



# Ríos tóxicos: Lerma y Atoyac

La historia de negligencia continúa

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org.mx](http://www.greenpeace.org.mx)



# Introducción

## Contenido

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>1. Antecedentes</b>	<b>5</b>
1.1 La situación en la cuenca alta del río Lerma	5
1.2 La situación en la cuenca alta del río Balsas – río Atoyac	6
<b>2. En búsqueda de la evidencia</b>	<b>9</b>
2.1 Metodología	9
2.2 Lo que encontramos	10
2.2.1 Metales	10
2.2.2 Compuestos Orgánicos Volátiles y Semi-Volátiles	12
<b>3. Plantas de tratamiento, una falsa solución</b>	<b>17</b>
<b>4. Cómo desintoxicar nuestros ríos</b>	<b>18</b>
<b>Anexos</b>	<b>21</b>
1. Disruptores hormonales	21
2. RETC	21
3. Una historia de lavado verde–PTAR Reciclagua	22

**E**l mundo enfrenta un déficit de agua potable. Las diversas actividades del ser humano están destruyendo la capacidad natural de recuperación de los ecosistemas acuáticos. Principalmente la industria hace uso de sustancias nocivas con alto nivel de persistencia y la prevalencia de esta contaminación industrial ha provocado cambios drásticos en el medio ambiente, deteriorando la calidad de vida y el desarrollo social de las comunidades.

En la campaña de Tóxicos, Greenpeace trabaja de manera global con el objetivo de garantizar, a la presente y las futuras generaciones, el acceso al agua potable y a un medio ambiente sano. Para ello la organización está enfocada en denunciar la contaminación de ecosistemas acuáticos -vitales para miles de millones de personas- en las regiones del hemisferio sur donde no existen marcos regulatorios rigurosos para monitorear y prevenir esta polución. México también está inmerso en esta realidad. Es parte del problema y puede ser parte de la solución.

Desde 2011 la campaña Detox de Greenpeace ha documentado la contaminación causada en gran medida por la industria textil en ríos de Indonesia, China, Filipinas, Argentina y México. Sin embargo, desde que la organización denunció que el sistema de fabricación global permite esconder la contaminación en retorcidas cadenas de producción, poco se ha hecho para evitar que el problema siga.

En México, la descarga a los ríos de aguas residuales -tanto residenciales como industriales- sin análisis ni tratamiento previo, es un problema histórico. Esta situación se agrava debido a la permisividad

gubernamental a nivel federal, estatal y municipal, así como a la falta de cumplimiento de la de por sí laxa normatividad en materia de agua, ya que las normas de descarga –NOM001 y NOM002- regulan de acuerdo con pocos criterios de contaminación como la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), criterios internacionales que no identifican sustancias específicas en el agua.

En términos de saneamiento, las estadísticas de nivel de cumplimiento son engañosas ya que actualmente, cuando se habla de aumentar el porcentaje de agua residual tratada, los planes gubernamentales solo se refieren al agua colectada en los sistemas formales de alcantarillado municipal y que reciben tratamiento, pero no consideran las descargas industriales.<sup>1</sup>

La cobertura en tratamiento de agua residual industrial es de 19.3 por ciento, según datos oficiales, pero muy pocas de las plantas en las que se llevan a cabo estos tratamientos cuentan con un proceso terciario,<sup>2</sup> lo que implicaría un diseño específico adecuado a las características de cada descarga. Resultado: el agua sigue contaminada.

Para demostrar el origen industrial de esta polución y su gravedad, en mayo de 2013, Greenpeace documentó la situación de las cuencas de los ríos Lerma, en el Estado de México, y del Atoyac, en Puebla.

Esta investigación complementa el estudio realizado por la organización en 2012, con el cual se evidenció el deficiente trabajo de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) en el río Santiago, ubicado en Jalisco<sup>3</sup> (cuenca baja del río Lerma), donde se mostró la falta de cumplimiento de las normas de descarga, la nula

Cauce del río Lerma, a un costado corre el libramiento de la ciudad de Toluca y del otro lado hay viviendas. Edo. de México. Mayo, 2013.  
 © Greenpeace/Iván Castaneira

<sup>1</sup> BID, Banco Interamericano de Desarrollo, Tratamiento de aguas residuales en México, Mayo 2013. [http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua\\_documento/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales\\_en\\_Mexico.pdf](http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_documento/Tratamiento_de_aguas_residuales_en_Mexico.pdf) Octubre, 2013.

<sup>2</sup> Etapa final de remoción de materiales disueltos como gases, sustancias orgánicas naturales y sintéticas. Ver recuadro.

<sup>3</sup> ARELLANO-AGUILAR, O., Ortega Elorza, L., Gesundheit, P., Montero, R., Estudio de la contaminación en la cuenca del río Santiago y la salud pública de la región, 2012. <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Footer/Descargas/reports/Toxicos/Contaminacion-de-la-cuenca-del-Rio-Santiago/>





Agua residual color añil del  
Corredor Industrial Quetzalcóatl.  
Puebla, 9 de mayo de 2013.  
© Greenpeace/Iván Castaneira

Al ser descargadas en aguas superficiales, que usan para su consumo las comunidades instaladas río abajo, las sustancias tóxicas pueden afectar su salud y modo de vida, además de atentar contra la biodiversidad de los ecosistemas -terrestres y acuáticos- e inclusive pueden entrar en la cadena alimentaria.

inspección, supervisión y sanción para las diversas industrias- tanto nacionales como extranjeras- que descargan sustancias tóxicas en el río, propiciando la contaminación del medio ambiente y graves problemas de salud a cientos de comunidades de esta entidad que viven cerca de esa cuenca.

En el presente trabajo de campaña buscamos confirmar si las medidas tomadas ante esta contaminación son efectivas. Para ello se comparó la información obtenida previamente al establecimiento de dos Plantas de

Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en las dos cuencas (Lerma y Atoyac), contra datos actuales, obtenidos del muestreo realizado por Greenpeace.

Encontramos que algunas de las sustancias no provenientes de descargas municipales, permanecen en el agua ya tratada, es decir, aunque las PTAR son necesarias para combatir ciertos tipos de contaminación -residuos domésticos y biológicos-, no pueden eliminar muchas de las sustancias químicas peligrosas que la industria genera. Esta es nueva evidencia de que el problema de la contaminación tóxica de los ríos es una realidad nacional vigente.

Al ser descargadas en aguas superficiales, que usan para su consumo las comunidades instaladas río abajo, las sustancias tóxicas pueden afectar su salud y modo de vida, además de atentar contra la biodiversidad de los ecosistemas -terrestres y acuáticos- e inclusive pueden entrar en la cadena alimentaria. Aunado a esta problemática, en el tratamiento del agua se generan lodos que suelen desecharse en basureros o ser incinerados, lo que libera al aire más sustancias peligrosas<sup>4,5</sup>.

<sup>4</sup> LABUNSKA I, Brigden K, Santillo D, Kiselev A & Johnston P., Desperdicios rusos 2: una actualización de los PBDE y otros contaminantes detectados en el área de San Petersburgo, Rusia, Nota técnica 04/2010, Laboratorios de investigación de Greenpeace, Exeter, 2010. [www.greenpeace.to/publications/russian-refuse-2-english%5B1%5D.pdf](http://www.greenpeace.to/publications/russian-refuse-2-english%5B1%5D.pdf)  
<sup>5</sup> ALLSOPP, M, Costner, P. et Johnston, P., Incineración y salud humana: estado de conocimiento sobre los impactos de los incineradores de desperdicios en la salud humana, 2010. <http://www.greenpeace.to/publications/euincin.pdf> Octubre, 2013.

# 1. Antecedentes

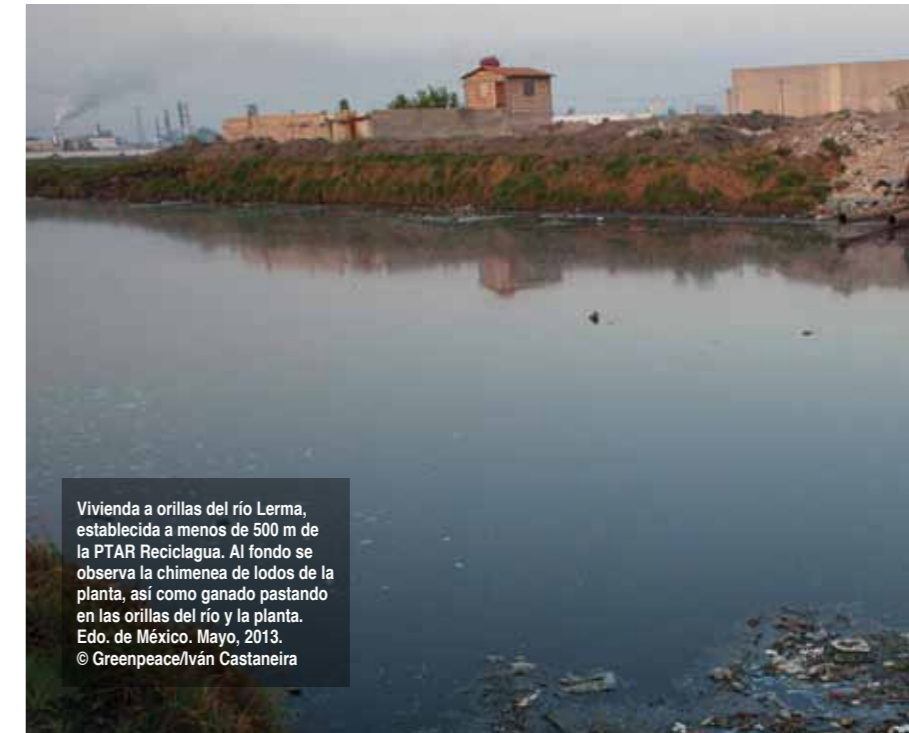
## 1.1 La situación en la cuenca alta del río Lerma

La cuenca Lerma-Chapala es una región estratégica que concentra más del 10 por ciento de la población del país y genera anualmente alrededor del 10 por ciento del Producto Interno Bruto nacional (PIB). La cuenca alta del río Lerma -que se ubica en el Estado de México- es un caso emblemático de la contaminación de los ríos en nuestro país: cuenta con más de 500 mil habitantes en el área de influencia demográfica y más de 500 industrias de diversos giros (químico, metal-mecánico, curtiduría, textil, farmacéutico, plásticos, alimenticio, automotriz) establecidas en el corredor Toluca-Lerma formando la segunda zona industrial más importante del país.<sup>6</sup>

Todas estas industrias producen aguas residuales que contienen diversas sustancias químicas, algunas con propiedades nocivas para la salud y el ambiente; entre los compuestos que se pueden encontrar en los ríos hay metales pesados altamente tóxicos como mercurio, plomo y cadmio -éstos son regulados por la NOM-001- y otros químicos dañinos como el tolueno y el benceno, que no se incluyen en ninguna regulación nacional sobre las descargas al agua.<sup>7</sup>

Para "prevenir y controlar la contaminación" del agua en la zona, el gobierno del Estado de México creó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Reciclagua. Su misión es "otorgar el Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales y de Servicios del Corredor Toluca-Lerma-El Cerrillo, con eficiencia y apego a la normatividad ambiental vigente"<sup>8</sup> y cuya capacidad de tratamiento anual es de 0.4 metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s), que equivalen al 36.2 por ciento del

<sup>6</sup> IMTA Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua, Estrategia general para el rescate ambiental y sustentabilidad de la Cuenca Lerma-Chapala. Informe final, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009. <http://www.semamat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/Publicaciones/EGRASCLCH.pdf> Octubre, 2013.  
<sup>7</sup> CONAGUA, Informe Estadísticas del agua en México, Comisión Nacional del Agua (Conagua), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), ed. 2011, p 48. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.PDF> Octubre, 2013.  
<sup>8</sup> RECICLAGUA, página oficial. <http://www.edomex.gob.mx/reciclagua> Octubre, 2013.  
<sup>9</sup> IMTA, ibidem.



Vivienda a orillas del río Lerma, establecida a menos de 500 m de la PTAR Reciclagua. Al fondo se observa la chimenea de lodos de la planta, así como ganado pastando en las orillas del río y la planta. Edo. de México. Mayo, 2013. © Greenpeace/Iván Castaneira

volumen total de agua consumido por la industria de esa zona en el año 2005.<sup>9</sup>

Dicha PTAR trabaja directamente con las aguas residuales de 165 empresas del corredor industrial del valle de Toluca y del parque industrial Lerma, además de industrias que transportan en pipas sus aguas residuales a esta instalación. En total suman más de 500 empresas. La PTAR obtiene sus recursos económicos de las cuotas que pagan las empresas usuarias de la misma. (Más detalles de la historia de Reciclagua en el Anexo 3 de este documento)



## 1.2 La situación en la cuenca alta del río Balsas – río Atoyac

El río Atoyac forma la cuenca alta del río Balsas -Tlaxcala y Puebla-. Este río como muchos del país ha registrado un alto grado de deterioro debido a los asentamientos humanos e industriales. El tipo de fábricas en la zona es alimenticia, textil, química, petroquímica, automotriz, papelera, bebidas, hierro y acero, farmacéutica, curtido de pieles, metal-mecánica, siderúrgica y servicios.<sup>10</sup>

Un estudio clasificó a este río como contaminado “ocho veces superior al límite de lo que la propia Conagua clasifica como aceptable”<sup>11</sup> desde su paso por la

ciudad de San Martín Texmelucan, en Puebla, hasta su desembocadura a la presa Manuel Ávila Camacho, al sur del estado.

Debido a la grave contaminación del Atoyac y el riesgo que implica para la salud de los habitantes de la zona, en 2006 el Tribunal Latinoamericano del Agua, al emitir su veredicto, se refirió a este caso como “un grave desastre ambiental y social”.<sup>12</sup>

Esta zona había perdido el oxígeno suficiente para la vida de peces y otras especies acuáticas. Entre los compuestos químicos que se encontraron hay metales pesados extremadamente tóxicos como mercurio o plomo -uno de los neurotóxicos del desarrollo más potentes-; solventes como benceno o cloroformo; compuestos como el cloruro de vinilo y disruptores hormonales como el DEHP (Bis-2-(Etilhexil) ftalato).

Esto significa que la mayor parte del río Atoyac es altamente tóxico y representa un peligro severo para los 1.2 millones de personas expuestas en las proximidades del río. Además de la intoxicación causada por el uso de agua para el riego de cultivos en la zona, este río suministra agua potable para la región lo que aumenta el riesgo de afectaciones a la salud.<sup>13</sup>

Se han reportado niveles elevados de leucemia o daño renal en las zonas fuertemente contaminadas como Villalta, San Baltazar y Santa María; habitantes de la zona sufren de un nivel elevado de daño genotóxico y con ello el riesgo de padecer cáncer.<sup>14</sup>

De las industrias que descargan sustancias directamente al río Atoyac y que fueron evaluadas por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), 78 por ciento no cumplieron con lo establecido en la norma NOM-001 para algunos de los parámetros básicos como son metales pesados; 74 por ciento de las industrias presentaron niveles de toxicidad altos. Esos datos indican que las industrias no limpiaron sus cargas contaminantes e intoxican el río, el cual es propiedad nacional.



Punto de muestreo de río Atoyac y de su sedimento en búsqueda de sustancias nocivas. Mayo, 2013.  
© Greenpeace/Iván Castaneira



Dragado de sedimento en el río Lerma para toma de muestra en un punto posterior a la descarga de la PTAR Reciclagua. Edo. de México, 8 de mayo de 2013.  
© Greenpeace/Iván Castaneira

Las autoridades gastan millones de pesos en los programas de saneamiento mientras las industrias, por falta de control, siguen descargando contaminantes al río.

Igualmente el tratamiento de aguas residuales de origen municipal no funcionó, no hay un control suficiente por parte de las autoridades para vigilar y obligar al cumplimiento de la norma.<sup>15</sup>

Reconociendo el desastre ambiental en la zona, en 2009, la Cámara de Diputados exhortó a Semarnat y a Conagua<sup>16</sup> a sanear la cuenca del Atoyac y añadir criterios a la NOM-001. La Profepa fue exhortada a llevar a cabo auditorías a las empresas de la zona. En 2011 Semarnat publicó una “declaración de clasificación de los ríos Atoyac y Xochiaco Hueyapan, y sus afluentes”<sup>17</sup> el cual define metas de calidad en tres etapas cuya fecha de conclusión es el 2030.

La declaración incluye límites para químicos no incluidos en la NOM-001. Al mismo tiempo, en distintos puntos se han iniciado trabajos de saneamiento del río mediante plantas de tratamiento.

Como ejemplo, la planta en San Martín de Texmelucan que fue construida en terrenos proclives a inundaciones, estuvo detenida por 10 años y fue hasta 2011 cuando tuvo una inversión de 8.4 millones de pesos<sup>18</sup> para que empezara a funcionar. Sin embargo, sufrió daños por una inundación que la volvió a dejar inutilizable. Se decidió entonces invertir 4.2 millones de pesos para su rehabilitación en 2012, por lo que esta planta no ha estado en pleno funcionamiento por casi 13 años.

Hasta hoy tampoco se ha actualizado la regulación nacional para incluir compuestos altamente peligrosos a la NOM-001. Las autoridades gastan millones de pesos en programas de saneamiento mientras las industrias, por falta de control, siguen descargando contaminantes al río.

<sup>10</sup>IMTA et CONAGUA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Comisión Nacional del Agua, Estudio de clasificación del río Atoyac, Puebla-Tlaxcala, Informe final, resumen ejecutivo, 2008. <http://www.cofemer.gob.mx/mir/uploadtests/19811.66.59.2.Resumen%20Ejecutivo%20ver%2007%20Estudio%20Declaratoria.pdf> Octubre, 2013.

<sup>11</sup> IMTA, 2008, op. cit.

<sup>12</sup> TRIBUNAL LATINOAMERICANO DEL AGUA, Caso: Contaminación industrial en los ríos Atoyac y Xochiac. Estados de Tlaxcala y Puebla. República Mexicana, Veredictos de la Audiencia Pública Regional, México. Marzo 2006. <http://tragua.com/wp-content/uploads/2012/04/R%C3%ADO-Atoyac-final.pdf> Octubre, 2013.

<sup>13</sup> IMTA, 2008, op. cit.

<sup>14</sup> MONTERO, R. et al., “Increased cytogenetic damage in a zone in transition from agricultural to industrial use: comprehensive analysis of the micronucleus test in peripheral blood lymphocytes”, *Mutagenesis*, 2006. vol. 21 (5) pp. 335-342.

<sup>15</sup> IMTA, 2008, op. cit.

<sup>16</sup> Cámara de Diputados, Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Punto de acuerdo, 2010. [http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2010/03/asun\\_2635621\\_20100302\\_1267557483.pdf](http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2010/03/asun_2635621_20100302_1267557483.pdf) Octubre, 2013.

<sup>17</sup> DOF, Declaratoria de clasificación de los ríos Atoyac y Xochiaco o Hueyapan, y sus afluentes, publicado el 6 de julio 2011. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5199672&fecha=06/07/2011](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5199672&fecha=06/07/2011) Octubre, 2013.

<sup>18</sup> Declaración de Conagua, vía Subdirección General de Agua Potable y Saneamiento, obtenido a petición del Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de datos, documento en manos de Greenpeace. Mayo, 2013.



Depósito de muestra de sedimento  
del río Lerma en frasco esterilizado.  
Edo. de México, Mayo de 2013.  
© Greenpeace/Iván Castaneira

## 2. En búsqueda de la evidencia

### 2.1 Metodología

Se tomaron dos tipos de muestras de aguas residuales en cada cuenca: una de la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Reciclagua, en el río Lerma y otra del tubo de descarga comunitario del Corredor Industrial Quetzalcóatl (C.I.), en el río Atoyac. En el mismo cauce de ambos ríos, kilómetros adelante, fueron colectadas muestras simples de agua y de sedimento con el objetivo de evaluar la aportación de estas descargas a las condiciones de contaminación de esos ríos. En el caso de los sedimentos, el interés fue evaluar la posible acumulación por el transporte de contaminantes químicos. La distancia entre el tubo de

En el mismo cauce de ambos ríos, kilómetros adelante, fueron colectadas muestras simples de agua y de sedimento con el objetivo de evaluar la aportación de estas descargas a las condiciones de contaminación de esos ríos.

la PTAR Reciclagua y las muestras colectadas en el río Lerma es de 1.2 km. En el río Atoyac la distancia entre el tubo de descarga y las muestras colectadas en el cauce es de 9.2 km.



## 2.2 Los resultados

### 2.2.1 Metales

Después de analizar las muestras en el laboratorio de investigación de Greenpeace Internacional en ambos ríos se encontraron metales pesados: cadmio y cromo, lo que constituye un factor de preocupación pues ambos metales tienen la calificación más alta en la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (IARC). Es sabido que los metales pesados representan un riesgo para la salud por su alta toxicidad y que la mayoría están clasificados como cancerígenos o probables cancerígenos para los seres humanos (Tabla 1).

En la muestra de la PTAR Reciclagua destaca la presencia de varios contaminantes que son vertidos al río Lerma (Fig. 1), contrario a lo que debería ser su función. Igualmente se observó que la muestra de sedimento presentó mayores concentraciones de estos elementos en comparación con las concentraciones presentes en el agua del río (Fig. 1), lo cual sucede debido a que los metales pesados, por su naturaleza, tienden a acumularse en el sedimento. Esto representa un riesgo para la vida acuática ya que ejemplifica la persistencia de estos elementos más allá del flujo del agua e influye en su toxicidad.

Tabla 1. Efectos observados por exposición a metales pesados

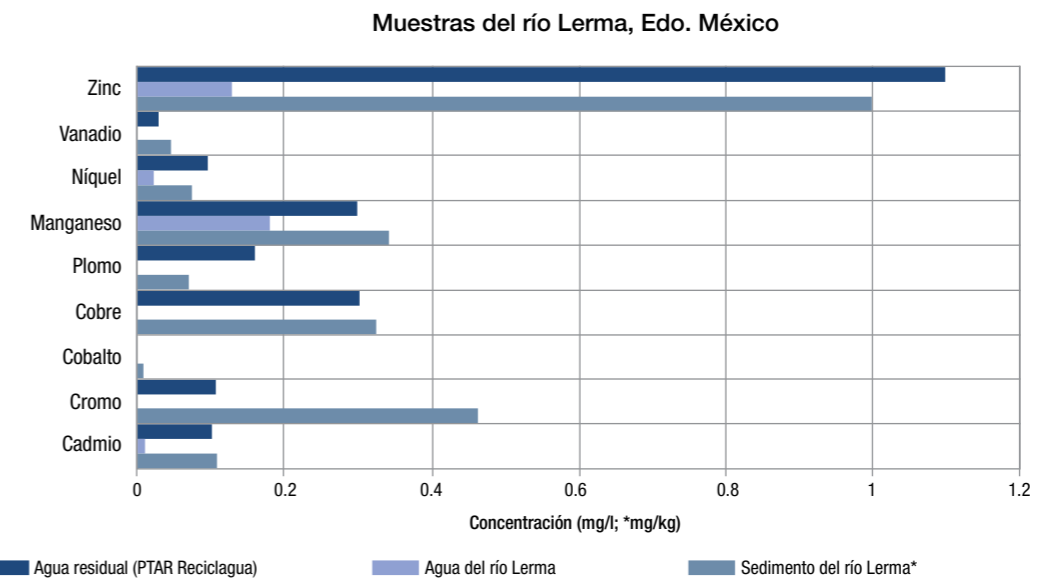
	EFFECTOS	IARC <sup>20</sup>
Cadmio	Neumonitis, edema pulmonar e incluso la muerte. Enfermedades obstructivas pulmonares crónicas, bronquitis crónica y pérdida de funcionalidad de los riñones. Hipertensión y alteraciones óseas (osteomalacia, osteoporosis y dolor óseo).	Cancerígeno para humanos (IARC: 1).
Cromo	Lesiones renales. Ulceración y perforación del tabique nasal, así como de otras regiones cutáneas expuestas.	Cancerígeno para humanos (IARC: 1).
Cobalto	Efectos adversos en los pulmones y el corazón. Bocio y miocardiopatía congestiva.	Posible cancerígeno para humanos (IARC: 2B).
Plomo	Efectos sobre el sistema nervioso central (parestesia, dolor y debilidad muscular). Crisis hemolítica aguda, anemia grave y hemoglobinuria. Efectos adversos para los riñones. Síntomas gastrointestinales, neuromusculares, sistema nervioso central, reducción de conciencia, coma y muerte. Secuelas como retraso mental, convulsiones y atrofia óptica. Anemia. Disfunción renal. Esterilidad. Muerte neonatal. Efectos teratogénicos.	Probable cancerígeno para humanos (IARC: 2A)
Manganeso	Disruptor hormonal.	
Níquel	Dermatitis de contacto. Irritación intestinal, convulsiones y asfixia. Irritación pulmonar, asma, neumoconiosis, fibrosis pulmonar y edema pulmonar.	Posible cancerígeno para humanos (IARC: 2B).
Vanadio	Por inhalación puede causar cáncer. <sup>21</sup>	Posible cancerígeno para humanos (IARC: 2B).
Zinc	Fiebre, escalofríos, fatiga, dolores musculares y torácicos, confusión mental, alucinaciones y convulsiones.	

Arellano-Aguilar, Omar.

<sup>20</sup> IARC, Agencia Internacional para la investigación en Cáncer. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>. DREISBACH, H.R. 1983. Manual de toxicología clínica: prevención, diagnóstico y tratamiento. El Manual Moderno. México. MORENO GRAU, Ma. Dolores. 2003. Toxicología Ambiental. McGraw-Hill, Madrid, España. 370 pp.

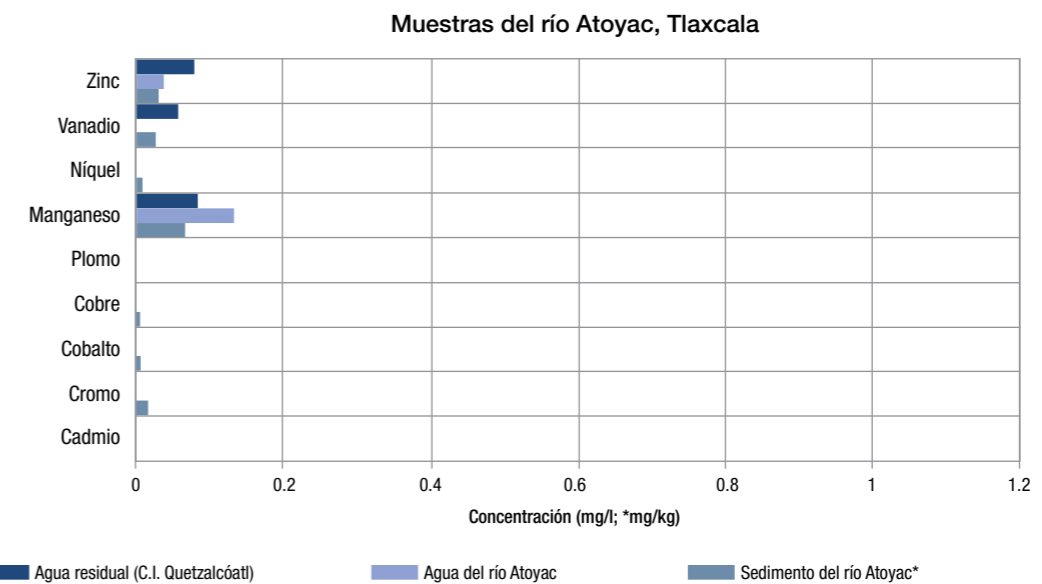
<sup>21</sup> EPA, Environmental Protection Agency, (Agencia de Protección Ambiental) Vol:EPA/600/8-88/061, 1987, EUA, 47 p. Consultado en: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/searchv?/?temp/~gTi8BC:3> Octubre, 2013.

Figura 1. Concentraciones de metales pesados en las muestras ambientales del río Lerma (2013)



Arellano-Aguilar, Omar.

Figura 2. Concentraciones de metales pesados en las muestras ambientales del río Atoyac (2013).



Arellano-Aguilar, Omar.

Por el contrario, las muestras del río Atoyac presentaron niveles bajos de metales pesados (Fig. 2). Es importante señalar que la información que se obtiene de las muestras colectadas en ambos ríos representa un

momento puntual en el tiempo. La descarga de metales que en este muestreo aparenta ser leve, puede ser mayor en otros momentos, como los encontrados en los estudios citados.

## 2.2.2 Compuestos Orgánicos Volátiles y Semi-Volátiles

Otro hallazgo en las muestras de agua residual del río y de los sedimentos del Lehma y del Atoyac fue la detección de 51 compuestos orgánicos volátiles (COV) y semi-volátiles (sCOV) (Tabla 2), algunos de los cuales son clasificados como potencialmente cancerígenos para

vertebrados y probables cancerígenos para humanos. La mayoría de las sustancias presentes en las muestras son consideradas disruptores hormonales, es decir, que tienen efectos directos sobre el sistema endócrino y en la reproducción. Lo anterior los hace potencialmente riesgosos ya que por sus propiedades fisicoquímicas son fácilmente dispersados en el aire y en consecuencia el riesgo de exposición es alto.

Tabla 2. Compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles detectados en las muestras de agua

Nombre químico	PTAR Reciclagua	Río Lehma	Sed. Río Lehma	C.I. Quetzalcóatl	Río Atoyac	Sed. Río Atoyac	Disruptor hormonal <sup>1</sup>	Cancerígeno (IARC) <sup>2</sup>
1,2- dicloro-benceno							X	3
1,4-dicloro-benceno							X	3
Etil-benceno								2B
Dicloro-metano								2B
o-xileno								3
1,2,4-tricloro-benceno								
2,3-Dietil-2,3-dimetilsuccinonitrilo								
Acenaphtileno								
1,2-Dicloro benceno								3
Criseno								2B
Dibutil ftalato							X	
Dietil ftalato							X	
Diisobutil ftalato							X	
Dimetil ftalato							X	
Indol								
Naftaleno								2B
Nonilfenol (7 isomeros)								
Fenantreno								3
Fenol							X	3
Fenol, 4,4'-(1-metiletilideno) bis-(Bisfenol A)							X	
4-metil-fenol							X	
7 isomeros de Xileno, etil- o Tetrametilbenceno- o Cymene								
Bis (2-etilhexil) fthalato (SIM)							X	2B
2-metil-fenol							X	
Ácido 1-Fenantreno carboxílico								

Arellano-Aguilar, Omar.

Tabla 2. Continuación

Nombre químico	PTAR Reciclagua	Río Lehma	Sed. Río Lehma	C.I. Quetzalcóatl	Río Atoyac	Sed. Río Atoyac	Disruptor hormonal <sup>1</sup>	Cancerígeno (IARC) <sup>2</sup>
Ácido 3-(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil)propionico								
Atrazina								3
Ácido 4-hidroxi, propil ester (propilparabeno) benzoico*								
Ácido decanoico								
Ácido dodecanoico								
2-Fenoxi-etanol*								
Ácido hexadecanoico								
Ácido oléico								
Pentacloro-fenol*							X	2B
Sulfuro molecular (s8)								
Ácido tetradecanoico								
Metil-1H-indole								
Di-n-butil ftalato*							X	
Alcohol dicitlofentenil								
Ácido octadecanoico								
3-propil fenol							X	
Xileno, etil-0 tetrametil benceno-o cimeno*								3
Benzil benzoato*								
Fluoranteno*								3
Isoquinolina o quinolina*								
Nonilfenol etoxilado (7 isomeros)*							X	
Etil beceno								2B
Octadecano								
Dimetil benceno								
Etil-benceno								2B
Nonacoseno								

Compuestos orgánicos volátiles

Compuestos orgánicos semi-volátiles

<sup>1</sup>Bergman et al. 2013. Endocrine disrupting chemicals 2012. World Health Organization.<sup>2</sup>IARC: Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer. Grupo 1: Cancerígeno para humanos; Grupo 2B: Posible cancerígeno para humanos; Grupo 2A: Probable cancerígeno para humanos; Grupo 3: No clasificable como cancerígeno para humanos.

Arellano-Aguilar, Omar.





Toma de agua residual color añil directamente en la descarga del Corredor Industrial Quetzalcóatl. Puebla. Mayo, 2013. © Greenpeace/Iván Castañeira

Medición *in situ* de temperatura, pH y oxígeno disuelto en descarga directa de agua residual del Corredor Industrial Quetzalcóatl. Puebla. Mayo de 2013. © Greenpeace/Iván Castañeira

Entre las sustancias encontradas en el tubo comunitario se detectó pentaclorofenol, usado generalmente por la industria textil, el cual tiene graves efectos a largo plazo: es un mutágeno que causa alteraciones en el sistema inmunológico y endócrino.

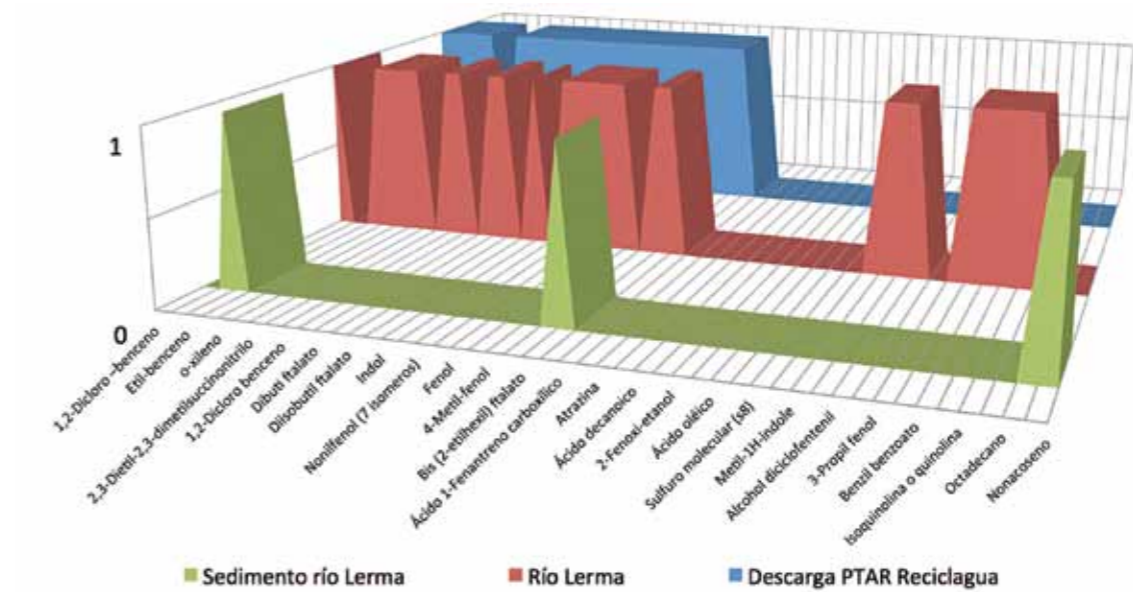
En cuanto a las muestras colectadas en la descarga de aguas residuales del tubo comunitario del C.I. Quetzalcóatl y las del río Atoyac, un grupo amplio de contaminantes detectados en el río Atoyac no parece estar presente en las aguas residuales que vierte el tubo comunitario. Lo anterior sugiere fuertemente la presencia de otras fuentes de contaminación entre las dos estaciones de colecta.

Entre las sustancias encontradas en el tubo comunitario se detectó pentaclorofenol, usado generalmente por la industria textil, el cual tiene graves efectos a largo plazo: es un mutágeno que causa alteraciones en el sistema inmunológico y endócrino, altera las funciones reproductivas y aumenta la susceptibilidad a infecciones. Por su capacidad de bioacumulación, su toxicidad y su persistencia en el ambiente esta sustancia se encuentra severamente restringida o totalmente prohibida en muchos países.<sup>22</sup> Sin embargo, en nuestro país no tiene regulación en ninguna Norma Oficial Mexicana.

Se puede concluir que la PTAR Reciclagua no es una solución para frenar el aporte de contaminantes industriales al río Lerma; al contrario, muchos de los compuestos que producen efectos adversos a la salud y que fueron encontrados en el río son emitidos por esta planta, como se observa en la figura 3.

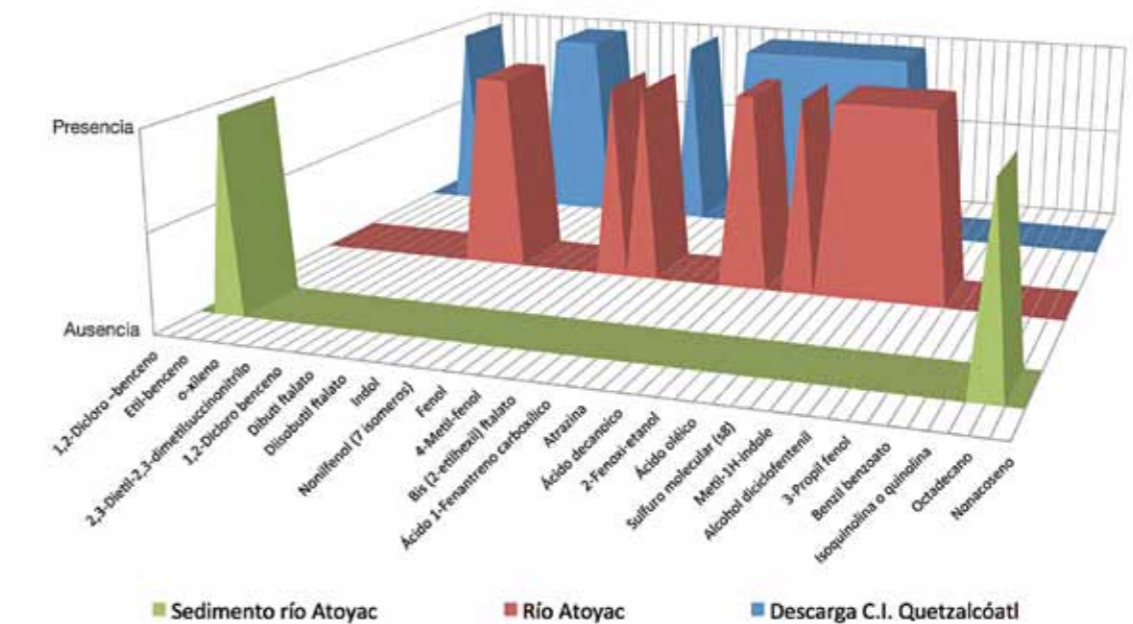
<sup>22</sup> CASTILLO, I. et Bárcenas, C., Pentaclorofenol: toxicología y riesgos para el ambiente, Redalyc, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, 1998. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61740203> Octubre, 2013.

Figura 3. Comparación de presencia-ausencia de sustancias en sedimento, descarga de PTAR y río.



Arellano-Aguilar, Omar.

Figura 4. Comparación de presencia-ausencia de sustancias en sedimento, descarga de PTAR y río.



Arellano-Aguilar, Omar.



### 3. Plantas de tratamiento, una falsa solución

Las aguas residuales que fluyen a las PTAR son variables en volumen y contienen gran cantidad de sólidos (plásticos, papeles, madera, arena, etc.) que deben retirarse. En el tratamiento primario se separan estos objetos mediante dispositivos mecánicos o manuales (rejillas de retención, canales de desarenado, microfiltros, entre otros). Además, se separan del agua las grasas y se equilibra el pH para permitir un posterior ataque de microorganismos a la materia disuelta en ella.

En el tratamiento secundario se elimina la materia orgánica por acción de microorganismos. Este tratamiento consiste en miles de bacterias que utilizan la materia orgánica como alimento. Sin embargo, hay compuestos como los clorobencenos (encontrados en el río Lerma) que son persistentes y bioacumulativos; es decir, no pueden ser eliminados del ambiente por lo que formarán parte de los lodos que quedan como residuo del proceso de oxidación biológica y se utilizarán como fertilizante de suelos o se liberarán al aire al ser incinerados. Los clorobencenos se pueden acumular en los tejidos del cuerpo generando afecciones al hígado, tiroides y sistema nervioso central. Una vez terminada la oxidación biológica, el agua se pone en contacto con cloro para eliminar bacterias patógenas. Hay muchos compuestos que al entrar en contacto con el agua o cloro liberan gases tóxicos altamente inflamables que pueden desencadenar incendios. Algunos de estos

compuestos son ácidos, alquilmetales, metaloides, anhídridos, haluros, hidruros, metales y óxidos alcalinos, peróxidos e hidróxidos que se dispersarán por el aire hacia las comunidades cercanas.

En el tratamiento terciario se retiran contaminantes específicos, usualmente tóxicos o compuestos no biodegradables e inclusive la remoción complementaria de contaminantes no suficientemente extraídos en el tratamiento secundario. Las aguas residuales de las industrias emiten diversos químicos, que no son captados durante el tratamiento e inclusive, pueden reaccionar generando compuestos aún más nocivos que son liberados al cuerpo de agua. Algunas de estas sustancias -como el nonilfenol y sus etoxilados- son disruptores hormonales que afectan la reproducción de peces e igualmente son cancerígenas como los colorantes azoicos.

Se debe resaltar que a pesar de que el agua sea tratada en una PTAR, si contiene sustancias químicas, al llegar a nuevos cuerpos de agua propician la contaminación tóxica, ya que muchas sustancias persisten y afectan tanto a la biodiversidad acuática como a las comunidades aledañas. Para evitarlo es necesario que junto con el establecimiento de plantas de tratamiento, como primer paso se controle a la industria el uso de las sustancias más tóxicas y persistentes y más adelante, prohibir su uso.

<sup>23</sup> La acidez-alcalinidad del agua debe estar equilibrado para permitir un mejor tratamiento posterior.

<sup>24</sup> SEAPAL, Servicio de agua potable y alcantarillado, ¿Cómo Funciona una Planta de Tratamiento?, 2013. [http://www.seapal.gob.mx/index.php?option=com\\_flexicontent&view=item&cid=137&id=1394&Itemid=701](http://www.seapal.gob.mx/index.php?option=com_flexicontent&view=item&cid=137&id=1394&Itemid=701) Octubre, 2013.

<sup>25</sup> CALIFORNIA-ARIZONA CONSORTIUM, Desperdicios Peligrosos, Programa de salud laboral, Universidad de California, Berkeley, <http://openpublic.eea.uprm.edu/sites/default/files/documents/files/guia%20desperdicios%20peligrosos.pdf> Octubre, 2013.

<sup>26</sup> FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE-PERÚ, Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú, 2010. [http://www.fonamperu.org/general/agua/documentos/Oportunidades\\_Mejoras\\_Ambientales.pdf](http://www.fonamperu.org/general/agua/documentos/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf) Octubre, 2013.

<sup>27</sup> GREENPEACE, Las once sustancias químicas a eliminar de la industria textil, 2012. <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/Contaminacion-de-nuestros-rios/Detox/Las-once-sustancias-quimicas-a-eliminar/>

<sup>28</sup> PROYECTO BIOSFERA, Biotecnología y medio ambiente. Biorremediación <http://recursosotic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/2bachillerato/biotec/contenidos9.htm> Octubre, 2013.

<sup>29</sup> UNIVERSIDAD DE SALAMANCA, Manual de Gestión de Residuos Peligrosos. [http://campus.usal.es/~retribucionesysalud/ssalud/calid\\_amb/manual.htm](http://campus.usal.es/~retribucionesysalud/ssalud/calid_amb/manual.htm) Octubre, 2013.

<sup>30</sup> ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA, Tratamiento de aguas residuales. <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> Octubre, 2013.

<sup>31</sup> GREENPEACE, 2012, Idem.

Tubo de descarga (en desuso) de aguas municipales al río Lerma. Al fondo se observa parte del Parque Industrial Lerma-Toluca. Edo. de México. Mayo 2013 © Greenpeace/Iván Castaneira



## 4. Cómo desintoxicar nuestros ríos

Con los resultados de este muestreo, Greenpeace presenta nueva evidencia de que los sistemas de saneamiento aplicados en dos de las cuencas más contaminadas del país -Lerma y Atoyac- son insuficientes para resolver el problema del vertido de sustancias tóxicas en los ríos.

La verdadera solución radica en evitar la contaminación industrial emitida al ambiente. Greenpeace exige al gobierno mexicano establecer medidas precautorias para detener la descarga de todas las sustancias con posibles características tóxicas a los cuerpos de agua.

Esto implica:

a) Un compromiso político para que los tres órdenes de gobierno: municipal, estatal y federal asuman el “vertido cero” (descarga, emisión o fuga) de todas las sustancias químicas peligrosas dentro del plazo de entre 20 y 25 años, con base en el principio de precaución para el manejo de sustancias químicas. Este compromiso debe tener como eje central la sustitución e incluir la responsabilidad del productor para promover la eliminación del uso de tóxicos.

b) De manera simultánea, el gobierno federal debe establecer una lista dinámica de sustancias químicas peligrosas prioritarias para su prohibición acorde con los convenios internacionales de los que México es país firmante como el Convenio de Basilea sobre desechos peligrosos (1989); el Convenio Rotterdam sobre importación y exportación de sustancias químicas peligrosas y plaguicidas comerciales (1998); el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes

orgánicos persistentes -COPs (2001) y el Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Productos Químicos -SAICM (2006), que incluya las propiedades básicas intrínsecas de peligrosidad: persistencia en el ambiente, bioacumulación, toxicidad, químicos cancerígenos, mutagenicidad, trastornos del sistema endócrino -disrupción hormonal- y del sistema reproductivo y preocupación equivalente; algunas de las cuales hasta hoy no son mencionados en ninguna legislación nacional.

c) Las normas de descarga actuales (NOM 001 y 002) deben ser reforzadas con la inclusión de esta lista dinámica de sustancias en la regulación; la reducción de los límites para metales pesados y el establecimiento de objetivos intermedios para cumplir con las metas

La verdadera solución radica en evitar la contaminación industrial emitida al ambiente. Greenpeace exige al gobierno mexicano establecer medidas precautorias para detener la descarga de todas las sustancias con posibles características tóxicas a los cuerpos de agua.

<sup>32</sup> SEMARNAT, Internacional, Convenio de Basilea <http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/ConveniodeBasilea.aspx> Octubre, 2013.

<sup>33</sup> SEMARNAT, Internacional, Convenio de Rotterdam, <http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/ConveniodeRotterdam.aspx> Octubre, 2013.

<sup>34</sup> SEMARNAT, Internacional, Convenio de Estocolmo, <http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/ConveniodeEstocolmo.aspx> Octubre, 2013.

<sup>35</sup> SEMARNAT, Internacional, SAICM <http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/SAICM.aspx> Octubre, 2013.

Activistas de Greenpeace toman una muestra en el río Lerma en un punto posterior a la descarga de la PTAR Reciclagua. Edo. de México. Mayo, 2013. © Greenpeace/Iván Castaneira



mencionadas anteriormente. El enfoque debe estar dirigido hacia una reducción progresiva de la descarga de sustancias químicas peligrosas.

d) Instaurar un Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) obligatorio y vinculante que aporte información sobre las descargas, emisiones y fugas de sustancias químicas peligrosas. El RETC puede lograr reducciones importantes en las emisiones de químicos tóxicos cuando estos reportes incluyan una gran variedad de sustancias químicas; transparencia y total actualización de los controles e inspecciones que se realicen; así como sanciones para las fábricas que no notifiquen adecuadamente. El público debe poder

acceder de forma fácil e inmediata a todos los permisos gubernamentales, la investigación y la información sobre descargas y vertidos de sustancias químicas peligrosas por la industria.

e) Desarrollar un plan inmediato de acción en el que se establezca la infraestructura apropiada para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales mediante una mayor transparencia con respecto a las inspecciones y sanciones, planeación y auditorías obligatorias, investigación y apoyo para la innovación en química verde, provisión de asesoría técnica e incentivos financieros adecuados. Este plan de acción debe ser acompañado con metas de implementación.



## ANEXOS



### 1. Disruptores hormonales

Los resultados del muestreo realizado por Greenpeace indican la presencia de disruptores hormonales, es decir, sustancias químicas sintéticas que interrumpen las funciones normales del sistema endócrino, el cual está conformado por glándulas y hormonas. Las glándulas endócrinas (pituitaria, tiroides, suprarrenal, timo, páncreas, ovarios y testículos) liberan cuidadosamente pequeñas cantidades de hormonas al torrente sanguíneo y actúan como mensajeros químicos con el fin de controlar y ajustar muchas funciones vitales como crecimiento, desarrollo y maduración.<sup>36</sup>

Una interrupción puede ocurrir a través de la alteración de los niveles hormonales,<sup>37</sup> al detener o estimular su producción o al cambiar la forma en que las hormonas viajan a través del cuerpo puede causar problemas reproductivos como infertilidad además de cáncer y malformaciones, dañar la tiroides, el funcionamiento del cerebro, del metabolismo y el equilibrio en el nivel de la glucosa e insulina.

La exposición a disruptores hormonales, aun en pequeñas dosis puede alterar el flujo de hormonas y provocar grandes estragos en la salud.<sup>38</sup> El pentaclorofenol (encontrado en el río Atoyac) es un disruptor hormonal altamente tóxico para la vida acuática y los seres humanos.

Es utilizado como biocida para evitar formas de vida indeseadas, como hongos y otros microorganismos, por diversas industrias (textil y maderera principalmente). Su uso es severamente limitado en la Unión Europea y ha sido totalmente prohibido en seis países (Austria, India, Indonesia, Nueva Zelanda, Suecia y Suiza);<sup>39</sup> mientras en México se sigue utilizando.

En el río Lerma se encontraron siete isómeros del nonilfenol, pertenecientes al grupo químico de los alquilfenoles ampliamente utilizados para el lavado y teñido en la industria textil. El nonilfenol es tóxico para la vida acuática, persistente en el medio ambiente y además se acumula en los tejidos corporales. Actúa como disruptor hormonal de carácter sexual, pues es parecido al estrógeno,<sup>40</sup> por lo que afecta directamente el sistema reproductivo.

### 2. RETC

El Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) es una base de datos nacional con información de sustancias contaminantes emitidas al ambiente: aire, agua, suelo y subsuelo o que son transferidas en el agua residual o en los residuos peligrosos. El RETC integra información de las diferentes fuentes emisoras de competencia de los tres órdenes de gobierno. El RETC en México solo incluye 104 sustancias, mientras

<sup>36</sup> UNEP et WHO, United Nations Environment Programme y World Health Organization, State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals, 2012. [http://unep.org/pdf/9789241505031\\_eng.pdf](http://unep.org/pdf/9789241505031_eng.pdf) Octubre, 2013.

<sup>37</sup> NRDC, Natural Resource Defense Council, Endocrine Disruptors, 1998. <http://www.nrdc.org/health/effects/qendoc.asp> Octubre, 2013.

<sup>38</sup> VANDENBERG, Laura N. et al. Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocrine Reviews*, 2012. <http://edrv.endojournals.org/content/early/2012/03/14/er.2011-1050.full.pdf> Octubre, 2013.

<sup>39</sup> FAO et UNEP, Food And Agriculture Organization y United Nations Environment Programme, Documentos de orientación para la toma de decisiones: Pentaclorofenol y sus sales y esteres, 1996. [http://www.pic.int/Portals/5/DGDs/DGD\\_Pentaclorofenol\\_ES.pdf](http://www.pic.int/Portals/5/DGDs/DGD_Pentaclorofenol_ES.pdf). Octubre, 2013.

<sup>40</sup> GREENPEACE, Las once sustancias químicas a eliminar de la industria textil, 2012. <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/Contaminacion-de-nuestros-rios/Detox/Las-once-sustancias-quimicas-a-eliminar/>



A pesar de que el RETC es un requisito desde que entró en vigor el Tratado de Libre Comercio, no se ha logrado la correcta implementación de este instrumento que ayudaría a cumplir los tratados internacionales antes mencionados de los que México es firmante

que EUA identifica 80 mil sustancias como de riesgo y Canadá 26 mil; y con obligación de registro enlistan 581 y 323 respectivamente.<sup>41</sup> Es un tema en el que llevamos décadas de retraso.

A pesar de que el RETC es un requisito desde que entró en vigor el Tratado de Libre Comercio, no se ha logrado la correcta implementación de este instrumento que ayudaría a cumplir los tratados internacionales antes mencionados de los que México es firmante.

No obstante la existencia de estos convenios internacionales que tienen el mismo peso que la Constitución Mexicana y hacerlos cumplir debería ser una prioridad nacional, cada año, Semarnat otorga 2500 autorizaciones de importación correspondientes a 3700 toneladas<sup>42</sup> de sustancias tóxicas sin que exista claridad sobre cuál es su uso en México, cómo se eliminan o cuál es su disposición final, lo que incrementa el riesgo de daños a la salud y al medio ambiente.

Además, las leyes ambientales en México se aplican con gran discrecionalidad, de tal modo que permiten que los responsables de un complejo industrial puedan verter sus sustancias tóxicas en los mismos lugares de los que se obtiene agua para consumo humano.

La Comisión Nacional del Agua, que tiene como misión “administrar y preservar las aguas nacionales y sus

bienes inherentes, para lograr su uso sustentable, con la corresponsabilidad de los tres órdenes de gobierno y la sociedad en general”<sup>43</sup> debe ser la primera autoridad encargada de hacer cumplir la legislación ambiental con respecto al agua y aplicar la ley en beneficio de la sociedad y no de particulares.

### 3. Una historia de lavado verde: PTAR Reciclagua

La historia de esta planta inicia en 1976 cuando el Gobierno del Estado de México creó la Empresa para la Prevención y Control de la Contaminación del Agua (EPCCA) en la Zona de Toluca, Lerma y el Corredor Industrial que operó desde 1982 con el fin de “combatir la contaminación de las aguas residuales generadas por el volumen de empresas existentes en el citado corredor industrial”.

En 1996 se convierte en organismo público descentralizado. A partir de 1998 se crea una empresa de participación estatal mayoritaria denominada Reciclagua Sistema Ecológico de Regeneración de Aguas Residuales Industriales, S.A. de C.V. en la que las empresas usuarias de los servicios propusieron cooperar y aportar recursos para la integración de una empresa de participación estatal. La cual permite la continuidad de la prestación del servicio de prevención y control de la contaminación de las aguas residuales en la zona de Toluca, Lerma y el Corredor Industrial y al mismo tiempo liberar al erario público de los compromisos que pudieran derivarse de la prestación de este servicio. En 2010 estos ingresos fueron de 61 millones 136 mil 316 pesos.<sup>44</sup>

Desde 2006, siendo gobernador del Estado de México, Enrique Peña Nieto cambia su denominación a Reciclagua Ambiental, S.A. de C.V.<sup>45</sup> Sin embargo, esta empresa sectorizada a la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México, no ha cumplido en ningún momento su objetivo de prevenir la contaminación. Ha sido hasta hoy un negocio entre la industria y el gobierno para permitir la descarga de contaminantes tóxicos al río Lerma.

Se presume que este edificio es sustentable por usar paneles solares para su consumo de energía diaria: “Es un orgullo para el gobierno del Estado de México contar con instalaciones de este tipo, con un edificio inteligente que nos coloca a la vanguardia”<sup>46</sup> a pesar de este avance, está lejos de limpiar el ambiente alrededor de esta planta y más lejos aún de responder a las demandas de la población aledaña.

De 2003 a 2012 Conagua inspeccionó tres veces a la PTAR Reciclagua. En los reportes de estas visitas destaca que la planta no cuenta con un medidor para sus descargas al río Lerma. En el reporte del 2007, se declara que la descarga no puede afectar la salud.<sup>47</sup>

<sup>44</sup> IMCO, Instituto Mexicano para la Competitividad, Presupuesto de egresos del gobierno del estado de México para el ejercicio fiscal de 2011, <http://imco.org.mx/finanzaspublicas/wp-content/uploads/2013/04/PE-M-%C3%A9xico-2011.pdf> Octubre, 2013.

<sup>45</sup> RECIKLAGUA, manual general de organización, <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/gct/2009/oct012.PDF>

<sup>46</sup> ALERTA del Poder Legislativo, marzo 2013. [http://www.poderlegislativo.gob.mx/1/sintesis/alertas/pdfs/2013/1303/130305\\_06.pdf](http://www.poderlegislativo.gob.mx/1/sintesis/alertas/pdfs/2013/1303/130305_06.pdf)

<http://www.elnoticierodetexcoco.com/index.php/noticias/texcoco/7581-reciclagua-primer-edificio-gubernamental-del-pais-que-opera-con-energia-solar-eruiel-avila>

<sup>47</sup> Copias de las actas de inspección en manos de Greenpeace, vía Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos. Octubre, 2013.



# GREENPEACE

Greenpeace es una organización ambientalista, global, multicultural, no gubernamental e independiente política y económicamente, pues no recibe donativos ni presiones de empresas, gobiernos ni partidos políticos. En la campaña de tóxicos, Greenpeace promueve la responsabilidad extendida de los productores, la reducción y el manejo adecuado de los residuos y la sustitución de materiales peligrosos por compuestos que no sean dañinos para el medio ambiente ni para la salud humana.



Aunque no se vean, en estas aguas residuales existen tóxicos usados por las industrias en sus procesos de producción que no pudieron ser eliminados por las plantas de tratamiento.  
Mayo 2013.

Foto: © Greenpeace/Iván Castaneira

Elaboración: Sinai Guevara /Omar Arellano/Jean Fricke  
Revisión editorial: Angélica Simón  
Diseño: Adriana Peña

© 2014. Greenpeace México A. C.  
Dirección: Sta. Margarita 227,  
Col. Del Valle, C. P. 03100, México, D.F.  
Atención a socios: 5687-8780 ext. 126 / 01-800-024-94-74  
Email: [greenpeace.socios@greenpeace.org](mailto:greenpeace.socios@greenpeace.org)  
Página web: [www.greenpeace.org.mx](http://www.greenpeace.org.mx)