

**Proyecto COAH-2010-C14-149646:  
Plan integral de reúso de las aguas residuales municipales  
tratadas (ARMT) de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga**

**Anexo A**

**Información de la Planta Tratadora de Aguas Residuales (PTAR)  
Principal de Saltillo**

**ÍNDICE**

**Créditos**

1. Empresa Ideal Saneamiento de Saltillo (ISASAL)
2. Información General sobre la PTAR Principal de Saltillo
3. Otras descargas del área urbana de Saltillo que no llegan a la Planta Tratadora Principal
4. Calidad establecida para el agua residual tratada para fines de descarga
5. Flujos y calidades del agua de alimentación y tratada de la Planta Tratadora
6. Comparación de la calidad del agua tratada en la Planta Tratadora Principal de Saltillo con la de la planta tratadora de Ramos Arizpe
7. Compromisos de ISASAL para el reúso de aguas residuales domésticas tratadas de Saltillo
8. Referencias

## CRÉDITOS

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>
Estructuración y escritura del presente documento	- Dra. Gloria Tobón de Garza
Investigación de gabinete y solicitudes de información	- Dra. Gloria Tobón de Garza.
Trabajo de campo (Visitas al arroyo El Pueblo)	- Dr. Luis Samaniego - Ing. Alfredo Valdés - Dra. Gloria Tobón de Garza - M.C. Raúl Herrera Mendoza, de COMIMSA (visitas de campo realizadas en 2009). - Dra. Lourdes Díaz Jimenez - Dr. Salvador Carlos
Revisión final del documento	- Dra. Elsa Nadia Aguilera González - Ing. Alfredo Valdés Ramos

## 1. Empresa IDEAL Saneamiento de Saltillo (ISASAL)

IDEAL es una empresa mexicana que brinda servicios en el proceso del agua para todas las necesidades del sector público y la industria privada. La empresa IDEAL Saneamiento de Saltillo (ISASAL) se creó en el año 2007, una vez que IDEAL ganó el concurso de licitación para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las dos plantas tratadoras propuestas para la ciudad de Saltillo: la Principal y la del Gran Bosque Urbano.

El contrato firmado entre el Municipio de Saltillo y la compañía ISASAL comprende la operación y el mantenimiento de las dos plantas tratadoras, por un periodo de 18 años, por parte de ISASAL. El municipio es el dueño del proyecto.

El reúso y la venta del agua tratada en la Planta Tratadora Principal no son parte de las responsabilidades de ISASAL, ya que el contrato original no lo menciona. Hubo una modificación (Anexo 17, Correcciones a la Propuesta) que considera, en el punto 5, una filtración terciaria en la Planta Principal. Sin embargo, hasta el momento, no se tiene información oficial sobre el tema de reúso del efluente de esta planta, a excepción de lo que ha publicado la prensa local.

## 2. Información General sobre la PTAR Principal de Saltillo

Esta planta fue diseñada para tratar una mezcla de aguas domésticas e industriales de la ciudad de Saltillo. Sin embargo, parte de las aguas residuales industriales e industriales generadas se siguen descargando directamente al arroyo La Encantada, sin tratamiento alguno.

La planta, que está localizada a 1,460 m sobre el nivel del mar, tiene una capacidad de 1,200 lps. Sin embargo, en sus tres años de operación ha tratado un promedio de 600 a 800 lps. En las Figuras 1 y 2 se muestran fotografías de la PTAR tomadas desde el margen poniente del arroyo la Encantada.



*Figura 1. PTAR Principal de Saltillo, al fondo la planta de DeAcero, cliente potencial para el agua residual tratada*



Figura 2. Silo de cal a la izquierda de las instalaciones para manejo de lodos en la PTAR Principal de Saltillo.

La calidad que se indica en el contrato pactado entre el Municipio de Saltillo y la empresa ISASAL para el agua de entrada a la PTAR se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Calidad del influente

Parámetro	Unidad	Valores promedio
Temperatura	° C	20
pH	Unid. pH	7
Grasas y Aceites	mg/L	125
Sólidos Sedimentables	mg/L	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	370
DBO5 Total	mg/L	340
DBO <sub>5</sub> Soluble	mg/L	160
DQO Total	mg/L	730
Nitrógeno Total	mg/L	65
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	30
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	60
Fósforo Total	mg/L	10
Fósforo Inorgánico	mg/L	8
Arsénico*	mg/L	0.03
Cadmio*	mg/L	0.03
Cianuros*	mg/L	0.01
Cobre*	mg/L	0.10
Cromo*	mg/L	0.10
Mercurio*	mg/L	0.001
Níquel*	mg/L	0.1
Plomo*	mg/L	0.2
Zinc*	mg/L	0.40
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1.7 x 10 <sup>8</sup>
Huevos de Helminto	HH/L	5

\* Medidos como totales

En el laboratorio de la PTAR Principal se realizan, tanto para el influente y el efluente, análisis de pH, conductividad, turbiedad, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales y volátiles, DBO<sub>5</sub> total y soluble, DQO total y soluble, grasas y aceites, nitrógeno total y amoniacal, fósforo total y como fosfatos, huevos de helminto, coliformes totales y fecales. Para el efluente se determina además, el contenido de cloro residual libre y el caudal. Adicionalmente, cada semana se toman muestras de la alimentación y el efluente secundario, que son analizadas por el Laboratorio Análisis Químico Industrial de Saltillo, donde se determinan DBO<sub>5</sub>, DQO y SST.

Por otra parte, se realizan mensualmente análisis completos del efluente secundario por el laboratorio certificado Proyectos y Estudios sobre Contaminación Industrial, de Monterrey. Los parámetros que se determinan a través de esta instancia son pH, temperatura, grasas y aceites, sólidos sedimentables, cianuros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total y de calcio, fósforo total, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, orgánico y total, sólidos suspendidos totales, sulfatos, sílice, metales pesados y otros (arsénico, bario, cadmio, calcio, cobre, cromo total, estroncio, magnesio, Mercurio, níquel, plomo, zinc, sodio y potasio), coliformes fecales y huevos de helminto.

La PTAR Principal consiste esencialmente en: un sistema de pre-tratamiento (rejilla y desarenador), una serie de clarificadores primarios, seguida de cinco trenes de tratamiento biológico (sistema de lodos activados), que constan de un reactor (con difusores de burbuja y un clarificador secundario cada uno). Finalmente se pasa por un proceso de cloración para el efluente secundario; un digestor, un filtro banda y adición de cal para los lodos de desecho (Figura 3). Los lodos de retorno de los cinco reactores se envían a la línea de alimentación a los dos mismos. La planta cuenta con cinco sopladores de 200 HP cada uno. Bajo condiciones de operación normal no suele usarse todos.

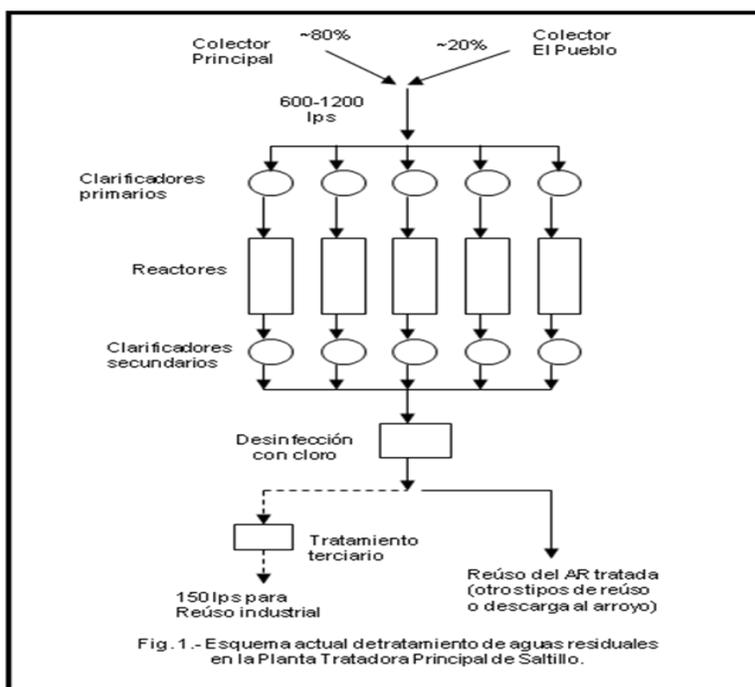


Figura 3. Principales componentes de la PTAR Principal de Saltillo



En un recorrido realizado en mayo de 2009 por los arroyos Cárdenas, El Pueblo y La Encantada, en temporada de secas, se pudo constatar que los dos primeros conducían varias decenas de litros por segundo de flujo continuo, antes de la descarga de la PTAR Principal.

El agua del arroyo El Pueblo se veía más cristalina y, aunque tenía un contenido relativamente bajo de DBO5, su conductividad (2200  $\mu\text{mhos/cm}$ ) era mayor que la del efluente de la Planta Tratadora Principal (1800  $\mu\text{mhos/cm}$ ). En las imágenes de la Figura 5 se muestra el color y flujo del agua observado.



*Figura 5. Arroyo El Pueblo en época de secas (a un lado del Complejo Ramos Arizpe de General Motors).*

El flujo del arroyo La Encantada era mucho mayor que la de Los Cárdenas (antes de la descarga de la PTAR Principal) y El Pueblo, debido a la contribución del efluente de la tratadora. En cambio, el arroyo Cárdenas tenía un contenido alto de DBO5 y DQO, característico de un agua doméstica no tratada. En esta, se apreciaba además un color oscuro y mal olor. En la Figura 6 se muestran imágenes del aspecto de esta agua.



*Figura 6. Arroyo Cárdenas en época de secas (anexo a la Planta DeAcero en Ramos Arizpe)*

El arroyo La Encantada, formado por la confluencia de los arroyos Cárdenas y El Pueblo, tiene un flujo mucho mayor de agua, debido a la descarga de la PTAR Principal (Figura 7).



Figura 7. Arroyo La Encantada, en el cruce con carretera paralela a la de Los Pinos, al sur de Ramos Arizpe.

#### 4. Calidad establecida para el agua residual tratada para fines de descarga

De acuerdo al contrato entre ISASAL y el Municipio de Saltillo, el agua residual tratada deberá cumplir con los límites máximos establecidos en la Tabla II.

Tabla II. Calidad del efluente para descarga

Parámetro	Unidad	Promedio Mensual	Promedio Diario	Concentración garantizada
Grasas y Aceites	mg/L	15	25	
Materia flotante		Ausente	Ausente	
Sólidos Sedimentables	mg/L	1.0	2.0	
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	150	200	40
DBO <sub>5</sub> Total	mg/L	150	200	44
Nitrógeno Total	mg/L	40	60	
Fósforo Total	mg/L	20	30	
Arsénico*	mg/L	0.2	0.4	
Cadmio*	mg/L	0.2	0.4	
Cianuros*	mg/L	2.0	3.0	
Cobre*	mg/L	4.0	6.0	
Cromo*	mg/L	1	1.5	
Mercurio*	mg/L	0.01	0.02	
Níquel*	mg/L	2.0	4.0	
Plomo*	mg/L	0.5	1.0	
Zinc*	mg/L	10	20	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1,000	2,000	
Huevos de Helminto	HH/L	<5	1<5	

\* Medidos como totales

Los valores máximos permisibles establecidos en la Norma NOM-001-SEMARNAT-1996 para Sólidos Suspendidos Totales y Demanda Bioquímica de Oxígeno Total a 5 Días (DBO<sub>5</sub>) son de 150 mg/L como promedio mensual y 200 mg/L como promedio diario. Sin embargo, para poder cumplir con el valor de menos de 1000 NMP/100 mL en cuanto a coliformes fecales en el agua tratada de la PTAR Principal, la empresa ha considerado en su Proyecto la necesidad de garantizar un valor de menos de 40 mg/L de SST y 44 mg/L de DBO<sub>5</sub> Total en el agua tratada antes de su desinfección.

## 5. Flujos y calidades del agua de alimentación y tratada de la Planta Tratadora

Los flujos y calidad de alimentación a la planta tratadora Principal varían a lo largo del día., en algunas ocasiones se han tenido valores altos de DBO<sub>5</sub> y DQO en la alimentación, lo que pudiera deberse a contaminación por descargas de origen industrial, las cuales no están permitidas en la alimentación a la planta tratadora.

La concentración de grasas y aceites en el agua de alimentación es superior en muchos casos a lo indicado en el contrato, por lo que este parámetro ha excedido en muchos casos el límite establecido para la descarga.

Tanto en la alimentación como en el efluente secundario, los sólidos disueltos totales, la conductividad, los sulfatos y la dureza (350-400 mg/L) son relativamente altos para fines de reuso industrial. Aquí es importante anotar que el agua de pozo que usan las industrias de la zona, en algunos casos tiene valores más altos para estos parámetros (los cuales no son removidos por el tratamiento biológico).

## 6. Comparación de la calidad del agua tratada en la Planta Tratadora Principal de Saltillo con la de la planta tratadora de Ramos Arizpe

Aparentemente la calidad del efluente secundario obtenido en la planta tratadora de Ramos Arizpe es mejor que la de la Planta Tratadora Principal de Saltillo, en lo que a DBO<sub>5</sub> y SST se refiere. Sin embargo, el alto contenido de sales del efluente de la planta de Ramos hace que éste no sea muy atractivo para reuso industrial.

En la Tabla III se presenta un comparativo de los principales parámetros determinados en un día normal de operación en las Plantas tratadoras Principal de Saltillo y de Ramos Arizpe.

*Tabla III. Calidad actual del efluente secundario de la planta tratadora Principal de Saltillo y la de Ramos Arizpe*

	<b>PTAR Principal de Saltillo</b>	<b>PTAR de RA</b>
Conductividad	1,700-1,800	2,300-3,000
DQO	321.3	132
DBO <sub>5</sub>	87	32.1
Dureza total	392 (3650-400)	788
Dureza de calcio	268	492
Dureza de magnesio	124	296
Sulfatos	500	740

De acuerdo a esta tabla, resulta evidente que aunque la calidad del efluente secundario de la PTAR de Ramos Arizpe es mejor que la de la PTAR Principal de Saltillo, la primera tiene contenidos de dureza total, dureza de calcio y dureza de magnesio casi del doble de la segunda. Las concentraciones de sulfato son 50% mayores para el agua tratada de Ramos.

## **7. Compromisos de ISASAL para el reúso de aguas residuales domésticas tratadas de Saltillo**

En el contrato firmado entre la empresa ISASAL y el Municipio de Saltillo no se especifica que ISASAL se hará cargo de: a) la inversión adicional requerida para mejorar la calidad del agua residual tratada, de acuerdo a los requerimientos de los usuarios de la misma, b) la instalación de las líneas de conducción y el bombeo requerido para hacer llegar las aguas residuales tratadas a las industrias, c) la venta del agua residual tratada.

Entre los clientes potenciales que se han considerado para el agua de reúso, el Ing. Morales mencionó: a) la empresa Kimberly Clark, interesada en 70 lps; b) otras industrias de Saltillo y de los parques industriales de Ramos Arizpe (FIDECO y Santa María); c) el Club Campestre de Saltillo y áreas verdes en fraccionamientos residenciales al norte de Saltillo (Nogalar del Campestre, Los González, etc.). Para la segunda aplicación podría usarse el tanque elevado localizado en los terrenos –propiedad del Mpio- de la antigua planta de Zincamex, localizado a 1.5 km aproximadamente, al sur de la planta tratadora.

Hasta la fecha no se ha concretado la venta del agua residual tratada, porque la mayor parte de las empresas interesadas en la compra de volúmenes relativamente altos de este líquido se encuentran localizados a distancias relativamente grandes de la Planta Tratadora Principal, lo que encarece mucho el costo para los usuarios potenciales.

### **Referencias**

Información proporcionada por el Ing. Jesús Morales (empleado de la empresa Asaguacontratada por ISASAL en 2009 para la O&M de las PTAR's)

Información extraída del contrato que se firmó entre ISASAL y el Municipio de Saltillo

Datos adicionales proporcionados por el Municipio de Saltillo en respuesta a varias solicitudes de información.