

10 Fuente: CNA, Actualización del Plan Maestro Para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento y para Complementar la Ingeniería Básica de la PTAR, para la Ciudad de Piedras Negras, Coah., abril de 1997.

En cuanto a los datos de operación de S.I.M.A.S. más recientes y que corresponden a 1996, se abasteció a 113,601<sup>11</sup> habitantes con 16'503,439 m<sup>3</sup> (523 lps) de agua potable, de los cuales el 40% se perdió en fugas físicas; en base a ello, el consumo promedio con las tarifas y cuotas actuales, es aproximadamente de 239 lts/hab/día., de los cuales el 80%<sup>12</sup> se vierte al alcantarillado (251 lps).

### 2.2.2 Situación sin proyecto

Según el Programa Estatal de Saneamiento Ambiental para Piedras Negras, de 1996, se tiene contemplado tener una cobertura del 100% en agua potable para finales de 1997, con lo que el gasto aportado al alcantarillado se incrementa hasta 273 lps, por lo que para efectos de esta evaluación, se considera en adelante como proyecto ya ejecutado.

Las bases del concurso No.CEAS-PTEPN-COAH-01-1996, que se está licitando actualmente, establecen una dotación de agua potable de 300 lts/hab/día; sin embargo, esta evaluación se hace en base a la dotación estimada de 239 lts/hab/día, con las tarifas y cuotas actuales, con la que se estima las aportaciones al alcantarillado.

## 2.3 Descripción del sistema de alcantarillado

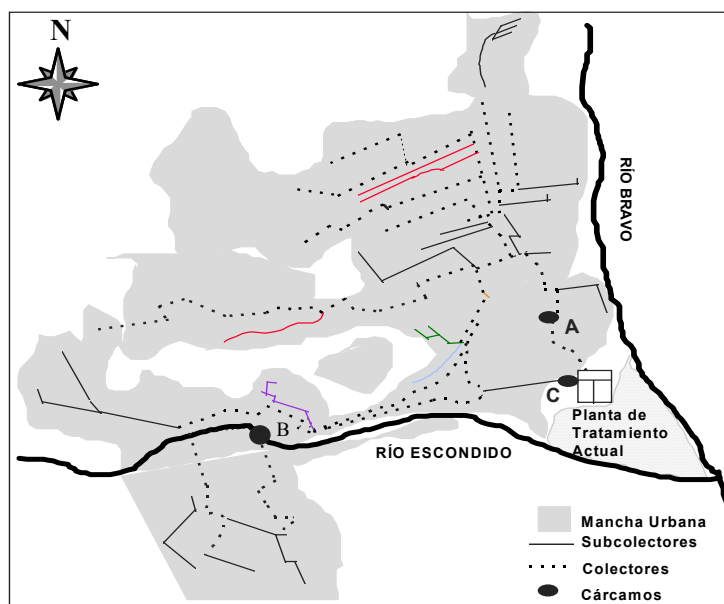
### 2.3.1 Situación actual

La cobertura de alcantarillado es del 80%; está conformado por un total de 14 colectores, 18 subcolectores y red de atarjeas, así como de 3 cárcamos de bombeo y sus emisores a presión, los cuales sirven para realizar la conducción de las aguas residuales, por gravedad y bombeo hacia las lagunas de oxidación existentes, con la distribución mostrada en la figura 2.1.

---

11 Estimación propia basándose en el Censo de 1995 del INEGI, con tasa de crecimiento del 3% según CEAS y considerando la cobertura del sistema de agua potable del 95% proporcionada por SIMAS.

12 Fuente: SEDESOL. Norma Oficial de Proyectos de Alcantarillado.



**Figura 2.1** Sistema actual de alcantarillado de la Cd. de Piedras Negras.

El 70% de las descargas no domésticas, no cumplen con las normas de calidad vigentes (Anexo 4), lo que afecta a la operación del alcantarillado y provoca tener parámetros mayores en el punto de vertido final (lagunas de oxidación).

Por otra parte, de acuerdo a los últimos aforos oficiales realizados por C.E.A.S. en el año de 1995, en los dos cárcamos finales (A y C de la figura 2.1) a los que en conjunto confluyen el total de gastos colectados por el sistema de alcantarillado, existía un gasto medio total de aportación de 400 lps (cuadro 2.1), el cual se estima que se haya incrementado en forma proporcional al aumento de la población y la cobertura del alcantarillado.

**Cuadro 2.1** Aforos en los Cárcamos del Sistema de Alcantarillado de Piedras Negras, Coah., en 1995.

Niveles	Gastos l.p.s
Mínimo	253
Medio	400
Máximo	529

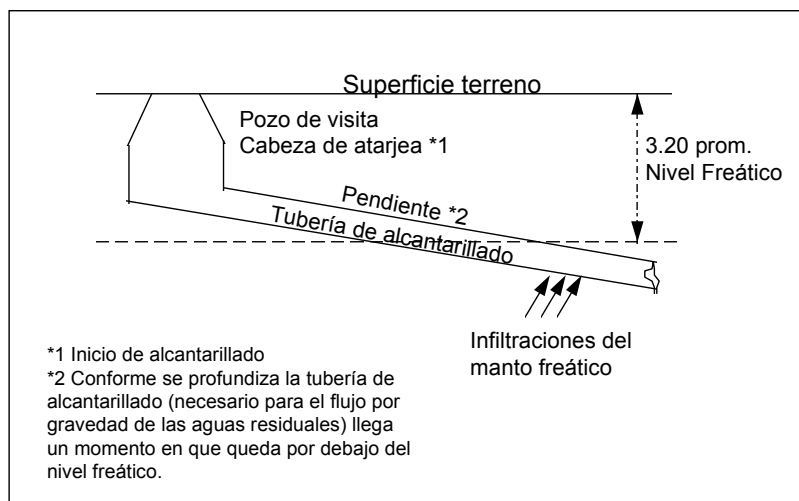
Fuente: C.E.A.S. Análisis técnicos realizados en 1995.

Suponiendo que se haya mantenido constante el mismo gasto (400 lps) a través del tiempo, y comparándolo con el gasto medio de aportación del sistema de agua potable al alcantarillado (251 lps), se tiene que es mayor en 149 lps el gasto que sale del alcantarillado,

que lo aportado por el sistema de agua potable, lo que puede tener dos causas: aportaciones clandestinas de usuarios o por infiltraciones a la red.

De las aportaciones clandestinas no hay ningún registro que permita verificar su existencia, por lo que se supone que no existen o que es despreciable su aportación; sin embargo, de las aportaciones de aguas freáticas a través de las tuberías (figura 2.2), se tiene el antecedente de que sí existen, ya que por ejemplo, en el sistema de alcantarillado de la zona centro de la ciudad, se verificó por SIMAS que ya no hay tramos de tubería, o bien está rota, o trabajando en contrapendiente.

En 1996 C.E.A.S. realizó un análisis a las aguas residuales en su punto de vertido final, para comparar dichos estudios con los parámetros promedio de caracterización típica de aguas residuales en poblaciones fronterizas, obteniendo valores muy por debajo de los esperados, por lo que dichas aguas negras debieron estar diluidas para arrojar estos resultados.



**Figura 2.2** Ilustración de las infiltraciones del manto freático hacia el alcantarillado.

### 2.3.2 Situación sin proyecto

La optimización del sistema de alcantarillado de la ciudad de Piedras Negras, supone medidas dirigidas a rehabilitar y ampliar el sistema actual, lo que implicaría montos de inversión considerables y por consiguiente, otro proyecto a evaluar.

Sin embargo, el proyecto para proveer de alcantarillado a toda la ciudad y rehabilitar lo ya existente, se ejecutará de forma paralela

con la planta de tratamiento en estudio y es independiente de éste en su ejecución, por lo que en este caso, se parte del supuesto de que dicho sistema de alcantarillado opera eficientemente, es decir, no tiene aportaciones extraordinarias por infiltraciones del subsuelo, con lo que los gastos de la red de drenaje hacia las lagunas de oxidación, son generados sólo por las aportaciones del sistema de agua potable, las cuales se han plasmado en el cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2** Proyecciones de aportación al alcantarillado, proveniente del sistema de agua potable, en la ciudad de Piedras Negras.

Período	Año	Población (hab.)	Gasto medio de Aportación al Alcantarillado (l.p.s.)
0	1997	123,167	273
1	1998	126,862	281
2	1999	130,668	289
3	2000	134,588	298
4	2001	138,626	307
5	2002	142,785	316
6	2003	147,068	325
7	2004	151,480	335
8	2005	156,025	345
9	2006	160,705	356
10	2007	165,527	366
11	2008	170,492	377
12	2009	175,607	389
13	2010	180,875	400
14	2011	186,302	412
15	2012	191,891	425
16	2013	197,647	437
17	2014	203,557	451
18	2015	209,684	464
19	2016	215,975	478
20	2017	222,454	492
21	2018	229,127	507
22	2019	236,001	522
23	2020	243,081	538
24	2021	250,374	554
25	2022	257,885	571
26	2023	265,622	588

Fuente: Elaboración propia con base al Censo de 1995 del INEGI, con tasa de crecimiento del 3% según CEAS, considerando una cobertura del sistema de agua potable del 100%, una dotación media de 239 lts/hab/día y una aportación del 80% según SEDESOL.

Por otra parte, en lo referente al 70% de las descargas no domésticas, que no cumplen con las normas de calidad requeridas oficialmente, cabe estimar, porque así lo han manifestado las autoridades, que se aplicarán las medidas correctivas, de tal forma que se cumplan las normas y consecuentemente se tengan los parámetros de aguas residuales típicas para poblaciones fronterizas, en el punto de vertido final del alcantarillado, de otra forma esto contribuye a que la operación de la PTAR sea ineficaz (cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3** Caracterización típica de aguas residuales en poblaciones fronterizas.

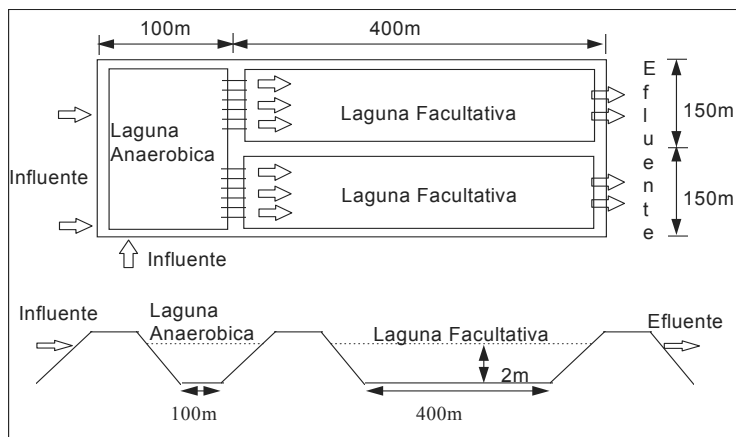
Parámetro	Unidades	Concentración
Sólidos totales (ST)	mg/l	720
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/l	500
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l	220
Sólidos sedimentables (SS)	mg/l	10
DBO5	mg/l	220
DQO	mg/l	500
Grasas y Aceites	mg/l	100

Fuente: Bases de concurso CEAS-PTEPN-COAH-01-1996 y SIMAS; Piedras Negras.

## 2.4 Descripción del actual sistema de tratamiento de aguas residuales

### 2.4.1 Situación actual

Con el fin de controlar la descarga de aguas residuales del sistema de alcantarillado de la ciudad de Piedras Negras, en 1964 se construyó una planta de tratamiento basado en lagunas de oxidación, cuyo diseño se muestra en la figura 2.3.



**Figura 2.3** Diseño de las Lagunas de Oxidación de Piedras Negras.

Esta planta se ubica a 3.0 Km al sureste del centro de la ciudad, en las cercanías del río Escondido y del río Bravo, cubriendo una superficie de 17 has. incluyendo bordos laterales de contención y recibiendo las aguas residuales provenientes de los dos últimos cárcamos de bombeo del sistema de alcantarillado.

Las lagunas fueron diseñadas originalmente para dar servicio a 50,000 habitantes, con un gasto influente de 116 lps; esta capacidad ha sido rebasada, ya que la población actual se estima en 123,167 hab.<sup>13</sup> con un gasto influente de 400 lps. Aunado a lo anterior, en visita de campo efectuada en marzo de 1997, se observó que dichas lagunas contienen gran cantidad de azolve (por materia orgánica, arenas y sólidos varios), al grado que sobresalen del espejo de agua, provocando que no se tenga retención hidráulica.

Los últimos estudios oficiales realizados por CEAS al influente de las lagunas de oxidación en 1992, se consideran vigentes porque los consumos de agua potable no han cambiado substancialmente; al efluente no se le ha realizado ninguna prueba directamente, por lo que a falta de información, se supone como característico el promedio mensual para 1996, del punto de monitoreo de la C.N.A. a orillas del río Bravo a la altura de las lagunas.

Dado que no se tienen las características actuales del influente y efluente, sólo la información de la CNA a la orilla de las lagunas, lo que hay que suponer que en comparación a las características de diseño, las lagunas no están operando correctamente, son insuficientes para tratar el volumen de agua generada y porque se encuentran abandonadas, lo cual supone que no se les ha dado mantenimiento y por lo tanto no generan costos de operación (cuadro 2.4).

---

13 Fuente: Estimación propia con base al Censo de 1995 del INEGI, con tasa de crecimiento del 3% según CEAS.

**Cuadro 2.4** Características de operación actual de las lagunas de oxidación vs diseño original.

Parámetro	Diseño 1964-1979	Operación 1997
Población	50,000 hab.	123,167 hab.
DBO5 (influyente)	200 mg/l	no definido
DBO5 (efluente)	30 mg/l	no definido
SST (influyente)	250 mg/l	no definido
SST (efluente)	100 mg/l	no definido
Gasto influente.	116 l.p.s.	400 l.p.s.

Fuente: C.E.A.S. Datos de la Ingeniería Básica del Proyecto y Construcción de la Planta de Tratamiento de la ciudad de Piedras Negras, 1992.

El efluente de las lagunas de oxidación, se usa para el riego de 140 hectáreas agrícolas aledañas, las cuales aprovechan 140 lps<sup>14</sup> y los 260 lps restantes se vierten al río Bravo a través de un canal y por infiltraciones<sup>15</sup> (figura 2.4).



**Figura 2.4** Zona urbana y agrícola, contiguas a las lagunas de oxidación.

Para uso agrícola, este efluente cumple con las condiciones requeridas, ya que de acuerdo a la clasificación correspondiente, es un agua tipo 4, apta para el riego de forrajes (Anexo 5).

14 Fuentes: Estimación propia basándose en el “Manual Técnico de Agricultura” para el municipio de Piedras Negras, SAGAR.

15 Fuente: CEAS, Ingeniería Básica para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, “Exploración del subsuelo”: donde se informa que la permeabilidad de los estratos del subsuelo de la zona, es de media a baja, 1992.

Sin embargo, el agua que se vierte al río Bravo, de acuerdo a lo señalado en el cuadro 2.5, no cumple con la normatividad nacional e internacional (ver anexo 2).

Por otra parte, a través del tiempo, el crecimiento de la zona urbana se fue acercando a las lagunas de oxidación, quedando actualmente dichos asentamientos colindando con éstas, como se ilustra en la figura 2.4.

**Cuadro 2.5** Comparativa de la calidad del agua supuesta efluente de las lagunas de oxidación vs normas requeridas C.N.A. (Nacional), C.E.A.S. (Estatal) y C.I.L.A. (Internacional)

Parámetro	Unidades	C.N.A.	C.E.A.S.	C.I.L.A.	Efluente
DBO5	mg/l	75	30	30	317
DQO	mg/l			100	553
SST	mg/l	75	30	30	31
PH	unidades	10	6	9	7
Temperatura	°C	40	40		21
Sólidos sedim.	mg/l	1	1		0.15
Grasas y aceites	mg/l	15	15	25	69
Nitrógeno total	mg/l	40	40		8
Colif. Fecales	NMP/100ml	1,000	1,000	36,000	50,367
Colif. Totales	NMP/100ml				240,000

Fuente: C.N.A., Condiciones de concentración máxima instantánea para “Condiciones Específicas para el Permiso de Descarga de Aguas Residuales” según título de concesión No. 2COA100317/24HMSG94, febrero de 1997 (NOM-001-ECOL-96); C.E.A.S. Bases de concurso CEAS-PTEPN-COAH-01-1996; C.I.L.A. acta 264 convenida entre Méx-EUA, 1980.

Nota: Promedios mensuales.

## 2.4.2 Situación sin proyecto

No es posible considerar una optimización del sistema de saneamiento actual de la ciudad, ya que ésta no se podría lograr con medidas administrativas, ni con inversiones marginales, puesto que las medidas estarían dirigidas a rehabilitar las lagunas de oxidación, lo que implicaría una inversión considerable y por tanto otro proyecto a evaluar.

La calidad del agua residual de la ciudad, que llega a las lagunas con el alcantarillado rehabilitado, corresponderá a la caracterización típica de poblaciones fronterizas, según CEAS.

En lo que se refiere a las 140 hectáreas agrícolas aledañas, que utilizan parte del efluente de las lagunas de oxidación, serían las mismas aunque aumentara el volumen descargado de las lagunas,

ya que no es posible expandir el área, puesto que se encuentra limitada de forma natural por los ríos Bravo y Escondido, y por encontrarse en su límite máximo de productividad, se estima que el gasto de agua aprovechada (140 lps) será constante, y lo que crecerá, será el volumen que se vierta al río, como se muestra en el cuadro 2.6.

**Cuadro 2.6** Efluente de las lagunas de oxidación y su destino.

Período	Año	Gasto efluente de las lagunas de oxidación (lps)	Gasto utilizado para riego agrícola (lps)	Gasto aportado al río Bravo (lps)
0	1997	273	140	133
1	1998	281	140	141
2	1999	289	140	149
3	2000	298	140	158
4	2001	307	140	167
5	2002	316	140	176
6	2003	325	140	185
7	2004	335	140	195
8	2005	345	140	205
9	2006	356	140	216
10	2007	366	140	226
11	2008	377	140	237
12	2009	389	140	249
13	2010	400	140	260
14	2011	412	140	272
15	2012	425	140	285
16	2013	437	140	297
17	2014	451	140	311
18	2015	464	140	324
19	2016	478	140	338
20	2017	492	140	352
21	2018	507	140	367
22	2019	522	140	382
23	2020	538	140	398
24	2021	554	140	414
25	2022	571	140	431
26	2023	588	140	448

Fuente: Elaboración propia basándose en el "Manual Técnico de Agricultura" para el municipio de Piedras Negras, SAGAR, Situación optimizada de los sectores Agua Potable y Alcantarillado, de este mismo documento.

Como se ha mencionado, los volúmenes aportados al río Bravo, presentados en el cuadro 2.6, no cumplen con las normatividades, por lo que respecta a las nacionales, de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, en los artículos 119, 120, 121 y 278 (Anexo 6), dichos volúmenes serán objeto de pago de cuotas y multas, por parte de C.E.A.S.-S.I.M.A.S. a la C.N.A. a partir del año 2000. Sin embargo estos pagos desde el punto de vista

social son una transferencia de recursos, por lo que no serán considerados en la evaluación social.

## 2.5 Calidad del agua

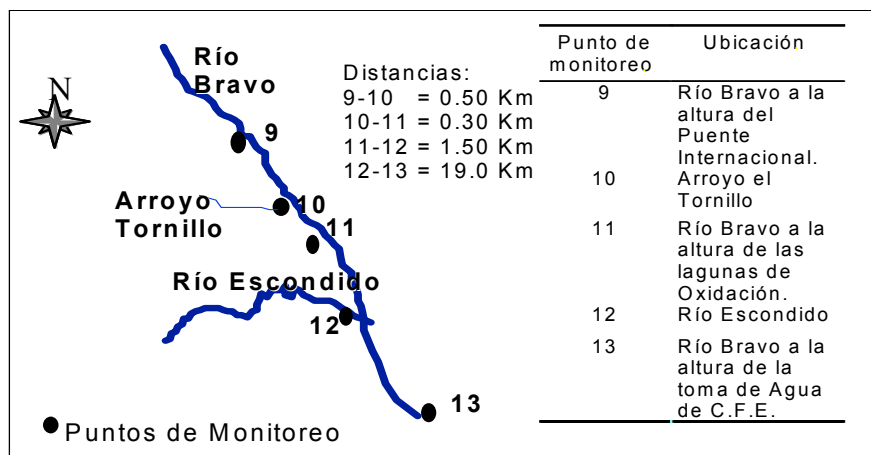
### 2.5.1 Subterránea

El azolvamiento de las lagunas, provoca que las aguas residuales se desborden en diferentes ocasiones, se infiltren al subsuelo y con ello contribuyan a la contaminación de los mantos acuíferos subterráneos; al respecto, no existen estudios del grado de impacto.

Aún cuando se tuviera el alcantarillado funcionando correctamente (sin infiltraciones a través de sus ductos), se tendrían que desazolver las lagunas para que dejaran de haber desbordamientos, lo cual, como se ha mencionado anteriormente, no es posible considerarlo una optimización, por el monto de inversión que ello requeriría.

### 2.5.2 Superficial

En cuanto a la contaminación de las aguas superficiales (río Bravo y sus tributarios), atribuible a las lagunas de oxidación, se presenta la localización gráfica de los puntos monitoreados por la C.N.A. en 1996 (figura 2.5), y los resultados de calidad obtenidos, comparados contra la norma más rigurosa, correspondiente a C.E.A.S. (cuadro 2.7).



**Figura 2.5** Localización de los puntos de monitoreo por la C.N.A., a lo largo del río Bravo en Piedras Negras, 1996

Como se observa en el cuadro 3.7, el punto 10 correspondiente al arroyo El Tornillo, rebasa cuatro de los parámetros requeridos, lo cual se atribuye a que éste recibe aportaciones directas de la población asentada en sus márgenes y a que su caudal no tiene capacidad de dilución; luego sigue el

punto 11, correspondiente al río Bravo a la altura de las lagunas de oxidación, que no cumple con cinco de los parámetros, lo cual, no habiendo otras fuentes de contaminación cercana, se atribuyen a las lagunas; y ya aguas abajo de este último punto señalado, se van depurando los contaminantes, de tal forma que al llegar al punto 13, ubicado a la altura de la obra de toma de la C.F.E. no hay evidencia de problemas generados por los contaminantes que se vierten en los puntos precedentes<sup>16</sup>.

**Cuadro 2.7** Calidad del agua del río Bravo y sus tributarios a la altura de Piedras Negras vs normas de calidad requeridas por C.E.A.S.

Parámetro	Unid.	Req.	9	10	11	12	13
Grasas y A.	mg/l	15	23.1 *	32.8*	68.9*	16.1*	4.5
DBO5	mg/l	30	7.2	66.3*	317.5*	1.9	5.2
DQO	mg/l	100	24.6	228.1*	552.6*	13.7	21.1
SST	mg/l	30	18.2	16.4	31.0*	24.4	24.0
Colif. Fecales	NMP	1,000	681.7	2,750*	50,367*	258.4	67.2

Fuente: C.N.A., Depto. De Saneamiento y Calidad del Agua, Red Nacional de Monitoreo, 1996. y Normas de calidad más estrictas correspondientes a C.E.A.S.

Nota: \* = Parámetros fuera de la norma

Lo anterior se ratifica, comparando el gasto de las lagunas que se vierte al río Bravo (260 lps), contra el caudal mínimo de éste (22,800 lps<sup>17</sup>), lo que significa un 1.14% del caudal del río, por lo que el impacto en contribución a la degradación de las condiciones ambientales del río, es imperceptible.

En este caso, la optimización que se pudiera tener, es que se cumplan con las condiciones particulares de descarga al alcantarillado de los usuarios no domésticos, ya que repercute finalmente en el efluente que se vierte al río Bravo proveniente de las lagunas; sin embargo, con los estudios con que se cuenta actualmente, no es posible medir cual sería el impacto en mitigación de la contaminación, por lo que se considera que la situación sin proyecto es igual a la situación actual.

## 2.6 Usos del agua del río Bravo

### 2.6.1. Situación actual

16 Fuente: CILA, Estudio Binacional sobre la presencia de sustancias tóxicas en el río Bravo y sus afluentes, septiembre de 1994.

17 C.I.L.A. Reporte anual en la estación hidrométrica del río Bravo en Piedras Negras, 1996, promedio mensual mínimo en el año.

La C.F.E. extrae aproximadamente 800 lps de agua del río Bravo, la cual es objeto de un pretratamiento químico antes de ser utilizada en su proceso de generación de energía; este volumen se lo paga a la C.N.A., a \$5.30 por m<sup>3</sup>, de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua<sup>18</sup>.

Por otro lado, a partir del año de 1955, se suspendió el otorgamiento de permisos para la extracción de agua para uso agrícola, gozando de esta ventaja sólo aquellos agricultores que se registraron antes de diciembre de ese año. En 1996, ante la sequía que se presentó, bajaron los niveles de la Presa de La Amistad, ubicada aguas arriba de la ciudad de Piedras Negras, por lo que se restringió la utilización del agua del río para riego agrícola a los usuarios existentes aguas abajo de la presa antes mencionada.

#### 2.6.2 Situación sin proyecto

La limitación física que impide que aumenten las 140 ha., que se benefician con agua del efluente de las lagunas de oxidación, no debería ser un obstáculo para aumentar la producción agrícola, ya que aguas abajo del río Bravo existen 858 has.<sup>19</sup> (dentro del municipio de Piedras Negras)<sup>20</sup> en las márgenes del río mencionado, con la infraestructura requerida para aprovechar el volumen excedente que se descarga al río.

Para efectos de este estudio, se supone, que se levanta la restricción de uso de agua del río Bravo para riego agrícola, en la misma proporción que el volumen excedente no utilizado en las 140 hectáreas aledañas a las lagunas, con lo que se aprovecharía para este uso, el total de agua procedente de las lagunas de oxidación.

#### 2.7 Aspectos asociados a las condiciones actuales de las lagunas de oxidación

La cercanía de la mancha urbana a las lagunas de oxidación (40 mts aproximadamente), ocasiona problemas a la población que habita dentro de un radio de 1 Km aproximadamente respecto de las lagunas, debido a la existencia de olores desagradables y a la proliferación de insectos que son un foco de contagio de enfermedades.

---

18 Fuente: Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre de 1996.

19 Fuente: Asociados en Agricultura Ganadera en Unidades de Agua, Piedras Negras, 1997.

20 No se consideró la existencia de hectáreas adicionales en los Estados de Nuevo León y Tamaulipas, ya que antes de llegar a ellos, está la Presa Falcón, con lo que el agua que llega ahí, pasa a ser de índole internacional.

Sin embargo, existen otros factores socioculturales que influyen en la situación antes mencionada, como son el nivel de educación y de ingresos de la población, el tipo de vivienda y servicios públicos disponibles, además de las condiciones endémicas del lugar, como el clima y la forma de preparar y consumir los alimentos.

Aunado a lo anterior, por el mal aspecto que presentan las lagunas, se tiene un deterioro general de la imagen urbana del lugar, que contribuye al malestar general que manifiesta la población.

En lo referente a salud, las estadísticas oficiales según la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (C.O.C.E.F.) indican, que para 1996, el 10% de los padecimientos dermatológicos de la población de las colonias aledañas a las lagunas de oxidación, se derivan de éstas; 30% de las enfermedades bronco-respiratorias se deben a las emanaciones de las lagunas y el 25% de las enfermedades diarreicas se deben a las sustancias fecales que se secan en sus orillas<sup>21</sup>.

No es posible considerar ninguna optimización de esta situación planteada, ya que eliminar las lagunas de oxidación y con ello anular por completo los problemas generados, o bien rehabilitarlas, para que disminuyan las molestias, lo cual requiere de altos montos de inversión constituyéndose en otro proyecto a evaluar.

---

21 Fuente: C.O.C.E.F., en el acta de la décima reunión pública del Consejo Directivo, Laredo Tx., noviembre de 1996 .