECTOS, S.A. DE C.V. la remoción de la carga contaminante mediante el tratamiento propuesto comparado con la NOM-001-SEMARNAT para descarga en ríos para uso público urbano (B), ya que como se dijo el agua tratada será para reúso en la CFE por lo que los parámetros son más estrictos, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3.1 Balance de Masa

| parámetro | Agua cruda de la red de alcantarillado | Agua tratada para reúso | Remoción de la carga contaminante | equivalencia | NOM-001-SEMARNAT para ríos uso público urbano (B) |
|------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|--------------|---|
| | | | % | Mg/litro | Promedio diario Mg/litro |
| Flujo volumétrico M3/día | 17,280.0 | 17,274.1 | | | |
| DBO (Kg/día) | 6,048.0 | 157.2 | 97.4 | 0.729 | 150 |
| Sólidos suspendidos (Kg/día) | 2,851.2 | 44.2 | 98.45 | 2.558 | 125 |
| Nitrógeno total (Kg/día) | 1,036.8 | 12.6 | 98.78 | 0.729 | 60 |
| Fósforo total (Kg/día) | 172.8 | 117.5 | 32 | 6.802 | 30 |

Como se puede observar con el tratamiento terciario propuesto se cumple holgadamente con los requerimientos de la NOM-001-SEMARNAT. En el flujo de agua para reúso se observa únicamente la pérdida de agua que se va en el lodo para tratamiento, que como veremos más adelante el volumen de lodos (5.9 m3/día) corresponde al flujo faltante para reúso.

Tratamiento de lodos

Los lodos suficientemente estabilizados y deshidratados serán transportados al sitio de disposición final, que en ese caso corresponde al sitio del municipio de Salamanca, Guanajuato (toda vez que se realicen las pruebas CRETIB correspondientes y se recabe la constancia de no peligrosidad de los mismos, cumpliendo además con los límites máximos permisibles para el contenido del indicador bacteriológico de contaminación (< de 2,000,000 de coliformes fecales NMP/g en base seca), patógenos (< de 300 Salmonella spp NMP/g en base seca) y parásitos (< de 25 huevos de helmintos/g en base seca).

Recabada la constancia de no peligrosidad de los lodos, serán manejados como residuos no peligrosos para su disposición final. Las características de los lodos después del tratamiento son: 5.9 m³/ día en función de ser uno de los sistemas de tratamiento que menor cantidad de lodos genera; DBO 0.0 Kg/día, sólidos suspendidos 1720.8 Kg/día; nitrógeno total 160.0 Kg/día; fósforo total 26.0 Kg/día, de acuerdo al balance de masa realizado.

Es importante resaltar que la PTAR estará provista de un sistema de control y automatización de la planta, consiste en un procesador central con un software especializado para el control de los equipos principales y el monitoreo de parámetros operativos. Se incluye también un tablero donde se indican los equipos encendidos.

Las bombas de agua cruda son controladas mediante electroniveles que permiten el arranque en forma secuencial. Para evitar distintos desgastes, se instala un conmutador que varía la bomba que arranca inicialmente, además, la bomba que arranca inicialmente utiliza un variador de frecuencia para maximizar los ciclos de arranque-paro y con esto prolongar el tiempo de vida útil de las bombas.

Los sopladores arrancan o paran de acuerdo a los tiempos preestablecidos en el software especializado o bien de acuerdo a los niveles de oxígeno disuelto y REDOX detectados por sondas en los reactores biológicos. Los sopladores contarán con conmutador para alternar el equipo que arranca primero además de que contarán con variador de frecuencia.

Se tendrá medición del flujo a la salida del pre-tratamiento al final del proceso de líquidos (canal Parshall), en la recirculación y purga de lodos.

Tipo y cantidad de los materiales y sustancias que serán utilizados en las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono).

INSUMOS

Recursos naturales.- en la tabla siguiente se señalan los recursos naturales que se emplearán en el desarrollo del proyecto.

Tabla 3.1.2.- Recursos naturales a emplearse en la construcción

| Recurso empleado | volumen | Forma de obtención | Etapa de uso | Lugar de obtención | Modo de empleo | Método de extracción | Forma de traslado |
|------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|-------------------|
| Tepetate | 3129 m ³ | Compra | Preparación del sitio | Banco de la zona | Terracerías y rellenos | A cielo abierto | Tolvas |
| Grava | 700 m ³ | Compra | Construcción | Idem | Cimentación | | Tolvas |
| arena | 900 m ³ | compra | construcción | Idem | cimentación | | Tolvas |

Agua.- en la tabla que sigue, se indica la cantidad de agua que se utilizará, tanto cruda. Potable o tratada, su fuente de suministro en cada etapa del proyecto.

Tabla 3.1.3.- Requerimiento de agua

| Etapa | Agua | Consumo Diario | | Consumo excepcional | | | |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------|------------|---------------------|--------|---------|----------|
| | | Volumen | Origen | Volumen | Origen | Período | Duración |
| Preparación del sitio | Cruda Tratada Potable | 150 m ³ | Pipa y red | | | | |
| Construcción | Cruda Tratada Potable | 80 m ³ | Pipa y red | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------------------|-------|------------------|--|--|--|--|
| Operación | Cruda Tratada Potable | 20 m3 | Propia planta | | | | |
| Mantenimiento | Cruda Tratada Potable | 10 m3 | | | | | |

En la tabla 3.1.4.- se presenta un resumen del consumo de agua por etapa

Resumen del consumo de agua

| Etapa | Volumen |
|---|-----------|
| Preparación del sitio (total estimada)/ 1 mes | 4,500 m3 |
| Construcción (total estimada)/12 meses | 28,800 m3 |
| Operación (mensual estimada)/ permanente | 600 m3 |
| Mantenimiento (mensual estimada) | 300 m3 |
| abandono | |

Materiales y sustancias.- Por las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, en la tabla siguiente se presentan el tipo de materiales a emplear, así como la fuente de suministro, forma de manejo y traslado, y la cantidad requerida.

Tabla 3.1.5.- requerimientos de materiales

| Material | Etapa | Fuente de suministro | Forma de manejo y traslado | Cantidad requerida |
|--|--------------------------------------|----------------------|----------------------------|--|
| Concreto | Preparación del sitio y construcción | Proveedor de la zona | Trompos | 277 m3 (Fc=100 Kg/cm2) 315 m3 (Fc=200 Kg/cm2) 3505 m3 (Fc=300 Kg/cm2) 434.75 m2 concreto armado |
| Ladrillo rojo | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 80 millares |
| Yeso | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 3 ton |
| Cal | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 15 ton |
| Varilla | Construcción | Proveedor de la zona | | 90 ton |
| Cemento | Construcción | Proveedor de la zona | Trompo | 150 ton |
| Tubería polietileno de alta densidad | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 736 ml |
| Malla electrosoldada | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 1485 m2 |
| Pintura vinílica | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 35 cubetas |
| Piso cerámico | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 434.75 m2 |
| Asfalto | Construcción | Proveedor de la zona | Pipas | 851.355 m2 |
| Tubería de acero al carbón | Construcción | Proveedor de la zona | Camiones | 3257 Kg |
| Tubería de acero para descarga de bombas | | Proveedor de la zona | Camiones | 31.32 m |

Energía y combustible.- Para la energía eléctrica que se utilizará en el desarrollo del proyecto será suministrada por la Comisión Federal de Electricidad, previo contrato y construcción de línea trifásica de suministro de 1000 m; así como la instalación de subestación eléctrica de 750 Kva. El consumo diario será de aproximadamente 400 Kwh, en tanto que los combustibles a utilizar se presentan en la tabla 3.1.6.

Tabla 3.1.6.- Requerimientos de combustibles

| Etapa | Tipo | Cant | Equipo | Cant almacenada | Forma de almacenar | Fuente de abasto | Forma de suministro externo | Distribución interna |
|--------------------------------|--------|------|------------------|-----------------|--------------------|--|-----------------------------|----------------------|
| Preparación Del sitio y | Diesel | 2 | excavadoras | Total 1000 l | Tambores de 200 l | Estación de servicio Pemex ubicada a 1 Km al norte | Tambores de 200 litros | En almacén |
| | Diesel | 4 | retroexcavadoras | | | | | |

| | | | | | | | |
|--------------|----------|---|------------------|--|--|--|--|
| construcción | Diesel | 1 | Vibrocompactador | | | | |
| | gasolina | 5 | Tolvas | | | | |

Durante la etapa de operación y mantenimiento se utilizarán únicamente aceites para los motores de equipos del sistema (bombas, mezcladores y sopladores) la cantidad requerida es alrededor de 150 litros. También en el área de tratamiento (digestión de lodos), se utilizarán polímeros (cloruro férrico en solución al 40%). Almacenado en tanques de 500 litros de capacidad acero con recubrimiento resistente a la corrosión. Se estima usar alrededor de 25 litros de cloruro férrico en solución al día.

Tipo y cantidad de los residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto y destino final de los mismos.

En la etapa de preparación del sitio, los residuos que se generarán son los sólidos domésticos, provenientes de desechos de alimentos y de uso y aseo personal. Del mismo modo, se tendrán las excretas del personal que laborará. En la etapa de construcción se generarán también las aguas residuales y escombros típicos de esta etapa. En ambos casos se contratará a una empresa especializada para el manejo y disposición final en sitio autorizado. No se generarán residuos del mantenimiento de la maquinaria y equipo, ya que se realizará previo a su utilización en talleres mecánicos.

Durante la operación y mantenimiento se generarán excretas de los 76 trabajadores involucrados en el proyecto, su manejo y disposición final se realizará igual que para la etapa anterior, también la generación de escombros, residuos propios de la construcción (mezcla, pedazos de tabique, varilla, bolsas de papel, madera, alambre recocado, cable de cobre, entre otros) y su disposición se llevará a cabo en el sitio de disposición final de residuos sólidos domésticos de Salamanca. En tanto que los lodos generados en sistema de dispondrán en el sitio de disposición final de Salamanca, toda vez que sea recabada la constancia de no peligrosidad. La cantidad generada será de 5.9 m³/día.

Características del sitio en que se desarrollará la obra o actividad, así como el área circundante a éste. Indicando explícitamente si se afectará o no algún área natural protegida, tipos de ecosistemas o zonas donde existan especies o subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras, sujetas a protección especial o endémicas. El sitio del proyecto es un terreno agrícola en desuso, donde la principal limitante es el agua. Los usos establecidos en sus colindancias son al Norte con propiedad municipal donde se ubica el Centro Estatal de la Industria Metalúrgica (CEIM) y terrenos de cultivo en desuso. Al Sur, con terrenos de cultivo, con el Río Lerma y su derecho federal de por medio. Al Este y Noreste, el Libramiento carretero de Salamanca y zona habitacional inmediata (Fracc. Las Estancias); y al Oeste, terrenos de cultivo con el Río Lerma y su derecho federal de por medio.

Superficie requerida.- Superficie total aproximada de 40,000.00 m² (4.0 Has).

Identificación y evaluación de impactos ambientales y evaluación cuantitativa, señalando el total de impactos adversos, benéficos y su significancia, así como los impactos inevitables, irreversibles y acumulativos del proyecto.

Los impactos a partir de la aplicación de las metodologías referidas, en el que se muestran 198 interacciones, de las cuales se han identificado 17 efectos adversos poco significativos, 0 efectos benéficos poco significativos, 0 efectos desconocidos. Se identificaron 108 efectos mitigables y

57 no mitigables. Los impactos acumulativos del proyecto son 10 dados sobre el suelo, por la generación de excretas, calidad de vida y la economía.

Será durante la fase de preparación del sitio y construcción donde se manifiesten la mayoría de los impactos ambientales identificados (92), siendo 11 adversos significativos, 10 adversos moderados y 55 adversos poco significativos; en tanto que 13 fueron benéficos significativos, 3 benéficos moderadamente significativos, 0 benéficos poco significativo y o desconocidos; dados sobre el suelo y el paisaje principalmente.

En la fase de operación y mantenimiento se manifestaron solamente 75 impactos, correspondiendo 0 a los adversos significativos, 1 a los adversos moderadamente significativos, 59 a los adversos poco significativos y 15 a los benéficos significativos, 0 a los benéficos moderadamente significativos, 0 a los benéficos poco significativos y 0 desconocidos.

Durante la operación y mantenimiento, en caso de presentarse los impactos cruzarían prácticamente todos los factores ambientales, repercutiendo en la salud de la población, no obstante por la ubicación, diseño y porque se cuentan con las medidas correspondientes su afectación sería nula o muy poco significativa. En tanto que durante la etapa de abandono, se identificaron 31 impactos, de los cuales 6 corresponde a los adversos significativos, 10 a los adversos moderadamente significativos, 13 a los adversos poco significativos, 2 a los benéficos significativos, 0 a los benéficos moderadamente significativos, 0 a los benéficos poco significativos y 0 a los desconocidos. En tanto que si llegara a darse el abandono de la PTAR los principales impactos serían adversos significativos con repercusiones a los ecosistemas y sobre todo a la salud humana, dado que se estaría regresando a una situación similar a la actual donde se disponen las aguas residuales sin tratamiento previo; aunque por la naturaleza del proyecto y el monto de la inversión esto se considera poco probable.

Tabla 5.2.- Resumen de los impactos identificados

| Tipo de impacto | Preparación del sitio y construcción | Operación y mantenimiento | abandono | Totales |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------|------------|
| A | 11 | 0 | 6 | 17 |
| m | 10 | 1 | 10 | 21 |
| a | 55 | 59 | 13 | 127 |
| B | 13 | 15 | 2 | 30 |
| M | 3 | 0 | 0 | 0 |
| b | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X | 0 | 0 | 0 | 198 |
| Total | 92 | 75 | 31 | 108 |
| Mitigables | 41 | 49 | 18 | 57 |
| No Mitigables | 35 | 11 | 11 | |

Medidas de mitigación y compensación que pretendan adoptar, las cuales deberán relacionarse con los impactos identificados.

Tabla 6.1.- Medidas de mitigación de impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio

| Impactos ambientales | Medidas de prevención, mitigación o compensación | acciones | Tiempo de realización |
|----------------------|---|--|-----------------------|
| A.- SUELO | 1.-Disposición sanitaria de excretas 2.- Disposición adecuada del suelo vegetal removido | a.- Uso de 1 letrina portátil a razón de una por cada 10 trabajadores b.- Disposición de residuos en sitio adecuado a.- Depositar la capa de suelo vegetal removido en las zonas de áreas verdes para su reuso | 1 mes 12 meses |
| B.-AGUA SUPERFICIAL | 1.-Disposición sanitaria de excreta 2.-Disposición adecuada del suelo | a.- Uso de una letrina portátil a razón de una por cada 10 trabajadores | 1 mes |

| | | | |
|--------------------|---|---|---|
| | vegetal removido | b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Depositar la capa de suelo vegetal removido en las zonas de áreas verdes para su reuso | 12 meses |
| C.-AIRE | 1.-Mantenimiento preventivo de la maquinaria a usar 2.-Adecuación del horario de trabajo para disminuir ruido 3.-Disposición sanitaria de escoria 4.-Mantener húmedas las áreas de trabajo | a.-Afinación de motor en taller especializado a.-Horario diurno de trabajo a.-Uso de una letrina portátil b.-Disposición de residuos en sitios adecuados a.-Aplicación de riesgos periódicos | 1 mes 1 mes 1 mes 1 mes |
| D.-FLORA TERRESTRE | 1.-Forestación con especies nativas o ampliamente adaptadas | a.-Plantación de mezquite (Prosopis laevigata) en el lado norte, de sauce (salix humboldtiana) en el margen sur y oeste del predio. Trueno (ligustrum japonicum) y tabachin (delonix regia) en el este, y hacia el interior en áreas verdes y de forma dispersa tabachin (delonix regia) y pasto. b.-mantenimiento con poda y riego. | Será al final de la etapa de construcción |
| E.-FAUNA TERRESTRE | 1.-Mantenimiento preventivo de la maquinaria a usar 2.-Adecuación del horario de trabajo. 3.-Protección de fauna | a.-Afinación del motor a.-Horario diurno de trabajo a.-Aumentar la fauna del predio b.-Traslado de nidos o especies de lento desplazamiento c.-Prohibir la captura, caza o comercialización de especies. | Antes de iniciar los trabajos 1 mes Antes de iniciar los trabajos Durante los trabajos |
| F.-PAISAJES | 1.-Disposición sanitaria de excretas 2.-disposición adecuada del suelo vegetal removido | a.-Igual que para suelo (A1 y A2) | 1 mes 1 mes |
| G.-CALIDAD DE VIDA | 1.-Disposición sanitaria de excretas | a.-Igual que para suelo | 1 mes |

Tabla 6.2.- Medidas de mitigación de impactos ambientales en la etapa de construcción

| Impactos ambientales | Medidas de prevención, mitigación o compensación | acciones | Tiempo de realización |
|-----------------------------|---|--|--|
| A.- SUELO | 1.-Disposición sanitaria de excretas 2.- Manejo adecuado de escombros 3.-Manejo adecuado de materiales para la construcción | a.- 8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Reutilización en la misma construcción b.-Transporte y disposición en sitio autorizado por municipio. c.-Cubrir las tolvas con lonas en buen estado a.-Utilizar los almacenes y patio de maniobras | 12 meses 12 meses 12 meses |
| B.-AGUA SUPERFICIAL | 1.-Disposición sanitaria de excreta | a.- 8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado | 12 meses |
| C.-AIRE | 1.-Disposición sanitaria de excretas 2.-Manejo adecuado de escombros 3.-Mantener húmedas las áreas de trabajo | a.- 8 letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores b.-Disposición de residuos en sitio adecuado a.-Reutilización en la misma construcción b.-Transporte y disposición en sitio autorizado por municipio. c.-Cubrir las tolvas con lonas en buen estado a.-Utilizar los almacenes y patio de maniobras | 12 meses 12 meses 12 meses |

| | | | |
|--------------------|--|---|--|
| D.-PAISAJE | <p>1.-Forestación con especies nativas o ampliamente adaptadas para rehabilitación ambiental y paisajista</p> <p>2.-Disposición sanitaria de excretas</p> <p>3.-Manejo adecuado de escombros</p> | <p>a.-Plantación de mezquite (prosopis laevigata) en el lado norte, de sauce (salix humboltiana) en el margen sur y oeste del predio, Trueno (ligustrum japonicum) y tabachín (delonix regia) en el este y hacia el interior en áreas verdes y de forma dispersa tabachín verdes y de forma dispersa tabachín (delonix regia) y pasto.</p> <p>b.-Mantenimiento con poda y riego</p> <p>c.-Reincorporar el suelo vegetal al sitio</p> <p>a.-8 Letrinas a razón de 1 por cada 10 trabajadores</p> <p>b.-Disposición de residuos en sitio adecuado</p> <p>a.-Reutilización en la misma construcción</p> <p>b.-Transporte y disposición en sitio autorizado por municipio</p> | <p>Será al final de la etapa de construcción</p> <p>12 meses</p> <p>12 meses</p> |
| E.-CALIDAD DE VIDA | <p>1.-Disposición sanitaria de excretas</p> | <p>a.-8 Letrinas a razón de 1 por 10 trabajadores</p> <p>b.-Disposición de residuos en sitio adecuado</p> | <p>12 meses</p> |

Tabla 6.2.- Medidas de mitigación de impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento

| Impactos ambientales | Medidas de prevención, mitigación o compensación | acciones | Tiempo de realización |
|-----------------------------|---|---|---|
| A.- SUELO | <p>1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y en el sistema</p> <p>2.- Mantenimiento del sistema</p> <p>3.-Manejo y disposición adecuado de de lodos</p> <p>4.-Manejo y disposición adecuado de residuos sólidos domésticos</p> | <p>a.- Supervisión del emisor y del sistema</p> <p>b.-Arreglo inmediato de fugas</p> <p>a.-Mantenimiento preventivo</p> <p>1.-Recolección de residuos sólidos en elementos del sistema (estructura de llegada y pre tratamiento)</p> <p>2.-Disposición de residuos sólidos en el sitio autorizado</p> <p>3.-Manejo y disposición adecuada de aceites gastados de motores de los equipos</p> <p>b.-Mantenimiento correctivo</p> <p>1.-Reparación de elementos del sistema</p> <p>a.-Cumplir con las especificaciones de la NOM-004 SEMARNAT 2002</p> <p>1.-Muestreo y análisis de lodos</p> <p>2.-Recabar la constancia de no peligrosidad de los lodos</p> <p>3.-Cumplir con los límites máximos permisibles para el contenido del indicador de contaminación, patógenos y parásitos para la clase b</p> <p>4.-Controlar la atracción de vectores</p> <p>5.-Disposición final de los lodos en el sitio de disposición municipal de Salamanca</p> <p>a.-Recolección y disposición adecuada de residuos sólidos domésticos.</p> | <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> |
| B.-AGUA SUPERFICIAL | <p>1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y dentro del sistema</p> <p>2.-Mantenimiento del sistema</p> <p>3.-Manejo y disposición adecuada de lodos</p> | <p>Igual que para punto A1</p> <p>Igual que para punto A2</p> <p>Igual que para punto A3</p> | <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> |
| C.-AGUA SUBTERRANEA | <p>1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema</p> <p>2.-Manejo y disposición adecuada de lodos</p> | <p>Igual que punto A1</p> <p>Igual que punto A3</p> | <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> |
| D.-AIRE | <p>1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema</p> <p>2.-Mantenimiento del sistema</p> <p>3.-Manejo y disposición adecuada</p> | <p>Igual que para punto A1</p> <p>Igual que punto A2</p> <p>Igual que punto A3</p> <p>1.-Diseño de planta y equipos con</p> | <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> <p>Permanente</p> |

| | | | |
|--------------------|---|---|--|
| | de lodos 4.-Control de ruido y olores 5.-Forestación con especies nativas | disposición apropiados Igual que en etapa de construcción | |
| E.-FLORA TERRESTRE | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema 2.-Mantenimiento del sistema 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que para punto A1 Igual que punto A2 Igual que punto A3 | Permanente Permanente Permanente |
| F.-FAUNA TERRESTRE | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema 2.-Mantenimiento del sistema 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que para punto A1 Igual que punto A2 Igual que punto A3 | Permanente Permanente Permanente |
| G.-PAISAJE | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema 2.-Mantenimiento del sistema 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que para punto A1 Igual que punto A2 Igual que punto A3 | Permanente Permanente Permanente |
| H.-CALIDAD DE VIDA | 1.-Manejo adecuado de aguas residuales en emisor y sistema 2.-Mantenimiento del sistema 3.-Manejo y disposición adecuada de lodos | Igual que para punto A1 Igual que punto A2 Igual que punto A3 | Permanente Permanente Permanente |

CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La selección del sitio cumple con varios aspectos importantes como son su localización en un terreno con bajo valor ecológico (que evita afectaciones al suelo, a la flora y fauna) y agrícola en desuso, cuya principal limitante es el agua; ubicado aguas abajo y fuera de la mancha urbana y del plan de ordenamiento, aunque no tan alejado para que resultara económico tanto para el ingreso de las aguas al sistema de tratamiento como para su rebombeo al reúso en la CFE; en una zona con los vientos dominantes locales y regionales en contra con respecto de la ubicación de la ciudad a fin de evitar afectaciones por olores y ruido.

Cumple con las normas y regulaciones sobre el uso del suelo al estar alejado del área de crecimiento futuro de la mancha urbana, de acuerdo al Plan de ordenamiento y fuera de éste, así como alejado del crecimiento natural, por lo que es de esperarse que alcance su vida útil proyectada de 35 a 40 años.

Con el sistema de tratamiento propuesto y el diseño y orientación de la PTAR por la empresa especializada Proambio Consultoría y Proyectos, S.A. contratada para realizar el proceso de planeación de la PTAR, se cumplirá de manera muy holgada con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental aplicable (NOM OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996) que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, la NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público y la NOM-004-SEMARNAT.2002-Protección ambiental-lodos y biosólidos-especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, ya que el volumen tratado será reutilizado por la CFE en sus procesos de enfriamiento, por lo que las restricciones son mayores, de acuerdo al balance de masa realizada: la cantidad de agua que se pierde del flujo volumétrico es solo la que se va en los lodos; de la DBO entrante se remueve el 97.4%, el 98.45% de los SST, el 98.78% del nitrógeno y solo el 32% del fósforo ya que la cantidad que entra es pequeña y su proceso de remoción es mucho más difícil que el del nitrógeno, estas cantidades equivalen a 0.72, 2.55, 0.729 y 6.802 mg. Por litro de agua, que son muchísimos menores que los límites establecidos en las NOM's citadas.

La DBO es un parámetro esencial en el control de la calidad del agua y del proceso de depuración de las aguas residuales, por lo que el importante porcentaje de remoción que se tiene y el de los otros parámetros pone de manifiesto la alta eficiencia del sistema propuesto **“Sistema de lodos activados en la modalidad de aereación extendida con zona anóxica para la desnitrificación, seguida de tratamiento terciario a base de filtros de arena”**, que corresponde a un tratamiento terciario.

La estabilización de los lodos se llevará a cabo mediante uno de los procesos más usados, siendo este con un digestor aerobio por la acción de microorganismos especializados en la fracción volátil u orgánica de los lodos, con lo cual se reducen significativamente los patógenos, se elimina la emanación de olores y se inhibe, reduce o elimina el potencial de putrefacción, para dejarlos en condiciones no propias para el crecimiento de microorganismos. Los lodos serán completamente estabilizados y con bajo contenido de humedad, por lo que se espera que no presenten características de peligrosidad y para su disposición final serán manejados de acuerdo a la NOM-004, por lo que se espera que el impacto sea moderado al disminuir la vida útil del sitio de disposición final de la ciudad de Salamanca.

Las áreas del tren de tratamiento donde se pueden generar los olores y el ruido, cuentan con el equipo que tiene dispositivos apropiados a efecto de evitar o minimizar los impactos al ambiente, donde todos se encuentran resguardados en edificios, casetas o cárcamos a fin de disminuir significativamente el ruido, o bien en el caso de las bombas éstas son sumergibles, lo que disminuye la generación de ruido.

En el diseño y orientación de la PTAR, se consideró que las áreas y equipos generadores potenciales de impactos por olores y ruidos quedarán ubicados lo más alejado posible de la mancha urbana de Salamanca, fraccionamiento “Las Estancias” y fraccionamiento ubicado al norte de este y al noreste del sitio del proyecto, a fin de que tuvieran una zona de amortiguamiento con respecto a los vientos dominantes locales con frecuencia del 10% que provienen del sureste en sentido noreste, disminuyendo considerablemente la posibilidad de afectación y si llegaran a presentarse sean muy ligeras y en el peor de los casos puedan molestar ocasionalmente lo cual es muy poco probable y menos que llegaran a ser frecuentes y difíciles de tolerar. Para ello se está considerando el establecimiento de una barrera de mezquite en la colindancia norte del predio que precisamente reverdece y presenta su máximo esplendor durante la época de estiaje que es coincidente con la posible generación de olores debido a la intensidad del calor, con lo cual se elimina toda posibilidad de afectación por ese concepto.

También se llevará a cabo una supervisión permanente para vigilar el funcionamiento del emisor, a fin de evitar fugas o brotes de aguas negras en el trayecto hacia el sistema de tratamiento.

Se seleccionó el equipo con los dispositivos adecuados para minimizar los impactos por ruidos, olores y fugas, se diseñó la PTAR acorde a los elementos del paisaje y los factores físicos existentes en el sitio del proyecto, se cuenta con las medidas necesarias para eliminar toda posibilidad de afectación, entre las que destaca porque cruza varios factores ambientales, la forestación de las colindancias y la creación de áreas verdes hacia el interior, que cumplirán mejor su función de rehabilitación ambiental y paisajista en el mediano y largo plazo, cuando los árboles alcancen su máximo desarrollo.

Con lo anterior, se prevé que los impactos ambientales negativos serán de muy baja intensidad y que con el desarrollo de las medidas propuestas, se evitarán, minimizarán o se compensarán provocando las mínimas afectaciones, en cambio los positivos son de gran magnitud.

En la evaluación de impacto ambiental se encontraron 198 interacciones, de las cuales se han identificado 17 efectos adversos significativos, 21 efectos adversos moderadamente significativos, 127 efectos adversos poco significativos, 30 efectos benéficos significativos, 3 efectos benéficos moderadamente significativos, 0 efectos benéficos poco significativos, 0 efectos desconocidos; se identifican 108 efectos mitigables y 57 no mitigables.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se presentan sobre el suelo los adversos significativos y moderados sobre el paisaje principalmente. Durante la operación y mantenimiento, en caso de presentar los impactos cruzarían prácticamente todos los factores ambientales, repercutiendo en la salud de la población, no obstante por la ubicación, diseño y porque se cuenta con las medidas correspondientes, su afectación sería nula o muy poco significativa.

Por el volumen de agua tratada que es de 6.305 mm³ al año, que se reutilizará en los procesos de enfriamiento de la CFE, el proyecto incide de manera relevante en la solución de la problemática ambiental de Salamanca, ya que representa el 2.47% del déficit total de 255 mm³ al año que tiene el acuífero subterráneo Irapuato-Valle de Santiago, un volumen que se dejará de extraer para disminuir los niveles de abatimiento y de contaminación por contribuir de manera importante a ello con la disposición de aguas residuales sin tratamiento, representa también el 13-48% del volumen total de agua subterránea utilizada por la industria (46.75 mm³ al año y que a su vez representa el 7.24% de total extraído). En este mismo orden de ideas, el volumen, el volumen tratado representa el 0.976% del total extraído del acuífero subterráneo que es del orden del los 645.82 mm³ al año.

La superficie del terreno es de 4 has. Que cambiará su uso del suelo, es un terreno con bajo valor ecológico y productivo, ya que la principal limitante es el agua y se encuentra en desuso, por lo que se considera que se afectará la productividad y la calidad de la producción en la zona, sin embargo, al tener el volumen tratado disponible, cuando la CFE no lo requiera, se potenciará la productividad y la calidad de la producción en los terrenos agrícolas aledaños, al existir la posibilidad de usarlo, lo cual por supuesto estará sujeto a las disposiciones de la autoridad competente (Conagua).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda no iniciar ninguna obra o actividad del proyecto, hasta que se cuente con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.
- El responsable del proyecto deberá observar puntualmente el seguimiento al programa de vigilancia ambiental, a fin de garantizar la rehabilitación ambiental y paisajista del proyecto; asimismo, a los términos de la resolución correspondiente emitida por la SEMARNAT, lo cual constituye un compromiso ineludible para el promovente del proyecto.
- Promover y realizar el aprovechamiento de los lodos como mejorador de suelos en el mediano plazo y toda vez que se hayan analizado todas sus implicaciones y estructurado un programa de manejo de lodos a corto, mediano y largo plazo, a fin de completar el esquema integral de saneamiento en materia de agua para Salamanca. Aun cuando se cumpla sobradamente con la NOM, los lodos llevan una fracción importante de fósforo que puede ser utilizado para satisfacer las necesidades de este macro-nutriente por los cultivos, reduciendo así, el uso de fertilizantes químicos y con ello la contaminación de los ecosistemas.

- En tanto que el control de maleza, se recomienda sea de forma mecánica, así como que el residuo de la poda del pasto no se retire y se esparza de manera uniforme para que su integración sea muy rápida y así reducir o evitar la utilización de fertilizantes, ya que son ricos en nitrógeno. Su manejo favorecerá su pronta desaparición de la superficie y se integrará al suelo, reteniendo humedad y evitando gastar mayor cantidad de agua. Se deberá evitar al máximo la utilización de agroquímicos y la quema de residuos para evitar la contaminación atmosférica, sobre todo en Salamanca que es considerada como zona crítica por la NOM-085-SEMARNAT-94 por sus altos índices de contaminación atmosférica.

ANEXO C.-Proyección de flujos de agua residual del período 2000-2035

| Año | Proyección | | | Cobertura Agua P. % | Distribución (M-d) | Pérdidas Físicas (%) | Consumo (M-d) | Agua Entregada | | | Cobertura Drenaje % | Retorno a Alcantarillado % | Infiltración % | Flujo de Agua Residual | | | Cobertura de Saneamiento % | Bombeo a PEMEX (M) | Bombeo a PTAR (M) |
|------|------------|-------------|------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------|----------------|--------------|-------------|---------------------|----------------------------|----------------|------------------------|--------------|-------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| | Alta (hab) | Media (hab) | Baja (hab) | | | | | Alta (M³/s) | Media (M³/s) | Baja (M³/s) | | | | Alta (M³/s) | Media (M³/s) | Baja (M³/s) | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 137,000 | 137,000 | 137,000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 139,724 | 139,520 | 139,317 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 142,501 | 142,087 | 141,634 | 95% | 300 | 20% | 240 | 300.00 | 379.90 | 377.09 | 90% | 85% | 10.8% | 338.08 | 335.74 | 335.62 | 100.0% | 130.00 | 207.70 |
| 2003 | 145,334 | 144,701 | 143,951 | 99% | 300 | 20% | 240 | 387.50 | 366.20 | 364.21 | 90% | 80% | 10.6% | 345.72 | 342.22 | 342.43 | 100.0% | 130.00 | 214.22 |
| 2004 | 148,224 | 147,362 | 146,268 | 99% | 300 | 20% | 240 | 326.97 | 303.67 | 300.75 | 90% | 80% | 10.6% | 352.91 | 349.06 | 348.26 | 100.0% | 130.00 | 220.86 |
| 2005 | 151,170 | 150,073 | 149,586 | 98% | 300 | 20% | 241 | 404.20 | 421.27 | 397.29 | 80% | 85% | 10.6% | 360.25 | 354.09 | 354.09 | 100.0% | 130.00 | 227.83 |
| 2006 | 154,176 | 152,834 | 150,903 | 98% | 300 | 20% | 241 | 412.60 | 400.01 | 403.54 | 80% | 85% | 10.6% | 367.74 | 363.94 | 359.83 | 100.0% | 200.00 | 164.64 |
| 2007 | 157,241 | 155,645 | 153,220 | 96% | 300 | 20% | 241 | 421.18 | 410.81 | 410.41 | 81% | 85% | 10.6% | 375.85 | 373.70 | 369.85 | 100.0% | 200.00 | 175.70 |
| 2008 | 150,367 | 158,500 | 156,537 | 97% | 300 | 20% | 241 | 434.41 | 429.38 | 421.33 | 81% | 85% | 10.6% | 387.44 | 382.88 | 376.77 | 100.0% | 200.00 | 182.85 |
| 2009 | 163,555 | 161,424 | 157,854 | 97% | 300 | 20% | 242 | 443.44 | 437.67 | 427.26 | 81% | 85% | 10.6% | 395.50 | 392.34 | 388.71 | 100.0% | 200.00 | 185.34 |
| 2010 | 166,896 | 164,354 | 160,171 | 97% | 300 | 19% | 242 | 452.86 | 445.11 | 434.86 | 81% | 85% | 10.6% | 403.72 | 400.08 | 397.06 | 100.0% | 225.00 | 190.34 |
| 2011 | 170,123 | 167,419 | 162,489 | 97% | 300 | 18% | 242 | 462.07 | 454.72 | 441.33 | 81% | 85% | 10.6% | 412.11 | 408.08 | 398.61 | 100.0% | 225.00 | 190.55 |
| 2012 | 173,365 | 170,484 | 164,305 | 97% | 300 | 19% | 242 | 471.67 | 463.50 | 448.02 | 82% | 85% | 10.6% | 420.29 | 415.98 | 403.97 | 100.0% | 225.00 | 192.92 |
| 2013 | 176,954 | 173,054 | 167,123 | 98% | 300 | 19% | 242 | 480.44 | 477.31 | 459.41 | 82% | 85% | 10.6% | 428.13 | 423.84 | 411.01 | 100.0% | 225.00 | 190.89 |
| 2014 | 180,472 | 176,828 | 169,440 | 98% | 300 | 19% | 243 | 489.55 | 486.32 | 468.19 | 82% | 85% | 10.6% | 436.10 | 431.84 | 418.07 | 100.0% | 225.00 | 190.21 |
| 2015 | 184,060 | 180,081 | 174,757 | 98% | 300 | 19% | 243 | 506.67 | 495.81 | 472.03 | 82% | 85% | 10.6% | 452.37 | 447.99 | 422.13 | 100.0% | 225.00 | 191.59 |
| 2016 | 187,719 | 183,394 | 174,074 | 98% | 300 | 19% | 243 | 517.40 | 505.48 | 479.79 | 82% | 85% | 10.6% | 461.77 | 457.19 | 428.20 | 100.0% | 225.00 | 192.13 |
| 2017 | 191,451 | 186,787 | 176,391 | 98% | 300 | 18% | 243 | 528.15 | 515.23 | 485.01 | 82% | 85% | 10.6% | 471.26 | 466.80 | 434.28 | 100.0% | 225.00 | 194.63 |
| 2018 | 195,257 | 190,203 | 178,708 | 98% | 300 | 19% | 243 | 538.13 | 525.17 | 493.43 | 83% | 85% | 10.6% | 480.39 | 475.84 | 445.18 | 100.0% | 225.00 | 194.89 |
| 2019 | 199,139 | 193,702 | 181,025 | 98% | 300 | 19% | 244 | 550.33 | 535.20 | 500.27 | 83% | 85% | 10.6% | 489.49 | 484.38 | 451.33 | 100.0% | 225.00 | 195.84 |
| 2020 | 203,099 | 197,895 | 183,342 | 98% | 300 | 19% | 244 | 561.78 | 546.83 | 507.12 | 83% | 85% | 10.6% | 500.81 | 495.87 | 457.51 | 100.0% | 225.00 | 197.25 |
| 2021 | 207,136 | 200,894 | 185,680 | 98% | 300 | 19% | 244 | 573.43 | 558.16 | 513.99 | 83% | 85% | 10.6% | 512.34 | 507.34 | 463.70 | 100.0% | 225.00 | 197.75 |
| 2022 | 211,253 | 204,560 | 187,877 | 98% | 300 | 19% | 244 | 586.35 | 568.89 | 520.93 | 83% | 85% | 10.6% | 524.09 | 518.88 | 469.50 | 100.0% | 225.00 | 198.43 |
| 2023 | 215,453 | 209,353 | 190,294 | 98% | 300 | 19% | 245 | 597.51 | 577.87 | 527.73 | 84% | 85% | 10.6% | 534.85 | 529.89 | 481.23 | 100.0% | 225.00 | 191.50 |
| 2024 | 219,737 | 214,195 | 192,611 | 98% | 300 | 18% | 245 | 609.92 | 590.34 | 534.63 | 84% | 85% | 10.6% | 545.17 | 539.88 | 487.51 | 100.0% | 225.00 | 192.08 |
| 2025 | 224,105 | 218,089 | 194,926 | 98% | 300 | 18% | 245 | 622.59 | 600.32 | 541.53 | 84% | 85% | 10.6% | 557.22 | 549.84 | 493.91 | 100.0% | 225.00 | 192.42 |
| 2026 | 228,580 | 220,094 | 197,245 | 98% | 300 | 18% | 245 | 635.52 | 611.99 | 549.45 | 84% | 85% | 10.6% | 570.02 | 561.88 | 500.12 | 100.0% | 225.00 | 193.88 |
| 2027 | 233,104 | 224,113 | 199,562 | 98% | 300 | 18% | 245 | 646.73 | 623.70 | 558.38 | 84% | 85% | 10.6% | 581.56 | 573.24 | 506.44 | 100.0% | 225.00 | 194.74 |
| 2028 | 237,738 | 228,235 | 201,879 | 98% | 300 | 18% | 246 | 662.20 | 636.73 | 567.32 | 86% | 85% | 10.6% | 592.27 | 584.88 | 512.22 | 100.0% | 225.00 | 195.07 |
| 2029 | 242,465 | 232,434 | 204,195 | 98% | 300 | 18% | 246 | 675.95 | 647.93 | 580.27 | 86% | 85% | 10.6% | 602.94 | 595.88 | 518.62 | 100.0% | 225.00 | 192.17 |
| 2030 | 247,285 | 236,709 | 206,614 | 98% | 300 | 18% | 246 | 689.99 | 660.49 | 576.23 | 86% | 85% | 10.6% | 613.86 | 606.88 | 524.04 | 100.0% | 225.00 | 193.59 |
| 2031 | 252,201 | 241,054 | 208,831 | 98% | 300 | 18% | 246 | 703.71 | 672.64 | 582.70 | 86% | 85% | 10.6% | 624.52 | 617.88 | 529.00 | 100.0% | 225.00 | 194.88 |
| 2032 | 257,215 | 245,498 | 211,148 | 98% | 300 | 18% | 246 | 717.70 | 686.01 | 589.18 | 86% | 85% | 10.6% | 635.42 | 628.88 | 534.36 | 100.0% | 225.00 | 196.28 |
| 2033 | 262,329 | 250,014 | 213,465 | 98% | 300 | 18% | 246 | 731.97 | 697.61 | 595.83 | 86% | 85% | 10.6% | 646.56 | 639.88 | 539.51 | 100.0% | 225.00 | 197.90 |
| 2034 | 267,641 | 254,614 | 215,782 | 98% | 300 | 18% | 246 | 746.52 | 710.81 | 602.06 | 86% | 85% | 10.6% | 657.87 | 650.88 | 544.87 | 100.0% | 225.00 | 199.73 |

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SALAMANCA, GTO.
CUANTIFICACION DE LOS COSTOS DE INVERSION (PTAR)**

1. PRIVADOS

| Concepto | Importe s/IVA | Total c/IVA |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Terreno | 0 | 0 |
| Obra civil | 16,175,279 | 18,601,570 |
| Equipamiento | 37,742,317 | 43,403,664 |
| Adecuación a requerimientos de CFE | 8,986,328 | 10,334,277 |
| Total | \$62,903,923 | \$72,339,512 |

2. SOCIALES

Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales

| Concepto | Mano de obra (%) | Materiales (%) | Total (%) | Mano de obra (%) | | | Materiales (%) | |
|------------------------------------|------------------|----------------|-----------|------------------|------------|-----------|----------------|---------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. |
| Terreno | 0% | 100% | 100% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |
| Obra civil | 30% | 70% | 100% | 20% | 30% | 50% | 80% | 20% |
| Equipamiento | 17% | 83% | 100% | 90% | 10% | 0% | 100% | 0% |
| Adecuación a requerimientos de CFE | 30% | 70% | 100% | 20% | 30% | 50% | 80% | 20% |

Costos de inversión sociales (\$)

| Mano de obra: | Factor de ajuste: |
|------------------|-------------------|
| Calificada.- | 1.0 |
| Semicalificada.- | 0.8 |
| No calificada.- | 0.7 |

Bienes comerciables internacionalmente:

| (Factores de ajuste) | |
|--------------------------------|--------|
| Deducción arancel promedio | 4.316% |
| Factor de ajuste (tipo cambio) | 1.040 |

| Concepto | Mano de obra (\$) | Materiales (\$) | Total (\$) | Mano de obra (\$) | | | Materiales (\$) | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. | |
| Terreno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Obra civil | 4,852,584 | 11,322,695 | 16,175,279 | 970,517 | 1,164,620 | 1,698,404 | 9,013,894 | 2,264,539 | |
| Equipamiento | 6,416,194 | 31,326,123 | 37,742,317 | 5,774,574 | 513,296 | 0 | 31,173,051 | 0 | |
| Adecuación a requerimientos de CFE | 2,695,898 | 6,290,430 | 8,986,328 | 539,180 | 647,016 | 943,564 | 5,007,754 | 1,258,086 | |
| Total | 13,964,676 | 48,939,247 | 62,903,923 | 7,284,271 | 2,324,931 | 2,641,969 | 45,194,699 | 3,522,625 | |
| | | | | Subtotal mano de obra | | 12,251,171 | Subtotal mat. | | 48,717,324 |
| RESUMEN (\$) | | | | | | Total | | 60,968,494 | |

| | |
|------------------------------------|-------------------|
| Terreno | 0 |
| Obra civil | 15,111,974 |
| Equipamiento | 37,460,921 |
| Adecuación a requerimientos de CFE | 8,395,599 |
| Total | 60,968,494 |

ANEXO 1

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SALAMANCA, GTO.
CUANTIFICACION DE LOS COSTOS DE INVERSION (COLECTORES)**

1. PRIVADOS

| Concepto | Importe s/IVA | Total c/IVA |
|--------------|---------------------|---------------------|
| Obra Civil | 80,701,737 | 92,806,998 |
| Total | \$80,701,737 | \$92,806,998 |

2. SOCIALES

Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales

| Concepto | Mano de obra (%) | Materiales (%) | Total (%) | Mano de obra (%) | | | Materiales (%) | |
|------------|------------------|----------------|-----------|------------------|------------|-----------|----------------|---------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. |
| Obra Civil | 30% | 70% | 100% | 20% | 30% | 50% | 80% | 20% |

Costos de inversión sociales (\$)

| Mano de obra: | Factor de ajuste: |
|------------------|-------------------|
| Calificada.- | 1.0 |
| Semicalificada.- | 0.8 |
| No calificada.- | 0.7 |

Bienes comerciables internacionalmente:

| (Factores de ajuste) | |
|--------------------------------|--------|
| Deducción arancel promedio | 4.316% |
| Factor de ajuste (tipo cambio) | 1.040 |

| Concepto | Mano de obra (\$) | Materiales (\$) | Total (\$) | Mano de obra (\$) | | | Materiales (\$) | |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. |
| Obra Civil | 24,210,521 | 56,491,216 | 80,701,737 | 4,842,104 | 5,810,525 | 8,473,682 | 44,972,142 | 11,298,243 |
| Total | 24,210,521 | 56,491,216 | 80,701,737 | 4,842,104 | 5,810,525 | 8,473,682 | 44,972,142 | 11,298,243 |
| | | | | Subtotal mano de obra | | 19,126,312 | Subtotal mat. | |
| | | | | | | | Total | |
| | | | | | | | | 75,396,697 |
| RESUMEN (\$) | | | | | | | | |
| Obra Civil | 75,396,697 | | | | | | | |
| Total | 75,396,697 | | | | | | | |

ANEXO 2

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SALAMANCA, GTO.
CUANTIFICACION DE LOS COSTOS DE INVERSION (CÁRCAMO DE REBOMBEO)**

1. PRIVADOS

| <i>Concepto</i> | <i>Importe s/IVA</i> | <i>Total c/IVA</i> |
|-----------------|----------------------|---------------------|
| Obra Civil | 4,887,149 | 5,620,222 |
| Equipamiento | 7,032,727 | 8,087,636 |
| Total | \$11,919,876 | \$13,707,857 |

2. SOCIALES

Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales

| <i>Concepto</i> | <i>Mano de obra (%)</i> | <i>Materiales (%)</i> | <i>Total (%)</i> | <i>Mano de obra (%)</i> | | | <i>Materiales (%)</i> | |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | | <i>Calificada</i> | <i>Semicalif.</i> | <i>No calif.</i> | <i>Comerciables</i> | <i>No comerciab.</i> |
| Obra Civil | 30% | 70% | 100% | 20% | 30% | 50% | 80% | 20% |
| Equipamiento | 17% | 83% | 100% | 90% | 10% | 0% | 100% | 0% |

Costos de inversión sociales (\$)

| <i>Mano de obra:</i> | <i>Factor de ajuste:</i> |
|----------------------|--------------------------|
| Calificada.- | 1.0 |
| Semicalificada.- | 0.8 |
| No calificada.- | 0.7 |

Bienes comerciables internacionalmente:

| <i>(Factores de ajuste)</i> | |
|--------------------------------|--------|
| Deducción arancel promedio | 4.316% |
| Factor de ajuste (tipo cambio) | 1.040 |

| <i>Concepto</i> | <i>Mano de obra (\$)</i> | <i>Materiales (\$)</i> | <i>Total (\$)</i> | <i>Mano de obra (\$)</i> | | | <i>Materiales (\$)</i> | |
|---------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| | | | | <i>Calificada</i> | <i>Semicalif.</i> | <i>No calif.</i> | <i>Comerciables</i> | <i>No comerciab.</i> |
| Obra Civil | 1,466,145 | 3,421,004 | 4,887,149 | 293,229 | 351,875 | 513,151 | 2,723,430 | 684,201 |
| Equipamiento | 1,195,564 | 5,837,163 | 7,032,727 | 1,076,007 | 95,645 | 0 | 5,808,641 | 0 |
| Total | 2,661,708 | 9,258,168 | 11,919,876 | 1,369,236 | 447,520 | 513,151 | 8,532,071 | 684,201 |
| | | | | Subtotal mano de obra | | 2,329,907 | Subtotal mat. | 9,216,272 |
| RESUMEN (\$) | | | | | | Total | | 11,546,179 |
| Obra Civil | 4,565,886 | | | | | | | |
| Equipamiento | 6,980,293 | | | | | | | |
| Total | 11,546,179 | | | | | | | |

ANEXO 3

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SALAMANCA, GTO.
CUANTIFICACION DE LOS COSTOS DE INVERSION (EMISOR DE AGUA TRATADA)**

1. PRIVADOS

| <i>Concepto</i> | <i>Importe s/IVA</i> | <i>Total c/IVA</i> |
|-----------------|------------------------|---------------------|
| Obra Civil | 14,217,948 | 16,350,640 |
| Equipamiento | 6,093,406 | 7,007,417 |
| Total | \$20,311,354.26 | \$23,358,057 |

2. SOCIALES

Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales

| Concepto | Mano de obra (%) | Materiales (%) | Total (%) | Mano de obra (%) | | | Materiales (%) | |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. |
| Obra Civil | 30% | 70% | 100% | 20% | 30% | 50% | 80% | 20% |
| Equipamiento | 17% | 83% | 100% | 90% | 10% | 0% | 100% | 0% |

Costos de inversión sociales (\$)

| Mano de obra: | Factor de ajuste: |
|----------------------|--------------------------|
| Calificada.- | 1.0 |
| Semicalificada.- | 0.8 |
| No calificada.- | 0.7 |

Bienes comerciables internacionalmente:

| (Factores de ajuste) | |
|--------------------------------|--------|
| Deducción arancel promedio | 4.316% |
| Factor de ajuste (tipo cambio) | 1.040 |

| Concepto | Mano de obra (\$) | Materiales (\$) | Total (\$) | Mano de obra (\$) | | | Materiales (\$) | |
|---------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. |
| Obra Civil | 4,265,384 | 9,952,564 | 14,217,948 | 853,077 | 1,023,692 | 1,492,885 | 7,923,145 | 1,990,513 |
| Equipamiento | 1,035,879 | 5,057,527 | 6,093,406 | 932,291 | 82,870 | 0 | 5,032,814 | 0 |
| Total | 5,301,263 | 15,010,091 | 20,311,354 | 1,785,368 | 1,106,563 | 1,492,885 | 12,955,959 | 1,990,513 |
| | | | | Subtotal mano de obra | | 4,384,815 | Subtotal mat. | |
| | | | | | | | Total | |
| | | | | | | | | 14,946,472 |
| RESUMEN (\$) | | | | | | | | 19,331,287 |
| Obra Civil | 13,283,311 | | | | | | | |
| Equipamiento | 6,047,976 | | | | | | | |
| Total | 19,331,287 | | | | | | | |

ANEXO 4

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SALAMANCA, GTO.
CUANTIFICACION DEL COSTO ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (PTAR)**

1. PRIVADOS

| Concepto | Importe s/IVA | Total c/IVA |
|-------------------|----------------------|--------------------|
| Personal | 552,000 | 634,800 |
| Análisis | 0 | 0 |
| Reactivos | 0 | 0 |
| Desalojo de lodos | 81,833 | 94,108 |
| Mantenimiento | 479,164 | 551,039 |
| Energía Eléctrica | 3,771,236 | 4,336,921 |
| Total | \$4,884,233 | \$5,616,868 |

2. SOCIALES

Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales

| Concepto | Mano de obra (%) | Materiales (%) | Total (%) | Mano de obra (%) | | | Materiales (%) | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. |
| Personal | 100% | 0% | 100% | 30% | 40% | 30% | 0% | 0% |
| Análisis | 80% | 20% | 100% | 20% | 50% | 30% | 100% | 0% |
| Reactivos | 0% | 100% | 100% | 0% | 0% | 0% | 100% | 0% |
| Desalojo de lodos | 20% | 80% | 100% | 0% | 0% | 100% | 100% | 0% |
| Mantenimiento | 60% | 40% | 100% | 30% | 50% | 20% | 90% | 10% |
| Energía Eléctrica | 0% | 100% | 100% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |

Costos de operación y mantenimiento sociales (\$)

| Mano de obra: | Factor de ajuste: |
|----------------------|--------------------------|
| Calificada.- | 1.00 |
| Semicalifcada.- | 0.80 |
| No calificada.- | 0.70 |

Bienes comerciables internacionalmente:

| (Factores de ajuste) | |
|--------------------------------|--------|
| Deducción arancel promedio | 4.316% |
| Factor de ajuste (tipo cambio) | 1.040 |

| Concepto | Mano de obra (\$) | Materiales (\$) | Total (\$) | Mano de obra (\$) | | | Materiales (\$) | | Total social (\$/año) |
|-------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. | |
| Personal | 552,000 | 0 | 552,000 | 165,600 | 176,640 | 115,920 | 0 | 0 | 458,160 |
| Análisis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reactivos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desalojo de lodos | 16,367 | 65,466 | 81,833 | 0 | 0 | 11,457 | 65,147 | 0 | 76,603 |
| Mantenimiento | 287,498 | 191,666 | 479,164 | 86,250 | 114,999 | 40,250 | 171,656 | 19,167 | 432,321 |
| Energía Eléctrica | 0 | 3,771,236 | 3,771,236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,771,236 | 3,771,236 |
| Suma = | | | | | | | | | 4,738,320 |

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SALAMANCA, GTO.
CUANTIFICACION DEL COSTO ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (EMISOR DE AGUAS TRATADA)**

1. PRIVADOS

| Concepto | Importe s/IVA | Total c/IVA |
|-------------------|----------------------|--------------------|
| Personal | 0 | 0 |
| Análisis | 0 | 0 |
| Reactivos | 0 | 0 |
| Desalojo de lodos | 0 | 0 |
| Mantenimiento | 0 | 0 |
| Energía Eléctrica | 560,131 | 644,151 |
| Total | \$560,131 | \$644,151 |

2. SOCIALES

Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales

| Concepto | Mano de obra (%) | Materiales (%) | Total (%) | Mano de obra (%) | | | Materiales (%) | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. |
| Personal | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Análisis | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Reactivos | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Desalojo de lodos | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Mantenimiento | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 10% |
| Energía Eléctrica | 0% | 100% | 100% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |

Costos de operación y mantenimiento sociales (\$)

| Mano de obra: | Factor de ajuste: |
|----------------------|--------------------------|
| Calificada.- | 1.00 |
| Semicalificada.- | 0.80 |
| No calificada.- | 0.70 |

Bienes comerciados internacionalmente:

| (Factores de ajuste) | |
|--------------------------------|--------|
| Deducción arancel promedio | 4.316% |
| Factor de ajuste (tipo cambio) | 1.040 |

| Concepto | Mano de obra (\$) | Materiales (\$) | Total (\$) | Mano de obra (\$) | | | Materiales (\$) | | Total social (\$/año) |
|-------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| | | | | Calificada | Semicalif. | No calif. | Comerciables | No comerciab. | |
| Personal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Análisis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reactivos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desalojo de lodos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mantenimiento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Energía Eléctrica | 0 | 560,131 | 560,131 | 0 | 0 | 0 | 0 | 560,131 | 560,131 |
| Suma = | | | | | | | | | 560,131 |

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

Tasa social de descuento anual

| | |
|-------------------------|-------|
| Años 2006 - en adelante | 12.0% |
|-------------------------|-------|

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | | | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | | | 30,813,946 | | | | | | | | | |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | | | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,826,711 | 23,777,148 | 21,315,914 | 19,110,522 | 17,134,277 | 15,363,279 | 13,776,127 | 12,353,662 | 11,078,727 | 9,935,959 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | | | | | | | | | |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | | 11,546,179 | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mnto. | | | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 109,648,824 | 5,529,130 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 40,514,087 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (109,648,824) | 32,297,582 | 19,992,491 | 17,936,755 | 16,093,416 | 14,440,433 | 12,958,060 | 11,628,610 | 10,436,236 | 9,366,740 | 8,407,400 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 249,357,567 |
| VAC = | 188,100,597 |
| VANS = | 61,256,969 |
| TIRS = | 17.64% |

B/C = 1.33

ANEXO 7

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------|
| Años 2006 - en adelante | Años 2006 - en adelante | 12.0% |

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 | |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | |
| * Incremento en Plusvalía | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hidricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 | |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 | |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,911,602 | 7,993,336 | 7,170,127 | 6,432,093 | 5,770,385 | 5,177,074 | 4,645,061 | 4,167,984 | 3,740,146 | 3,356,442 | 3,012,298 | 2,703,618 | 2,426,729 | 2,178,343 | |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | |
| * PTAR | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Colectores | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 | |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 | |
| Flujo de efectivo descontado= | 7,546,817 | 6,774,778 | 6,082,128 | 5,460,666 | 4,903,039 | 4,402,659 | 3,953,618 | 3,550,625 | 3,188,932 | 2,864,287 | 2,572,874 | 2,311,275 | 2,076,423 | 1,865,569 | |

ANEXO 7

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 0.7

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,826,711 | 23,777,148 | 21,315,914 | 19,110,522 | 17,134,277 | 15,363,279 | 13,776,127 | 12,353,662 | 11,078,727 | 9,935,959 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 8,535,589 | 31,154,901 | 2,987,456 | | | | | | | | | |
| * Colectores | 16,888,860 | 35,888,828 | 0 | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 8,082,325 | 0 | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | 2,706,380 | 10,825,521 | 0 | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mtto. | | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 28,149,549 | 85,970,294 | 5,655,402 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 28,149,549 | 76,759,191 | 4,508,452 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -28,149,549 | -85,970,294 | 41,794,425 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (28,149,549) | (76,759,191) | 33,318,260 | 19,992,491 | 17,936,755 | 16,093,416 | 14,440,433 | 12,958,060 | 11,628,610 | 10,436,236 | 9,366,740 | 8,407,400 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 249,357,567 |
| VAC = | 142,134,217 |
| VANS = | 107,223,350 |
| TIRS = | 25.7% |

ANEXO 8

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 0.7

| Concepto | H O R I Z O N T E D E E V A L U A C I O N (A Ñ O S) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,911,602 | 7,993,336 | 7,170,127 | 6,432,093 | 5,770,385 | 5,177,074 | 4,645,061 | 4,167,984 | 3,740,146 | 3,356,442 | 3,012,298 | 2,703,618 | 2,426,729 | 2,178,343 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | | | | | | | | | | | | | | |
| * Colectores | | | | | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | | | | | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 7,546,817 | 6,774,778 | 6,082,128 | 5,460,666 | 4,903,039 | 4,402,659 | 3,953,618 | 3,550,625 | 3,188,932 | 2,864,287 | 2,572,874 | 2,311,275 | 2,076,423 | 1,865,569 |

ANEXO 8

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES**

Horizonte de evaluación: 25 años

Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 0.8

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | | | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | | | 30,813,946 | | | | | | | | | |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,826,711 | 23,777,148 | 21,315,914 | 19,110,522 | 17,134,277 | 15,363,279 | 13,776,127 | 12,353,662 | 11,078,727 | 9,935,959 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 9,754,959 | 35,605,601 | 3,414,236 | | | | | | | | | |
| * Colectores | 19,301,554 | 41,015,803 | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 9,236,943 | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,093,006 | 12,372,024 | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 32,168,239 | 98,249,090 | 6,082,181 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 32,168,239 | 87,722,402 | 4,848,678 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -32,168,239 | -98,249,090 | 41,367,645 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (32,168,239) | (87,722,402) | 32,978,034 | 19,992,491 | 17,936,755 | 16,093,416 | 14,440,433 | 12,958,060 | 11,628,610 | 10,436,236 | 9,366,740 | 8,407,400 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 249,357,567 |
| VAC = | 157,456,344 |
| VANS = | 91,901,223 |
| TIRS = | 22.4% |

ANEXO 9

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA GTO.

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES

Horizonte de evaluación: 25 años

Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 0.8

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hidricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,911,602 | 7,993,336 | 7,170,127 | 6,432,093 | 5,770,385 | 5,177,074 | 4,645,061 | 4,167,984 | 3,740,146 | 3,356,442 | 3,012,298 | 2,703,618 | 2,426,729 | 2,178,343 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | | | | | | | | | | | | | | |
| * Colectores | | | | | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | | | | | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mtto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 7,546,817 | 6,774,778 | 6,082,128 | 5,460,666 | 4,903,039 | 4,402,659 | 3,953,618 | 3,550,625 | 3,188,932 | 2,864,287 | 2,572,874 | 2,311,275 | 2,076,423 | 1,865,569 |

ANEXO 9

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 0.9

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,826,711 | 23,777,148 | 21,315,914 | 19,110,522 | 17,134,277 | 15,363,279 | 13,776,127 | 12,353,662 | 11,078,727 | 9,935,959 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 10,974,329 | 40,056,301 | 3,841,015 | | | | | | | | | |
| * Colectores | 21,714,249 | 46,142,778 | 0 | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 10,391,561 | 0 | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,479,632 | 13,918,527 | 0 | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mnto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 36,186,929 | 110,527,887 | 6,508,961 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 36,186,929 | 98,685,613 | 5,188,904 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -36,186,929 | -110,527,887 | 40,940,866 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (36,186,929) | (98,685,613) | 32,637,808 | 19,992,491 | 17,936,755 | 16,093,416 | 14,440,433 | 12,958,060 | 11,628,610 | 10,436,236 | 9,366,740 | 8,407,400 |

| | |
|---------------|--------------------|
| VAB = | 249,357,567 |
| VAC = | 172,778,471 |
| VANS = | 76,579,096 |
| TIRS = | 19.8% |

ANEXO 10

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 0.9

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| <i>Tasa social de descuento</i> | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| <i>Factor social de descuento</i> | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA</i> | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| <i>* Incremento en Plusvalía</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas</i> | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,911,602 | 7,993,336 | 7,170,127 | 6,432,093 | 5,770,385 | 5,177,074 | 4,645,061 | 4,167,984 | 3,740,146 | 3,356,442 | 3,012,298 | 2,703,618 | 2,426,729 | 2,178,343 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Costo de oportunidad del terreno</i> | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| <i>* PTAR</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Colectores</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Carcamos de Bombeo</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Emisor de Agua Tratada</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Costos de operación y mto.</i> | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 7,546,817 | 6,774,778 | 6,082,128 | 5,460,666 | 4,903,039 | 4,402,659 | 3,953,618 | 3,550,625 | 3,188,932 | 2,864,287 | 2,572,874 | 2,311,275 | 2,076,423 | 1,865,569 |

ANEXO 10

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 1.1

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,826,711 | 23,777,148 | 21,315,914 | 19,110,522 | 17,134,277 | 15,363,279 | 13,776,127 | 12,353,662 | 11,078,727 | 9,935,959 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 13,413,069 | 48,957,701 | 4,694,574 | | | | | | | | | |
| * Colectores | 26,539,637 | 56,396,729 | 0 | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 12,700,796 | 0 | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | 4,252,883 | 17,011,533 | 0 | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 44,224,309 | 135,085,479 | 7,362,520 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 44,224,309 | 120,612,035 | 5,869,356 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -44,224,309 | -135,085,479 | 40,087,307 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (44,224,309) | (120,612,035) | 31,957,356 | 19,992,491 | 17,936,755 | 16,093,416 | 14,440,433 | 12,958,060 | 11,628,610 | 10,436,236 | 9,366,740 | 8,407,400 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 249,357,567 |
| VAC = | 203,422,724 |
| VANS = | 45,934,842 |
| TIRS = | 15.9% |

ANEXO 11

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 1.1

| Concepto | H O R I Z O N T E D E E V A L U A C I O N (A Ñ O S) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,911,602 | 7,993,336 | 7,170,127 | 6,432,093 | 5,770,385 | 5,177,074 | 4,645,061 | 4,167,984 | 3,740,146 | 3,356,442 | 3,012,298 | 2,703,618 | 2,426,729 | 2,178,343 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | | | | | | | | | | | | | | |
| * Colectores | | | | | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | | | | | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mito. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 7,546,817 | 6,774,778 | 6,082,128 | 5,460,666 | 4,903,039 | 4,402,659 | 3,953,618 | 3,550,625 | 3,188,932 | 2,864,287 | 2,572,874 | 2,311,275 | 2,076,423 | 1,865,569 |

ANEXO 11

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 1.2

| Concepto | H O R I Z O N T E D E E V A L U A C I O N (A Ñ O S) | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,826,711 | 23,777,148 | 21,315,914 | 19,110,522 | 17,134,277 | 15,363,279 | 13,776,127 | 12,353,662 | 11,078,727 | 9,935,959 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 14,632,439 | 53,408,401 | 5,121,354 | | | | | | | | | |
| * Colectores | 28,952,331 | 61,523,704 | 0 | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 13,855,414 | 0 | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | 4,639,509 | 18,558,036 | 0 | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 48,242,999 | 147,364,275 | 7,789,299 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 48,242,999 | 131,575,246 | 6,209,582 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -48,242,999 | -147,364,275 | 39,660,528 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (48,242,999) | (131,575,246) | 31,617,130 | 19,992,491 | 17,936,755 | 16,093,416 | 14,440,433 | 12,958,060 | 11,628,610 | 10,436,236 | 9,366,740 | 8,407,400 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 249,357,567 |
| VAC = | 218,744,851 |
| VANS = | 30,612,715 |
| TIRS = | 14.4% |

ANEXO 12

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 1.2

| Concepto | H O R I Z O N T E D E E V A L U A C I O N (A Ñ O S) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,911,602 | 7,993,336 | 7,170,127 | 6,432,093 | 5,770,385 | 5,177,074 | 4,645,061 | 4,167,984 | 3,740,146 | 3,356,442 | 3,012,298 | 2,703,618 | 2,426,729 | 2,178,343 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | | | | | | | | | | | | | | |
| * Colectores | | | | | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | | | | | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mitto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 7,546,817 | 6,774,778 | 6,082,128 | 5,460,666 | 4,903,039 | 4,402,659 | 3,953,618 | 3,550,625 | 3,188,932 | 2,864,287 | 2,572,874 | 2,311,275 | 2,076,423 | 1,865,569 |

ANEXO 12

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 1.3

| Concepto | H O R I Z O N T E D E E V A L U A C I O N (A Ñ O S) | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,826,711 | 23,777,148 | 21,315,914 | 19,110,522 | 17,134,277 | 15,363,279 | 13,776,127 | 12,353,662 | 11,078,727 | 9,935,959 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 15,851,809 | 57,859,101 | 5,548,133 | | | | | | | | | |
| * Colectores | 31,365,026 | 66,650,680 | 0 | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 15,010,032 | 0 | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | 5,026,135 | 20,104,539 | 0 | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 52,261,689 | 159,643,072 | 8,216,079 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 52,261,689 | 142,538,457 | 6,549,808 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -52,261,689 | -159,643,072 | 39,233,748 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (52,261,689) | (142,538,457) | 31,276,904 | 19,992,491 | 17,936,755 | 16,093,416 | 14,440,433 | 12,958,060 | 11,628,610 | 10,436,236 | 9,366,740 | 8,407,400 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 249,357,567 |
| VAC = | 234,066,978 |
| VANS = | 15,290,589 |
| TIRS = | 13.1% |

ANEXO 13

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA INVERSIÓN : 1.3

| Concepto | H O R I Z O N T E D E E V A L U A C I O N (A Ñ O S) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,911,602 | 7,993,336 | 7,170,127 | 6,432,093 | 5,770,385 | 5,177,074 | 4,645,061 | 4,167,984 | 3,740,146 | 3,356,442 | 3,012,298 | 2,703,618 | 2,426,729 | 2,178,343 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | | | | | | | | | | | | | | |
| * Colectores | | | | | | | | | | | | | | |
| * Carcamos de Bombeo | | | | | | | | | | | | | | |
| * Emisor de Agua Tratada | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costos de operación y mnto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 7,546,817 | 6,774,778 | 6,082,128 | 5,460,666 | 4,903,039 | 4,402,659 | 3,953,618 | 3,550,625 | 3,188,932 | 2,864,287 | 2,572,874 | 2,311,275 | 2,076,423 | 1,865,569 |

ANEXO 13

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 8.4% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 0.7

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 |
| Factor social de descuento | | 0.9225 | 0.8510 | 0.7851 | 0.7242 | 0.6681 | 0.6163 | 0.5686 | 0.5245 | 0.4839 | 0.4464 | 0.4118 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 40,380,907 | 26,225,633 | 24,291,757 | 22,501,748 | 20,844,824 | 19,311,015 | 17,891,101 | 16,576,558 | 15,359,506 | 14,232,656 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 113,290,298 | 5,902,476 | 4,174,388 | 3,850,911 | 3,552,501 | 3,277,215 | 3,023,261 | 2,788,986 | 2,572,866 | 2,373,492 | 2,189,569 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 40,514,087 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (113,290,298) | 34,478,430 | 22,051,245 | 20,440,845 | 18,949,247 | 17,567,609 | 16,287,753 | 15,102,114 | 14,003,693 | 12,986,014 | 12,043,087 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 335,740,674 |
| VAC = | 204,840,949 |
| VANS = | 130,899,725 |
| TIRS = | 17.6% |

ANEXO 14

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|------|
| Años 2005 - en adelante | 8.4% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 0.7

| Concepto | H O R I Z O N T E D E E V A L U A C I O N (A Ñ O S) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tasa social de descuento | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 |
| Factor social de descuento | 0.3799 | 0.3504 | 0.3233 | 0.2982 | 0.2751 | 0.2538 | 0.2341 | 0.2160 | 0.1993 | 0.1838 | 0.1696 | 0.1564 | 0.1443 | 0.1331 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 13,189,268 | 12,223,109 | 11,328,416 | 10,499,858 | 9,732,505 | 9,021,796 | 8,363,514 | 7,753,756 | 7,188,916 | 6,665,653 | 6,180,879 | 5,731,738 | 5,315,585 | 4,929,976 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mito. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 2,019,897 | 1,863,374 | 1,718,980 | 1,585,775 | 1,462,892 | 1,349,531 | 1,244,955 | 1,148,482 | 1,059,486 | 977,385 | 901,647 | 831,778 | 767,322 | 707,862 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 11,169,371 | 10,359,736 | 9,609,437 | 8,914,084 | 8,269,613 | 7,672,265 | 7,118,559 | 6,605,274 | 6,129,430 | 5,688,268 | 5,279,232 | 4,899,960 | 4,548,263 | 4,222,113 |

ANEXO 14

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 9.6% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 0.8

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| Factor social de descuento | | 0.9124 | 0.8325 | 0.7596 | 0.6930 | 0.6323 | 0.5769 | 0.5264 | 0.4803 | 0.4382 | 0.3998 | 0.3648 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 39,501,494 | 25,373,605 | 23,245,229 | 21,296,582 | 19,512,396 | 17,878,710 | 16,382,753 | 15,012,842 | 13,758,292 | 12,609,329 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 112,049,893 | 5,773,933 | 4,038,769 | 3,685,008 | 3,362,234 | 3,067,731 | 2,799,025 | 2,553,855 | 2,330,160 | 2,126,058 | 1,939,834 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 40,514,087 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (112,049,893) | 33,727,562 | 21,334,836 | 19,560,221 | 17,934,348 | 16,444,665 | 15,079,685 | 13,828,898 | 12,682,683 | 11,632,234 | 10,669,495 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 302,309,956 |
| VAC = | 198,539,271 |
| VANS = | 103,770,685 |
| TIRS = | 17.6% |

ANEXO 15

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 9.6% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 0.8

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| Factor social de descuento | 0.3329 | 0.3037 | 0.2771 | 0.2528 | 0.2307 | 0.2105 | 0.1920 | 0.1752 | 0.1599 | 0.1459 | 0.1331 | 0.1214 | 0.1108 | 0.1011 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 11,557,008 | 10,593,151 | 9,710,272 | 8,901,524 | 8,160,641 | 7,481,891 | 6,860,028 | 6,290,251 | 5,768,169 | 5,289,760 | 4,851,346 | 4,449,560 | 4,081,319 | 3,743,803 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mito. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,769,922 | 1,614,892 | 1,473,442 | 1,344,381 | 1,226,625 | 1,119,183 | 1,021,153 | 931,709 | 850,099 | 775,638 | 707,699 | 645,711 | 589,152 | 537,547 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 9,787,087 | 8,978,259 | 8,236,831 | 7,557,143 | 6,934,016 | 6,362,708 | 5,838,875 | 5,358,543 | 4,918,070 | 4,514,122 | 4,143,647 | 3,803,849 | 3,492,167 | 3,206,255 |

ANEXO 15

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 10.8% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 0.9

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 |
| Factor social de descuento | | 0.9025 | 0.8146 | 0.7352 | 0.6635 | 0.5988 | 0.5405 | 0.4878 | 0.4402 | 0.3973 | 0.3586 | 0.3236 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 38,650,500 | 24,558,088 | 22,254,457 | 20,168,048 | 18,278,282 | 16,566,537 | 15,015,964 | 13,611,314 | 12,338,787 | 11,185,894 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 110,836,356 | 5,649,543 | 3,908,961 | 3,527,944 | 3,184,065 | 2,873,704 | 2,593,596 | 2,340,791 | 2,112,627 | 1,906,703 | 1,720,851 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 40,514,087 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (110,836,356) | 33,000,957 | 20,649,127 | 18,726,514 | 16,983,983 | 15,404,577 | 13,972,941 | 12,675,174 | 11,498,687 | 10,432,084 | 9,465,043 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 273,811,857 |
| VAC = | 193,003,488 |
| VANS = | 80,808,370 |
| TIRS = | 17.6% |

ANEXO 16

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 10.8% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 0.9

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| <i>Tasa social de descuento</i> | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 |
| <i>Factor social de descuento</i> | 0.2921 | 0.2636 | 0.2379 | 0.2147 | 0.1938 | 0.1749 | 0.1579 | 0.1425 | 0.1286 | 0.1161 | 0.1047 | 0.0945 | 0.0853 | 0.0770 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA</i> | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| <i>* Incremento en Plusvalía</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas</i> | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 10,141,331 | 9,194,868 | 8,337,244 | 7,560,078 | 6,855,782 | 6,217,487 | 5,638,975 | 5,114,616 | 4,639,315 | 4,208,455 | 3,817,858 | 3,463,740 | 3,142,676 | 2,851,562 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Costo de oportunidad del terreno</i> | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| <i>* PTAR</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Colectores</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Carcamos de Bombeo</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Emisor de Agua Tratada</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Costos de operación y mitto.</i> | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,553,115 | 1,401,728 | 1,265,098 | 1,141,785 | 1,030,492 | 930,047 | 839,392 | 757,574 | 683,731 | 617,086 | 556,937 | 502,651 | 453,656 | 409,437 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 8,588,216 | 7,793,140 | 7,072,146 | 6,418,293 | 5,825,290 | 5,287,440 | 4,799,583 | 4,357,042 | 3,955,583 | 3,591,369 | 3,260,921 | 2,961,090 | 2,689,020 | 2,442,125 |

ANEXO 16

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 13.2% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 1.1

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 |
| Factor social de descuento | 0.8834 | 0.7804 | 0.6894 | 0.6090 | 0.5380 | 0.4752 | 0.4198 | 0.3709 | 0.3276 | 0.2894 | 0.2557 | 0.2257 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 37,028,983 | 23,028,972 | 20,426,330 | 18,118,846 | 16,072,942 | 14,258,869 | 12,650,273 | 11,223,804 | 9,958,772 | 8,836,848 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 108,486,469 | 5,412,526 | 3,665,569 | 3,238,135 | 2,860,543 | 2,526,982 | 2,232,316 | 1,972,011 | 1,742,059 | 1,538,921 | 1,359,471 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 40,514,087 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (108,486,469) | 31,616,457 | 19,363,403 | 17,188,195 | 15,258,303 | 13,545,960 | 12,026,553 | 10,678,262 | 9,481,745 | 8,419,851 | 7,477,376 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 228,238,997 |
| VAC = | 183,724,354 |
| VANS = | 44,514,643 |
| TIRS = | 17.6% |

ANEXO 17

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 13.2% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 1.1

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 |
| Factor social de descuento | 0.2259 | 0.1995 | 0.1763 | 0.1557 | 0.1375 | 0.1215 | 0.1073 | 0.0948 | 0.0838 | 0.0740 | 0.0654 | 0.0577 | 0.0510 | 0.0451 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hidricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 7,841,785 | 6,959,192 | 6,176,311 | 5,481,839 | 4,865,756 | 4,319,182 | 3,834,248 | 3,403,975 | 3,022,181 | 2,683,383 | 2,382,720 | 2,115,885 | 1,879,056 | 1,668,646 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mnto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,200,946 | 1,060,907 | 937,197 | 827,912 | 731,371 | 646,088 | 570,749 | 504,195 | 445,402 | 393,465 | 347,584 | 307,053 | 271,248 | 239,617 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 6,640,839 | 5,898,285 | 5,239,115 | 4,653,927 | 4,134,385 | 3,673,095 | 3,263,499 | 2,899,780 | 2,576,779 | 2,289,918 | 2,035,137 | 1,808,832 | 1,607,808 | 1,429,227 |

ANEXO 17

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 14.4% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 1.2

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 |
| Factor social de descuento | 0.8741 | 0.7641 | 0.6679 | 0.5838 | 0.5104 | 0.4461 | 0.3900 | 0.3409 | 0.2980 | 0.2605 | 0.2277 | |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 36,256,225 | 22,311,859 | 19,582,672 | 17,188,285 | 15,087,517 | 13,244,266 | 11,626,878 | 10,207,601 | 8,962,101 | 7,869,041 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 107,348,499 | 5,299,572 | 3,551,425 | 3,104,392 | 2,713,629 | 2,372,054 | 2,073,474 | 1,812,477 | 1,584,333 | 1,384,906 | 1,210,583 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 40,514,087 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (107,348,499) | 30,956,653 | 18,760,435 | 16,478,280 | 14,474,656 | 12,715,464 | 11,170,793 | 9,814,401 | 8,623,268 | 7,577,195 | 6,658,458 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 209,888,843 |
| VAC = | 179,789,383 |
| VANS = | 30,099,460 |
| TIRS = | 17.6% |

ANEXO 18

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Concepto | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 |
| Factor social de descuento | 0.1990 | 0.1740 | 0.1521 | 0.1329 | 0.1162 | 0.1016 | 0.0888 | 0.0776 | 0.0678 | 0.0593 | 0.0518 | 0.0453 | 0.0396 | 0.0346 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 6,909,709 | 6,067,699 | 5,328,621 | 4,679,854 | 4,110,331 | 3,610,342 | 3,171,374 | 2,785,955 | 2,447,533 | 2,150,360 | 1,889,391 | 1,660,203 | 1,458,913 | 1,282,113 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mito. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,058,202 | 925,001 | 808,568 | 706,790 | 617,823 | 540,055 | 472,076 | 412,654 | 360,712 | 315,307 | 275,618 | 240,925 | 210,599 | 184,090 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 5,851,508 | 5,142,698 | 4,520,053 | 3,973,064 | 3,492,507 | 3,070,287 | 2,699,297 | 2,373,301 | 2,086,821 | 1,835,052 | 1,613,773 | 1,419,278 | 1,248,314 | 1,098,023 |

ANEXO 18

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 15.6% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 1.3

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 |
| Factor social de descuento | | 0.8651 | 0.7483 | 0.6473 | 0.5600 | 0.4844 | 0.4190 | 0.3625 | 0.3136 | 0.2713 | 0.2347 | 0.2030 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 12,929,760 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 30,813,946 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,706,121 | 7,545,661 | 7,681,483 | 7,819,750 | 7,960,505 | 8,103,795 | 8,249,663 | 8,398,157 | 8,549,324 | 8,703,211 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 47,449,827 | 33,405,181 | 33,541,003 | 33,679,270 | 33,820,025 | 33,963,315 | 34,109,183 | 34,257,677 | 34,408,844 | 34,562,731 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 35,507,407 | 21,624,214 | 18,782,124 | 16,314,490 | 14,171,862 | 12,311,337 | 10,695,686 | 9,292,603 | 8,074,056 | 7,015,714 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 106,234,155 | 5,190,117 | 3,441,971 | 2,977,483 | 2,575,678 | 2,228,095 | 1,927,418 | 1,667,316 | 1,442,315 | 1,247,677 | 1,079,306 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 40,514,087 | 28,088,010 | 28,223,832 | 28,362,098 | 28,502,854 | 28,646,143 | 28,792,011 | 28,940,505 | 29,091,672 | 29,245,560 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (106,234,155) | 30,317,290 | 18,182,243 | 15,804,641 | 13,738,812 | 11,943,768 | 10,383,920 | 9,028,370 | 7,850,288 | 6,826,378 | 5,936,408 |

| | |
|---------------|--------------------|
| VAB = | 193,850,036 |
| VAC = | 176,226,679 |
| VANS = | 17,623,357 |
| TIRS = | 17.6% |

ANEXO 19

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 15.6% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LA TASA DE DESCUENTO: 1.3

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 |
| Factor social de descuento | 0.1756 | 0.1519 | 0.1314 | 0.1137 | 0.0983 | 0.0851 | 0.0736 | 0.0637 | 0.0551 | 0.0476 | 0.0412 | 0.0356 | 0.0308 | 0.0267 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 | 25,859,520 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 8,859,869 | 9,019,347 | 9,181,695 | 9,346,966 | 9,515,211 | 9,686,485 | 9,860,842 | 10,038,337 | 10,219,027 | 10,402,969 | 10,590,223 | 10,780,847 | 10,974,902 | 11,172,450 |
| Beneficio total | 34,719,389 | 34,878,867 | 35,041,215 | 35,206,486 | 35,374,731 | 35,546,005 | 35,720,362 | 35,897,857 | 36,078,547 | 36,262,489 | 36,449,743 | 36,640,367 | 36,834,422 | 37,031,970 |
| Valor Actual de los Beneficios | 6,096,465 | 5,297,983 | 4,604,362 | 4,001,798 | 3,478,306 | 3,023,484 | 2,628,299 | 2,284,913 | 1,986,517 | 1,727,202 | 1,501,835 | 1,305,959 | 1,135,706 | 987,713 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 933,655 | 807,660 | 698,668 | 604,384 | 522,824 | 452,270 | 391,237 | 338,440 | 292,768 | 253,260 | 219,083 | 189,518 | 163,943 | 141,819 |
| Flujo de Efectivo = | 29,402,218 | 29,561,695 | 29,724,044 | 29,889,314 | 30,057,560 | 30,228,833 | 30,403,190 | 30,580,685 | 30,761,375 | 30,945,318 | 31,132,571 | 31,323,195 | 31,517,250 | 31,714,799 |
| Flujo de efectivo descontado= | 5,162,809 | 4,490,322 | 3,905,694 | 3,397,414 | 2,955,482 | 2,571,214 | 2,237,063 | 1,946,473 | 1,693,749 | 1,473,942 | 1,282,752 | 1,116,441 | 971,763 | 845,894 |

ANEXO 19

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 0.7

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 9,050,832 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 21,569,762 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 2,594,284 | 5,281,963 | 5,377,038 | 5,473,825 | 5,572,354 | 5,672,656 | 5,774,764 | 5,878,710 | 5,984,527 | 6,092,248 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 33,214,879 | 23,383,627 | 23,478,702 | 23,575,489 | 23,674,018 | 23,774,320 | 23,876,428 | 23,980,374 | 24,086,191 | 24,193,912 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 26,478,698 | 16,644,004 | 14,921,140 | 13,377,366 | 11,993,994 | 10,754,295 | 9,643,289 | 8,647,563 | 7,755,109 | 6,955,172 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 109,648,824 | 5,529,130 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 26,279,138 | 18,066,455 | 18,161,531 | 18,258,317 | 18,356,846 | 18,457,149 | 18,559,257 | 18,663,202 | 18,769,019 | 18,876,741 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (109,648,824) | 20,949,568 | 12,859,346 | 11,541,981 | 10,360,260 | 9,300,150 | 8,349,077 | 7,495,772 | 6,730,138 | 6,043,122 | 5,426,612 |

| | |
|---------------|--------------------|
| VAB = | 174,550,297 |
| VAC = | 188,100,597 |
| VANS = | -13,550,301 |
| TIRS = | 10.7% |

ANEXO 20

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 0.7

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| <i>Tasa social de descuento</i> | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| <i>Factor social de descuento</i> | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA</i> | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 | 18,101,664 |
| * <i>Incremento en Plusvalía</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * <i>Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas</i> | 6,201,908 | 6,313,543 | 6,427,187 | 6,542,876 | 6,660,648 | 6,780,539 | 6,902,589 | 7,026,836 | 7,153,319 | 7,282,078 | 7,413,156 | 7,546,593 | 7,682,431 | 7,820,715 |
| Beneficio total | 24,303,572 | 24,415,207 | 24,528,851 | 24,644,540 | 24,762,312 | 24,882,203 | 25,004,253 | 25,128,500 | 25,254,983 | 25,383,742 | 25,514,820 | 25,648,257 | 25,784,095 | 25,922,379 |
| Valor Actual de los Beneficios | 6,238,122 | 5,595,335 | 5,019,089 | 4,502,465 | 4,039,269 | 3,623,952 | 3,251,543 | 2,917,589 | 2,618,102 | 2,349,509 | 2,108,609 | 1,892,532 | 1,698,710 | 1,524,840 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Costo de oportunidad del terreno</i> | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * <i>PTAR</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * <i>Colectores</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * <i>Carcamos de Bombeo</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * <i>Emisor de Agua Tratada</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * <i>Costos de operación y mtto.</i> | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 18,986,401 | 19,098,035 | 19,211,679 | 19,327,368 | 19,445,140 | 19,565,032 | 19,687,082 | 19,811,328 | 19,937,811 | 20,066,571 | 20,197,648 | 20,331,085 | 20,466,924 | 20,605,208 |
| Flujo de efectivo descontado= | 4,873,336 | 4,376,777 | 3,931,090 | 3,531,038 | 3,171,924 | 2,849,536 | 2,560,100 | 2,300,229 | 2,066,888 | 1,857,354 | 1,669,184 | 1,500,189 | 1,348,404 | 1,212,066 |

ANEXO 20

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005**

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 0.8

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 10,343,808 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 24,651,157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 2,964,896 | 6,036,529 | 6,145,187 | 6,255,800 | 6,368,404 | 6,483,036 | 6,599,730 | 6,718,525 | 6,839,459 | 6,962,569 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 37,959,862 | 26,724,145 | 26,832,803 | 26,943,416 | 27,056,020 | 27,170,652 | 27,287,346 | 27,406,141 | 27,527,075 | 27,650,185 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 30,261,369 | 19,021,719 | 17,052,731 | 15,288,418 | 13,707,422 | 12,290,623 | 11,020,901 | 9,882,929 | 8,862,981 | 7,948,767 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 109,648,824 | 5,529,130 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 31,024,121 | 21,406,974 | 21,515,631 | 21,626,244 | 21,738,849 | 21,853,480 | 21,970,175 | 22,088,970 | 22,209,903 | 22,333,014 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (109,648,824) | 24,732,239 | 15,237,061 | 13,673,573 | 12,271,312 | 11,013,577 | 9,885,405 | 8,873,385 | 7,965,504 | 7,150,994 | 6,420,208 |

| | |
|---------------|--------------------|
| VAB = | 199,486,053 |
| VAC = | 188,100,597 |
| VANS = | 11,385,456 |
| TIRS = | 13.1% |

ANEXO 21

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 0.8

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| <i>Tasa social de descuento</i> | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| <i>Factor social de descuento</i> | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA</i> | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 | 20,687,616 |
| <i>* Incremento en Plusvalía</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas</i> | 7,087,895 | 7,215,477 | 7,345,356 | 7,477,572 | 7,612,169 | 7,749,188 | 7,888,673 | 8,030,669 | 8,175,221 | 8,322,375 | 8,472,178 | 8,624,677 | 8,779,922 | 8,937,960 |
| Beneficio total | 27,775,511 | 27,903,093 | 28,032,972 | 28,165,188 | 28,299,785 | 28,436,804 | 28,576,289 | 28,718,285 | 28,862,837 | 29,009,991 | 29,159,794 | 29,312,293 | 29,467,538 | 29,625,576 |
| Valor Actual de los Beneficios | 7,129,282 | 6,394,669 | 5,736,101 | 5,145,675 | 4,616,308 | 4,141,660 | 3,716,049 | 3,334,388 | 2,992,117 | 2,685,154 | 2,409,839 | 2,162,894 | 1,941,383 | 1,742,674 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Costo de oportunidad del terreno</i> | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| <i>* PTAR</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Colectores</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Carcamos de Bombeo</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Emisor de Agua Tratada</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Costos de operación y mtto.</i> | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 22,458,340 | 22,585,922 | 22,715,801 | 22,848,017 | 22,982,613 | 23,119,632 | 23,259,118 | 23,401,114 | 23,545,666 | 23,692,820 | 23,842,623 | 23,995,122 | 24,150,366 | 24,308,405 |
| Flujo de efectivo descontado= | 5,764,496 | 5,176,110 | 4,648,103 | 4,174,247 | 3,748,962 | 3,367,244 | 3,024,606 | 2,717,028 | 2,440,903 | 2,192,998 | 1,970,414 | 1,770,551 | 1,591,077 | 1,429,901 |

ANEXO 21

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 0.9

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 11,636,784 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 27,732,552 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 3,335,508 | 6,791,095 | 6,913,335 | 7,037,775 | 7,164,455 | 7,293,415 | 7,424,697 | 7,558,341 | 7,694,391 | 7,832,890 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 42,704,844 | 30,064,663 | 30,186,903 | 30,311,343 | 30,438,023 | 30,566,983 | 30,698,265 | 30,831,909 | 30,967,959 | 31,106,458 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 34,044,040 | 21,399,433 | 19,184,323 | 17,199,470 | 15,420,850 | 13,826,951 | 12,398,514 | 11,118,296 | 9,970,854 | 8,942,363 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 109,648,824 | 5,529,130 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 35,769,104 | 24,747,492 | 24,869,731 | 24,994,171 | 25,120,851 | 25,249,812 | 25,381,093 | 25,514,738 | 25,650,788 | 25,789,287 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (109,648,824) | 28,514,911 | 17,614,776 | 15,805,164 | 14,182,364 | 12,727,005 | 11,421,732 | 10,250,998 | 9,200,870 | 8,258,867 | 7,413,804 |

| | |
|---------------|--------------------|
| VAB = | 224,421,810 |
| VAC = | 188,100,597 |
| VANS = | 36,321,212 |
| TIRS = | 15.4% |

ANEXO 22

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 0.9

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 | 23,273,568 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hidricas | 7,973,882 | 8,117,412 | 8,263,526 | 8,412,269 | 8,563,690 | 8,717,836 | 8,874,757 | 9,034,503 | 9,197,124 | 9,362,672 | 9,531,200 | 9,702,762 | 9,877,412 | 10,055,205 |
| Beneficio total | 31,247,450 | 31,390,980 | 31,537,094 | 31,685,837 | 31,837,258 | 31,991,404 | 32,148,325 | 32,308,071 | 32,470,692 | 32,636,240 | 32,804,768 | 32,976,330 | 33,150,980 | 33,328,773 |
| Valor Actual de los Beneficios | 8,020,442 | 7,194,002 | 6,453,114 | 5,788,884 | 5,193,346 | 4,659,367 | 4,180,555 | 3,751,186 | 3,366,132 | 3,020,798 | 2,711,068 | 2,433,256 | 2,184,056 | 1,960,509 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mnto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 25,930,279 | 26,073,809 | 26,219,922 | 26,368,666 | 26,520,086 | 26,674,233 | 26,831,154 | 26,990,900 | 27,153,521 | 27,319,069 | 27,487,597 | 27,659,159 | 27,833,808 | 28,011,602 |
| Flujo de efectivo descontado= | 6,655,657 | 5,975,444 | 5,365,116 | 4,817,457 | 4,326,001 | 3,884,951 | 3,489,112 | 3,133,826 | 2,814,918 | 2,528,642 | 2,271,644 | 2,040,913 | 1,833,750 | 1,647,735 |

ANEXO 22

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 1.1

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 14,222,736 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 33,895,341 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 4,076,733 | 8,300,227 | 8,449,632 | 8,601,725 | 8,756,556 | 8,914,174 | 9,074,629 | 9,237,972 | 9,404,256 | 9,573,533 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 52,194,810 | 36,745,699 | 36,895,104 | 37,047,197 | 37,202,028 | 37,359,646 | 37,520,101 | 37,683,444 | 37,849,728 | 38,019,005 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 41,609,383 | 26,154,863 | 23,447,505 | 21,021,574 | 18,847,705 | 16,899,607 | 15,153,740 | 13,589,028 | 12,186,599 | 10,929,555 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 109,648,824 | 5,529,130 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 45,259,069 | 31,428,528 | 31,577,932 | 31,730,025 | 31,884,857 | 32,042,475 | 32,202,930 | 32,366,273 | 32,532,556 | 32,701,833 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (109,648,824) | 36,080,253 | 22,370,205 | 20,068,347 | 18,004,469 | 16,153,861 | 14,494,388 | 13,006,223 | 11,671,603 | 10,474,613 | 9,400,996 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 274,293,323 |
| VAC = | 188,100,597 |
| VANS = | 86,192,726 |
| TIRS = | 19.8% |

ANEXO 23

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 1.1

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Concepto | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Tasa social de descuento | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 | 28,445,472 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 9,745,856 | 9,921,282 | 10,099,865 | 10,281,662 | 10,466,732 | 10,655,133 | 10,846,926 | 11,042,170 | 11,240,929 | 11,443,266 | 11,649,245 | 11,858,931 | 12,072,392 | 12,289,695 |
| Beneficio total | 38,191,328 | 38,366,754 | 38,545,337 | 38,727,134 | 38,912,204 | 39,100,605 | 39,292,398 | 39,487,642 | 39,686,401 | 39,888,738 | 40,094,717 | 40,304,403 | 40,517,864 | 40,735,167 |
| Valor Actual de los Beneficios | 9,802,763 | 8,792,670 | 7,887,140 | 7,075,303 | 6,347,423 | 5,694,782 | 5,109,567 | 4,584,783 | 4,114,161 | 3,692,086 | 3,313,528 | 2,973,980 | 2,669,402 | 2,396,177 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mnto. | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 32,874,157 | 33,049,582 | 33,228,165 | 33,409,963 | 33,595,033 | 33,783,434 | 33,975,226 | 34,170,471 | 34,369,230 | 34,571,567 | 34,777,545 | 34,987,232 | 35,200,693 | 35,417,996 |
| Flujo de efectivo descontado= | 8,437,977 | 7,574,111 | 6,799,141 | 6,103,875 | 5,480,078 | 4,920,366 | 4,418,124 | 3,967,423 | 3,562,947 | 3,199,931 | 2,874,104 | 2,581,636 | 2,319,096 | 2,083,404 |

ANEXO 23

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
Horizonte de evaluación: 25 años
Cifras en \$ constantes de Julio de 2005**

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 1.2

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 15,515,712 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 36,976,736 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas | 0 | 0 | 4,447,345 | 9,054,794 | 9,217,780 | 9,383,700 | 9,552,607 | 9,724,553 | 9,899,595 | 10,077,788 | 10,259,188 | 10,443,854 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 56,939,792 | 40,086,218 | 40,249,204 | 40,415,124 | 40,584,031 | 40,755,977 | 40,931,019 | 41,109,212 | 41,290,612 | 41,475,278 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 45,392,054 | 28,532,578 | 25,579,097 | 22,932,627 | 20,561,133 | 18,435,934 | 16,531,352 | 14,824,394 | 13,294,472 | 11,923,151 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 109,648,824 | 5,529,130 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 50,004,052 | 34,769,046 | 34,932,032 | 35,097,952 | 35,266,859 | 35,438,806 | 35,613,848 | 35,792,041 | 35,973,441 | 36,158,106 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (109,648,824) | 39,862,924 | 24,747,920 | 22,199,938 | 19,915,521 | 17,867,288 | 16,030,716 | 14,383,836 | 12,906,969 | 11,582,485 | 10,394,592 |

| | |
|---------------|--------------------|
| VAB = | 299,229,080 |
| VAC = | 188,100,597 |
| VANS = | 111,128,482 |
| TIRS = | 22.0% |

ANEXO 24

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 1.2

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| <i>Tasa social de descuento</i> | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| <i>Factor social de descuento</i> | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA</i> | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 | 31,031,424 |
| <i>* Incremento en Plusvalía</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Ahorro en la atención médica por enfermedades hidricas</i> | 10,631,843 | 10,823,216 | 11,018,034 | 11,216,359 | 11,418,253 | 11,623,782 | 11,833,010 | 12,046,004 | 12,262,832 | 12,483,563 | 12,708,267 | 12,937,016 | 13,169,882 | 13,406,940 |
| Beneficio total | 41,663,267 | 41,854,640 | 42,049,458 | 42,247,783 | 42,449,677 | 42,655,206 | 42,864,434 | 43,077,428 | 43,294,256 | 43,514,987 | 43,739,691 | 43,968,440 | 44,201,306 | 44,438,364 |
| Valor Actual de los Beneficios | 10,693,923 | 9,592,003 | 8,604,152 | 7,718,512 | 6,924,462 | 6,212,489 | 5,574,073 | 5,001,581 | 4,488,175 | 4,027,730 | 3,614,758 | 3,244,341 | 2,912,075 | 2,614,012 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Costo de oportunidad del terreno</i> | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| <i>* PTAR</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Colectores</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Carcamos de Bombeo</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Emisor de Agua Tratada</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Costos de operación y mnto.</i> | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 36,346,096 | 36,537,469 | 36,732,287 | 36,930,611 | 37,132,506 | 37,338,034 | 37,547,262 | 37,760,257 | 37,977,085 | 38,197,816 | 38,422,520 | 38,651,269 | 38,884,135 | 39,121,193 |
| Flujo de efectivo descontado= | 9,329,137 | 8,373,445 | 7,516,154 | 6,747,085 | 6,057,116 | 5,438,073 | 4,882,631 | 4,384,222 | 3,936,962 | 3,535,575 | 3,175,333 | 2,851,998 | 2,561,769 | 2,301,238 |

ANEXO 24

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| | |
|--------------------------------|-------|
| Tasa social de descuento anual | |
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 1.3

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Tasa social de descuento | | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Factor social de descuento | | 0.8929 | 0.7972 | 0.7118 | 0.6355 | 0.5674 | 0.5066 | 0.4523 | 0.4039 | 0.3606 | 0.3220 | 0.2875 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | |
| * Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA | 0 | 0 | 16,808,688 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 |
| * Incremento en Plusvalía | 0 | 0 | 40,058,130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Ahorro en la atención médica por enfermedades hidricas | 0 | 0 | 4,817,957 | 9,809,360 | 9,985,928 | 10,165,675 | 10,348,657 | 10,534,933 | 10,724,562 | 10,917,604 | 11,114,121 | 11,314,175 |
| Beneficio total | 0 | 0 | 61,684,775 | 43,426,736 | 43,603,304 | 43,783,051 | 43,966,033 | 44,152,309 | 44,341,938 | 44,534,980 | 44,731,497 | 44,931,551 |
| Valor Actual de los Beneficios | 0 | 0 | 49,174,725 | 30,910,293 | 27,710,688 | 24,843,679 | 22,274,561 | 19,972,262 | 17,908,965 | 16,059,760 | 14,402,345 | 12,916,747 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | |
| * Costo de oportunidad del terreno | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| * PTAR | 12,193,699 | 44,507,001 | 4,267,795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Colectores | 24,126,943 | 51,269,754 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Carcamos de Bombeo | 0 | 11,546,179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Emisor de Agua Tratada | 3,866,257 | 15,465,030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| * Costos de operación y mtto. | 0 | 0 | 2,649,226 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 40,205,619 | 122,806,683 | 6,935,740 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 40,205,619 | 109,648,824 | 5,529,130 | 3,784,658 | 3,379,159 | 3,017,106 | 2,693,845 | 2,405,218 | 2,147,516 | 1,917,425 | 1,711,987 | 1,528,560 |
| Flujo de Efectivo = | -40,205,619 | -122,806,683 | 54,749,035 | 38,109,564 | 38,286,133 | 38,465,879 | 38,648,862 | 38,835,137 | 39,024,766 | 39,217,808 | 39,414,325 | 39,614,379 |
| Flujo de efectivo descontado= | (40,205,619) | (109,648,824) | 43,645,595 | 27,125,635 | 24,331,530 | 21,826,573 | 19,580,716 | 17,567,044 | 15,761,449 | 14,142,335 | 12,690,358 | 11,388,187 |

| | |
|--------|-------------|
| VAB = | 324,164,837 |
| VAC = | 188,100,597 |
| VANS = | 136,064,239 |
| TIRS = | 24.2% |

ANEXO 25

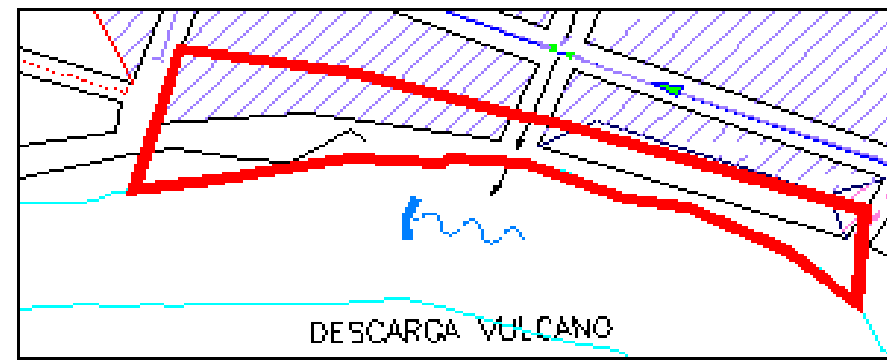
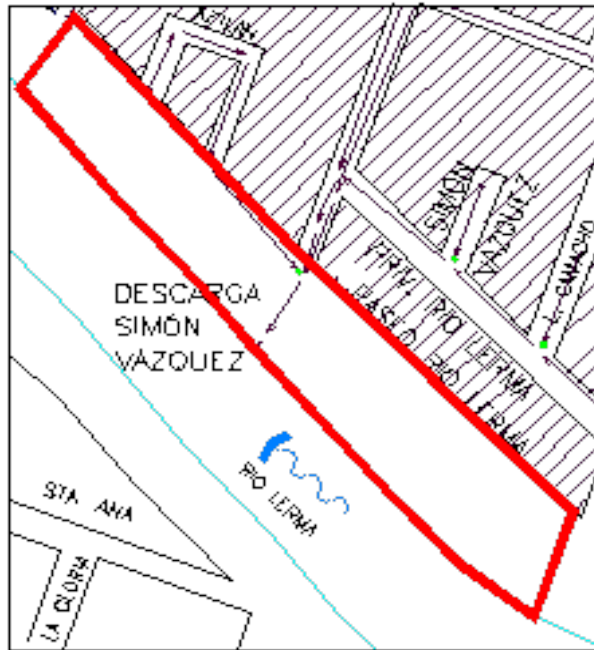
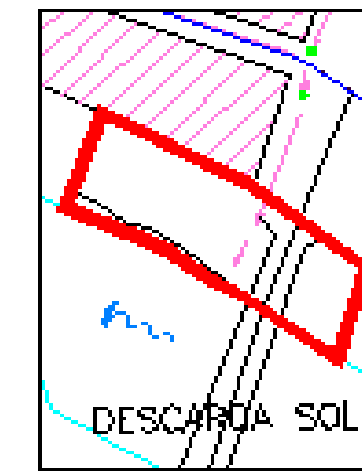
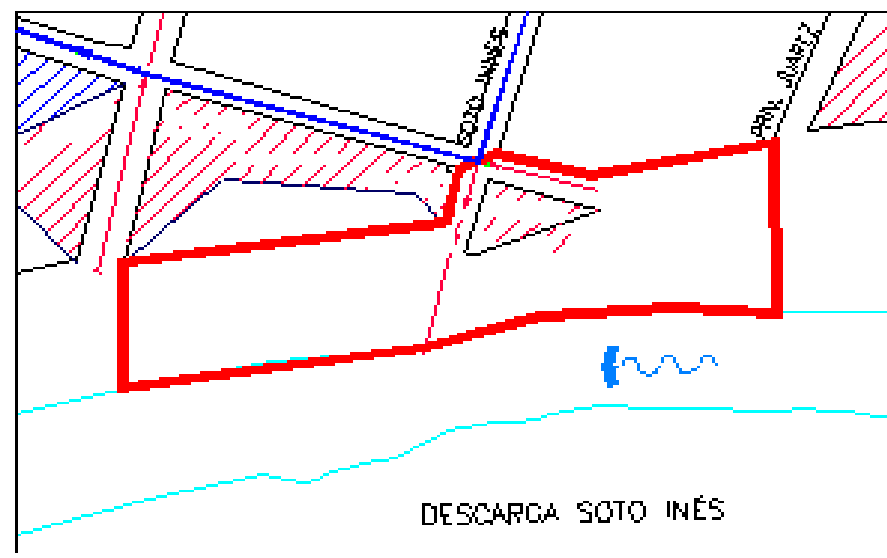
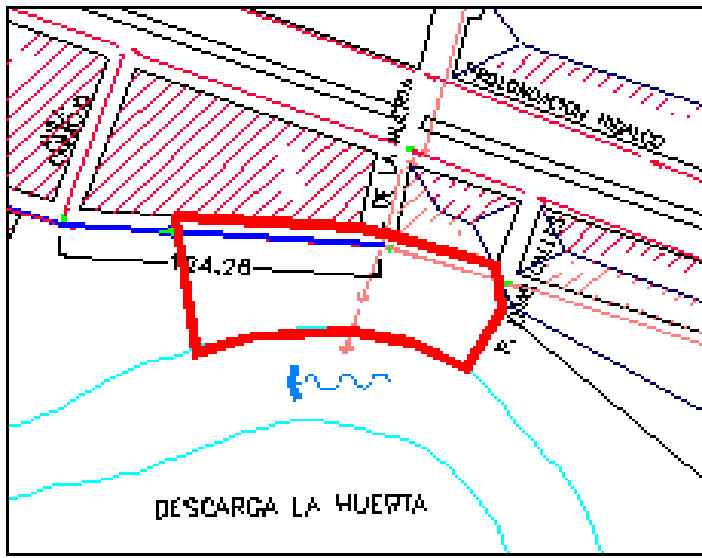
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALAMANCA, GTO.
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES
 Horizonte de evaluación: 25 años
 Cifras en \$ constantes de Julio de 2005

| Tasa social de descuento anual | |
|--------------------------------|-------|
| Años 2005 - en adelante | 12.0% |

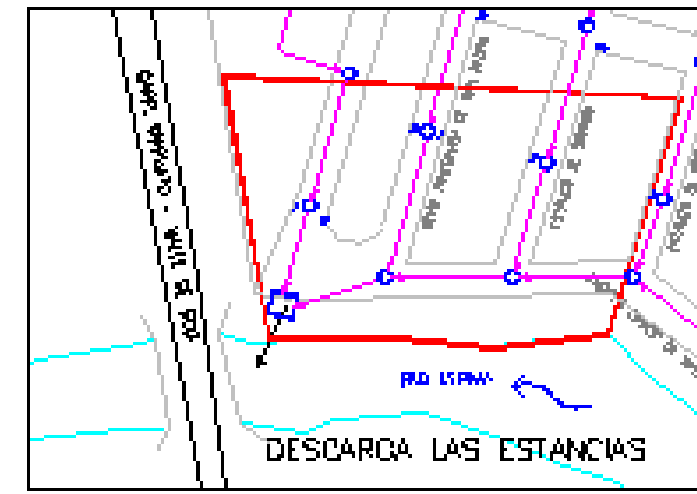
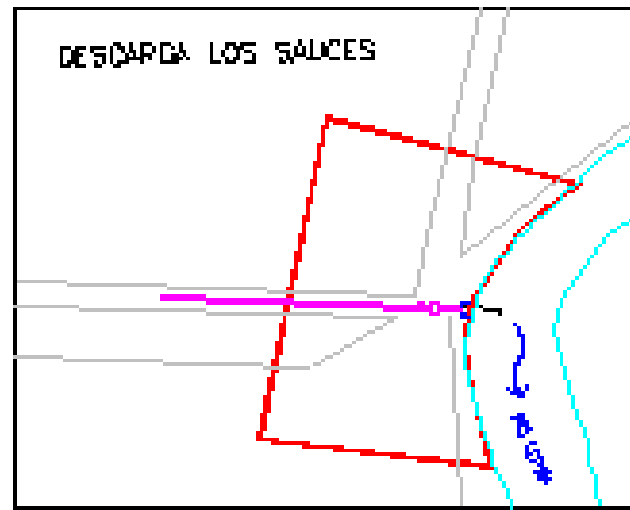
FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS: 1.3

| Concepto | HORIZONTE DE EVALUACION (AÑOS) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| <i>Tasa social de descuento</i> | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| <i>Factor social de descuento</i> | 0.2567 | 0.2292 | 0.2046 | 0.1827 | 0.1631 | 0.1456 | 0.1300 | 0.1161 | 0.1037 | 0.0926 | 0.0826 | 0.0738 | 0.0659 | 0.0588 |
| BENEFICIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Ingreso x venta de agua tratada a RIAMA</i> | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 | 33,617,376 |
| <i>* Incremento en Plusvalía</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Ahorro en la atención médica por enfermedades hídricas</i> | 11,517,830 | 11,725,151 | 11,936,204 | 12,151,055 | 12,369,774 | 12,592,430 | 12,819,094 | 13,049,838 | 13,284,735 | 13,523,860 | 13,767,289 | 14,015,101 | 14,267,372 | 14,524,185 |
| Beneficio total | 45,135,206 | 45,342,527 | 45,553,580 | 45,768,431 | 45,987,150 | 46,209,806 | 46,436,470 | 46,667,214 | 46,902,111 | 47,141,236 | 47,384,665 | 47,632,477 | 47,884,748 | 48,141,561 |
| Valor Actual de los Beneficios | 11,585,083 | 10,391,337 | 9,321,165 | 8,361,721 | 7,501,500 | 6,730,197 | 6,038,580 | 5,418,380 | 4,862,190 | 4,363,374 | 3,915,988 | 3,514,703 | 3,154,748 | 2,831,846 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>* Costo de oportunidad del terreno</i> | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 | 18,720 |
| <i>* PTAR</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Colectores</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Carcamos de Bombeo</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Emisor de Agua Tratada</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>* Costos de operación y mnto.</i> | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 | 5,298,451 |
| Costos totales | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 | 5,317,171 |
| Valor Actual de los Costos | 1,364,785 | 1,218,558 | 1,087,999 | 971,427 | 867,346 | 774,416 | 691,443 | 617,360 | 551,214 | 492,155 | 439,424 | 392,343 | 350,306 | 312,774 |
| Flujo de Efectivo = | 39,818,035 | 40,025,355 | 40,236,408 | 40,451,260 | 40,669,979 | 40,892,635 | 41,119,299 | 41,350,042 | 41,584,939 | 41,824,065 | 42,067,494 | 42,315,305 | 42,567,577 | 42,824,390 |
| Flujo de efectivo descontado= | 10,220,298 | 9,172,778 | 8,233,166 | 7,390,294 | 6,634,155 | 5,955,781 | 5,347,137 | 4,801,020 | 4,310,976 | 3,871,219 | 3,476,563 | 3,122,360 | 2,804,442 | 2,519,072 |

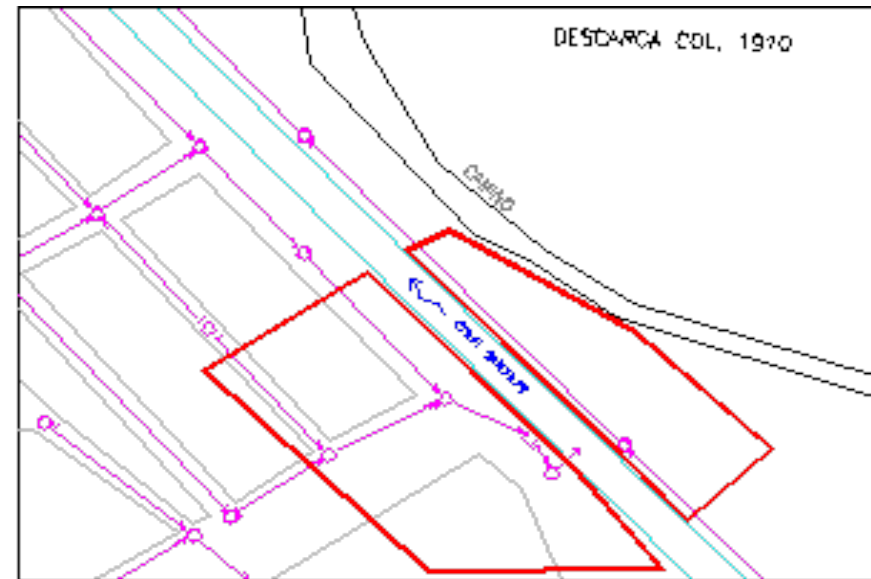
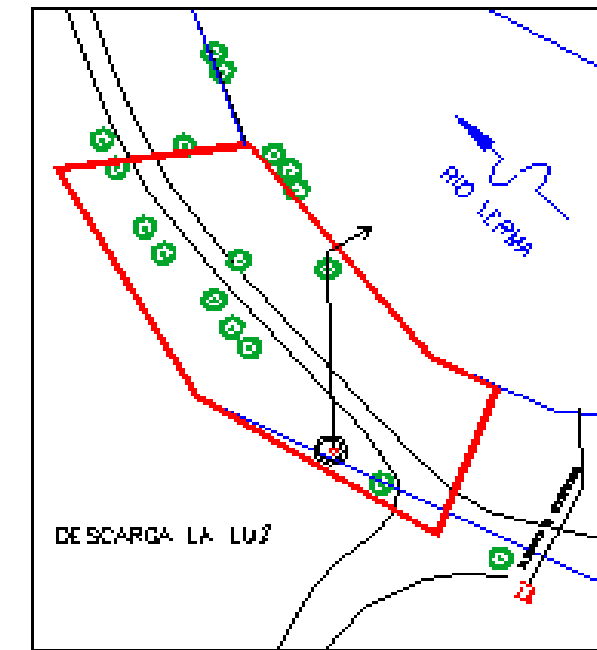
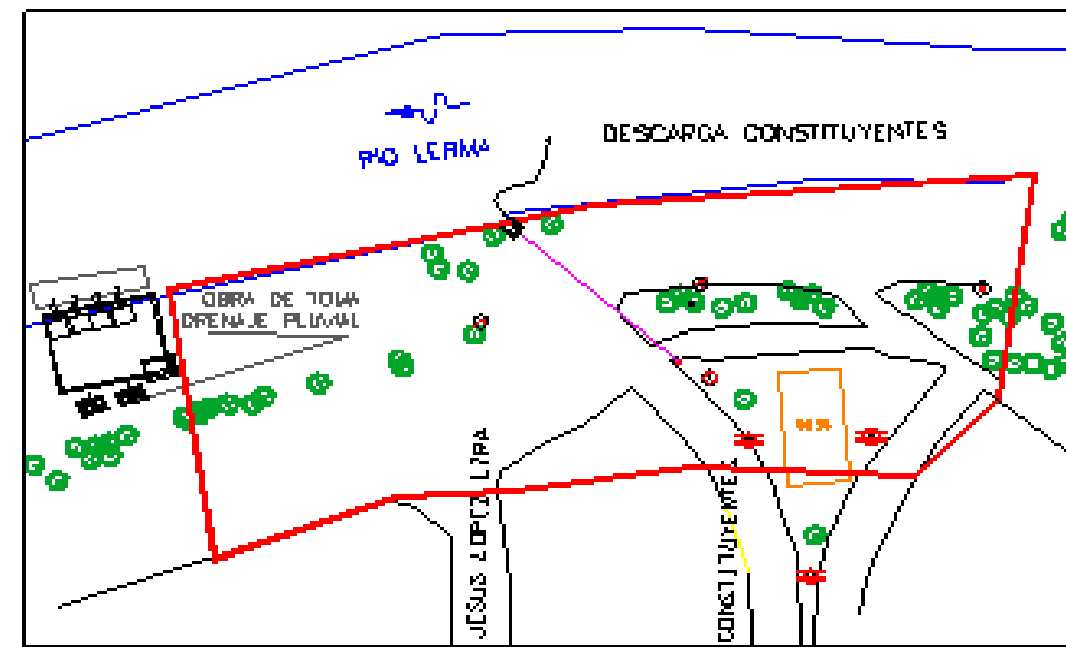
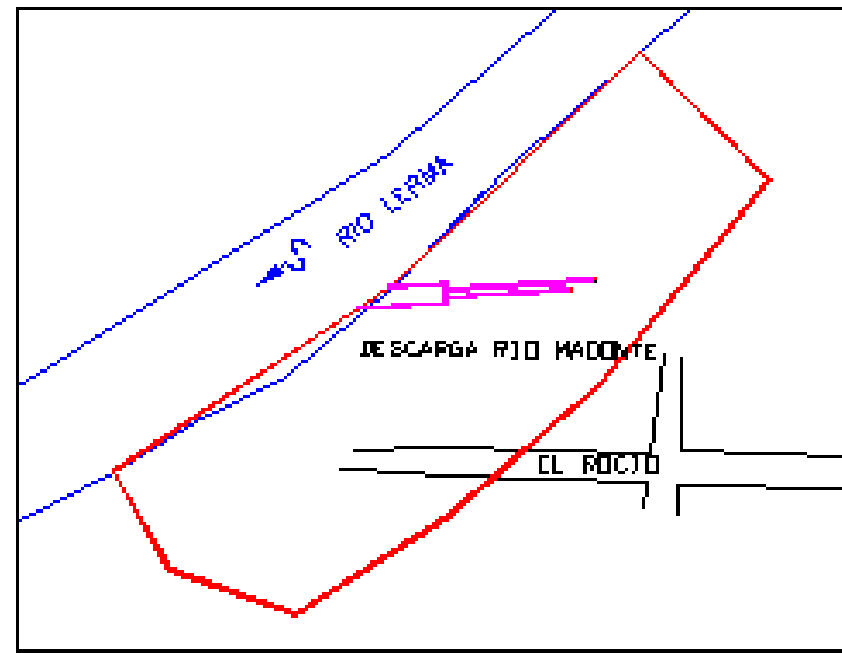
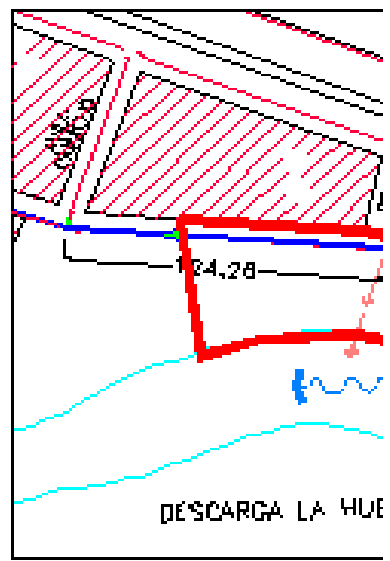
DESCARGAS AL COLECTOR RIBEREÑO



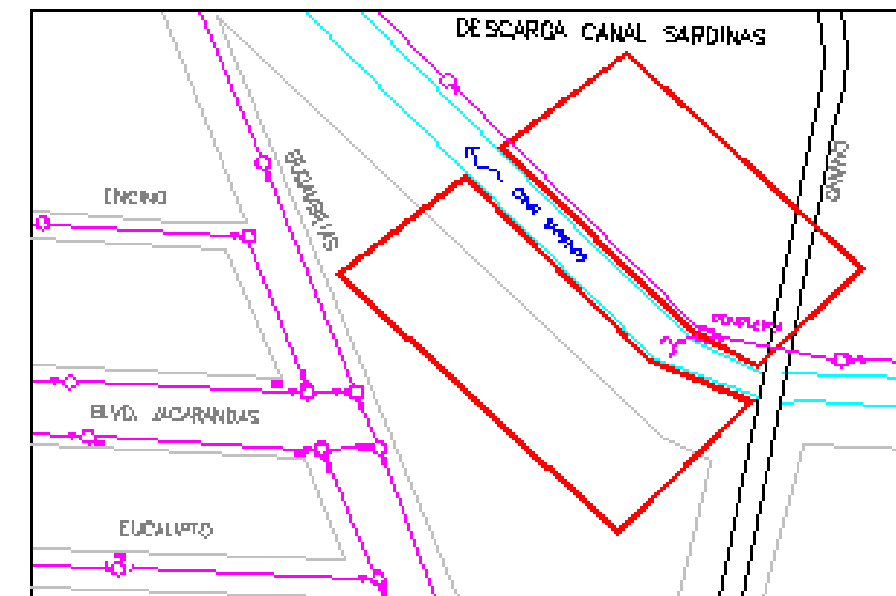
DESCARGAS AL COLECTOR MARGEN DERECHA 2



DESCARGAS AL COLECTOR MARGINAL SUR



DESCARGAS AL COLECTOR PERIFÉRICO



| ESCENARIO | |
|--------------------|--|
| Flujo: | Escenario 1 (PEMEX incrementa flujo en 2012) |
| Años | 1+11 |
| Aportación FINFRA: | SI |
| Aportación Mpio: | NO |
| Aportación Estado: | NO |

| APORTACIONES | | |
|-------------------|-----------|---------------|
| FINFRA: | 34.91% | 80,799,429.16 |
| Municipio: | 0.00% | - |
| Estado: | 0.00% | - |
| Aportación Total | 34.91% | 80,799,429.16 |
| Capital de riesgo | 25.00% | 57,855,632.30 |
| Financiamiento | 40.09% | 92,767,467.74 |
| Tasas: | | |
| interés real | 10% | |
| TIR (C.R.): | 10% | |
| Periodo | | |
| Construcción: | 1 | años |
| Operación | 11 | años |
| Total | 12 | años |

| COSTOS DE APORTACION | | |
|-----------------------|--------------|--------|
| Fijos PTAR: | 2,439,067.20 | \$/mes |
| Variables PTAR: | 0.5038 | \$/m3 |
| Fijos líneas reúso | 3,986.67 | \$/mes |
| Variables línea reúso | 0.1809 | \$/m3 |

| DATOS BÁSICOS | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | TOTALES |
|----------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|------------|
| Año | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
| Flujo (lps) | | 164.64 | 175.7 | 157.95 | 165.34 | 172.86 | 180.55 | 192.92 | 200 | 200 | 200 | 20040 | - | - | - | |
| Volumen tratado (m3) | | 5,188,815 | 5,540,905 | 4,981,183 | 5,214,265 | 5,451,836 | 5,693,981 | 6,084,047 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | - | - | - | 63,383,832 |

| INVERSIONES (incluye IVA) | |
|---------------------------|-----------------------|
| PTAR | 62,005,234.60 |
| Líneas para reúso | 20,123,171.11 |
| Colector margen der. 1 | 14,303,611.24 |
| Col. Margen Der. 2 | 28,089,277.79 |
| Col. Marginal Sur | 24,402,073.31 |
| Col. Periférico | 27,856,452.30 |
| CB Constituyentes | 13,707,857.49 |
| CB Soriana | 13,831,984.87 |
| CB del Parque | 16,182,777.24 |
| CB Rio Madonte | 10,920,089.26 |
| Inversión Total: | 231,422,529.21 |

| APORTACIONES | | |
|----------------------|-------|------|
| FINFRA | MPIO. | EDO. |
| 34% | 0% | 0% |
| 0% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 40% | 0% | 0% |
| 80,799,429.16 | | |

| APORTACIONES | |
|-------------------------|----------------------|
| FINFRA | 80,799,429.16 |
| Municipio | - |
| Estado | - |
| Aportación Total | 80,799,429.16 |

| FINANCIAMIENTO Y CAPITAL DE RIESGO | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Pagos | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| Financiamiento | 92,767,467.74 | 102,044,514.82 | 87,629,953.14 | 71,774,268.63 | 54,333,009.37 | 35,147,627.48 | 14,043,707.40 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Saldo inicial | 92,767,467.74 | 102,044,514.82 | 87,629,953.14 | 71,774,268.63 | 54,333,009.37 | 35,147,627.48 | 14,043,707.40 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Interés | 9,276,746.77 | 10,204,421.45 | 8,762,995.31 | 7,177,426.56 | 5,433,300.94 | 3,514,762.75 | 1,404,370.74 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Saldo final | 102,044,214.52 | 87,629,953.14 | 71,774,268.63 | 54,333,009.37 | 35,147,627.48 | 14,043,707.40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Capital de riesgo | 57,855,632.30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recuperación | 0.00 | - | - | - | - | - | - | 9,170,608.68 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 |
| VPN C. de R.: | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| PAGOS | | | | | | | | | | | | | | | TOTALES | |
|--------------------|------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| T1 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
| T1 | | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | 24,618,682.83 | - |
| T2 | | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | - |
| T3 | | 3,553,042.19 | 3,794,136.33 | 3,410,866.58 | 3,570,469.54 | 3,733,146.07 | 3,898,955.25 | 4,166,052.56 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | - |
| Pago Total: | | 30,614,779 | 30,855,873.02 | 30,472,603.27 | 30,632,206.23 | 30,794,882.76 | 30,960,691.94 | 31,227,789.26 | 31,380,593.47 | 31,380,593.47 | 31,380,593.47 | 31,380,593.47 | 31,380,593.47 | 31,380,593.47 | 31,380,593.47 | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| \$/m3 | 5.9001 | 5.5687 | 6.1175 | 5.8747 | 5.6485 | 5.4374 | 5.1327 | 4.9754 | 4.9754 | 4.9754 | 4.9754 | 4.9754 | 4.9754 | 4.9754 | 4.9754 | 4.9754 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

| | |
|-----------|--------|
| s/m3 mini | 4.9754 |
| s/m3 máx | 6.1175 |
| s/m3 pron | 5.3812 |

| ESCENARIO | |
|--------------------|--|
| Flujo | Escenario 1 (PEMEX Incrementa flujo an 2012) |
| años | 1+11 |
| Aportación FINFRA: | SI |
| Aportación Mpio: | SI |
| Aportación Estado: | SI |

| APORTACIONES | | |
|-------------------|---------|----------------|
| FINFRA: | 34.91% | 80,799,429.18 |
| Municipio: | 10.00% | 23,142,282.92 |
| Estado: | 10.00% | 23,142,282.92 |
| Apartación Total: | 54.91% | 127,083,935.01 |
| Capital de riesgo | 25.00% | 57,858,632.30 |
| Financiamiento | 20.09% | 46,482,961.90 |
| tasas | | |
| Interés real | 10% | |
| TIR (C.R.): | 10% | |
| Periodo | | |
| Construcción | 1 Años | |
| Operación | 11 Años | |
| Total: | 12 Años | |

| COSTO DE APORTACION | | |
|-----------------------|--------------|--------|
| Fijos PTAR | 2,439,067.20 | \$/mes |
| Variables PTAR | 0.50384 | \$/m3 |
| Fijos línea reúso | 3,986.67 | \$/mes |
| Variables línea reúso | 0.18091 | \$/m3 |

| DATOS BÁSICOS | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | TOTALES |
|-----------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|------------|
| Año | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
| Flujo: (lps) | | 164.54 | 175.70 | 157.95 | 165.34 | 172.88 | 180.55 | 192.92 | 200.00 | 200.00 | 200.00 | 200.00 | - | - | - | |
| Volumen Tratado: (m3) | | 5,188,815 | 5,540,905 | 4,981,183 | 5,214,265 | 5,451,836 | 5,693,981 | 6,084,047 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | - | - | - | 63,383,832 |

| INVERSIONES (incluye IVA) | |
|---------------------------|-----------------------|
| PTAR | 62,005,234.60 |
| Línea para reúso | 20,123,171.11 |
| Col. Margen der. 1 | 14,303,611.24 |
| Col. Margen Der. 2 | 28,089,277.79 |
| Col. Marginal Sur | 24,402,073.31 |
| Col. Periferico | 27,856,452.30 |
| CB Constituyentes | 13,707,857.49 |
| CB Soriana | 13,831,984.87 |
| CB del Parque | 16,182,777.24 |
| CB Río Medorte | 10,920,089.26 |
| Inversión total | 231,422,529.21 |

| APORTACIONES | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| FINFRA | MUNICIPIO | ESTADO |
| 34% | 10% | 10% |
| 0% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 80,799,429.16 | 23,142,252.92 | 23,142,252.92 |

| APORTACIONES | |
|-------------------------|-----------------------|
| FINFRA | 80,799,429.16 |
| Municipio | 23,142,252.92 |
| Estado | 23,142,252.92 |
| Aportación total | 127,083,935.00 |

| FINANCIAMIENTO Y CAPITAL DE RIESGO | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|----------|----------|
| Pagos | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | - | - | - |
| Financiamiento | 46,482,961.90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Saldo Inicio: | 46,482,961.90 | 51,131,258.09 | 39,464,419.82 | 26,630,897.71 | 12,514,023.40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Interés | 4,648,296.19 | 5,113,125.81 | 3,946,441.98 | 2,663,089.77 | 1,251,402.34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Saldo final | 51,131,258.09 | 39,464,419.82 | 26,630,897.71 | 12,514,023.40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Capital de riesgo | 57,855,632.30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recuperación | - | - | - | - | 3,014,538.34 | 16,779,984.08 | 18,779,964.08 | 16,779,964.06 | 18,779,964.08 | 16,779,984.08 | 16,779,964X16 | 16,779,964.09 | - | - | - |
| VPN C.de R.: | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| PAGOS | | | | | | | | | | | | | | TOTALES | | |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|---------|---|-----------------------|
| T1 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | 16,779,964.08 | - | - | - | 184,579,604.88 |
| T2 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | - | - | - | 26,873,592.57 |
| T3 | 3,553,042.19 | 3,794,136.33 | 3,410,866.58 | 3,570,469.54 | 3,733,146.07 | 3,898,955.25 | 4,166,052.56 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | - | - | - | 43,402,095.64 |
| Pago Total: | 22,776,060.14 | 23,017,154.28 | 22,633,884.53 | 22,793,487.49 | 22,956,164.02 | 23,121,973.20 | 23,389,070.51 | 23,541,874.73 | 23,541,874.73 | 23,541,874.73 | 23,541,874.73 | 23,541,874.73 | - | - | - | 254,855,293.09 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|---|
| s/m3 | 4.3895 | 4.1540 | 4.5439 | 4.3714 | 4.2107 | 4.0608 | 3.8443 | 3.7325 | 3.7325 | 3.7325 | 3.7325 | 3.7325 | - | - | - |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|---|

| | |
|------------|--------|
| s/m3 min. | 3.7325 |
| s/m3 máx. | 4.5439 |
| s/m3 prom. | 4.208 |

| ESCENARIO | |
|-----------------------|--|
| Flujo Años | Escenario 1 (PEMEX Incrementa flujo en 2012) 1+14 |
| Aportación FINFRA: | SI |
| Aportación Municipio: | SI |
| Aportación Estado: | SI |

| APORTACIONES | % | \$ |
|--------------------|---------|----------------|
| FINFRA: | 34.91% | 80,799,429.16 |
| Municipio | 10.00% | 23,142,252.92 |
| Estado: | 10.00% | 23,142,252.92 |
| Aportación Total: | 54.91% | 127,083,935.01 |
| Capital de Riesgo: | 25.00% | 57,855,632.30 |
| Financiamiento: | 20.09% | 46,482,961.90 |
| Tasas | | |
| Interes Real: | 10% | |
| TIR (C.R) | 10% | |
| Periodo | | |
| Construcción: | 1 Años | |
| Operación: | 14 Años | |
| Total: | 15 Años | |

| COSTOS DE OPERACIÓN | | |
|-----------------------|--------------|--------|
| Fijos PTAR | 2,439,067.20 | \$/mes |
| Variables PTAR | 0.50384 | \$/m3 |
| Fijos línea reúso | 3,986.67 | \$/mes |
| Variables línea reúso | 0.18091 | \$/m3 |

| DATOS BÁSICOS | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | TOTALES |
|----------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Años | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
| Flujo (lps) | | 164.54 | 175.7 | 157.95 | 165.34 | 172.88 | 180.55 | 192.92 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | |
| Volumen tratado (m3) | | 5,188,815 | 5,540,905 | 4,981,183 | 5,214,265 | 5,451,836 | 5,693,981 | 6,084,047 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | 6,307,200 | 82,305,432 |

| INVERSIONES (incluye IVA) | |
|---------------------------|-----------------------|
| PTAR | 62,005,234.60 |
| Línea para reúso | 20,123,171.11 |
| Col. Margen Der. 1 | 14,303,611.24 |
| Col. Margen Der. 2 | 28,089,277.79 |
| Col. Marginal Sur | 24,402,073.31 |
| Col. Periférico | 27,856,452.30 |
| CB Constituyentes | 13,707,857.49 |
| CB Soriana | 13,831,984.87 |
| CB del parque | 16,182,777.24 |
| CB Rio Madonte | 10,920,089.26 |
| Inversión Total: | 231,422,529.21 |

| APORTACIONES | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| FINFRA | MUNICIPIO | ESTADO |
| 34% | 10% | 10% |
| 0% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 40% | 10% | 10% |
| 80,799,429.16 | 23,142,252.92 | 23,142,252.92 |

| APORTACIONES | |
|--------------------------|-----------------------|
| FINFRA | 80,799,429.16 |
| Municipio | 23,142,252.92 |
| Estado | 23,142,252.92 |
| Aportación Total: | 127,083,935.00 |

| FINANCIAMIENTO Y CAPITAL DE RIESGO | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Pagos | | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 |
| Financiamiento | 46,482,961.90 | | | | | | | | | | | | | | |
| Saldo inicio: | 46,482,961.90 | 51,131,258.09 | 41,449,825.15 | 30,800,248.91 | 19,085,715.05 | 6,199,727.80 | | | | | | | | | |
| Interés | 4,648,296.19 | 5,113,125.81 | 4,144,982.51 | 3,080,024.89 | 1,908,571.50 | 619,972.78 | | | | | | | | | |
| Salde Final: | 51,131,258.09 | 41,449,825.15 | 30,800,248.91 | 19,085,715.05 | 6,199,727.80 | | | | | | | | | | |
| Capital de riesgo | 57,855,632.30 | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación | | | | | | 7,974,858.17 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 |
| VPN C.deR. | | | | | | | | | | | | | | | |

| PAGOS | | | | | | | | | | | | | | | TOTALES | |
|--------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| T1 | | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 14,794,558.75 | 207,123,822.50 |
| T2 | | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 2,443,053.87 | 34,202,754.18 |
| T3 | | 3,553,042.19 | 3,794,136.33 | 3,410,866.58 | 3,570,469.54 | 3,733,146.07 | 3,898,955.25 | 4,166,052.56 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 4,318,856.78 | 56,358,665.98 |
| Pago Total: | | 20,790,654.81 | 21,031,748.95 | 20,648,479.20 | 20,808,082.16 | 20,970,758.69 | 21,136,567.87 | 21,403,665.18 | 21,556,469.40 | 21,556,469.40 | 21,556,469.40 | 21,556,469.40 | 21,556,469.40 | 21,556,469.40 | 21,556,469.40 | 297,685,242.66 |
| \$/m3 | | 4.0068 | 3.7957 | 4.1453 | 3.9906 | 3.8466 | 3.7121 | 3.518 | 3.4178 | 3.4178 | 3.4178 | 3.4178 | 3.4178 | 3.4178 | 3.4178 | |

| | |
|-------------|--------|
| \$/m3 mín. | 3.4178 |
| \$/m3 máx. | 4.1456 |
| \$/m3 prom. | 3.6168 |

