



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

“Análisis de las técnicas de tratamiento de aguas residuales aplicables a la industria de la galvanoplastia que permitan cumplir el marco legal aplicable y coadyuven a reducir el impacto al medio ambiente”.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN QUÍMICA INDUSTRIAL

P R E S E N T A N:

TIARE AICITEL ZAMUDIO AYALA

ROSAELIUD GALENO RUIZ

ASESOR:

M. en C. Jonathan Franco López

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Ampliación y Profundización de Conocimientos Mediante Cursos y Diplomado.**

Análisis de las técnicas de tratamiento de aguas residuales aplicables a la industria de la galvanoplastia que permitan cumplir el marco legal aplicable y coadyuven a reducir el impacto al medio ambiente.

Que presenta la pasante: **Rosaeliud Galeno Ruíz**

Con número de cuenta: **411093529** para obtener el Título de la carrera: **Licenciatura en Química Industrial**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de Enero de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jonathan Franco López	
VOCAL	M en C. Francisco López Galindo	
SECRETARIO	Q. María de las Mercedes Montemayor y García	
1er. SUPLENTE	Q.I. Griselda Avila Enríquez	
2do. SUPLENTE	Q. I. Elizabeth Cruz Ruíz	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Ampliación y Profundización de Conocimientos Mediante Cursos y Diplomado.**

Análisis de las técnicas de tratamiento de aguas residuales aplicables a la industria de la galvanoplastia que permitan cumplir el marco legal aplicable y coadyuven a reducir el impacto al medio ambiente.

Que presenta la pasante: **Tiare Aicitel Zamudio Ayala**

Con número de cuenta: **307289867** para obtener el Título de la carrera: **Licenciatura en Química Industrial**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de Enero de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jonathan Franco López	
VOCAL	M en C. Francisco López Galindo	
SECRETARIO	Q. María de las Mercedes Montemayor y García	
1er. SUPLENTE	Q.I. Griselda Avila Enríquez	
2do. SUPLENTE	Q. I. Elizabeth Cruz Ruíz	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).
LMCF/cga*

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Importancia del agua a nivel mundial.....	2
2.2	Comienzos de la legislación ambiental en México	2
2.2.1	Instituciones que han administrado el uso del recurso hídrico en México	3
2.2.2	Actualización de la normatividad para recursos hídricos en México.....	4
2.3	La Industria y sus descargas de agua residual.....	7
2.4	Contaminación del recurso hídrico en los últimos años y sus efectos en la salud de la población..	8
2.5	El proceso de galvanoplastia en la industria.	9
3	JUSTIFICACIÓN	11
4	OBJETIVO	11
5	DESARROLLO	12
5.1	Caracterización de calidad de agua residual.....	12
5.2	Descripción de proceso y características del tratamiento de agua residual y de la planta.	13
5.2.1	Proceso por estaciones	14
5.3	Problemática o ineficiencia de proceso y/o planta.	16
5.4	Propuestas para solución de tratamiento.....	17
5.4.1	Cambio de sustancias químicas en la planta de tratamiento	18
5.4.2	Adición de un microfiltro a la planta de tratamiento existente	19
5.4.3	Cambio de planta de tratamiento	21
5.4.4	Cambio del proceso de tratamiento.....	23
6	CONCLUSIONES.....	26
7	SANCIONES.....	27
8	APÉNDICE 1.....	29
9	APÉNDICE 2.....	32
10	APÉNDICE 3.....	34
11	BIBLIOGRAFÍA	44

1 INTRODUCCIÓN.

Este trabajo es elaborado con base en los conocimientos adquiridos durante el diplomado de Evaluación de impacto, auditoría y gestión ambiental, el cual está integrado por los siguientes módulos:

- I. Impacto Ambiental
- II. Marco Legal
- III. Calidad del Aire
- IV. Administración del Recurso Agua
- V. Suelo y Remediación
- VI. Manejo Integral de Residuos
- VII. Riesgo Ambiental
- VIII. Recursos Naturales
- IX. Metodología para Identificación de Impactos Ambientales
- X. Auditoría Ambiental

El diplomado es impartido en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores campus Iztacala, con duración total de 280 horas y con modalidad para opción a titulación. El contenido de este diplomado es relevante para las actividades que puede desempeñar un Químico Industrial, sobre todo si en su desarrollo profesional se dirige a la gestión ambiental.

Se tomó como tema principal lo impartido en el módulo IV aplicándolo a un caso de estudio de una industria de galvanoplastia. En este caso en particular, el analizar propuestas de mejora para la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales se hace con conocimientos sólidos que han sido adquiridos durante la licenciatura, sumados a los adquiridos en el diplomado.

El trabajo solamente consiste en un análisis de las propuestas presentadas por técnicos dedicados a tratamientos de agua residual. El estudio de las mismas y la elección de la más rentable se hace con la finalidad de que la empresa cumpla con el requisito legal de las descargas de aguas residuales; sin embargo, solo se presenta la interpretación de la información proporcionada por la organización. El análisis y las conclusiones que de él surgieron no fueron discutidos con la empresa, lo que implica que las recomendaciones de mejora solo se plantearon para este trabajo.

Se cuenta con previa autorización de la organización en cuestión para hacer uso de la información presentada en este trabajo; sin embargo, la razón social y ubicación de tal industria serán omitidas con la finalidad de no dañar la imagen de la organización.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia del agua a nivel mundial

El agua en su estado líquido ocupa el 75% de espacio en nuestro planeta. El “líquido” es fundamental para la vida de todos los seres vivos y muy importante en procesos industriales e incluso es utilizada como fuente de energía.

En México es evidente el problema del agua. De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua cerca de 102 de los 188 acuíferos de los que se tienen datos están sobreexplotados (CONAGUA, 2004), esto significa que la extracción de agua es mayor a la recarga natural, por lo que se reducen sus niveles. Esta y otros recursos naturales han sido aprovechados de manera desmedida por el hombre a partir de la industrialización, modificando así el estado natural del entorno y convirtiéndose en la principal fuente de contaminación.

El hombre ha convertido el agua en un recurso vital para el desarrollo de múltiples “tecnologías” que utilizamos cotidianamente, empleándola cada vez más y generando así desechos líquidos difíciles de tratar. Los diferentes usos del agua incluyen el consumo humano o potable, el industrial, el agrícola, el pecuario, la generación de energía eléctrica, el turístico, la recepción y dilución de desechos y la preservación ecológica. Algunos de estos usos requieren del acondicionamiento previo del agua por lo que se hace necesario diseñar y construir sistemas de tratamiento especiales para remover materiales suspendidos y disueltos a efecto de proteger la salud humana, los bienes domésticos y la vida útil de los equipos y sistemas industriales (Jiménez, 2005).

2.2 Comienzos de la legislación ambiental en México

La preocupación por la contaminación comienza a obviarse en 1968 a partir de una serie de sucesos a nivel mundial. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) convoca en 1972 La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (también conocida como Conferencia de Estocolmo), celebrada en Estocolmo, Suecia. Siendo la primera de la ONU que tiene como tema las cuestiones ambientales internacionales. A partir de ese evento se crean organismos y países se comprometen a gestionar acciones para la prevención de la contaminación.

En México la gestión ambiental se hace presente por primera vez en el siglo pasado con la emisión de la Ley de Conservación de Suelo y Agua en los cuarenta y treinta años después se crea la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. Es hasta 1971 cuando el interés por la regulación ambiental con la promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación, en donde se comienza a regular la contaminación en agua.

El Instituto Nacional de Ecología (INE) y la procuraduría federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) son creadas hasta 1992, dos años después ocurre una reestructuración de institutos, comisiones con jurisdicción federal.

Y por fin en el año 2000 se cambia la ley de Administración Pública por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con la intención de gestionar y prevenir contaminación y pérdida de recursos naturales y biodiversidad.

Sin embargo uno de los sucesos más importantes ocurre el 28 de enero de 1988, fecha en que se publica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), misma que hasta la fecha, ha sido la base de la política ambiental del país. Gestionando al recurso natural agua en el Título tercero: Aprovechamiento sustentable de los elementos naturales, Capítulo I. Aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos y en el Título IV: Protección al ambiente en su capítulo III correspondiente a Prevención y control de la Contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos.

Existen leyes reglamentarias del artículo 27 constitucional, que tienen como finalidad complementar el contenido de la LGEEPA derivado de ella la Ley de Aguas Nacionales (LAN)¹ y su reglamento², la cual establece regulaciones para la explotación, uso y aprovechamiento de aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable (Art. 1, LAN), lo cual es aplicable a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo, y a los bienes nacionales que se señalan en la Ley (Art. 2, LAN).

2.2.1 Instituciones que han administrado el uso del recurso hídrico en México

En el país, el manejo de los recursos hídricos comenzó en los años 30 cuando se realizaban grandes inversiones en instalaciones para almacenamiento de agua y para el desarrollo de aguas subterráneas para expandir el riego y el abastecimiento de agua a una población en rápido crecimiento. En adelante se crearon diversas instancias, mostradas a continuación, que hoy preceden a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA):

- a) **Secretaría de Fomento (1891-1917).** Institución que junto con la de Comunicaciones se encargó de vigilar el cumplimiento de las disposiciones de la nueva Ley sobre Vías Generales de Comunicación de 1888, primera disposición legal del gobierno federal para regular los aprovechamientos.
- b) **Secretaría de Agricultura y Fomento (1917-1946).** Organismo que, a través de la Dirección de Aguas, Tierras y Colonización (1917-1925), se dedicó a reglamentar los aprovechamientos y mediar en los conflictos de aguas entre antiguos y nuevos usuarios que surgieron a consecuencia de la reforma agraria: ejidos, pueblos y comunidades.
- c) **Comisión Nacional de Irrigación (CNI) (1926-1946).** Constituida a partir de la Ley de Irrigación de 1926 y dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento, que declara de utilidad pública la irrigación. La CNI diseñó y construyó Sistemas de Riego (actualmente Distritos de Riego) en cuencas hidrográficas del centro y norte del país, iniciando la vigorosa participación del Estado en la construcción de obras hidráulicas de grande y pequeña irrigación.

¹Ley de Aguas Nacionales (LAN) promulgada en 1992, modificada el 29 de abril de 2004.

²Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales promulgado en 1994.

- d) **Secretaría de Recursos Hidráulicos (1947- 1976).** La CNI se transforma en esta secretaría con el propósito de aprovechar al máximo el agua de cada corriente del país en usos múltiples (riego, generación de energía, doméstico, industrial, etcétera). A partir de entonces se expedieron varias leyes que dotaron de facultades legales al gobierno federal para ejercer un control más estricto en el uso de los recursos hídricos del país. Estas disposiciones permitieron que los asuntos relacionados con la administración del líquido se fueran concentrando gradualmente bajo la tutela de las diferentes dependencias del gobierno federal en materia de aguas. Asimismo, comienza el interés por el desarrollo regional de cuencas y para ello se crean las comisiones de los ríos Balsas (inicialmente Tepalcatepec), Papaloapan, Grijalva, El Fuerte y Lerma- Chapala-Santiago, organismos semiautónomos instituidos con la finalidad de promover el aprovechamiento integral de los recursos naturales y humanos de las cuencas del mismo nombre.
- e) **Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1977-1989).** Continuó la construcción de obras de riego y agua potable, además de la administración de los Distritos de Riego. Existió hasta 1994 cuando cambió su denominación por Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (hoy SAGARPA).
- f) **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 16 de enero de 1989 a la fecha).** Organismo desconcentrado de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y actualmente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), es la encargada de administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso a nivel federal. También se encarga de vigilar que quienes descarguen agua residual tratada cumplan con las normas que les apliquen. (CONAGUA, 2016).

Actualmente las principales responsabilidades del manejo de los recursos hídricos se han asignado a tres grupos de instituciones:

- CONAGUA a nivel federal
- Comisiones Estatales del Agua a nivel estatal
- Autoridades y consejos de cuenca

2.2.2 Actualización de la normatividad para recursos hídricos en México

En 1994 la Secretaría de Desarrollo Social publicó 11 proyectos de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) referentes a descargas de aguas residuales provenientes de diferentes industrias en cuerpos receptores y sistemas de alcantarillado o drenaje municipal. Para entonces se tenía un total de 44 NOM que fueron válidas hasta 1996 (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Normas técnicas ecológicas.

Norma Técnica Ecológica	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos
001/88	Centrales termoeléctricas convencionales.
002/88	Industria productora de azúcar de caña.
003/88	Industria de refinación de petróleo crudo, sus derivados y petroquímica básica.

004/88	Industria de la fabricación de fertilizantes, excepto la que produzca ácido fosfórico como producto intermedio.
005/88	Industria de la fabricación de productos plásticos y polímeros sintéticos.
006/88	Industria de fabricación de harinas.
007/88	Industria de la cerveza y de la malta.
008/88	Industria de la fabricación de asbestos de construcción.
009/88	Industria elaboradora de leche y sus derivados.
010/88	Industria de la manufactura de vidrio plano.
011/88	Industria de productos de vidrio prensado y soplado.
012/88	Industrias de fabricación de caucho sintético, llantas y cámaras.
013/88	Industria del hierro y del acero.
014/88	Industria textil.
015/88	Industria de la celulosa y del papel.
016/88	Industria de bebidas gaseosas.
017/88	Industria de acabados metálicos.
018/88	Industria de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones.
019/88	Industria de la impregnación de productos de aserradero.
020/88	Industria de asbestos textiles, materiales de fricción y selladores.
021/88	Industria del curtido y acabado de pieles.
022/88	Industria de matanza de animales y empacado de cárnicos.
023/88	Industria de envasado de conservas alimenticias.
024/88	Industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen.
025/88	Industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada.
026/91	Restaurantes o de hoteles.
027/90	Industria del beneficio del café.
028/90	Industria de la preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos y de la industria de la producción de harina y aceite de pescado.
029/91	Hospitales.
030/91	Industria de jabones y detergentes.
031/91	La industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales para los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.
032/91	De origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.
033/91	Establece las condiciones bacteriológicas para el uso de aguas residuales de origen urbano o municipal o de la mezcla de esta con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas.

FUENTE: (Jiménez, 2005).

Tabla 2. Normas Oficiales Mexicanas referentes a descargas de aguas residuales en cuerpos receptores provenientes de diferentes industrias y sistemas de alcantarillado o drenaje municipal.

NOM-ECOL-1994	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores provenientes de la industria:
063	Vinícola
064	Destilería
065	Pigmentos y colorantes
066	Galvanoplastia
067	Sistema de alcantarillado o drenaje municipal
068	Aceites y grasas comestibles de origen animal y vegetal
069	Componentes eléctricos y electrónicos
070	Preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres en fresco y/o congelados
071	Productos químicos inorgánicos
072	Fertilizantes fosfatados, fosfatos, polifosfatos, ácido fosfórico, productos químicos inorgánicos fosfatados, exceptuando a los fabricantes de ácido fosfórico por el proceso de vía húmeda.
073	Farmacéutica y farmoquímica

FUENTE: (Jiménez, 2005).

El 7 de agosto de 1995, la CONAGUA presentó una primera “propuesta para la reformulación de las normas oficiales mexicanas para las descargas de aguas residuales municipales e industriales”. Con esta propuesta se presentó una reformulación al control de las descargas pues aquí ya se contempla el uso que se le puede dar a las mismas (Jiménez, 2005). De esta manera, se sustituyeron las 44 NOM- ECOL existentes por tres normas (ver Tabla 3): la 001, 002 y 003 SEMARNAT, que entraron en vigencia en 1996. Estas normas indican los límites máximos permisibles de ciertos componentes para la descarga de aguas residuales de manera más generalizada atendiendo principalmente al tipo de cuerpo receptor.

Tabla 3. Normas Oficiales Mexicanas en materia de descarga de aguas vigentes desde 1996 hasta la fecha.

Norma Oficial Mexicana	Límites máximos permisibles de contaminantes
NOM-001-SEMARNAT-1996	En las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
NOM-002-SEMARNAT-1996	En las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal
NOM-003-SEMARNAT-1996	Para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

FUENTE: Elaboración propia

Los parámetros considerados dentro de los límites máximos permisibles de acuerdo al tipo de industria eran diferentes (ver Apéndice 1) e incluso algunos parámetros ni siquiera se contemplaban para ciertos tipos de industria, por ejemplo para las descargas de la industria de componentes eléctricos y electrónicos no se indicaba

LMP para cromo total, cianuros, fósforo, sólidos sedimentables, etc. y solo se indicaba que si causaban efectos negativos en el cuerpo receptor, la autoridad competente, fijaría las condiciones particulares de descarga, de manera que se podría considerar como una imparcialidad entre la calidad de descarga según la industria (NOM-069-ECOL-1994).

Una de las desventajas que se dieron al unificar las 44 normas en tres nuevas es que no se contemplan todos los contaminantes que pudieran estar presentes en cada una de las industrias. Al generalizar los mismos, se queda expuesto a que la descarga de determinado contaminante (específico de un giro industrial) no esté normada y el usuario al desconocer el límite máximo permisible lo desecha sin el tratamiento adecuado.

Sin embargo, en la normatividad actual también se pasan por alto ciertos parámetros, de manera que la incertidumbre para las Industrias queda abierta nuevamente.

2.3 La Industria y sus descargas de agua residual

El agua residual de proceso es el líquido que fue aprovechado y que se desecha por no cumplir las características deseables.

La Tabla 4 exhibe los contaminantes de las aguas residuales de algunos procesos de la industria; estas tienen características únicas dependiendo del tipo de industria las deseches; por ejemplo si son de la industria química posiblemente contendrá altas cantidades de compuestos tóxicos, si es de la industria de alimentos o bien de la papelera, contendrá altas cantidades de compuestos orgánicos, si proviene de la industria minera además de metales pesados contendrá gran cantidad de sólidos; y las concentraciones son diversas. Es por eso que los tratamientos, condiciones y adiciones son específicos para cada tipo de agua residual.

Tabla 4. Contaminantes principales según el tipo de industria.

Tipo de industria	Contaminantes																		
	Alcalinidad	m.o.*	Aceites	Ácidos	alquitranes	Amoniaco	arsénico	Cianuros	color	Cromo	fenoles	grasas	hierro	mercurio	metales pesados	productos tóxicos	selenio	Sólidos suspendidos	sulfuros
De acabado de metales							X								X				
De laminación en caliente				X								X						X	
Lavado de mineral															X			X	
Del curtido	X	X								X								X	X
Papelera		X						X										X	
Petroquímica		X	X			X					X								X

Siderúrgica		X			X			X			X	X	X					X	X
Plantas de ácido sulfúrico				X			X							X				X	X

FUENTE: (Nemerow & Dasgupta, 1998).

Por otro lado, existen otros contaminante, denominados "contaminantes específicos", los cuales, proceden de industrias muy concretas y, normalmente, punteras, y se caracterizan por ser altamente contaminantes a concentraciones de partes por billón. En este grupo se encuentran agentes tensoactivos, pesticidas, derivados halogenados o fosforados de hidrocarburos, compuestos orgánicos específicos, sales metálicas, compuestos eutrofizantes, etc. (Ramalho, 2003).

Es muy difícil establecer parámetros medios de concentraciones de agentes contaminantes en las distintas industrias, ya que, incluso en el mismo sector, existen diferencias entre dos instalaciones. Con el objetivo de generalizar la carga contaminante contenida en las aguas residuales, por lo menos en lo que respecta a la concentración de materia orgánica, en previsión a tratamientos en plantas depuradoras, se recurre al concepto de "población equivalente", determinado por la relación entre la DBO del agua residual y la que aporta un habitante por día; aproximadamente 60 gr.

Todos los parámetros mencionados sirven para comenzar a clasificar y caracterizar las aguas procedentes de cualquier industria. A partir de aquí, la legislación obliga a su tratamiento previo al vertido con el objeto de reducir al mínimo los impactos negativos que estos puedan provocar sobre los cauces.

2.4 Contaminación del recurso hídrico en los últimos años y sus efectos en la salud de la población.

De acuerdo con la CONAGUA la mayoría de las cuencas hidrológicas en nuestro país están contaminadas, principalmente la del río Lerma, la del Alto Balsas y la de Pánuco. Esto se debe a la sobreexplotación de los acuíferos, en el Estado de México los de Chalco-Amecameca, Texcoco y Cuautitlán-Pachuca, y a que el agua utilizada, tanto a nivel personal como industrial, se descarga sin el tratamiento adecuado.

Aunado a lo anterior, la expansión de la industria y el uso de agroquímicos han provocado que los ríos y acuíferos se contaminen con sólidos orgánicos, químicos tóxicos y metales pesados. Es por esto que la calidad del agua en una cuenca es un buen indicador del impacto de las actividades humanas en un determinado territorio.

Además, la contaminación que se genera en los ríos de México llega por este medio al mar, afectando la calidad del agua en las zonas costeras. De acuerdo con la SEMARNAT, en 2009 se monitorearon poco más de 338 playas, de las cuales 99% resultaron con niveles de contaminación aceptables.

En México y en el mundo el problema de contaminación de agua ha persistido a lo largo del tiempo. Todos los cuerpos de agua en el mundo inevitablemente sufren de contaminación, esto incluye el agua que se encuentra en los océanos, ríos, lagos, y bajo la tierra.

Estos contaminantes nos solo afectan el medio ambiente, también son perjudiciales las comunidades que viven cerca de los ríos, lagos y otros afluentes porque provoca daños a su salud y sus fuentes de alimentos. Además representa un alto costo para la sociedad en su conjunto: entre más agua sea contaminada en los afluentes, más costoso será potabilizarla, llevarla a las ciudades y atender los impactos que deje en las comunidades y en el medio ambiente que fueron afectados (Jiménez, 2012).

Algunos de los principales problemas son específicos de diversas regiones del mundo. Por ejemplo: en China más de 500 millones de personas beben agua contaminada. India tiene un grave problema de contaminación del agua gracias al mal uso de fertilizantes y a las prácticas humanas. Se estima que al menos 1,5 millones de niños menores de 12 años mueren cada año debido a la contaminación del agua. A menudo se derivan de diarrea severa y deshidratación que pueden causar que sus órganos vitales se apaguen. En nuestro país, en el 2010, estos padecimientos fueron la tercera causa de muerte en niños menores de un año, registrando 1 277 fallecimientos (INEGI, s.f.). Incluso la contaminación del agua es la causa de muchos de los abortos involuntarios en los primeros meses de embarazo, también se cree que provoca deformidades, defectos de nacimiento y bajo coeficiente intelectual en algunos niños.

Muchas personas asumen que la contaminación del agua sólo es un problema en países del tercer mundo. Sin embargo, en los países desarrollados el 70% de los desperdicios industriales se vierten a las aguas sin ser tratados, contaminando el suministro de agua potable. Un ejemplo de esto es el caso de Erin Brockovich en 1993, en Hinkley, Estados Unidos, dónde aproximadamente 600 personas se vieron afectadas por contaminación de cromo hexavalente en el agua que consumían, contaminación adjudicada a Pacific Gas and Electric Company, una de las compañías de servicios públicos más grandes de los Estados Unidos que ofrece servicios combinados de gas natural y electricidad.

En México, uno de los casos de contaminación más representativos ocurrió en la zona industrial entre León y San Francisco del Rincón ocasionado por la fábrica “Química Central”. Se alcanzaron 22 puntos críticos de contaminación de agua, aire y suelo con cromo hexavalente y de acuerdo con un reporte de la Asociación de Grupos Ecologistas de León, dado a conocer en el 2013; la contaminación del cromo hexavalente enfermó de cáncer a, por lo menos, 200 personas que han presentado altos niveles de ese elemento en la sangre.

2.5 El proceso de galvanoplastia en la industria.

La galvanoplastia es una técnica que consiste en la electrodeposición de un recubrimiento metálico sobre una superficie que puede ser o no metálica.

Se recomienda por costos o por razones estructurales modificar las características del material base, principalmente la resistencia a la corrosión, dureza, apariencia, conductividad eléctrica, erosión, desgastes y rozamiento (FUNDES, 2005).

Esta técnica de recubrimiento es utilizada en diversos giros industriales como: electrodomésticos, automotriz, actividad minera, etc.

El proceso de Galvanoplastia puede ser dividido en: preparación de la superficie, el electrodepósito y los post-tratamientos. Lo anterior se puede visualizar de mejor manera con los siguientes pasos:

1. Recepción de materia
2. Desengrase o limpieza química, o solventes
3. Decapado o preparación de pieza (porosidad)
4. Lavado de decapado
5. Electrólisis de acuerdo al acabado (niquelado, cobrizado, zincado, estañado, etc.)
6. Lavado de piezas
7. Secado
8. Almacenamiento o disposición al siguiente proceso

En México la industria de galvanoplastia ha tenido una mala gestión en el tratamiento de aguas, sin preocuparse de los materiales valiosos que podrían ser recuperados tanto de aguas residuales como de los lodos, ni por los riesgos a la salud. Algunas veces estas industrias desechan sus aguas sin tratar, ocasionando daños a los recursos naturales como suelo y agua e inclusive provocando daños a la población.

Existen reportadas en la literatura un gran número de técnicas con variantes en cada proceso; sin embargo las particularidades de cada industria dificultan la toma de decisiones para un caso. Los tratamientos pueden ser continuos o por cargas (lotes), de acuerdo a la cantidad de agua a la que se le de tratamiento. (INECC, 1985).

3 JUSTIFICACIÓN

La elección de una propuesta recomendada por compañías expertas para mejorar el tratamiento de agua residual.

La necesidad de la Industria de tener una planta de tratamiento de aguas residuales de proceso se debe principalmente al cumplimiento de los requisitos legales y normas aplicables, que son de carácter obligatorio (punitivo) y en caso de incumplimiento se haría acreedor a multas o sanciones; además del compromiso social que pueden tener y los beneficios que pueda conseguir con certificaciones dados por dependencias privadas o de gobierno.

Principalmente, el interés de cumplimiento legal se deriva de las sanciones a las que se hacen acreedores los representantes legales de las organizaciones.

4 OBJETIVO

- Analizar la información proporcionada por la industria para el tratamiento de aguas residuales.
- Identificar la propuesta más rentable, con base en el análisis de costo-beneficio, para que la industria de la galvanoplastia pueda cumplir con la legislación aplicable a descargas de aguas residuales al drenaje.

5 DESARROLLO

5.1 Caracterización de calidad de agua residual

La Tabla 5 muestra las características de descarga de agua tratada una industria que en sus procesos realiza galvanoplastia, la información pertenece a un análisis y se proporciona por dicha industria. En ella se indica el método de determinación (método de prueba) para cada parámetro.

Tabla 5. Resultados de evaluación de descarga de agua tratada de procesos de galvanoplastia.

Parámetro	Unidad	Método de prueba	Resultado	Límite máximo permisible (NOM-002-SEMARNAT-96)	Observaciones
pH	Unidades	NMX-AA-008-SCFI-2011	6,61	5,5-10	Cumple
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000	22,1	40	Cumple
Conductividad eléctrica	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	799	N.S.	-
Materia flotante	---	NMX-AA-006-SCFI-2010	Ausente	Ausente	Cumple
Sólidos sedimentables	ml/L	NMX-AA-004-SCFI-2000	<0,2	7,5	Cumple
Sólidos suspendidos totales	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001	<10	200	Cumple
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	NMX-AA-028-SCFI-2001	4,2	200	Cumple
Arsénico total	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,0029	0,75	Cumple
Cadmio total	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0,02	0,75	Cumple
Cianuros	mg/L	NMX-AA-058-SCFI-2001	3,8	1,5	No Cumple
Cobre total	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2001	5,41	15	Cumple
Cromo hexavalente	mg/L	NMX-AA-044-SCFI-2001	<0,05	0,75	Cumple
Mercurio total	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0,001	0,015	Cumple
Níquel total	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0,06	6	Cumple
Plomo total	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0,1	1,5	Cumple
Zinc total	mg/L	NMX-AA-051-SCFI-2001	0,170	9	Cumple
Grasas y aceites (muestra 1)	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2000	<10	100	Cumple
Grasas y aceites (muestra 2)	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2000	<10	100	Cumple
Grasas y aceites (muestra)	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2000	<10	100	Cumple
Grasas y aceites (muestra 4)	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2000	<10	100	Cumple
Grasas y aceites**	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2000	<10	75	Cumple

FUENTE: Laboratorio de análisis de agua de la organización.

De acuerdo a la información contenida en la tabla 5, se observa que la descarga de agua tratada no cumple con el límite máximo permisible de cianuros, lo que muestra que el tratamiento no está siendo efectivo.

Por lo que al analizar el proceso de tratamiento para revelar cuál es el paso ineficiente, se percibe más de un problema en el tratamiento.

5.2 Descripción de proceso y características del tratamiento de agua residual y de la planta.

El proceso de tratamiento de agua residual utilizado es un proceso físico-químico, consiste básicamente en la separación de partículas en suspensión, que son componentes disueltos (contaminantes) en el agua y que se precipitan a través de la adición de reactivos químicos, pues lo que pasa es que se modifica la estructura química de los compuestos que estaban disueltos (Alemany, 2004).

La planta está compuesta por un tanque receptor, un proceso en línea, dónde ocurre un ajuste de pH, una coagulación y una floculación (ver Figura 1. Diagrama de tuberías), y un clarificador de placas inclinadas, cuya función es separar a los sólidos o también llamados en el presente documento como lodos del agua tratada. El clarificador en el fondo tiene una bomba que traslada los lodos a un sedimentador; y en la parte superior, el clarificador se conecta por medio de una tubería hacia el tanque receptor de agua tratada.

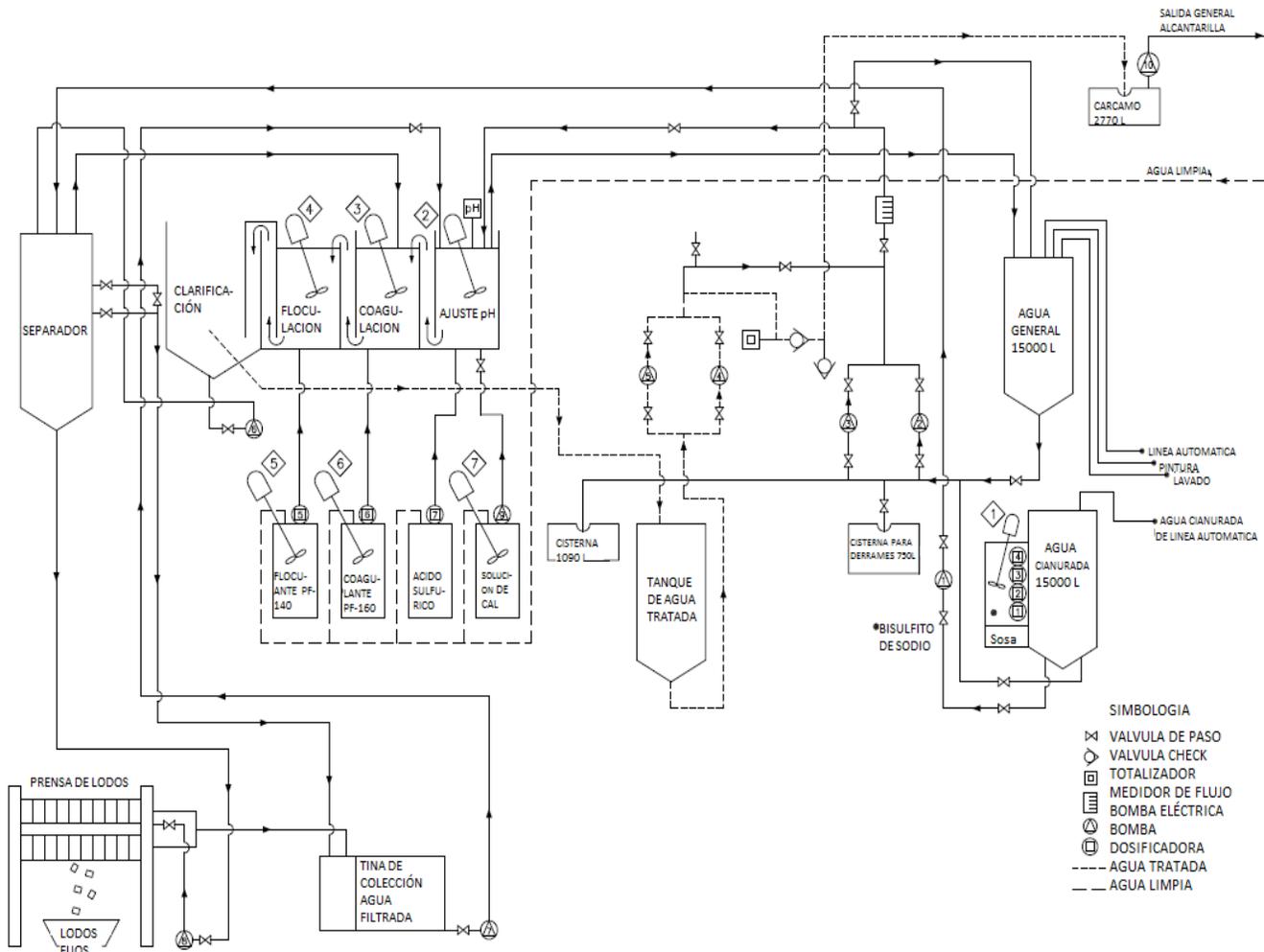


Figura 1. Diagrama de tuberías (Elaborado por la organización).

5.2.1 Proceso por estaciones

- Tanques receptores

Existen dos tanques receptores de 15m³ cada uno. Uno es receptor de aguas de galvanoplastia contaminadas con metales y cianuros y el otro recibe agua de galvanoplastia con metales (sin cianuros), agua del proceso de pintura y del proceso de lavado (contaminada con diversos componentes químicos).

- Para el agua que contiene cianuros

El tanque que contiene agua con cianuros cuenta con un PLC (controlador programable), que al realizar mediciones de pH va mandando adiciones de reactivos químicos para realizar una reducción de cianuros.

Se coloca el PLC en “ON” y se ajusta el pH con sosa al 50%, que es adicionada por bombas dosificadoras, después de que el pH es ajustado mayor a 11.6, se inicia la dosificación de metabisulfito (Na₂S₂O₅) al 30% hasta que el pH desciende hasta 8.1 aproximadamente. Se deja en agitación durante algunas horas y posterior a que es apagado, el agitador se queda 8 horas en “reposo” con la intención de que todos los lodos se depositen en la base del tanque que serán pasados, posteriormente, por medio de una bomba succionadora y a través de una tubería al sedimentador de lodos.

El agua es llevada al primer paso de tratamiento.

- Ajuste de pH

Se adiciona solución de hidróxido de calcio al 3% y solución de ácido sulfúrico al 10% para ajustar el pH a 8.5.

El proceso de ajuste de pH no es automatizado completamente, de igual manera es activado desde un PLC, en cuanto este se coloca en “ON” las adiciones para el ajuste se empiezan a hacer automáticas y la cantidad de las dosificaciones son controladas por un pH-metro.

- Coagulación

Para este proceso se utiliza un producto a base de un polímero catiónico en solución que contiene Cloruro de Polidialil dimetil amonio llamado por el fabricante aquasitra “PF-160” (ver hoja de seguridad en Apéndice 3). Este inicia con la desestabilización de cargas, para que los sólidos que no están sedimentados empiecen a formar conglomerados.

La cantidad de coagulante se da por el flujo y volumen de agua que se tratará.

- Floculación

Se utiliza un polímero aniónico en emulsión (pH entre 6 y 8), llamado por el fabricante aquasitra “PF-140” (ver hoja de seguridad en Apéndice 3) en este proceso los coágulos se hacen más pesados, formando flóculos que empiezan a precipitar.

De igual manera, la dosificación del floculante se enciende desde el PLC y la cantidad adicionada está en función del volumen de flujo a tratar.

- Clarificación

Cuando los flóculos están formados y siguiendo el flujo del agua, estos convergen hacia el clarificador con punta de cono y empiezan a depositarse en el fondo del equipo que cuenta con placas inclinadas e impiden que estos asciendan, entonces quedan asentados y el agua dirigida por una tubería pasa al tanque de agua tratada, esta queda libre de sólidos.

- Sedimentación

Los sólidos que quedan en la parte inferior del equipo clarificador son trasladados por una bomba, que se acciona desde el PLC, hacia el sedimentador, donde por peso los lodos son depositados en la base del sedimentador con forma de cono y el líquido por ser menos denso queda en la parte superior; cuando el nivel de agua en el sedimentador alcanza cierto nivel en el contenedor, son transportados a inicio del tratamiento (donde se ajusta el pH); los lodos aún húmedos pasan, por una bomba activada desde el PLC, a la prensa de lodos.

- Prensa de lodos

En este equipo los lodos húmedos se contienen en filtros que están sujetos en el centro de un grupo de discos. Ahí se secan completamente por medio de aire a presión que se hace pasar por los discos, los lodos secos caen en una tina, de donde posteriormente se transvasan a tambos de 200L, que serán almacenados como residuos peligrosos.

- Agua residual tratada

El agua que fue transportada por la tubería que sale del clarificador se almacena en un tanque final, en donde se toman muestras para analizar su calidad y verificar que las cantidades de los compuestos analizados estén dentro de norma y en caso de cumplir con esta, son descargadas al drenaje municipal.

5.3 Problemática o ineficiencia de proceso y/o planta.

La descripción de tratamiento mencionado en el apartado anterior es como debería ejecutarse correctamente; sin embargo surgen varias problemáticas, que impiden que el proceso se efectúe de esa manera, dando lugar a ineficiencia del proceso.

A continuación se describe el problema en cada uno de los pasos del tratamiento:

- Ajuste de pH

El ajuste de pH no es eficiente pues no se mantiene en un parámetro, comúnmente es variable, siendo de 2 o 3 y puede llegar hasta 12.

La desventaja es que el pH en esta sección se ajusta con hidróxido de calcio, la solución de cal preparada al 3%, entonces si el pH es muy ácido, la cantidad gastada de cal, podría ser hasta 1000 L.

En especial cuando se descarga un compuesto en particular que contiene al menos 50% de peróxido de hidrogeno el pH está entre 1 y 3, cuando se ajusta el pH, se empieza a generar espuma en grandes cantidades, cuando el pH llega a 9 – 10.5 se deja de adicionar la solución de cal; sin embargo (como se mencionó) el proceso es continuo, por lo que comúnmente el agua que pasa al siguiente contenedor no tiene el pH apropiado para el siguiente paso en el tratamiento.

- Coagulación

En la parte de la coagulación el problema aumenta, debido a que la solución (agua residual) no tiene el pH conveniente (el pH debe estar entre 9 - 10.5) para que el tratamiento sea efectivo, y el agua llega al siguiente paso (floculación) por el proceso lineal sin estar lista para este tratamiento.

- Floculación

Cuando el tratamiento anterior no ha sido adecuado es predecible que en este paso el tratamiento tampoco funcionará.

- Clarificación

Posiblemente esta sea una de las partes más ineficientes y problemáticas.

Cuando el proceso anterior ha funcionado, en este paso todo el tratamiento realizado ha sido en vano. Es en esta parte donde se deberían separar los sólidos (flóculos) del agua; sin embargo el equipo clarificador carece de componentes, que han sido irremplazables, debido a que no existen refacciones en el mercado pues el equipo es obsoleto.

La sedimentación de lodos es mínima, gran parte del agua tratada aún con flóculos se dirige al tanque de agua tratada.

- Tanque de agua tratada

El agua “tratada” aun con sólidos llega a este contenedor, se realizan pruebas de calidad para determinar si puede ser drenada al alcantarillado, o en caso de que no cumplan con la normatividad se podría retornar al primer paso del tratamiento, sin embargo no tendría ningún sentido ya que no se esperan resultados diferentes.

- Sedimentador

Después de que una parte de los lodos quedan en la sección inferior del clarificador, son trasladados por una bomba al sedimentador, dónde la separación es más rigurosa. En este proceso no se tienen inconvenientes.

- Filtro prensa – prensa de lodos

Los sólidos cada vez más libres de agua pasan a este equipo, desafortunadamente el equipo es pequeño, no es suficiente para la cantidad de lodos que se producen (a pesar de que no son todos los lodos que deberían).

- Lodos de planta de tratamiento

Los residuos obtenidos del tratamiento son lodos, los cuales deberían estar en condiciones secas, pues previamente se filtraron en el filtro prensa; sin embargo, aún húmedos se envasan en tambos de 200L y se envían a confinamiento (RIMSA, Residuos Industriales Multiquim S. A. de C. V.), a través de un transportista de empresa autorizada.

5.4 Propuestas para solución de tratamiento

Para el tratamiento de aguas residuales de proceso provenientes de la industria de la galvanoplastia se analizaron cuatro opciones con el objetivo de cumplir con los límites máximos permisibles de metales y cianuros según la NOM-002-SEMARNAT-1996, información contenida en la Tabla 6; o bien, el Apéndice 2 indica detalladamente tal información.

1. Cambio de sustancias químicas en la planta de tratamiento existente (propuesto por Convetya).
2. Adición de un microfiltro a la planta de tratamiento existente (propuesto por Remsa).
3. Cambio de planta de tratamiento (propuesto por ACS Medioambiente).
4. Modificación en el proceso de tratamiento (propuesto por Aquasitra).

Tabla 6. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	INSTANTÁNEO
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

FUENTE: Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996

5.4.1 Cambio de sustancias químicas en la planta de tratamiento

Se considera un cambio en los químicos empleados en la planta para así lograr un tratamiento más eficiente:

- Cambio de coagulante por un polímero catiónico (mezcla de aluminio y calcio) llamado por el fabricante “Coventya OMEGA BP-4123” (ver hoja técnica en Apéndice 3) o por un polímero catiónico de alto peso molecular elaborado a base de hierro.
- Cambio por floculante llamado por el fabricante “Coventya OMEGA AP-2040” (ver hoja técnica en Apéndice 3) polielectrolito aniónico sólido de rápida interacción con los sólidos generados a partir de la coagulación y la neutralización de los hidróxidos metálicos.

En este proceso se tienen tres etapas. En la primera se lleva a cabo una reacción de coagulación en donde se hace uso de sales ya sea de hierro o de aluminio en presencia de polímeros catiónicos de alto peso molecular, los cuales favorecerán la formación de micropartículas en conjunto con los metales presentes en la corriente residual. En la segunda etapa se realiza una floculación con un polímero aniónico de alto peso molecular y las micropartículas formadas en la etapa anterior consiguiendo así una fuerte aglomeración de macropartículas que son fáciles de precipitar y separar del agua. Al final se obtiene un agua con mejores condiciones que las iniciales.

Pruebas a nivel Laboratorio:

- I. Ajuste de pH entre 3 – 4.
- II. Adición de coagulante. Polímero catiónico de fierro (cloruro de fierro 25-50%, “OMEGA BP 4123”), 100 ppm.
- III. Ajuste de pH, utilizando mezcla de cal química e hidróxido de sodio, entre 9- 9.5, considerando que el principal problema es el contenido de Cu y Ni.
- IV. Adición de Floculante polímero aniónico en polvo (“OMEGA AP 2040”), dosificación de 6 ppm.

La Tabla 7 muestra una comparación de las ventajas y desventajas de esta elección.

Tabla 7. Ventajas y desventajas del cambio de sustancias químicas en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Ventajas	Desventajas
Baja generación de lodos (eliminación de adición de cal).	Sigue sin sedimentarse los flóculos (debido al proceso continuo de tratamiento).
Los costos no son elevados en la adquisición de los nuevos polímeros. (Ver tabla 8).	

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 8. Costo de coagulante y floculante que se pretenden emplea

Producto	Precio unitario (MXP/Kg)	Empaque (Kg)
polímero catiónico de fierro	25.88	25
polímero aniónico en polvo	243.60	22.63

FUENTE: Elaboración propia

5.4.2 Adición de un microfiltro a la planta de tratamiento existente

Después de que el agua ha sido tratada se llevan a cabo una serie de filtraciones realizadas en un equipo adaptado al tanque de agua tratada.

- I. Se usa un filtro de retención de partículas suspendidas de 5 micras.
- II. Se utiliza un equipo de ultrafiltración como pretratamiento, removiendo coloides que puedan obstruir la membrana de nanofiltración.
- III. Se usa el equipo con membrana de nanofiltración, reduciendo el 93% de los sólidos disueltos.

En la Tabla 9 se hace la comparación entre ventajas y desventajas que conlleva el elegir esta opción.

Tabla 9. Ventajas y desventajas de la ultrafiltración en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Ventajas	Desventajas
Recuperación de agua del 35 al 50% (cumpliendo NOM-003-SEMARNAT).	Los filtros se tapan con mucha frecuencia ya que la cantidad de sólidos a filtrar es grande (Ver figura 2 y 3).
	Los aditivos químicos son costosos.
	El equipo y refacciones son costosos. (Ver tabla 10).

FUENTE: Elaboración propia



Figura 2. Filtro saturado 1



Figura 3. Filtro saturado 2

Tabla 10. Costos de los equipos e instalación

Etapa	Equipo	Precio unitario (MX)
Filtración	• Filtro anillas de 5 micras 2", súper plástico MCA	\$ 5,200.00 más I.V.A.
	• Bomba de acero inoxidable multietapas MCA 3HP	\$ 8,603.00 más I.V.A.
Materia coloidal, color, turbidez	Sistema de ultrafiltración para remoción de materia coloidal, bacterias, virus y partículas suspendidas	\$ 77,424.00 más I.V.A.
Remoción de metales pesados	Unidad de nanofiltración (membrana, bomba, tubería, tablero de control, monitor)	\$ 136,870.00 más I.V.A.

FUENTE: Elaboración propia

5.4.3 Cambio de planta de tratamiento

Se utiliza un sistema automático y continuo diseñado para neutralizar el agua residual y remover metales pesados y sólidos suspendidos contaminantes.

Este proceso para tratamiento de agua residual consiste en las operaciones siguientes:

- Neutralización por ajuste de pH
- Coagulación (precipitación)
- Floculación
- Clarificación por sedimentación en placas inclinadas
- Filtración granular
- Ajuste final de pH

En el diagrama se puede observar la distribución de la planta (ver Figura 4).

Descripción de proceso fisicoquímico

- Precipitación

La corriente residual es "neutralizada" a un pH uniforme, dependiendo de los contaminantes a precipitar. Comúnmente se utiliza: hidróxido de sodio, hidróxido de calcio o Ácido Sulfúrico.

- Coagulación y floculación

Estos procesos se emplean para extraer lo sólidos que se encuentran suspendidos en la corriente residual. Los coagulantes químicos cancelan las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos. Estos crean, al juntarse, aglomerados mayores que son capaces de sedimentarse.

Es importante mencionar que para complementar la adición del coagulante se requiere de mezclado ya que este promueve la colisión.

- Clarificación por sedimentación

La sedimentación es un proceso de separación por gravedad, en el cual se proporciona un medio no turbulento que permite a las partículas, de peso específico mayor que el agua, sedimentarse hacia el fondo.

- Filtración granular

En este tipo de filtración, la alimentación es por la parte inferior del filtro y fluye hacia arriba por conductos hasta un distribuidor de flujo. La corriente atraviesa las capas de arena, en constante limpieza, hacia arriba dejando atrás a los sólidos suspendidos.

Volumen promedio de agua a tratar de 330.0 m³/día.

- Componentes del sistema fisicoquímico

a) Sistema neutralizador de dos etapas, incluye: dos tanques de polietileno de alta densidad de 200 galones de capacidad, dos mezcladores para proporcionar tres vueltas por tanque por minuto, dos indicadores / controladores de pH, dos bombas dosificadoras para productos químicos (coagulante y caustico) válvulas y accesorios de montaje.

b) Sistema de dosificación de cal hidratada, incluye: un tanque de polietileno de alta densidad de 100 galones, un mezclador, dos bombas de doble diafragma, válvulas y accesorios de montaje.

c) Sistema de clarificador y floculación, incluye: una cámara de mezcla rápida con 30 segundos de retención, un mezclador de 60 rpm, una cámara de floculación con dos minutos de retención, un motoreductor de velocidad variable, un clarificador de placas inclinadas con fondo plano con 110 pies cuadrados de área real (220 pies cuadrados de área proyectada), una bomba dosificadora de floculante, un tanque de polietileno de alta densidad de 55 galones para floculante, un mezclador para floculante.

d) Sistema de filtración granular por gravedad para la remoción final de partículas en suspensión que no fueron removidas durante la clarificación, al través de un filtro de arena de 50" de diámetro con retrolavado continuo, el cual consiste en el reciclo y limpieza de la arena internamente sin detener la operación de filtrado, válvulas y accesorios de montaje.

e) Sistema de ajuste final de pH, incluye: un tanque de polietileno de alta densidad de 100 galones de capacidad, un mezclador para proporcionar tres vueltas por tanque por minuto, un indicador / control de pH, una bomba dosificadora para producto químico (ácido), válvulas y accesorios de montaje.

f) Tablero de control tipo con grafico del sistema.

Debido a que la estructura de la planta es solamente una pieza, cambiar una parte no es posible, por lo que se cambiaría por una planta completa, para poder realizar también un proceso fisicoquímico.

Las ventajas y desventajas de cambiar la planta se analizan en la tabla 11.

Tabla 11. Ventajas y desventajas del cambio de planta de tratamiento de aguas residuales.

Ventajas	Desventajas
Proceso automatizado/fácil operación.	Permisos de obra civil/proyectos.
Equipo actuales, refacciones en el mercado.	Equipos costosos. (Ver tabla 12).
Costos bajos de los químicos utilizados para la reacción.	Se siguen requiriendo sustancias químicas para efectuar el tratamiento.
Proceso específico para el tipo de agua en específico.	Obtención de residuos peligrosos (lodos).

Proceso específico para el tipo de agua en específico.

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 12. Costo de instalación y de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales.

Sistema de tratamiento	Costo
Sistema de Tratamiento Físicoquímicos	\$ 226,410.00 USD + IVA

FUENTE: Elaboración propia

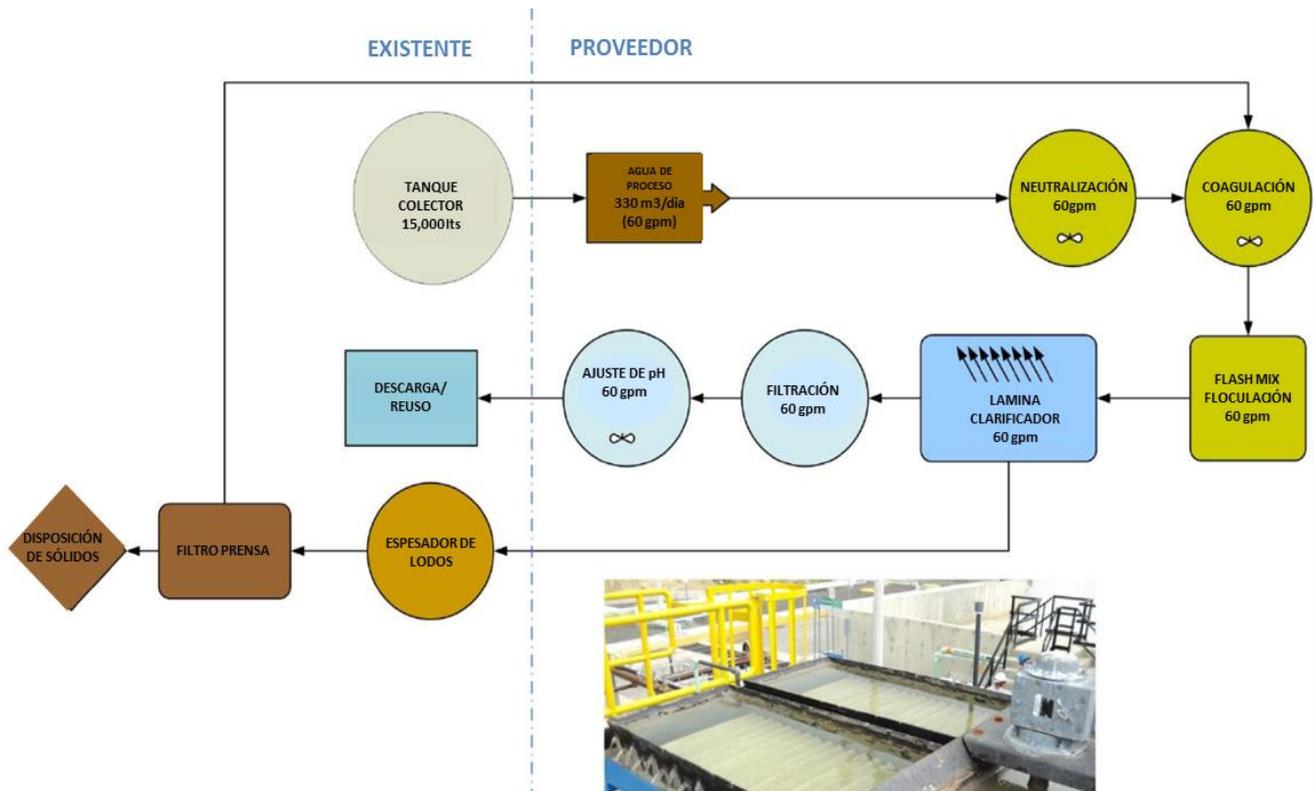


Figura 4. Diagrama: Propuesta de planta de tratamiento de aguas residuales (elaborado por ACS Medioambiente).

5.4.4 Cambio del proceso de tratamiento

Se hace un cambio de tratamiento continuo a un proceso con tratamiento por lote o batch (ver Figura 5).

En un reactor (tanque) se llevará a cabo todo el proceso de tratamiento: ajuste de pH, reducción (en el caso de cianuros), coagulación y floculación; después se drenarán los lodos formados a otro sedimentador para que finalmente puedan filtrarse.

El agua tratada podrá salir al drenaje del tanque donde se realizó la reacción, sin embargo se debe analizar antes de descargar el efluente.

Los reactivos químicos utilizados para este tratamiento podrán ser los que se usan actualmente.

Las ventajas que tiene esta mejora se desglosan en la Tabla 13.

Tabla 13. Ventajas y desventajas del cambio en el proceso de tratamiento

Ventajas	Desventajas
La instalación no requiere gran espacio.	Tratamiento efectivo a mediano plazo, es decir, si el proceso productivo cambia, el proceso de tratamiento de agua deberá cambiar también.
Los equipos son simples tanques contenedores (por lo que el mantenimiento no es demandante).	
Los equipos (tanques) no son sofisticados, por lo que no son tan costosos. (Ver Tabla 14).	

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 14. Costos de cambio de proceso de tratamiento.

Cantidad	Equipo	Precio (USD)	Subtotal (USD)
2	tanque de polipropileno	26 670	53 340
1	tanque sedimentador de lodos	18 210	18 210
1	filtro tipo prensa	32 053	32 053
1	filtro arena	11 990	11 990
1	Montaje	9 805	9 805
Total en USD			125 398

FUENTE: Elaboración propia

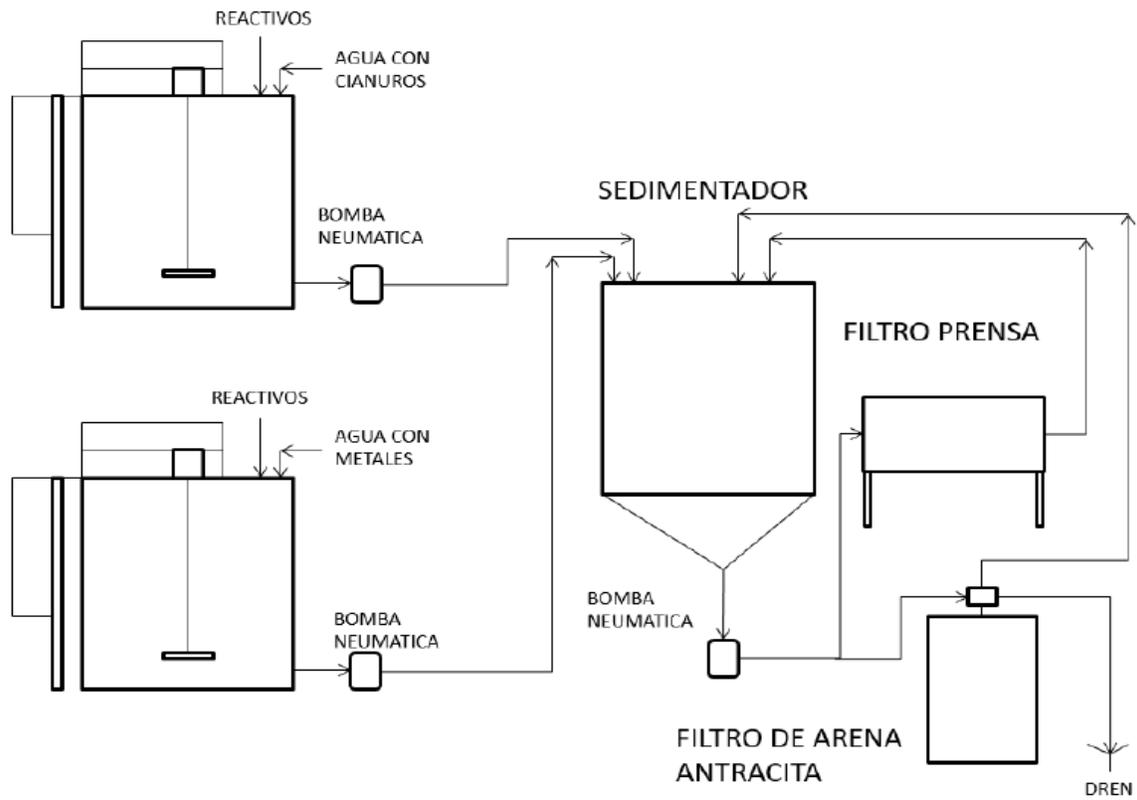


Figura 5. Diagrama del cambio de proceso (elaborado por Aquasitra).

6 CONCLUSIONES

El principal problema para la optimización de la PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) es la obsolescencia de la misma pues ha estado operando desde 1990. Además, la instalación no fue nueva, fue adquirida de segunda mano. Después de muchos parches y remiendos ahora es imposible conseguir partes necesarias de línea debido a que no existen en el mercado.

Al principio se podía utilizar un proceso automatizado, pero las condiciones en la calidad del agua de descarga han ido cambiando debido a las modificaciones en los procesos a lo largo del tiempo. Además, las características del agua residual resultan muy variables, las concentraciones de contaminantes/componente rara vez se encuentran en la misma relación. Esto ha ocasionado el cambio en diversos parámetros para el tratamiento de los efluentes; sin embargo la mayoría de veces, en vez de mejorarse se empeora.

Se han realizado ajustes a la planta de tratamiento, siendo desde cambios de concentración en las sustancias químicas, cambio de sustancias químicas, o bien adaptaciones o modificaciones físicas o de estructura en la planta, que pudieran funcionar, pero no en todas las situaciones. Esto ha impedido volver al proceso inicial, en cuanto a la infraestructura de la planta, si se tiene como intención reparar o rehacer lo que se deshizo, es complicado. Los principales obstáculos son la falta de recursos, la antigüedad de los equipos y las modificaciones permanentes que se han realizado sobre la misma.

Considerando lo anterior, la mejor opción para asegurar un tratamiento eficiente y por consiguiente el cumplimiento con la legislación aplicable, es el cambio en el proceso de tratamiento de aguas residuales. Esta opción resulta ser la más económica entre las cuatro y la que presenta los mejores resultados.

7 SANCIONES

Al no cumplir con lo establecido en la legislación, las empresas se hacen acreedoras a las siguientes sanciones:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Título sexto, Capítulo IV

Art. 171: (...) Las violaciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las disposiciones que de ella emanen serán sancionadas administrativamente por la Secretaría (...). I. Multa por el equivalente de treinta a cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción; II.- Clausura temporal o definitiva, total o parcial. III. Arresto administrativo hasta por 36 horas. V.- La suspensión o revocación de las concesiones, licencias, permisos o autorizaciones correspondientes.

Ley de Aguas Nacionales, Título décimo, Capítulo II

Art. 120: (...) serán sancionadas administrativamente por "la Autoridad del Agua" con multas que serán equivalentes a los siguientes días del salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento en que se cometa la infracción (...). I. 200 a 1,500, en el caso de violación a las fracciones X, XI, XVI, XXI y XXII; II. 1,200 a 5,000, en el caso de violaciones a las fracciones I, VI, XII, XVIII y XIX, y III. 1,500 a 20,000, en el caso de violación a las fracciones II, III, IV, V, VII, VIII, IX, XIII, XIV, XV, XVII, XX, XXIII y XXIV.

Código Penal Federal, Título vigésimo quinto

Art. 416: Se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y de trescientos a tres mil días multa al que ilícitamente descargue, deposite, o infiltre, lo autorice u ordene, aguas residuales, líquidos químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes en los suelos, subsuelos, aguas marinas, ríos, cuencas, vasos o demás depósitos o corrientes de agua de competencia federal, que cause un riesgo de daño o dañe a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a la calidad del agua, a los ecosistemas o al ambiente.

Cuando se trate de aguas que se encuentren depositadas, fluyan en o hacia un área natural protegida, "la prisión se elevará hasta tres años más y la pena económica hasta mil días de multa".

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, Título primero, Capítulo II

Art. 10: Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, (...) a la compensación ambiental que proceda, (...).

Art. 11: (...) En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.

Art. 13: La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño (...).

Art.17: La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño.

Art. 19: La sanción económica prevista en la presente Ley, será accesoria a la reparación o compensación del Daño ocasionado al ambiente y consistirá en el pago por un monto equivalente de:

- I. De trescientos a cincuenta mil días de salario mínimo (...) cuando el responsable sea una persona física, y
- II. De mil a seiscientos mil días de salario mínimo (...) cuando la responsable sea una persona moral.

Dicho monto se determinará en función de daño producido.

Art. 20: Los montos mínimos y máximos de la Sanción Económica prevista para una persona moral, se reducirán a su tercera parte cuando se acrediten al menos tres de las siguientes:

- I. Que dicha persona no ha sido sentenciada previamente en términos de lo dispuesto por esta Ley; ni es reincidente en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales;
- II. Que sus empleados, representantes, y quienes ejercen cargos de dirección, mando o control en su estructura u organización no han sido sentenciados por delitos contra el ambiente o la gestión ambiental, cometidos bajo el amparo de la persona moral responsable, en su beneficio o con sus medios;
- III. Haber contado por lo menos con tres años de anterioridad a la conducta que ocasionó el daño, con un órgano de control interno dedicado de hecho a verificar permanentemente el cumplimiento de las obligaciones de la persona moral derivadas de las Leyes, licencias, autorizaciones, permisos o concesiones ambientales; así como con un sistema interno de gestión y capacitación ambiental en funcionamiento permanente;
- IV. Contar con la garantía financiera que en su caso se requiera en términos de lo dispuesto por el artículo 8o. de esta Ley, y
- V. Contar con alguno de los certificados resultado de la auditoría ambiental a la que hace referencia el artículo 38 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

8 APÉNDICE 1

Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de diferentes industrias reportados en las normas NOM-063-ECOL-1994 a NOM-073-ECOL-1994

Tipo de contaminante	Unidad de medida	LMP de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las industrias:													
		Vinícola	Destilera	Pigmentos y colorantes.		Galvanoplastia	Drenaje municipal		Aceites y grasas comestibles de origen animal y vegetal	Componentes eléctricos y electrónicos	Preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres	Productos químicos inorgánicos	Fertilizantes fosfatados	Farmacéutica	Farmoquímica
		063	064	065	066	067		068	069	070	071	072	073		
				inorgánicos	Orgánicos y colorantes		Centros de población mayores de 80mil habitantes								
pH	unidad de pH	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	200	200				100	50			150			100	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	260	260	100	300	260	200	100	290	120	250	250		200	300
Grasas y aceites	mg/L	10	10	40	40	10	20	10	50	20	20			20	20
Sólidos sedimentables	mg/L	1	1	1	1		1	1	1		1				
Sólidos suspendidos totales	mg/L	200	200	200	200	200	100	50	130	50	150	90	30	150	250
Fósforo total	mg/L	5	5									5	18		
Nitrógeno total	mg/L	10	10												
Cromo hexavalente	mg/L					0.1				0.1		0.1			
Cromo total	mg/L					1						1			
Cobre	mg/L					0.5				1		0.5			
Níquel	mg/L					2				2					
Fierro	mg/L					1						2			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

	Zinc	mg/L						1			1					
	Cianuros	mg/L						0.3							0.1	
	Cadmio	mg/L						0.1			0.1		0.1			
	Plomo	mg/L						0.6			0.5		0.2			
	Aluminio	mg/L						2								
	Bario	mg/L						2								
	Manganeso	mg/L						2								
	Arsénico	mg/L											0.1			
	Mercurio	mg/L											0.005			
	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L						5	5							
	Conductividad eléctrica	micromohos/cm									2500					
	Fluoruros	mg/L									2			10		
INSTANTÁNEO	pH	unidad de pH	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	240	240				150	80			280		100	120	
	Demanda química de oxígeno	mg/L	360	360	150	360	360	250	160	360	150	300	300	200	360	
	Grasas y aceites	mg/L	20	20	50	50	20	30	20	80	30	25		20	30	
	Sólidos sedimentables	mg/L	2	2	2	2		1.2	1.2	2		2				
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	240	240	250	250	240	150	80	160	60	280	120	35	150	300
	Fósforo total	mg/L	6	6									6	25		
	Nitrógeno total	mg/L	12	12												
	Cromo hexavalente	mg/L					0.2				0.2		0.2			
	Cromo total	mg/L					1.2						1.2			
	Cobre	mg/L					1				1.2		1			
	Níquel	mg/L					2.5				3					
	Fierro	mg/L					1.2						3			
	Zinc	mg/L					1.2				1.2					
	Cianuros	mg/L					0.5								0.2	
	Cadmio	mg/L					0.2				0.2		0.2			
Plomo	mg/L					0.7				1		0.5				
Aluminio	mg/L					2.5										
Bario	mg/L					2.5										

Manganeso	mg/L						2.5								
Arsénico	mg/L											0.2			
Mercurio	mg/L											0.01			
Sustancias activas al azul de metileno	mg/L						8	8							
Conductividad eléctrica	micromohos/cm									3000					
Fluoruros	mg/L									2.5			15		

FUENTE: Elaboración propia

9 APÉNDICE 2

Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los diferentes cuerpos receptores reportados en las normas mexicanas oficiales vigentes.

LMP DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES															
Tipo de contaminante	Unidad de medida	EN AGUAS Y BIENES NACIONALES.										A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL.	TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS		
		1										2	AL PÚBLICO.		
		Ríos			Embalses naturales y artificiales		Aguas costeras			Suelo		Servicio al público con contacto directo		Servicios al público con contacto indirecto u ocasional	
		Uso en riego agrícola	Uso público urbano	Protección de vida acuática	Uso en riego agrícola	Uso público urbano	Explotación pesquera	Recreación	Estuarios	Uso en riego agrícola	Humedales naturales				
Temperatura	°C	NA	40	40	40	40	40	40	40	40	NA	40			
Grasas y aceites	mg/L	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	75		
Materia flotante	mg/L	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	Ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente			
Sólidos sedimentables	ml/L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	1	7.5		
Sólidos suspendidos totales	mg/L	150	75	40	75	40	150	75	75	75	NA	75			
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	150	75	30	75	30	150	75	75	75	NA	75			
Nitrógeno total	mg/L	40	40	15	40	15	NA	NA	15	15	NA	NA			
Fósforo total	mg/L	20	20	5	20	5	NA	NA	5	5	NA	NA			
Arsénico	mg/L	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.75		

Cadmio	mg/L	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.05	0.1	0.75			
Cianuros	mg/L	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1				
Cobre	mg/L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.5			
Cromo	mg/L	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.75			
Mercurio	mg/L	0.01	0.005	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.015			
Níquel	mg/L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6			
Plomo	mg/L	0.5	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.5	0.2	5	0.2	1.5			
Zinc	mg/L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9			
Temperatura	°C	NA	40	40	40	40	40	40	40	NA	40				
Grasas y aceites	mg/L	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	50	15	15
Materia flotante	mg/L	ausente													
Sólidos sedimentables	ml/L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	NA	2	5		
Sólidos suspendidos totales	mg/L	200	125	60	125	60	200	125	125	125	NA	125		20	30
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	200	150	60	150	60	200	150	150	150	NA	150		20	30
Nitrógeno total	mg/L	60	60	25	60	25	NA	NA	25	NA	NA				
Fósforo total	mg/L	30	30	10	30	10	NA	NA	10	NA	NA				
Arsénico	mg/L	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.5			
Cadmio	mg/L	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.5			
Cianuros	mg/L	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	1			
Cobre	mg/L	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10			
Cromo	mg/L	1.5	1	1	1.5	1	1	1.5	1	1	1	0.5			
Mercurio	mg/L	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01			
Níquel	mg/L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Plomo	mg/L	1	0.4	0.4	1	0.4	0.4	1	0.4	10	0.4	1			
Zinc	mg/L	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	6			
Coliforme fecales	NMP/100 ml													240	1000
Huevo de helminto	h/l													>1	>5

FUENTE: Elaboración propia

10 APÉNDICE 3

Hoja de Seguridad: Aquasitra "PF-160"



HOJA DE SEGURIDAD

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre del Producto PF-160

2. COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

Identificación de la preparación Polímero catiónico en solución
Cloruro de Polidialil dimetil amonio

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los derrames producen superficies extremadamente resbalosas.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación	Moverse al aire fresco.
Contacto con la piel	Lavar con agua y jabón como precaución. En caso de Persistencia en la irritación de la piel, consulte a su Médico.
Contacto con los ojos	Enjuague abundantemente con agua, también bajo los párpados. En caso de persistencia en la irritación, Consulte a su médico.
Ingestión	El producto no se considera tóxico basado en estudios Realizados con animales.

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Medios de extinción	Agua, aspersión de agua, espuma, dióxido de carbono, Polvo seco.
Precauciones especiales	Los derrames producen superficies extremadamente resbalosas.
Equipo de protección Para los bomberos	No se requiere equipo de protección especial.



6. MEDIDAS CONTRA USO ACCIDENTAL.

Precauciones personales	No se requieren.
Precauciones ambientales	No contamina el agua.
Métodos de limpieza	No enjuague con agua. Recójalo. Absórbalo con un material inerte. Si el líquido ha sido Derramado en grandes cantidades limpie Rápidamente por vacío. Manténgalo en Recipientes adecuados y cerrados para su Disposición. Luego de la limpieza enjuague el Resto con agua.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo	Evite el contacto con la piel, ojos y la ropa. Cuando prepare la solución de trabajo asegúrese de que exista una ventilación adecuada. No respire los vapores o la niebla. Cuando lo use no fume.
Almacenamiento	Mantenga en un lugar seco, frío (0-35 grados centígrados). Manténgalo lejos del fuego y fuentes de ignición. El Congelamiento puede afectar las condiciones físicas y puede Dañar el material.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería	Utilice la ventilación existente en caso de niebla. La ventilación natural es adecuada en ausencia de Niebla.
Equipo de protección personal	
- Equipo de respiración	En caso de ventilación insuficiente utilice equipo de Respiración adecuada.
- Protección para las manos	Guantes de hule.
- Protección ocular	Lentes de seguridad con barreras laterales. No Utilice lentes de contacto.
- Protección para la piel	Resistente a los químicos o trajes protectores si existe un contacto repetidamente.
- Higiene	Lávese las manos antes de descansos y al final del día de labor. Manéjelo de acuerdo a las buenas prácticas de higiene y seguridad.



9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Forma	Líquido
Color	ámbar
Olor	ligero
pH	Ver boletín técnico.
Punto de fusión (Grados centígrados)	No aplica
Punto de flasheo (Grados centígrados)	Mayor a 100 grados centígrados
Temperatura de Autoignición (Grados centígrados)	Mayor a 200 grados centígrados
Densidad	Ver boletín técnico
Solubilidad en agua	Completamente miscible
Viscosidad (mPa s)	Ver boletín técnico

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	El producto es estable, no ocurrirá polimerización riesgosa.
Evitar materiales	Materiales oxidantes puede causar reacciones Exotérmicas.
Productos peligrosos de Descomposición	No hay descomposición si se almacena y se aplica tal como es. La combustión de los materiales secos Puede producir ácido clorhídrico gaseoso, óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de carbono.

Hoja de Seguridad: Aquasitra "PF-140"



HOJA DE SEGURIDAD

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO : PF-140 Floculante

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: Polímero aniónico en emulsión

CLASE DE PRODUCTO Floculante

IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA : Servicios Integrales en Tratamiento de Agua

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Identificación de la preparación Polímero aniónico en emulsión

3. IDENTIFICACION DE RIESGOS

Los derrames producen superficies extremadamente resbalosas.
Irritante a ojos y piel.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Moverse al aire fresco.

Contacto con la piel: Lavar con abundante agua y jabón como precaución. En caso de persistencia en la irritación de la piel, consulte a su médico.

Contacto con los ojos: Enjuague abundantemente con agua, también bajo los párpados. En caso de persistencia en la irritación, Consulte a su médico.

Ingestión: El producto no se considera tóxico basado en estudios realizados con animales.

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Medios de extinción Agua, aspersion de agua, espuma, dióxido de carbono, polvo seco.

Precauciones especiales Los derrames producen superficies extremadamente resbalosas.

Equipo de protección para los bomberos No se requiere equipo de protección especial.



6. MEDIDAS CONTRA USO ACCIDENTAL

Precauciones personales	No se requieren.
Precauciones ambientales	No contamina el agua.
Métodos de limpieza	No enjuague con agua. Recójalo. Absórbalo con un material inerte. Si el líquido ha sido derramado en grandes cantidades limpie rápidamente por vacío.
	Manténgalo en recipientes adecuados y cerrados para su disposición. Luego de la limpieza enjuague el resto con agua.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo	Evite el contacto con la piel, ojos y la ropa. Cuando prepare la solución de trabajo asegúrese de que exista una ventilación adecuada. Cuando lo use no fume.
Almacenamiento:	Mantenga en un lugar seco, frío (0-35 grados centígrados). El congelamiento puede afectar las condiciones físicas y puede dañar el material.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería	Utilice la ventilación existente en caso de niebla. La ventilación natural es adecuada en ausencia de niebla.
Equipo de protección personal	<ul style="list-style-type: none">- Equipo de respiración : En caso de ventilación utilice equipo de respiración adecuado.- Protección para las manos Guantes de hule.- Protección ocular: Lentes de seguridad con barreras laterales. No utilice lentes de contacto.- Protección para la piel Resistente a los químicos o trajes protectores si existe un contacto repetidamente.- Higiene Lávese las manos antes de descansos y al final del día de labor. Manéjelo de acuerdo a las buenas prácticas de higiene y seguridad.



9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Forma	Líquido viscoso
Color	Lechoso
Olor	Alifático
pH en solución a 5 gr/lt	6 – 8
Densidad	Ver boletín técnico
Solubilidad en agua	Ver boletín técnico
Viscosidad (mPa s)	Ver boletín técnico

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	El producto es estable, no ocurrirá polimerización riesgosa.
Evitar materiales	Materiales oxidantes puede causar reacciones Exotérmicas.
Productos peligrosos de Descomposición	No hay descomposición si se almacena y se aplica tal como es. La combustión de los materiales secos puede producir, óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de carbono.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda	
- Oral	LD50/ORAL/rat>5000 mg/Kg
- Dermatológica	El producto no se considera tóxico basado en estudios de laboratorio realizados sobre animales.
- Inhalación	No se espera que el producto sea tóxico por inhalación.
Irritación	
- Piel	Puede causar irritación en la piel en personas susceptibles.
- Ojos	Irritante a los ojos
- Sensitización	No se espera que el producto produzca sensitización.
Toxicidad crónica	Contacto prolongado con la piel puede afectar la piel y producir dermatitis.



12. INFORMACION ECOLOGICA

Pescados: LCS50/Fathead minnows/96 > 1000 mg/lt
 Algas: EC50/72H/Phaeodactylum tricornutum > 1000 mg/lt
 Daphnia LC50/48h/Chaetogammarus marinus = 15 mg/lt.
 Bioacumulación: Este producto se espera no acumularse.
 Persistencia/degradabilidad: No rápidamente biodegradable (40% después de 28 días)

13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Deshechos de residuos / productos sin utilizar
 De acuerdo con regulaciones federales, estatales y locales.
 Empaques contaminados
 Enjuagar los contenedores con agua y utilizar el agua de enjuague para preparar la solución de trabajo. Puede ser confinado o incinerado, de acuerdo con regulaciones locales.

14. INFORMACION DE TRANSPORTE

No regulado por DOT.

15. INFORMACION REGULATORIA

Estatus RCRA	No es un deshecho peligroso
Número de deshecho peligroso	No aplica
Cantidad reportable (40 CFR 302)	No aplica
Cantidad planeada de umbral (40 CFR 335)	No aplica

Calificaciones HMIS& NFPA		
	HMIS	NFPA
Salud	1	1
Flamabilidad	1	1
Reactividad	0	0
Protección personal	B	



16.	OTRA INFORMACIÓN
------------	-------------------------

La información proporcionada en esta Hoja de Seguridad es correcta con base a lo mejor de nuestro conocimiento y fe a la fecha de la publicación. La información dada está diseñada solo como una guía para el manejo seguro, uso, procesamiento, almacenamiento, transportación, disposición y uso, y no se considera una garantía o especificación de calidad. La información se refiere solo al material específico designado y no puede ser contemplada en combinaciones con otros materiales o en cualquier proceso a menos que esté especificado en el texto.

Hoja Técnica: Coventya OMEGA BP-4123



OMEGA BP-4123

Coagulante líquido base hierro más polímero catiónico de alto peso molecular.

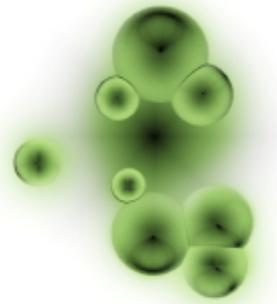
OMEGA BP-4123 es una solución uniformemente soluble, altamente reactiva y muy activa para la neutralización y coagulación de los iones en suspensión existentes en el efluente.

En efluentes con altas características de dispersión, OMEGA BP-4123 neutraliza los diferenciales de carga iónica dando lugar a la formación de "microflóculos" ya adecuados para el posterior ajuste final de pH y la completa floculación de sólidos.

Los sólidos existentes en el efluente, tratados con OMEGA BP-4123, muestran una mejor coagulación así como una mejor estructura, tamaño y densidad de flóculo.

Características

- Neutraliza cargas iónicas y aglomera sólidos
- Muy absorbente de aceites y grasas
- Los sólidos formados entre las partículas residuales y el OMEGA BP-4123 son estables y consistentes, tras el ajuste de pH, floculan fácilmente con un polímero aniónico
- Menor generación de lodos respecto a los creados por coagulantes tradicionales



Condiciones de operación

Parámetros	Rango
Efluente ácido galvanotecnia	50-300 ppm
Efluente alcalino galvanotecnia	100-500 ppm
Sustitución coagulantes inorgánicos	50% dosificación coagulante inorgánico
Facilitar deshidratación lodos	20-50 ppm
Rotura emulsiones	100-1000 ppm

En cualquier caso, para cada solución y aplicación en particular, deberá determinarse específicamente la dosificación exacta de OMEGA BP-4123.

Para un adecuado y económico tratamiento de efluentes, le recomendamos el empleo de nuestra gama de productos [OMEGA WaterCare](#).

Hoja Técnica: Coventya OMEGA AP-2040



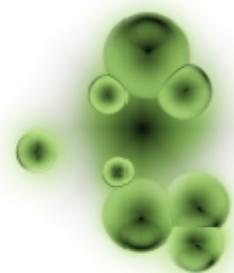
OMEGA AP-2040

OMEGA AP-2040 es un polielectrolito aniónico sólido de rápida interacción con los sólidos generados a partir de la coagulación y la neutralización de los hidróxidos metálicos.

Su interacción no solo es rápida, sino además, da lugar a flóculos muy consistentes, densos y de fácil precipitación. Minimizando efectos de fugas de partículas y reflotación de sólidos.

Características

- 100 % puro, sin agentes de dilución
- Soluciones al 0,1 %, fácil preparación
- Los hidróxidos metálicos quedan fuertemente retenidos en su estructura reticular polimérica
- Ahorro económico gracias a su baja dosificación, 2 - 5 ppm



Condiciones de operación

Parámetros	Rango
Galvanotecnia	2 - 5 ppm
Anodizado	5 - 10 ppm
Concentración solución	0,1 %

En cualquier caso, para cada solución y aplicación en particular, deberá determinarse específicamente la dosificación exacta de OMEGA AP-2040, para ello ponemos nuestros laboratorios a su servicio.

Principales sectores

- Galvanotecnia
- Anodizados y lacados
- Recubrimientos orgánicos y fosfatados
- Pulidos mecánicos, trefilería y fundición



Para un adecuado y económico tratamiento de efluentes, le recomendamos el empleo de nuestra gama de productos **OMEGA WaterCare**.

11 BIBLIOGRAFÍA

[Antecedentes de la política ambiental en México]. (2013). Recuperado el 11 de mayo de 2016 de <http://www.semarnat.gob.mx/conocenos/antecedentes>

Alemaný, J. (2004). *Tratamiento físico-químico compacto de aguas residuales industriales*. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/9137-Tratamiento-fisico-quimico-compacto-de-aguas-residuales-industriales.html>

Comisión Nacional del Agua. (2016). *Archivo Histórico y Biblioteca Central del Agua*. Recuperado el 2 de diciembre de 2016 de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/archivo-historico-y-biblioteca-central-del-agua-32649>

Comisión Nacional del Agua. (Sin fecha). *Historia*. Recuperado el 2 de diciembre de <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109730/Historia.pdf>

Consecuencias de la contaminación de nuestros ríos. (Sin fecha). Recuperado el 29 de junio de 2016 de <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/Contaminacion-de-nuestros-rios/>

Contaminación del agua. (Sin fecha). Recuperado el 29 de junio de 2016 de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/aguas-dulces/contaminacion-agua>

Diario Oficial de la Federación. (2012). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*.

Diario Oficial de la Federación. (2009). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.

Diario Oficial de la Federación. (2004). *Ley de Aguas Nacionales*.

Diario Oficial de la Federación. (2002). *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*.

Fundación para el Desarrollo Sostenible. (2005). *Guía de buenas prácticas para el sector galvanotécnica*. Colombia: FUNDES.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2000). *Ley Ambiental del Distrito Federal*.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2003). *Ley de Aguas del Distrito Federal*.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (1997). Reglamento de la *Ley Ambiental del Distrito Federal*.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (1997). *Reglamento Interno de la Comisión Ambiental Metropolitana*.

Información sobre la contaminación del agua. (Sin fecha). Recuperado el 29 de junio de 2016 de <http://www.contaminacionpedia.com/informacion-contaminacion-agua/>

Instituto Nacional de Ecología. *Diagnóstico General de la Industria de la Galvanoplastia en el país*. (1985). Recuperado el 28 de diciembre de 2016 de http://repositorio.inecc.gob.mx/ae/ae_001963.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Sobreexplotación y contaminación*. (Sin fecha). Recuperado el 29 de junio de 2016 de <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema=T>

Jiménez, B. E. (2005). *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*. Recuperado el 8 de diciembre de 2016 de <https://books.google.com.mx>

Jiménez, B. y Galicia, J. (2012). *Diagnóstico del agua en las Américas*. Recuperado de http://www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americas.pdf

Jiménez, B., Torregrosa, M. L. y Aboites, L. (Eds.). (2010). *El agua en México: cauces y encauces*. México: Academia Mexicana de Ciencias.

Mercado, A., Blanco, M d L. (2003). Las normas oficiales mexicanas ecológicas para la industria mexicana: alcances, exigencia y requerimientos de reforma. *Gestión y Política Pública*, XII(1), 93-128. doi: 148.215.2.10/articulo.oa?id=13312104 8 de diciembre de 2016

Milenio. (2013), *De 653 acuíferos en el país 191 están sobreexplotados*. Recuperado el 14 de septiembre de 2016 de http://www.milenio.com/region/acuiferos-pais-sobreexplotados_14_214918507.html

Nemerow, N. L., & Dasgupta, A. (1998). Tratamiento de vertidos industriales peligrosos. Madrid: Diez de Santos. Recuperado el 27 de diciembre de 2016 de <https://books.google.com.mx>

Ramalho, R. S. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona: Reverté, S. A.

Redman, A. (Sin fecha). *Contaminación de Cromo Hexavalente en León*. Recuperado el 29 de junio de 2016 de http://enes.unam.mx/?lang=es_MX&cat=sostenibilidad&pl=contaminacion-de-cromo-hexavalente-en-leon

Salazar, A. (2013). *Contaminadas, la mayoría de las cuencas de México*. Recuperado el 7 de diciembre de 2016 de http://www.milenio.com/estadodemexico/Contaminadas-mayoria-cuencas-Mexico_0_122988326.html

Torres, B., González, G., Rustrián, E. y Houbron, E. (2013). Enfoque de cuenca para la identificación de fuentes de contaminación y evaluación de la calidad de un río, Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3). Recuperado el 7 de diciembre de 2016 de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000300001