

**Programa Nacional Estratégico  
Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes**

**Reseña del Macroexpediente  
Multidisciplinario**

**2022**

**Comité Ejecutivo**

**Noviembre de 2022**

# Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022

## Índice

Siglas y Acrónimos	4
Introducción	5
Metodología	6
Consideraciones generales	7
Reflexiones generales	9

### **Carpeta 1. Cuenca del Río Santiago en Jalisco** Erro! Indicador não definido.0

Salud Ambiental	11
Gobernanza Ambiental	12
Suelo	13
Agua	14
Ecotoxicología	16
Diagnóstico Ambiental	16
Comentarios generales	17
Recomendaciones	18
Referencias	19

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

<b>Carpeta 2. RESA Cuenca de la Independencia en Guanajuato</b>	<b>21</b>
Contaminación del agua	22
Sobreexplotación de agua	25
Gestión del agua	29
Comentarios generales	32
Recomendaciones	35
Referencias	37
<b>Carpeta 3. RESA Tula-Sur del Valle del Mezquital</b>	<b>40</b>
Aire	41
Agua	42
Residuos sólidos	43
Epidemiología	43
Sociales	44
Nuevos archivos	45
Comentarios generales	46
Recomendaciones	47
Referencias	48

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

<b>Carpeta 4. RESA Puebla-Tlaxcala</b>	<b>51</b>
Atmósfera y Cambio Climático (CC)	52
Contaminación del agua	52
Disponibilidad del agua subterránea	53
Ecotoxicología	53
Exhortos a los gobiernos estatales	54
Salud	54
Artículos de opinión	54
Comentarios generales	55
Recomendaciones	56
Referencias	57
<b>Algunas conclusiones preliminares</b>	<b>61</b>

**Siglas y Acrónimos**

Cenaprece: Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades.

Conacyt: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Conagua: Comisión Nacional del Agua.

Pronaces: Programa Nacional Estratégico.

Pronaces ATyPC: Programa Nacional Estratégico “Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes”.

Pronaii: Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia.

SSA: Secretaría de Salud.

Semarnat: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

RESA: Región de Emergencia Sanitaria y Ambiental.

# Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022

## Introducción

Esta síntesis documental contiene trabajos científicos y reportes de monitoreo de autoridades ambientales sobre la condición medio ambiental y de salud de lo que hemos denominado Regiones de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA)<sup>1</sup> localizadas en: 1) El Salto, Jalisco; 2) Cuenca de la Independencia, Guanajuato; 3) Norte del Estado de México-Sur del Valle del Mezquital, Hidalgo y 4) Puebla-Tlaxcala.

El expediente se elaboró con objetivo de sintetizar la evidencia disponible de las emergencias sanitaria y ambiental en dichas regiones y para que las autoridades competentes cuenten con herramientas para ejercer políticas públicas orientadas a atenderlas, así como para coadyuvar a definir el perfil de nuevas investigaciones científicas y orientar las líneas de trabajo de nuevos programas de incidencia comunitaria, como los propuestos en el marco de los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) del Conacyt, que precisamente toman en cuenta la excepcional experiencia y participación de las organizaciones sociales y regionales maduras en las regiones abordadas.

Cabe destacar que las investigaciones revisadas y reseñadas en el presente material, fueron analizadas durante 2022 para darle continuidad y robustecer a lo que denominamos Macroexpediente (elaborado en 2020-2021) por el extenso y nutrido *corpus* de textos que lo integran, los cuales son básicamente *pappers* científicos multidisciplinarios y tesis de grado a veces recopilados por las propias organizaciones comunitarias de las Regiones de Emergencia Sanitaria y

---

<sup>1</sup> Definidas como aquellas regiones donde existen evidentes riesgos a la salud derivados de la devastación ambiental, donde concurren de manera estructural y normalizada múltiples procesos contaminantes pertenecientes a cuatro grandes núcleos económicos (urbanización, industria manufacturera, industria extractiva, y producción agropecuaria y acuícola), constituyentes de graves o catastróficos daños a la salud pública en términos de morbilidad, morbimortalidad y mortalidad. La conformación de este tipo de regiones es el resultado de regulaciones y políticas negligentes o dolosas que, ante la continua ausencia de mecanismos institucionales, económicos, políticos, jurídicos, académicos y comunicativos que solucionen dichos problemas, y la impunidad de las agresiones, hacen de la región un territorio atractivo para seguir emplazando en él nuevos factores, concatenados o superpuestos, de destrucción crónica tóxico-ambiental. Cabe señalar que esta definición sigue en construcción a la luz de los hallazgos que la evidencia científica y la información aportada por las comunidades de dichos territorios van aportando a medida que se avanza en la investigación de esta problemática.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Ambiental (RESA), y una vez compilados por éstas, fueron retomados por el Comité Ejecutivo del Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes (para su revisión y uso, trazando de esta manera un panorama de articulación entre el conocimiento científico, los saberes comunitarios y las esferas gubernamentales. Cabe señalar que este trabajo de análisis de la evidencia científica continuará en 2023, por lo que seguirá integrándose información a las carpetas y creando otras sobre nuevas RESA en función de los hallazgos que surjan del trabajo de investigación-incidencia, por lo tanto, las reflexiones y conclusiones preliminares expresadas aquí seguirán desarrollándose.

### **Metodología**

Los documentos que conforman la presente etapa del Macroexpediente fueron revisados preliminarmente por una comisión de evaluación académica designada por el Comité Ejecutivo del Pronaces. Dicha comisión se encargó de revisar la consistencia de las evidencias científicas en la documentación presentada por las comunidades, así como de dar cuenta de la pertinencia de los materiales reunidos.

La comisión de evaluación académica integrada por la Dra. Fabiola Lara Espinosa (economista), Dra. Alina Nashiely Rendón Lugo (bióloga), Dra. Ángeles Catalina Ochoa Martínez (QFB), Mtra. Claudia Rivera Rosales (economista) y la Mtra. Irene Patricia Bautista Berriozábal (economista), realizó la presente descripción de las investigaciones. Para un mejor manejo del material, los expedientes fueron organizados en cuatro carpetas correspondientes a cada una de las cuatro regiones del país presentadas en esta reseña, las cuales padecen daños severos debido a las actividades industriales, extractivas, agropecuarias y a la desregulada expansión urbana. Estas regiones no son las únicas que presentan afectaciones sustanciales en el entorno ambiental y en la salud humana, sino son aquellas de las que se ha logrado recabar y analizar información, y tienen, además, Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) ejecutándose actualmente en sus territorios, en el marco del Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes.

### **Macroexpediente 2022**

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Para cada región se hizo una valoración preliminar del contenido científico y una descripción general del mismo. La información correspondiente a cada región se agrupó en diversos rubros: salud humana, agua (que contiene estudios hidrológicos) contaminación del agua, aire, suelo, ecotoxicología, matrices biológicas, demandas, decretos, notas periodísticas, ordenamiento territorial, residuos sólidos, gobernanza y epidemiología. Cabe señalar que, el lector no encontrará las subcarpetas tituladas ni organizadas de la misma manera en todas las RESA, pues dicha organización depende de las investigaciones científicas halladas y proporcionadas por las comunidades en estas regiones. En la presentación de cada carpeta regional se procuró sistematizar el grado de afectación al medio ambiente y a la salud en las regiones de atención del Pronaces. Los documentos científicos analizados pueden ser consultados en:

<https://mega.nz/folder/RDdiGYhJ#wv7wU8kmBdgby-m-qDACHhQ>

### **Consideraciones generales**

Debemos dejar en claro que el trasfondo histórico de donde surgen los trabajos académicos recopilados en esta versión del Macroexpediente, es la aplicación deliberada y persistente de una política de *laissez faire-laissez passer* propiciada por las políticas desregulatorias del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), desde las décadas finales del siglo XX, las cuales afectaron profundamente la formación del conocimiento gubernamental y académico sobre los bienes públicos y sobre la población crecientemente marginada de México. En consecuencia, en ninguno de los expedientes regionales de esta entrega –ni en la primera etapa del Macroexpediente elaborada en 2020-2021– se pudieron incluir estudios y modelos toxicológicos y epidemiológicos exhaustivos, que abarquen en su totalidad las regiones afectadas y que se refieran a los daños en la salud o el ambiente como resultado de las actividades industriales o agropecuarias, que predominan en cada RESA.



## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Lo anterior significa que aún permanecen en penumbras las mediaciones entre afectaciones de la salud humana y el medio ambiente contaminado, así como el total de las causas de la contaminación (cuáles sustancias, en qué cantidades) y quiénes las provocan (cuáles sectores industriales, cuáles empresas, a través de qué tipos de procesos productivos). Al carecer de estudios toxicológicos o epidemiológicos diseñados especialmente para cada región, se obstaculiza la comprensión integral de los procesos de generación, uso y desecho de sustancias cuya toxicidad está fuera de duda, y que por ello deberían ser reguladas de forma estricta.

Ligado a esto, la debilidad en la aplicación de la normatividad regulatoria para este tipo de sustancias también se caracteriza por su insuficiencia y obsolescencia, a lo que contribuye la ausencia de mecanismos adecuados de vigilancia y control para su cumplimiento.

Con todo ello, existen aspectos positivos del Macroexpediente que radican en que la información recopilada está integrada por estudios representativos y puntuales, los cuales incluyen artículos científicos ya publicados en revistas indexadas, tesis universitarias de grado, libros o capítulos de libros, los cuales ofrecen diversas visiones expertas sobre el grave estado en que se hallan las distintas comunidades y su entorno desde hace más de treinta años. De allí que sea vital tenerlas en cuenta y sopesar sus alcances. En este sentido, resulta sorprendente constatar el modo en que dichas investigaciones han sido ignoradas durante años o, incluso en algunos casos, dolosamente olvidadas u ocultadas frente a la opinión pública; en varios casos la falta de apoyo y seguimiento de las investigaciones fue propiciada por las instituciones públicas responsables en la materia, las cuales –en no pocas ocasiones– hostilizaron o impidieron la labor de sus propios investigadores e investigadoras. La conformación de este Macroexpediente tiene como objetivo transversal revertir esta situación.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

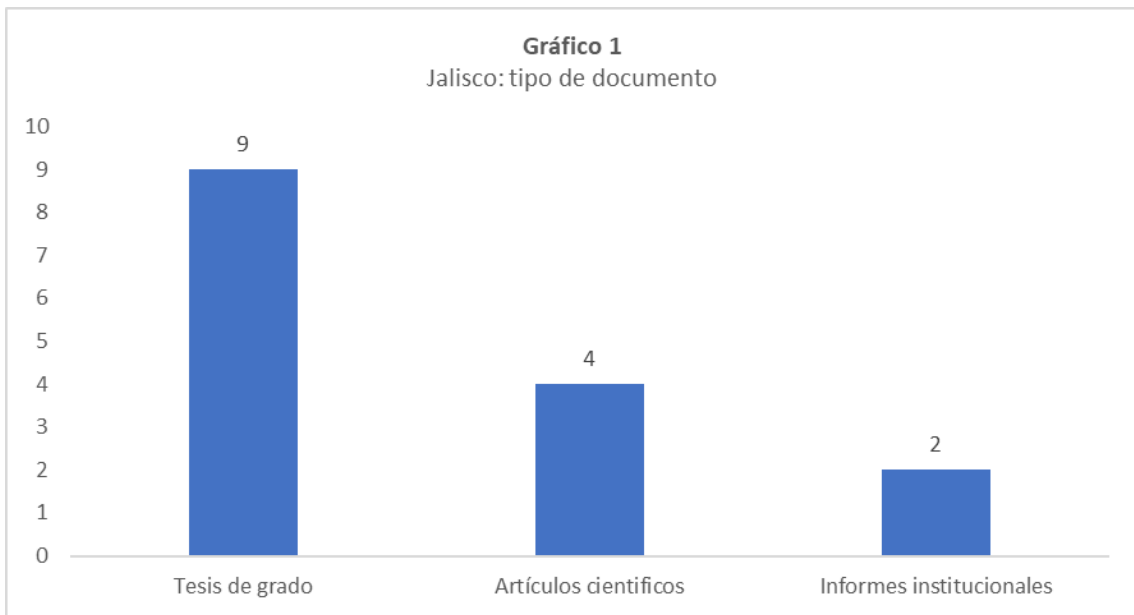
Entre las deficiencias de la información recopilada expresamos que carecen de estudios socioeconómicos o sobre las condiciones históricas que dieron pie a los desplazamientos ambientales y sanitarios en cada región, o de estudios sobre la distribución de las condiciones de toxicidad y contaminación bajo las cuales viven los distintos sectores de la población afectada. Tampoco existen estudios que documenten la responsabilidad de las empresas (y de otras unidades de actividad económica) que realizan vertidos clandestinos de residuos industriales peligrosos, que sobreexplotan pozos de agua industriales o agroindustriales, que contaminan acuíferos superficiales y profundos o que realizan emisiones clandestinas (nocturnas) a la atmósfera.

Resulta esencial recordar que los aportes científicos que han sido recopilados y estudiados aquí, por más perfectibles que puedan ser, no deben ser considerados como aportes inadecuados que serán atendidos sólo cuando acopien información científica que sea adecuada y suficiente. A este respecto es pertinente recordar el Principio de Precaución, propuesto en la Agenda XXI, el cual especifica que “la falta de datos científicos no debe ser usado como pretexto para no tomar medidas de control.”

De acuerdo con este principio, el Estado tiene la obligación de tomar las medidas necesarias para iniciar procedimientos contundentes que eviten el carácter lesivo de las industrias o agroindustrias que agreden la vida cotidiana de las personas en las regiones y comunidades que las habitan. Consideramos que las empresas y las autoridades en todos sus niveles tienen la responsabilidad, así como los recursos suficientes para financiar las investigaciones pertinentes, pero, sobre todo, tienen la ineludible obligación jurídica, política y moral de probar con honestidad el estatus contaminante de sus actividades sin poder delegar esta responsabilidad a las comunidades afectadas. Es indispensable para la vida digna que merecen las comunidades, garantizar su derecho a la información veraz y oportuna para que conozcan las causas y efectos de la exposición prolongada a los agentes tóxicos y contaminantes, sus daños y consecuencias negativas para la salud y el medio ambiente.

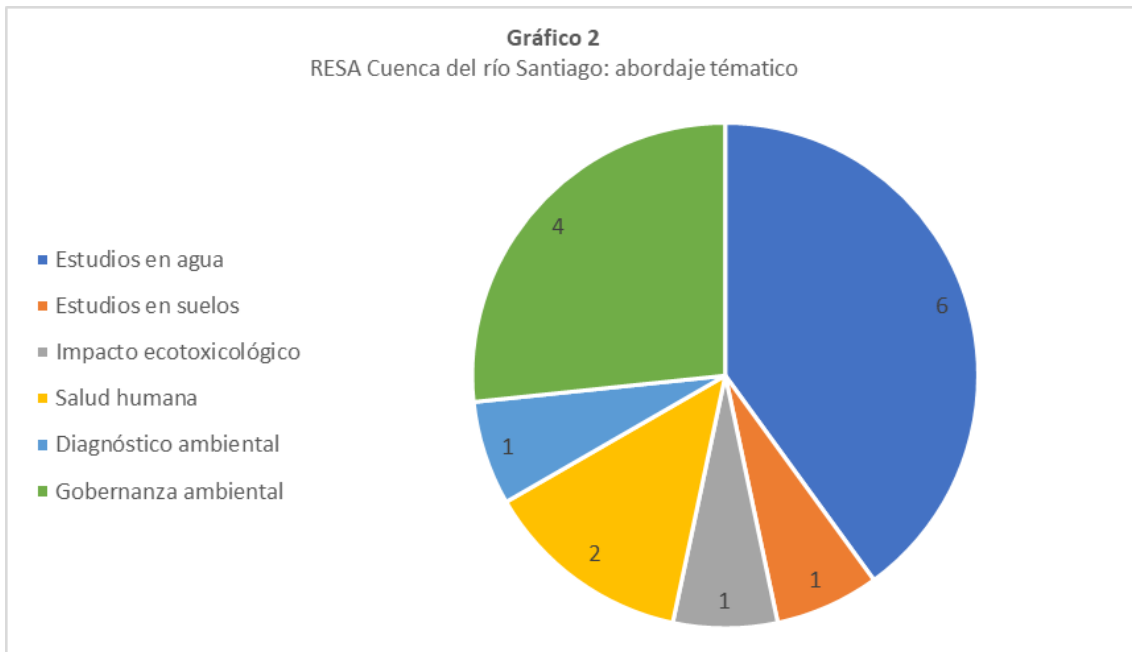
**Carpeta 1. Cuenca del Río Santiago en Jalisco**

El acervo de información perteneciente a esta región consta de 15 documentos, de los cuales 9 son tesis de grado, 4 son artículos de divulgación científica y 2 son informes ejecutivos de diversas instituciones gubernamentales, tal y como se indica en el Gráfico 1.



Son 6 documentos los que presentan estudios del agua, 4 estudios de gobernanza ambiental, 2 de salud humana y 1 estudio de suelos de la zona, finalmente, el expediente de esta RESA contiene 1 estudio de impacto ecotoxicológico y 1 diagnóstico ambiental, como se indica en el Gráfico 2.

## Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022



Esta carpeta reúne información y evidencia científica sobre la problemática de contaminación ambiental y de salud en el estado de Jalisco. Las investigaciones se organizaron en las siguientes seis subcarpetas:

### Salud Ambiental

Cárdenas Hernández (2018). Tesis de Licenciatura. Analiza en su tesis de licenciatura la tasa de mortalidad de enfermedades gastrointestinales, cáncer, daño renal y trastornos hematológicos en nueve municipios desde el Lago Chapala hasta la Zona Metropolitana de Guadalajara: Ocotlán, Poncitlán, Zapotlán del rey, Ixtlahuacán de los membrillos, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Tonalá, y Zapotlanejo, del estudio se deriva que los municipios con mayor desarrollo industrial son: Ocotlán, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga y Tonalá, los cuales registraron mayores tasas de mortalidad por enfermedades asociadas a la contaminación, particularmente el cáncer que, de 1998 a 2015 presentó una tasa de 15.9 a 30.1 por cada cien mil habitantes. El estudio también señala que, entre las fuentes fijas emisoras de contaminantes se encuentran 9 parques industriales, 22 plantas de tratamiento de aguas residuales. En el RETC se identificaron 38 sustancias emitidas al ambiente provenientes de 14 tipos de

### Macroexpediente 2022

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

industrias, descargas al agua a través de drenaje y la transferencia al suelo de sustancias como arsénico, cadmio, cromo, mercurio, níquel, plomo y cianuros. El Salto fue el municipio con mayor volumen de emisiones de metales pesados en el periodo 2004-2014. En los municipios analizados, el cáncer representa la principal causa de mortalidad seguido de las enfermedades respiratorias.

Flores Ayala (2019). Tesis de licenciatura. Registró expresiones de la psicología ambiental de los habitantes de Ocotlán, Jalisco y concluyó que el entorno ambiental influye en el comportamiento físico y sociocultural de los individuos; particularmente encontró una asociación entre el transcurrir de la vida cotidiana en un entorno contaminado y el ejercicio de prácticas ambientales negativas (nocivas para el ecosistema) en rubros como el cuidado del agua, el uso de energía eléctrica, el manejo de basura y el uso de transporte urbano.

### **Gobernanza Ambiental**

Boletín científico. Peniche Campos *et al.* (2016). Los autores presentan un análisis sobre la gobernanza del agua en las ciudades, abordando temas como los retos en la gestión del agua en Jalisco y el impacto ambiental y social de las obras hidroeléctricas en el río Santiago, la concentración de las fuentes fijas de contaminación, las políticas para el manejo de la escasez del agua y el uso de esta por parte del sector agrícola. Entre sus hallazgos, está el área de concentración de las industrias que descargan metales pesados en el centro de la ciudad de Guadalajara, el municipio de Ocotlán y en la zona de la Presa El Ahogado, para los que se reportan al RETC metales pesados como: arsénico, cadmio, mercurio, cromo, níquel, bario, hierro, zinc y plomo, compuestos orgánicos volátiles, plaguicidas, fármacos, fertilizantes, tricloroetileno, dibutilftalato, formaldehído, cloruro de metileno, piridina, cloroformo y otros, los cuales se han asociado a la incidencia de enfermedades como la insuficiencia renal, enfermedades de la piel y diversos tipos de cánceres (pág. 151).

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Tesis de licenciatura. Hincapié López (2016). Analiza las políticas de operación de las presas La Yesca, Aguamilpa y el Cajón, y señala la urgencia hacerles adecuaciones que garanticen la seguridad de estas, por ejemplo: no sobrepasar el nivel de agua permitido, construir un vertedero de descarga y aumentar la elevación de la cortina.

Artículo científico. McCulligh (2019). Es un esfuerzo por conceptualizar las acciones –o inacciones- institucionales e industriales mediante las cuales se ha perpetuado la contaminación del río Santiago, entre ellos la “corrupción institucionalizada” y la operación de un “ambientalismo de mercado para países pobres” funcionales a las prácticas contaminantes de las empresas multinacionales.

Tesis de doctorado. Pelayo Pérez (2020). Analiza la construcción de la presa hidroeléctrica “El Cajón” emplazada en los límites de Nayarit y Jalisco, a partir del embalse del río Santiago, particularmente los efectos que ha tenido en el sistema natural, el reordenamiento territorial de las comunidades, el despojo de sus territorios, la emergencia de nuevas actividades productivas como fuente de sustento y la desaparición de las tradicionales, la erosión del suelo, alteraciones del régimen fluvial, degradación de la biodiversidad, deforestación, alteraciones del clima, y la reubicación y el desplazamiento forzoso de la población, la inundación de comunidades aledañas y conflictos socioambientales por los perjuicios anteriores.

### **Suelo**

García Arriola (2016) describe y analiza las placas tectónicas en la zona de cizalla del río Santiago, en el límite de la Sierra Madre Occidental.

### **Agua**

Artículo científico. Martínez González *et al.* (2010). Evalúan el bienestar de los habitantes de El Salto, Jalisco, señalando que la contaminación del río y del aire disminuyen las capacidades físicas, psicológicas y sociales de los habitantes, particularmente por la exposición a sustancias tóxicas como el ácido sulfhídrico que produce irritación de los ojos, nariz y garganta y dificultad para respirar en personas asmáticas; mientras que la exposición a bajos niveles por periodos prolongados provoca fatiga, dolores de cabeza, problemas de memoria, depresión, mareo y alteraciones de las funciones motoras e irritabilidad.

El estudio concluye que la exposición a los contaminantes atmosféricos presentes en la cuenca del río Santiago contribuye a deteriorar la capacidad física de sus habitantes. Además de estas afectaciones objetivas y verificables, empobrece a los individuos en cuanto al disfrute de los recursos que ofrecía el medio ambiente previo a su degradación y modifica las prácticas de convivencia familiar y comunitaria, y modifica los elementos territoriales que tradicionalmente configuraban la identidad comunitaria.

Artículo de divulgación. McCulligh (2013). Analiza la política de regulación de las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua nacionales a la que están sujetas las empresas en el corredor industrial Ocotlán-El Salto; el estudio concluye que la NOM-001-Semarnat-1996 que regula este tipo de descargas no considera los contaminantes específicos de cada giro, que son los más peligrosos, adicionalmente, el Estado mexicano no tiene el personal suficiente para supervisar la calidad de las descargas.

Artículo científico. De la Rosa Portillo (2014) analiza diez muestras de agua tomadas del río Santiago, dos de estas en el arroyo El Ahogado y una en el río Zula; el muestreo se realizó entre mayo del 2009 y noviembre del 2010. Entre los hallazgos se encuentran sustancias como el azul de metileno y altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO), así como la presencia de niveles altos de sólidos disueltos, grasas, aceites, metales pesados como aluminio, bario, cobre, cromo total, hierro, manganeso,

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

mercurio, plomo, zinc, además de altas concentraciones de amoníaco y fosfatos. Todo esto hace evidente la falta de regulación tanto en las descargas de aguas residuales industriales, como en las municipales y la falta de monitoreo constante por parte de las autoridades tanto municipales y federales. Los resultados indicaron que la calidad del agua para uso y consumo humano es inaceptable (ICA de 20 a 30).

Tesis de licenciatura. Hernández Amezcua (2014). Pondera los beneficios potenciales de la descontaminación de las aguas del río Santiago mediante la estimación del valor económico total (VET) del recurso, particularmente en el área delimitada por la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG). El proyecto integral de saneamiento tendría un costo de 3 mil 500 millones de pesos y los beneficios potenciales que se obtendrían por la descontaminación de las aguas del río son alrededor de 4 mil 300 millones de pesos en cinco años. El estudio tomó en consideración los beneficios potenciales que representaría para la región esta mejoría en la calidad del agua del río, los beneficios para la salud previstos por la transición de cultivos intensivos en agroquímicos a otros menos intensivos, los costos evitados por la degradación y el agotamiento de recursos hídricos, por el turismo inducido y por el potencial aumento de la pesca.

Artículo de divulgación. Torres Rodríguez (2019) presentó el resultado de un análisis de muestras de agua del río Santiago realizado por el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ).

El análisis permitió concluir que las concentraciones de arsénico sobrepasan las establecidas en la NOM-001, en su paso por el municipio de El Salto, las consecuencias para la salud de las poblaciones aledañas están signadas por la proximidad al río pero también por la inadecuación y deficiencia de la infraestructura hídrica, una ilustración de esto es el fraccionamiento "Azucena", ubicado en las márgenes del río, vulnerable a inundaciones en la temporada de lluvias por la creciente del afluente y por el desbordamiento del drenaje, los lodos que quedan en las calles después de estos eventos, son una fuente de



## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

exposición para los niños que al carecer de patios en los condominios unifamiliares, juegan en las calles, por lo que quedan expuestos a polvos con arsénico.

Tesis de licenciatura. Centeno López (2020). Presenta en imágenes una línea de tiempo que registra la transformación del río Santiago, de un cuerpo de agua limpio en un vertedero clandestino de contaminantes. El proyecto es resultado de tres proyectos de arte ecológico desarrollado por la comunidad de El Salto, en los cuales participó la organización social Un Salto de Vida A.C.

### **Ecotoxicología**

Artículo científico. De Tomassi (2020). Modela mediante el software *Aquatox*, el impacto ecotoxicológico para comunidades acuáticas de tres plaguicidas, DDT, clordano y dieldrín, integrando una serie de variables. Este trabajo reportó que, a concentraciones bajas, el plaguicida dieldrín causa graves repercusiones en la biota en comparación con los plaguicidas DDT y clordano, lo que podría desestabilizar la red trófica y afectar de forma más profunda a los depredadores.

### **Diagnóstico Ambiental**

En el informe de la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (2014) se presenta un diagnóstico ambiental de la Barranca del río Santiago realizado por la empresa privada Geosíntesis S. A. El estudio propone el establecimiento de un Área Natural Protegida (ANP) en dos partes: una, desde el área de la Presa El Ahogado hasta su contacto con el área de protección hidrológica de Zapopan en el norte, y otra, la porción del río Verde desde el municipio de Tepatitlán hasta su confluencia con el Santiago. El estudio identifica puntos críticos de contaminación en la cuenca del río Santiago como la ganadería intensiva en la región plana del norte del estado, la transferencia al suelo de las aguas residuales de esta actividad, la lixiviación a los mantos acuíferos de los centros de disposición final de residuos sólidos en la ZMG, la

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

intensa contaminación por descargas de aguas residuales en Ocotlán y Puente Grande, entre otras fuentes puntuales y difusas.

### **Comentarios generales**

Las investigaciones recuperadas en 2022 sobre esta región, se realizaron entre 2010 y 2020, y están claramente orientadas a documentar la contaminación del río Santiago en los municipios de mayor concentración industrial como Ocotlán, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga y Tonalá, que presentan mayores tasas de mortalidad por enfermedades asociadas a la contaminación como cáncer, enfermedad pulmonar, enfermedad renal y trastornos hematológicos.

El análisis de las muestras tomadas en diferentes puntos del río Santiago prueba que las descargas de aguas residuales industriales contienen metales y metaloides como arsénico, cadmio, mercurio, cromo, níquel, bario, hierro, zinc, plomo, aluminio, bario y manganeso; hidrocarburos aromáticos, compuestos volátiles y semivolátiles, ftalatos, grasas y aceites disueltos, amoníaco y fosfatos, entre otros contaminantes; algunos de estos también están presentes en las descargas de aguas residuales municipales mientras que la agroindustria contribuye a la contaminación del río con plaguicidas. La mayoría de estudios de esta entrega se centran en la contaminación y monitoreo del agua, aunque algunas tesis de grado se enfocan en la estimación de las tasas de mortalidad por enfermedades asociadas a tóxicos ambientales en los municipios más industrializados.

Un par de estudios documentan cómo la desregulación del sector inmobiliario y la cercana convivencia de megaproyectos y la población pone a esta última en riesgo por la proximidad de fraccionamientos habitacionales con el río Santiago como el llamado “Azucena” y los cambios ambientales y sociales asociados a la construcción de una presa y una hidroeléctrica, infraestructuras que en última instancia se orienta a abastecer a la industria y las urbes.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Los estudios acopiados en esta entrega añaden datos importantes sobre el riesgo de la contaminación del río Santiago para la salud pública, por concentraciones riesgosas de arsénico y metales pesados, sin embargo, el estudio más completo que realizó la búsqueda más amplia de sustancias (1,090) fue el realizado por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco y el IMTA, por lo que a más de diez años de dicho monitoreo y análisis, es factible que la capacidad de dilución del río haya disminuido y las concentraciones de contaminantes hayan aumentado

### **Recomendaciones**

1. El hallazgo de mil noventa sustancias con algún grado de toxicidad en 2008 hace evidentes los riesgos para las poblaciones próximas al río. Este estudio sienta precedente para el análisis del ordenamiento territorial, por lo que se recomienda incorporarlos en la próxima entrega del Macroexpediente y así, reformular dichos ordenamientos teniendo como eje rector la salvaguarda de la salud pública.
2. Los estudios de salud incluidos en esta carpeta sirven de base para la aplicación de las propuestas de atención a la crisis sanitaria desarrolladas en el marco del Grupo de Coordinación Intersectorial, GCI (integrado por la Conacyt, SSA y Semarnat) como las Unidades de Gestión de Salud Ambiental propuestas por la Dra. Gabriela Domínguez Cortinas, adscrita a Cenaprece-SSA.
3. La evidencia presentada relativa a la disminución de capacidades físicas asociadas a la exposición ambiental, la vulnerabilidad por vivir en las laderas del río, y la documentación de la “corrupción institucionalizada” que subyace la operación de normas ambientales obsoletas y la falta de personal para vigilar su cumplimiento, sirven de base a la construcción de un expediente con documentos probatorios de la violación a los derechos humanos a la salud y el medio ambiente sano.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

### **Referencias**

- Cárdenas Hernández, C.E. (2018). *Análisis de las enfermedades asociadas a la contaminación del río Grande de Santiago, Jalisco, México (Tesis de licenciatura)*. UNAM.
- Centeno López, N. M. (2020). *Transformación del río Santiago a vertedero clandestino: reflexiones sobre arte ecológico y exploraciones visuales de los efectos de contaminación a través de la pintura y la instalación*. (Tesis de maestría) UNAM
- De la Rosa Portillo, L. (2014). *Análisis espacio-temporal del monitoreo de la calidad del río Grande de Santiago, y sus implicaciones a la salud ambiental*.
- Flores Ayala, B. J. (2019). *Estudio de la psicología ambiental de los habitantes ribereños del río Santiago: el caso de la colonia Marcos Castellanos en Ocotlán Jalisco*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Guadalajara.
- García Arriola O.A. (2016). *Magmatismo y tectónica de la parte oriental de la zona de cizalla del río Santiago, Jalisco*. (Tesis de licenciatura) UNAM
- Hernández Amezcua, T. (2014). *Valoración económica para la estimación de beneficios por descontaminación del agua en la cuenca del río Santiago Jalisco*. (Tesis de maestría) UNAM
- Hernández, C. E. (2018). *Análisis de las enfermedades asociadas a la contaminación del río grande de Santiago, Jalisco, México*. Cd. de México.
- Hincapié López C. (2016). *Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago*. (Tesis de licenciatura). UNAM
- Jalisco, S. d. (2014). *Actualización del diagnóstico ambiental de la Barranca del río Santiago*. Geosíntesis SC.

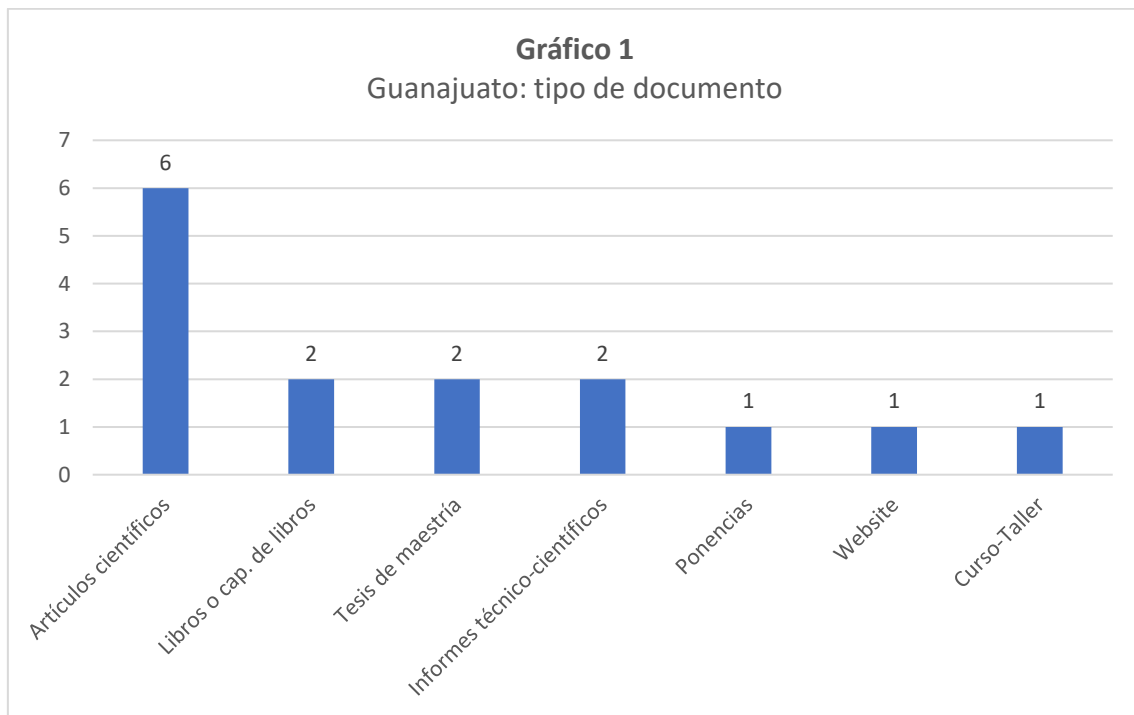
## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

- López, C. H. (2016). *Actualización de las avenidas de diseño de las políticas de operación del sistema de presas del río Santiago.*
- Martínez González, P., & Hernández, E. (2009). Impacto de la contaminación del río Santiago en el bienestar de los habitantes de El Salto Jalisco. *Espacio abierto cuaderno Venezolano de Sociología*, 709-729.
- McCulligh, C. (2013). La no regulación ambiental: contaminación industrial del río Santiago en Jalisco. *Observatorio del desarrollo*, 22-28.
- McCulligh, C. (2019). Corrupción institucionalizada y el mito de las multinacionales: la lógica tras la contaminación industrial del río Santiago, Jalisco. *Sociedad Ambiental.*
- Pelayo Pérez, M. (2020). *Reconfiguración de modo de vida, mecanismo de respuesta local y procesos emergentes de gobernanza ambiental de comunidades aledañas a presas hidroeléctricas en el río Santiago, Nayarit México.* (Tesis de doctorado) UNAM
- Peniche Camps, S., Romero Morett, M. G., Cortés Fregoso, J. H., González González, F., Guzmán Arroyo, M., Macías Franco, E., & Zavala García, G. (2013). Gobernanza del agua en las ciudades. *Centro Universitario de Ciencias Económicas Administrativas.*
- Pérez, M. B. (2020). *Reconfiguración de modo de vida, mecanismos de respuesta local, y procesos emergentes de gobernanza ambiental de comunidades aledañas a presas hidroeléctricas en el río Santiago, Nayarit, México.*
- Tomassi, C. d. (2020). *Aplicación del modelo AQUATOX para estimar impactos ecotoxicológicos por plaguicidas clorados en el río grande de Santiago, Jalisco.* (Tesis de licenciatura) UNAM
- Torres Rodríguez, A., & Plazola de Anda, M. E. (2019). *Presencia de arsénico en el río Santiago e impacto a la salud de los habitantes de la Azucena, el Salto, Jalisco.*

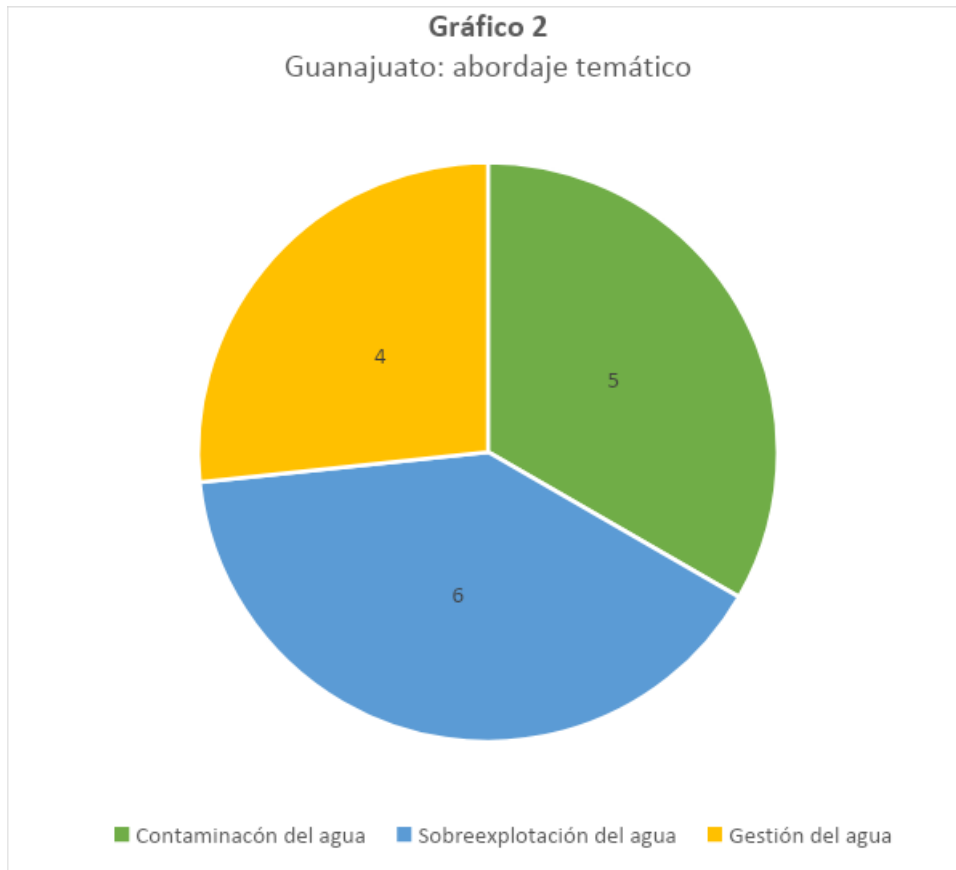
## Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022

### Carpeta 2. RESA Cuenca de la Independencia en Guanajuato

En esta segunda etapa de construcción del Macroexpediente, se integraron quince documentos sobre esta RESA: 6 artículos de revistas científicas, 2 libros o capítulos de libros, 2 tesis de maestría, 2 informes técnico-científico (uno de ellos realizado por una asociación civil), 1 mapa digital alojado en una página *web*, 1 ponencia y 1 presentación en un curso-taller.



De acuerdo con el abordaje temático, los documentos científicos se clasificaron como se muestra a continuación:



### **Contaminación del agua**

Artículo científico. La Fayette *et al.* (2020). El agua subterránea en la Cuenca de la Independencia alcanza concentraciones de fluoruro (F) superiores al límite establecido por la Organización Mundial de la Salud, pero se considera que el conocimiento de las fuentes y las condiciones geoquímicas responsables de la liberación de F son aún preliminares. Los autores sugieren la aplicación de regulaciones más estrictas sobre el volumen de agua extraída de la Cuenca Independencia como instrumento para limitar potencialmente el aumento del PH, sin embargo, se precisan más estudios para concluir la magnitud del efecto que esto tendría sobre las concentraciones de F en agua subterránea.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> La Fayette et al (2020).

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Artículo científico. Lara *et al.* (2016). En el estado de Guanajuato se ha detectado flúor en concentraciones por encima de los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana, NOM-127-SSA1-1994 en el agua para uso y consumo humano. El estudio analiza 14 muestras de agua recolectadas en los pozos de comunidades cercanas a los municipios de San Miguel de Allende y Dolores Hidalgo en el acuífero de la Cuenca Alta del río Laja. El contenido de fósforo fue analizado y cuantificado mediante un potenciómetro. Las concentraciones variaron entre 0.288 ppm a 2.73 ppm, y 36% de los pozos tuvieron niveles de flúor superiores a 1.5 ppm, límite máximo establecido en la NOM.<sup>3</sup> Los autores recomiendan que las autoridades sanitarias implementen medidas preventivas para evitar el consumo de agua fluorada para prevenir un mayor número de casos de fluorosis dental.

Artículo científico. Mahlkecht, Steinich & Navarro (2004). Estudio de la calidad del agua subterránea del Acuífero de la Independencia en el que se analizan 246 muestras de agua subterránea, el estudio reveló que la meteorización de rocas volcánicas ácidas (riolita) y la oxidación de minerales sulfurados que contienen arsénico, son procesos que liberan flúor (hasta 16 mg/l) y arsénico (hasta 0.12 mg/l), respectivamente, superando los límites establecidos por la normatividad mexicana para agua de uso y consumo humano. Los autores señalan que los contenidos elevados de flúor y arsénico en las aguas subterráneas se debe a que dicha agua es extraída de unidades acuíferas más profundas (aguas paleo subterráneas). La concentración de flúor puede estar relacionada con la disolución de rocas volcánicas ácidas o cenizas y la contaminación de arsénico con la oxidación de minerales sulfurados. Ambos fenómenos son consecuencia de la extracción de agua subterránea pesada principalmente por parte de usuarios agrícolas; mientras que en la parte central-norte de la cuenca la contaminación se debe principalmente al uso intensivo de fertilizantes y pesticidas (NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Cl).

---

<sup>3</sup> Lara, K., Cruz, I., Li, Y. (2016).



## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

El estudio concluye con varias recomendaciones: 1) la creación de mapas de vulnerabilidad del acuífero a escala municipal con el propósito de prevenir el crecimiento urbano y el establecimiento de asentamientos industriales futuros. 2) desarrollar un plan de gestión de aguas subterráneas para garantizar su uso sostenible, y 3) evaluar la eficiencia del uso del agua para fines agrícolas, los sistemas y planes de riego, los tipos de cultivo, y el costo del agua de riego para realizar los ajustes que garanticen la sostenibilidad del uso del recurso.

Tesis de maestría. Shepherd (2018). Análisis de las concentraciones de arsénico y fluoruro en el Acuífero de la Cuenca Independencia de Guanajuato, mediante el análisis de 24 muestras de agua de cinco zonas urbanas y rurales. El estudio revela que la extracción excesiva en la cuenca ha causado el franco declive de los niveles freáticos a través del tiempo a medida que estos pozos de agua subterránea continúan construyéndose a mayores profundidades para llegar a las aguas subterráneas.

Artículo científico. Mora, Carmona & Cantoral-Uriza (2015). Los autores identificaron diatomeas epilíticas en los ríos Dolores y Laja, en la Cuenca Alta del Río la Laja. Las diatomeas son un grupo de algas unicelulares comúnmente presentes en aguas grises y aguas que contienen metales pesados, y pueden crecer en un amplio intervalo de valores de pH, temperatura, salinidad, concentración de nutrientes y contaminantes orgánicos e inorgánicos.<sup>4</sup> Debido a su respuesta a perturbaciones ambientales mediante cambios en la estructura y la dinámica de la comunidad, hay creciente interés en su empleo como bioindicadores, ya que se ha demostrado que son una buena herramienta para determinar el estado trófico y la calidad del agua en ríos.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Bellinger, E. & Sigee, D. (2010), como se citó en Mora, Carmona & Cantoral-Uriza (2015).

<sup>5</sup> Hering, D., et al (2006), como se citó en Mora, Carmona & Cantoral-Uriza (2015).

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

En el estudio se identificaron 173 *taxa* infra genéricos, de los cuales 7 se han identificado por primera vez en el país; se encontraron formas teratológicas en 6 especies en abundancias relativas que variaron de 0.8 a 8.3%, siendo estas formas más abundantes en los sitios con mayores concentraciones de nutrientes.

### **Sobreexplotación de agua**

Mapa. La organización Caminos del Agua<sup>6</sup> publicó un mapa interactivo con información de calidad del agua, los datos se recopilaron desde 2012 en pozos de localidades rurales y en tomas de agua domiciliarias en más de 280 puntos de monitoreo en la región,<sup>7</sup> y cabe señalar que este mapa se mantiene abierto a actualizaciones, por ello, fue referido también en la primera etapa del Macroexpediente. Esta organización señala que en la región se vive una aguda crisis hídrica debido a la sobreexplotación del acuífero para abastecer a los productores agrícolas de exportación, los cuales consumen hasta el 85% del total del agua disponible. Según la Comisión Estatal del Agua, el nivel freático desciende de 2 a 3 metros al año, siendo uno de los más sobreexplotados del planeta, haciendo que el agua sea cada vez más escasa. Los efectos sobre la salud relacionados con el consumo de arsénico (As) y fluoruro (F) están bien documentados: fluorosis dental y ósea (los dientes se oscurecen y los huesos se vuelven frágiles y deformes), discapacidades cognitivas y de aprendizaje en los niños, enfermedades renales crónicas y varios tipos de cáncer.

---

<sup>6</sup> Es una organización sin fines de lucro registrada en los Estados Unidos y en México, la cual lleva a cabo análisis sobre la calidad del agua, apoyada por la Universidad de Texas **A&M**, la Universidad de Guanajuato, la Universidad Estatal de Kansas, la Universidad del Norte de Illinois, Comunidades Unidas por la Vida y el Agua Pastoral Social (CUVAPAS) A. C., Servicios Comunitarios Pozo Ademado (SECOA) A. C. y el Centro Comunitario de San Cayetano.

<sup>7</sup> Ver <https://caminosdeagua.org/es/monitoreo-calidad-agua>

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Ecosystem Sciences Foundation (2006) Monitoreo realizado entre septiembre de 2005 y febrero de 2006, para detectar las concentraciones de arsénico, fluoruro y bacterias coliformes en el agua de los pozos ubicados en comunidades rurales del municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato. Según sus resultados, de las 101 muestras de agua analizadas, 20 excedieron los límites permitidos de fluoruro en el agua potable, establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996; mientras que los niveles de arsénico de todos los sitios muestreados estaban debajo de los límites permitidos para el agua potable. La asociación advierte que, dado que la fuente de agua subterránea en esta región disminuye considerablemente debido a la sobreexplotación, las concentraciones de contaminantes aumentan, poniendo a los usuarios en mayor riesgo de sufrir efectos en su salud por la exposición a fluoruro y a bacterias coliformes.

Informe, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), 2009. Aporta datos sobre el uso del agua de la Cuenca de la Independencia. En el capítulo VII presenta los resultados de los análisis realizados en la subregión Lerma-Guanajuato, que comprende principalmente las subcuencas de los ríos: Laja 1 (Ignacio Allende o La Begoña), La Laja 2 (Pericos), Lerma 4 (Salamanca), Laguna de Yuriria, Lerma 5 (Corrales) y Turbio (Adjuntas). El informe menciona que el balance global del acuífero cuenca Alta del Río La Laja y San Miguel de Allende muestra una pérdida neta de almacenamiento de 151.7 hm<sup>3</sup> anuales, mientras que en el acuífero de Laguna Seca y Dr. Mora-San José Iturbide dicha pérdida es de 180.5 hm<sup>3</sup> al año. En este documento se propone una estrategia de gestión orientada a ampliar la participación de los principales grupos interesados en resolver los problemas que frenan el desarrollo sustentable de la cuenca, el núcleo la participación es la aplicación de instrumentos que permitan mantener informada a la sociedad de la región, promover la transparencia y la exigencia en la rendición de cuentas, logrando el compromiso de los usuarios de aplicar medidas de gestión sustentable.

Tesis de maestría. Nájera (2015). Contribuye al debate sobre el extractivismo de agua subterránea en la Cuenca de la Independencia desde la perspectiva interdisciplinaria. El objetivo general de su investigación es establecer cuáles son

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

los procesos sociales que más han contribuido a la emergencia y consolidación del extractivismo hídrico subterráneo (EHS) en la región entre 1992 y 2014. Bajo la hipótesis de que la escasez relativa del agua es provocada por la súbita reestructuración del campo del norte de Guanajuato desde mediados de la década de los ochenta. El límite de las soluciones técnicas propuestas hasta ahora son insuficientes pues omiten la dimensión óntico-epistemológica que precede a los modos en los que la sociedad se relaciona con la “naturaleza”, pues bajo el enfoque predominante, los sujetos exteriorizan el agua y olvidan que es el fundamento y condición de la vida.

Artículo científico. Mahlkecht *et al.* (2006), los autores señalan la importancia del uso de trazadores geoquímicos, el tiempo de residencia y la delimitación de zonas hidroquímicas para conceptualizar y calibrar el agua subterránea en modelos de flujo en el Acuífero Independencia, con el fin de desarrollar y afinar planes de manejo y extraer volúmenes apropiados con el fin de obtener un mejor rendimiento del acuífero.

En este estudio se reconocen seis zonas hidroquímicas principales: la Zona R1 representa la recarga del frente montañoso a lo largo de la Sierra de Guanajuato; la Zona R2 se ubica en el área de San Miguel de Allende, frente a la montaña de recarga de los volcanes Palo Huérfano y La Joya; la Zona R3 coincide con las zonas de aguas subterráneas más altas de captación para riego intensivo en el municipio de San Luis de la Paz; la Zona R4 corresponde a un tipo de agua de recarga y se superpone con la zona NR que corresponde a un tipo de agua de descarga y representa la mayor zona hidroquímica en la cuenca; la Zona 5 localizada al norte con aguas subterráneas, algunas de estas tienen propiedades similares a las del suministro de agua en zona R3. Según los autores, las fuentes de agua en las zonas R1, R2, R3, R4 y R5 es recarga de frente de montaña, mientras que la zona NR recibe aportes de aguas superficiales del alto Río Laja y arroyos, como sugiere la evidencia isotópica, de entradas laterales y del gradiente ascendente zonas hidroquímicas. El tiempo de residencia del agua subterránea según estimaciones de radiocarbono oscila entre reciente y ~11 ka. La distribución del tiempo de residencia coincide con las

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

zonas de descarga regional importante al oeste en el centro de la cuenca (desde Dolores Hidalgo y suroeste de Doctor Mora).

Por ello, los autores recomiendan restringir la extracción del agua de la Cuenca Norte (San Diego de la Unión y San Luis de la Paz).

Artículo científico. Guzmán-Soria *et al.* (2009). En México existe un grave problema de sobreexplotación de acuíferos. De los 188 acuíferos más importantes que abastecen 66 % del agua usada en el país y donde se capta 79 % de la recarga de agua subterránea, 80 están sobreexplotados, ya que el volumen de agua en los acuíferos se ha modificado (Ávila *et al.*, 2005; Fornes *et al.*, 2005)<sup>8</sup> y la competencia entre los diferentes tipos de usuarios será mayor. En este artículo se analiza cómo influye la variación del precio del servicio de distribución de agua en el consumo de esta en los sectores urbano, pecuario, agrícola de riego e industrial en el estado de Guanajuato para el período 1980-2004, además aporta datos sobre el precio diferencial del agua entre diversos tipos de usuarios en la Cuenca de la Independencia, destacando que hubo un marcado crecimiento en la superficie sembrada con riego: en 1995 esta fue de 493 mil 720 ha y en 2003 alcanzó 554 mil 306 ha, es decir, se sumaron más de 60 mil 500 ha en tan sólo ocho años. Retomando los datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), los autores indican que la mayor parte del estado de Guanajuato pertenece a la región hidrológico-administrativa Lerma-Santiago-Pacífico, la cual durante el 2005 fue calificada con un grado de presión<sup>9</sup> media-fuerte sobre el recurso hídrico (32%, considerando que más de 40% se califica como fuerte presión) y ocupó el segundo lugar como la región hidrológico-administrativa con mayor densidad de población: 106 habitantes/km<sup>2</sup> (Semarnat-Conagua, 2006).<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Citados por Guzmán-Soria *et al.* (2009).

<sup>9</sup> El grado de presión sobre el recurso hídrico es definido como el volumen total de agua concesionado entre la disponibilidad natural media de agua.

<sup>10</sup> SEMARNAT-CONAGUA (2006), como se citó en Guzmán-Soria *et al.* (2009).

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

La investigación concluye que el consumo de agua en todos los usuarios del estado de Guanajuato responde de manera inelástica a cambios en las tarifas y cuotas cobradas por su uso y servicio y que los sectores con mayor inelasticidad son el urbano y el pecuario, pues los usuarios responden pobremente a cambios en el precio, por lo que la aplicación de una política orientada a disminuir el uso centrada en el incremento de las tarifas o precios no tendría éxito. En cambio, la demanda de la agricultura de riego y de la industria responde más directamente a variaciones en los precios; por lo que las políticas de gestión de la demanda de agua tendrán que considerar aumentos en el precio del agua usada en la industria y la cuota que el Distrito de Riego paga por el mantenimiento de la infraestructura hidroagrícola; adicionalmente, se identifica otro factor que determina la demanda, el costo de la energía eléctrica para uso agrícola. Dado que el agua es un servicio público gratuito para el sector agropecuario y subsidiado para otros sectores, por el cual se cobran cuotas anuales o bimestrales; para la agricultura de riego la cuota que se paga al Distrito de Riego no refleja el costo real, y mucho menos guarda relación con la escasez del recurso.

### **Gestión del agua**

Capítulo de libro. Guzmán, Caldera & Tagle (2020). En el libro *Agua en el bajo guanajuatense* se abordan las problemáticas resultantes del establecimiento de acuerdos verticales entre los tres órdenes del gobierno mexicano en torno a la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua potable, específicamente en el caso de cinco comunidades de San Miguel de Allende, Guanajuato. También analiza y critica la manera que se priorizan los usos de agua, basada en el paradigma económico neoliberal. Propone la reflexión de la problemática de la asignación del recurso a partir del concepto de “gobernanza de agua”, pensada como una alternativa al paradigma neoliberal que incluye estrategias de atención y contraloría social que deberían ser implementadas por la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG). La atención se concentra en acciones previstas en el programa “Consolidación de la Organización y Participación Comunitaria 2017”.

## **Macroexpediente 2022**

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Los autores proponen el concepto de *gobernanza del agua*, entendiéndose esta como los arreglos institucionales que permiten una asignación y regulación eficaz en términos de sustentabilidad del recurso con una participación efectiva de la sociedad. (Caldera, 2009). Desde la perspectiva de la gobernanza, la garantía de gestión sustentable del agua, objetivo tanto de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), como de la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG) y del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel de Allende (SAPASMA), requiere la inclusión de las necesidades de las comunidades, la identificación de los participantes en los comités de agua y la propuesta de mecanismos administrativos inclusivos, estrategias de acercamiento social, y la postulación de acuerdos consensuados directamente con las comunidades afectadas y no por imposición vertical.

Artículo científico. Navarro de León *et al.* (2004). La investigación documenta los descensos en el nivel piezométrico en la Cuenca de la Independencia (CI) que van de 2 a 5 m/año. La investigación involucra el análisis de la información histórica y el desarrollo de un modelo conceptual del funcionamiento hidrogeológico, con base en evidencias de campo bajo el concepto de flujo regional del agua subterránea; aplica un modelo numérico que permite reproducir los descensos del nivel del agua subterránea por efecto del bombeo y permite conocer la disponibilidad del agua subterránea. De acuerdo con los resultados, el tiempo promedio de renovabilidad completa para el agua subterránea en la CI es de aproximadamente 6 mil años, lo que la convierte en un recurso vulnerable a la extracción, con una renovabilidad muy limitada bajo las condiciones semiáridas de la región. Los autores concluyen que, las condiciones climáticas semiáridas, la limitada renovabilidad del recurso hidráulico y las bajas tasas de recarga hacen de la CI un sistema de frágil equilibrio. El equilibrio entre las aportaciones y las descargas de agua subterránea se mantuvo hasta la década de 1950, cuando comenzaron a observarse los primeros abatimientos importantes en el valle de Laguna Seca. Esta situación ha ido mermando la capacidad de almacenamiento del acuífero.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Artículo científico. Pacheco-Vega, R (2020). Ciudades como San Miguel de Allende y Guanajuato enfrentan desafíos sustanciales de *gobernanza del agua*, especialmente por ser ciudades turísticas en las que el consumo de agua es intensivo; por ello, afrontar el estrés hídrico es un reto para los gobiernos municipales. En este artículo se analiza el paradigma de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) a propósito del estudio de caso de San Miguel Allende que afronta un conflicto hídrico intraurbano.

El autor critica el paradigma conceptual de la GIRH, pues sostiene que, en la práctica, aún carece de procedimientos, técnicas, estrategias y métodos de trabajo específicos para concretar a través de escalas, regiones, jurisdicciones y países. En primer lugar, señala que la Comisión Nacional del Agua (Conagua) conserva un importante poder de decisión sobre el uso final y la asignación del agua dentro de una cuenca fluvial; incluso frente a Consejos de Cuenca como el de Lerma-Chapala, uno de los más antiguos y bien establecidos. Además, señala que los gobiernos locales, estatales y municipales, tradicionalmente tienen acuerdos con grandes usuarios locales que terminan oponiéndose a la visión federal, prueba de ello es que los participantes en los Consejos de Cuenca suelen ser poco representativos y los procesos de selección de estos, poco transparentes. En este contexto, sólo es posible hacer frente al creciente antagonismo intraurbano derivado de la creciente inseguridad hídrica en San Miguel de Allende aplicando un enfoque de microcuenca, más fructífero que la estrategia tradicional de los Consejos de Cuenca.

Artículo científico. Wester y Hoogester-van (2011). Desde los años cincuenta del siglo XX, se ha multiplicado por diez el riego con aguas subterráneas en todo el mundo, pero es especialmente desde la década de 1970 que se ha producido un auge del uso de las aguas subterráneas en muchos países asociado a la caída sostenida en los precios de las bombas y el combustible o la electricidad para que éstas funcionen (a menudo con fuertes subvenciones). En muchas partes del mundo esto ha conducido rápidamente a la sobreexplotación de las aguas subterráneas, con tasas de extracción significativamente superiores a las tasas de recarga. Como resultado, el agotamiento de los acuíferos se está



## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

convirtiéndose en algo cada vez más grave en zonas de uso intensivo de aguas subterráneas como la India, el oeste de los Estados Unidos, la llanura del norte de China, España, Irán, Medio Oriente, África septentrional y México (Shah, *et al.*, 2007).

Los autores afirman que el uso intensivo de las aguas subterráneas conduce a formas abiertas y difusas e invisibles de despojo y concentración del acceso a las aguas subterráneas. Además, en México las concesiones de explotación operan bajo un esquema de autorregulación de los usuarios. Los autores presentan una tipología preliminar de los despojos y las injusticias de las aguas subterráneas, que tienen como actores centrales a la agroindustria y la expansión urbana, evidencia la necesidad de construir un marco conceptual en capas, entre las que destaca la *economía política de las cadenas productivas* (definidas como las relaciones de poder y de producción que estructuran la sociedad) y los vínculos entre los productores, las empresas agroindustriales y los mercados. En la práctica, es necesario un enfoque práctico que reconozca explícitamente la naturaleza política de la gestión de las aguas subterráneas.

### **Comentarios generales**

Con los materiales revisados hasta la fecha, tanto en la primera como en la segunda etapa del Macroexpediente, se evidencia que existe una producción científica que muestra la sobreexplotación de las reservas de aguas subterráneas que son extraídas cada vez a mayores profundidades con alto contenido de minerales y elementos como arsénico y fluoruro, que producen una sistemática contaminación en el agua, que a su vez provoca graves daños a la salud humana.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Entre los estudios científicos revisados durante la segunda etapa de integración del Macroexpediente, predominan aquellos que fueron realizados a aguas subterráneas extraídas de la Cuenca de la Independencia, los resultados refuerzan lo indicado en la primera etapa de este trabajo, mostrando altas concentraciones de fluoruro y arsénico por encima de los límites máximos permitidos por la NOM-127 en el agua para uso y consumo humano, sobre todo en municipios del norte de Guanajuato.

Los estudios coinciden en que las altas concentraciones de estos minerales se deben a que el agua se extrae de pozos que son perforados cada vez a mayor profundidad pues los niveles y ritmos de extracción superan los niveles de recarga, forzando a cavar cada vez más hondo para encontrar agua, la cual es de tipo paleo subterráneo, es decir, aguas fósiles. Estos crecientes niveles y ritmos de extracción de aguas subterráneas se llevan a cabo para satisfacer la demanda de agua para el riego de los cultivos de la agroindustria de exportación que prepondera en la región. Es decir, ocurre un proceso dual de sobreexplotación-contaminación, que de acuerdo con Mercedes Páramo y Rocío Montaña, integrantes de la Coalición en Defensa de la Cuenca de la Independencia (CODECIN) y Graciela Martínez del Centro de Desarrollo Agropecuario A.C. (CEDESA), cada año se extraen mil millones de metros cúbicos, a través de unos 3 mil pozos, de los cuales aproximadamente 85% es para la producción agrícola de exportación. Actualmente, el agua subterránea se encuentra entre 100 y 500 metros de profundidad, cuando hace unos 60 años el nivel freático del agua se hallaba entre 50 y 60 metros. Con la sobreexplotación del agua subterránea por la agroindustria, el acuífero se abate entre dos y 10 metros por año.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Páramo, M. y Montaña, R. (21 de noviembre de 2020). Guanajuato: Una muerte silenciosa por el extractivismo del agua en la Cuenca de la Independencia. *La Jornada del Campo*. Consultado el 20 de octubre de 2022: <https://www.jornada.com.mx/2020/11/21/delcampo/articulos/muerte-silenciosa.html>

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

También cabe señalar que en la parte central-norte de la cuenca la contaminación se debe principalmente al uso intensivo de fertilizantes y pesticidas (nitratos, fosfatos, cloro: NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Cl). Además, solamente del 1 al 5% de las aplicaciones de pesticidas actúan sobre la plaga a la que van dirigidas, dañando gravemente al ecosistema y a la salud humana,<sup>12</sup> por lo que es necesario hacer investigaciones exhaustivas sobre los daños a la salud y al medio ambiente que generan estas sustancias mezcladas además con el fluoruro y el arsénico ya de por sí presentes en el agua que se utiliza para el riego de los cultivos.

Esta grave situación de sobreexplotación que está llevando al agotamiento de los recursos hídricos de la región aptos para el consumo humano y produciendo elevados niveles de morbilidad (como se documentó en la primera etapa del Macroexpediente), deja en evidencia que las instituciones encargadas de la gestión del agua como la Comisión Nacional del Agua (Conagua), no sólo privilegian el consumo productivo (agroindustrial) del vital líquido por encima del consumo humano, sino que también tienen un escaso control sobre los niveles de extracción reales de aguas subterráneas que realizan las empresas del sector agroexportador, así como de la calidad del agua destinada para el consumo humano.

Por las razones arriba mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones considerando elementos de los documentos científicos referidos en esta reseña.

---

<sup>12</sup> Vandana Shiva, *The failures of Agribusiness and the Promise of Agroecology*, North Atlantic Books: Berkeley, p. 33, citada por ETC Grup (2017).

### Recomendaciones:

1. Crear mapas de vulnerabilidad del acuífero con sus zonas hidroquímicas que señalen el tiempo de residencia de las aguas, la profundidad de los pozos para comparar esta información con los registros históricos de extracción con miras a identificar en qué zonas la sobreexplotación ha sido mayor.
2. Como política pública, es necesario impulsar la transición hacia sistemas agroecológicos, pues está documentado que la cadena alimentaria agroindustrial solamente llega a un equivalente del 30% de la población mundial, pero usa 75-80% de la tierra, 75-80% de agua de uso agrícola”.<sup>13</sup> Mientras que la red campesina emplea menos del 25% de las tierras agrícolas para cultivar alimentos que nutren a más del 70% de la población, usando sólo el 20% del agua que demanda la totalidad de la producción agrícola, con prácticamente cero devastación de suelos,<sup>14</sup> lo cual resultaría sumamente útil en esta región semiárida donde los suelos cada vez se degradan más por el uso intensivo para la agroindustria. Según ETC Group, se infiltran 4 veces menos nitratos en los acuíferos bajo los cultivos de la red campesina de lo que se trasmina en los campos de la cadena agroindustrial.<sup>15</sup>
3. El Estado debe reforzar las prácticas comunitarias que algunas organizaciones sociales llevan a cabo en la región en torno a la captación del agua de lluvia para disminuir el consumo de aguas subterráneas. ETC Group sostiene que, a nivel global, esta práctica reduce las necesidades de irrigación en 50% y junto con la rotación de cultivos incrementan la disponibilidad de agua hasta en 20%.<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> ETC Group. *¿Quién nos Alimentará?*, 2017, p. 17.

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Ibid.

<sup>16</sup> Ibid.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

4. El Estado debe impedir que se sigan perforando más pozos de extracción en la región, pues la cuenca ya se encuentra en una situación alarmante tanto de sobreexplotación como de salud pública, debido a padecimientos como la fluorosis y la enfermedad renal crónica.

5. Es indispensable que los diferentes niveles de gobierno atiendan urgentemente estos problemas de salud, e igualmente importante es prevenir que surjan más casos y para ello, es necesario la limitación en los niveles de extracción y la transformación de la producción agrícola. De acuerdo con ETC Group, por cada peso que los consumidores pagan a la cadena alimentaria industrial en productos, la sociedad paga dos pesos más por los daños a la salud y ambientales que esa cadena provoca.<sup>17</sup>

6. Las formas de gestión articuladas por el Estado hasta ahora, como los Consejos de Cuenca, no han logrado frenar la sobreexplotación del agua, por lo que es indispensable que el Estado se abra nuevas formas de gestión donde las comunidades, organizaciones sociales maduras y los científicos, tengan un papel central en la toma de decisiones, en diferentes escalas partiendo de la microcuenca.

---

<sup>17</sup> Ibidem, p. 40.

### Referencias

#### Subcarpeta 1: Contaminación del agua

Bellinger, E. G. y Sigee, D. C. (2010). *Freshwater Algae and Their Use as*

*Bioindicators*. Sussex: Wiley-Blackwell.

Caminos de agua A.C (s/f) mapa de calidad de agua. [mapa disponible en página web] Consultado el 18 de noviembre de 2022:

<https://www.caminosdeagua.org/es/ciudad-agua>

Ecosystem Sciences Foundation (2006). *Calidad del agua de los Pozos en San Miguel de Allende. Fase I: Resultados y Conclusiones*. Consultado el 18 de noviembre de 2022: <https://static1.squarespace.com/static/56dde74d3c44d86f43f4590c/t/5f7b6ae94e13c235231a169b/1601923833065/CALIDAD+DEL+AGU+A+DE+LOS+POZOS+EN+SAN+MIGUEL+DE+ALLENDE.pdf>

Hering, D., Jonhson, R., Kramm, S., Schmutz, S., Szoszkiewicz, K. & Verdonschot, P. (2006). “Assessment of European streams with diatoms, macrophytes, macroinvertebrates and fish: a comparative metric-based analysis of organism response to stress”, en *Freshwater Biology*, 51, 1757–1785.

La Fayette, G., Knappett, P., Li, Y., Loza-Aguirre, I., & Polizzotto, M. (2020). Geogenic sources and chemical controls on fluoride release to groundwater in the Independence Basin, Mexico. *Applied Geochemistry*, 123, 104787. Consultado el 18 de noviembre de 2022: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104787>

Lara, K., Cruz, I., Li, Y. (2016). Estudio de la contaminación de flúor en el agua subterránea del acuífero de la cuenca alta del río Laja. *Jóvenes en la Ciencia*. Vol. 2, No, 1, 2(1), 1292–1297.

## Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022

- Mahlknecht, J., Steinich, B. & Navarro de León, I. (2004). Groundwater chemistry and mass transfers in the Independence aquifer, central Mexico, by using multivariate statistics and mass balance models. *Environmental Geology*, p.781-795
- Mora, D., Carmona, J. & Cantoral-Uriza, E. (2015). Diatomeas epilíticas de la cuenca alta del río Laja, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 1024–1040. Consultado el 18 de noviembre de 2022: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.004>
- Shepherd, F. T. (2018). *Arsenic and Fluoride Contamination in the Independence Basin Aquifer System of Guanajuato, Mexico*. Tesis para obtener el grado Master of science, Department of Geology. Kansas State University.

### Subcarpeta 2: Sobreexplotación del agua

- IMTA (2009). *Diagnóstico de la subregión Lerma-Guanajuato*. En: *Estrategia general para el rescate ambiental y sustentabilidad de la Cuenca Lerma-Chapala*. SEMARNAT. pp.103-132.
- Nájera Chávez, E. (2015). *El poro extenuado: Extractivismo hídrico subterráneo y agricultura de riego en el norte de Guanajuato (1992-2014)*. Instituto Mora.}
- Guzmán-Soria, E., Hernández-Martínez, J., García-Salazar, J., Rebollar-Rebollar, S., de la Garza-Carranza, M. & Hernández-Soto, D. (2009). Consumo de agua subterránea en Guanajuato, México. *Agrociencia*, 43(7), 749–761.
- Mahlknecht, J. Gárfias-Solis, Aravena, R. & Tesch. (2006). Geochemical and isotopic investigations on groundwater residence time and flow in the Independence Basin, Mexico. *Journal of Hydrology*, pp. 283-300.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

SEMARNAT-CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Comisión Nacional del Agua). 2006. Estadísticas del agua en México. México D. F. 198 p.

### **Subcarpeta 3: Gestión del agua**

Guzmán, L., Caldera, A., Tagle, D. (2020). Agua en el bajío guanajuatense. Una mirada desde la gobernanza adaptativa de la gestión del agua en comunidades de San Miguel de Allende, Guanajuato. en: Caldera, A., Tagle, D. *Agua en el bajío guanajuatense*. Universidad de Guanajuato. 211- 228.

Navarro de León, I., Gárfias, J., Mahlknecht J. & Llanos H. (2004). Alternativas de gestión sustentable de recursos hídricos en un acuífero sometido a sobreexplotación, cuenca de la independencia, Guanajuato, México. *V Seminario-Taller. Protección De Acuíferos Frente a La Contaminación: Protección de la Calidad del Agua*.

Pacheco-Vega, Raúl. (2020). Governing Urban Water Conflict through Watershed Councils. A Public Policy Analysis Approach and Critique. *Water, MPDI Open Access Journals*. Núm, 12, 1849.

Wester, P., Hoogesteger-van, J. (2011). Uso intensivo y despojo del agua subterránea: hacia una conceptualización de los conflictos y la concentración del acceso al agua subterránea. *Justicia Hídrica: Acumulación, Conflicto y Acción Social*, 111– 133. Curso-taller.

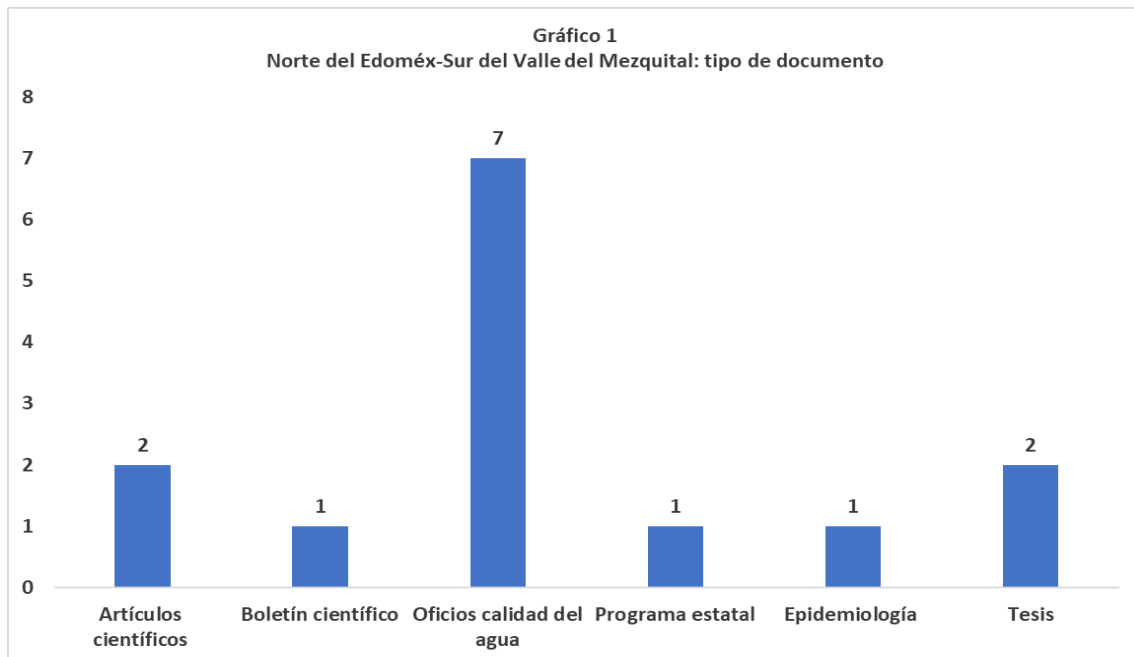
### **Referencias en comentarios generales y recomendaciones**

ETC Group. (2017). *¿Quién nos Alimentará? ¿La red campesina alimentaria o la cadena agroindustrial?* Consultado el 30 de octubre de 2022:  
<https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc-quien-nos-alimentara-2017-es.pdf>

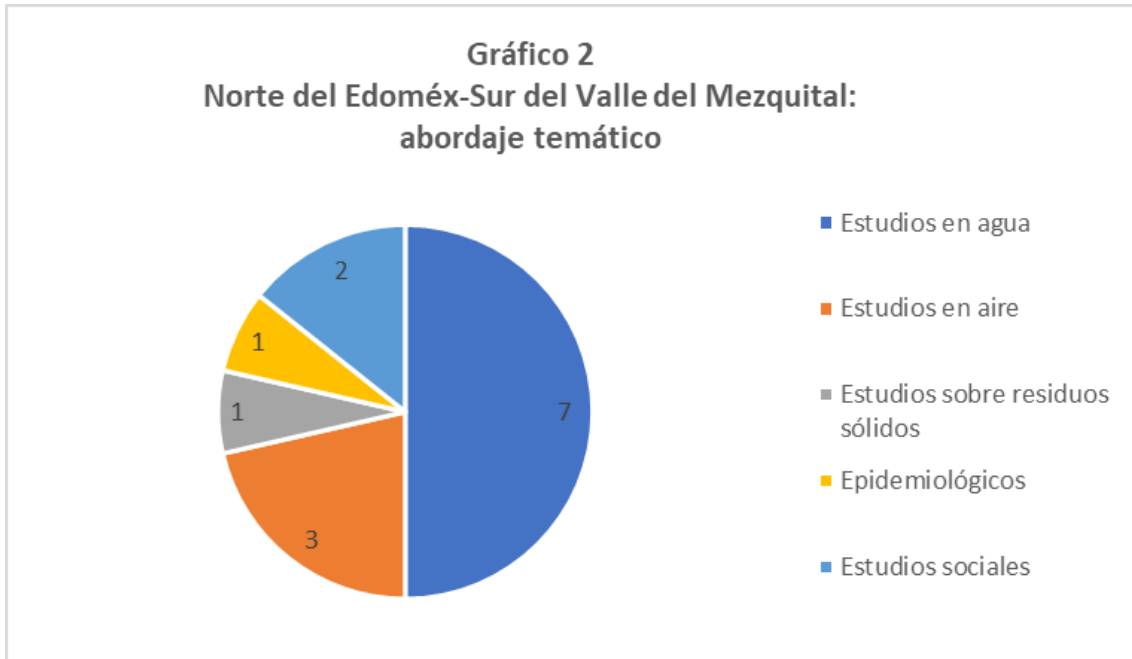


### Carpeta 3. RESA Norte del Estado de México-Sur del Valle del Mezquital

El acervo bibliográfico de la RESA Norte del Estado de México-Sur del Valle del Mezquital consta de 14 documentos entre los que se encuentran 2 tesis, 2 artículos, 1 boletín científico, 1 programa estatal, 1 circular y 7 estudios técnicos. Algunos documentos no contenían información específica sobre la RESA, por lo que fueron descartados. Por otra parte, en la subcarpeta **Nuevos Archivos** se incluyó nueva literatura científica que versa sobre análisis toxicológicos en matrices y tejidos ambientales de la región norte del Valle del Mezquital, la cual no había sido considerada durante la primera etapa de integración del Macroexpediente, pero cuenta con resultados importantes sobre la situación de contaminación actual de toda la región del Valle del Mezquital. Las siguientes gráficas muestran el tipo de documentos revisados, así como las carpetas en las que fueron organizados y el número de documentos en cada una:



Los documentos se reorganizaron en 5 carpetas como se muestra a continuación:



### **Aire**

Boletín científico. Camacho-López *et al.* (2019). Recopila información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el corredor Apaxco-Tula que se generan como resultado de la quema de combustibles, usados como energéticos en los procesos químico- industriales. Una de las consecuencias de mayor preocupación ambiental de la liberación de GEI a la atmósfera es el cambio climático, por lo que se señala la necesidad de generar estrategias para la mitigación de las emisiones de GEI en regiones como el corredor Tula-Apaxco.

Artículo científico. García. Escalante *et al.* (2014). Análisis mediante modelación de las emisiones de la refinería Miguel Hidalgo y la planta Termoeléctrica “Francisco Pérez Ríos” de la ciudad de Tula, Hidalgo para determinar su influencia en la calidad atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Los resultados mostraron que, bajo determinadas condiciones meteorológicas, las emisiones de contaminantes de Tula influyen en la calidad del aire de la ZMVM.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático de Hidalgo. En diez capítulos en los que se aborda la situación ambiental, social y económica del estado de Hidalgo y los resultados del inventario de emisiones de GEI hasta llegar a la propuesta de estrategias ante el cambio climático, medidas de mitigación y finalmente instrumentos para la evaluación y seguimiento del programa.

### **Agua**

#### **(Subcarpeta oficios/estudios técnicos):**

Esta carpeta destaca por tratarse de oficios en los que se reportan los resultados de los análisis llevados a cabo por SEMARNAT-IMTA para la determinación de los contaminantes del agua en varios municipios de Hidalgo (Atotonilco de Tula, Tula de Allende y Atitalaquia) en el año 2018. Los resultados presentan algunos parámetros de calidad del agua como turbiedad, pH, conductividad eléctrica, temperatura, turbiedad, coliformes totales, coliformes fecales, color verdadero, sólidos disueltos totales, sulfatos, dureza total, nitratos (nitrógeno), fluoruros, arsénico, plomo, manganeso y hierro. Los dictámenes de calidad de agua asentados en estos oficios declaran datos importantes sobre niveles por arriba de los límites permisibles en los municipios de Tula y Atotonilco de contaminantes de importancia toxicológica entre los que destaca el arsénico.

### **Residuos sólidos**

Artículo científico. Sánchez-Polito *et al.* (2016). En este estudio publicado en el marco del 8vo Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos (2016), se analizan las áreas con mejores condiciones para la instalación de un centro de procesamiento de residuos sólidos urbanos que puedan ser aprovechados como combustibles alternos por las cementeras. En primer lugar, se menciona

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

que la gestión de residuos sólidos urbanos en el estado de Hidalgo es deficiente ya que se lleva a cabo en tiraderos a cielo abierto.

Posteriormente, se señala la gran demanda de combustibles por parte de las industrias cementeras para su operación, así como el aprovechamiento que se le puede dar a los residuos sólidos urbanos como fuente de energía para la fabricación del cemento con la instalación de un centro de procesamiento de residuos sólidos urbanos. El análisis mediante GPS de las áreas potenciales para la instalación del centro de procesamiento dio como resultado que la región oeste tiene características óptimas, principalmente por ser la más cercana a los municipios con mayor generación de residuos.

### **Epidemiología**

Circular “Panorama epidemiológico de Defectos del tubo neural y Defectos craneofaciales de Hidalgo” (2019). Documento sobre los Servicios de Salud de Hidalgo con información de los defectos del tubo neural y craneofaciales en 16 municipios del estado (Huehuetla, Tenango de Doria, Huautla, Jaltocan, Molango, Tepehuacán, Agua Blanca, Chilcuautla, Chapantongo, Atotonilco de Tula, Huazalingo, Pachuca, Tepetitlán, Santiago de Anaya, Zapotlán). En este documento se menciona la necesidad de orientar a la población hacia la prevención por medio de la ingesta de ácido fólico. Esta medida sencilla, evitaría el desarrollo de discapacidades crónicas que impactan fuertemente a los afectados, a sus familias y a los sistemas de salud. Finalmente, se recomienda que esta afectación sea atendida a partir de tres medidas de intervención y seguimiento. La primera es como se mencionó, la ingesta de ácido fólico; la segunda se relaciona con el seguimiento de los antecedentes heredofamiliares de los neonatos; y la tercera comprende acciones preventivas relacionadas con las enfermedades dengue y sika. Es importante mencionar que el documento no menciona la necesidad de investigar otras posibles causas de la incidencia de los defectos del tubo neural y craneofaciales.

### **Sociales**

Tesis de licenciatura. Hernández Arellano (2020). En este estudio se analiza la percepción social de la contaminación ambiental generada por las caleras y cementeras de Atotonilco de Tula, Hidalgo y de Apaxco, Estado de México. Esta región, comprende un importante corredor industrial que alberga a cuatro cementeras y tres caleras que en su conjunto generan una gran contaminación atmosférica que afecta directamente a las poblaciones aledañas. El estudio destaca la relevancia de analizar la percepción del riesgo ambiental de las comunidades para fortalecer el conocimiento sobre la magnitud de los daños que genera la contaminación. En este caso, se identificó que la percepción del riesgo se relaciona con el medio en el que las personas se desarrollan, destacando, por un lado, aquellas cuyos medios de subsistencia dependen de estas empresas, en contraste con las personas que se organizan para desarrollar acciones en contra de la contaminación y las industrias que la generan.

Tesis doctoral. Álvarez-Orozco (2017). Este estudio aborda la problemática de desplazamientos humanos originados por desastres industriales, tomando como ejemplo el caso de la explosión de la industria de agroquímicos ATC ocurrido en 2013. La investigación señala que los asentamientos humanos alrededor de los grandes corredores industriales como el de Tula-Vito Apaxco, se caracterizan por ser los de mayor vulnerabilidad, lo que dificulta la recuperación de las familias ante los desastres industriales. El problema se agrava por la ausencia de políticas públicas enfocadas a la prevención de dichos desastres y a la protección y reconstrucción de las comunidades afectadas. Por este motivo, se señala la urgencia de desarrollar planes de protección a las víctimas, además de programas de prevención que consideren las condiciones de riesgo y vulnerabilidad de las comunidades.

### **Nuevos archivos**

La búsqueda de nueva literatura científica sobre estudios de toxicología ambiental de esta RESA permitió la integración de nuevos documentos al acervo bibliográfico que están siendo organizados en subcarpetas de acuerdo con las matrices o compartimentos ambientales de estudio. Estas investigaciones muestran el amplio espectro de contaminantes de diferente naturaleza química que se dispersan en la región norte del Valle de Mezquital.

La contaminación del agua es probablemente la que ha alertado más a la comunidad científica. La fuente principal de contaminantes que se descargan en las aguas superficiales y subterráneas, son las aguas residuales provenientes de la Ciudad de México y que se almacenan en la presa Endhó. Estas aguas transportan todo tipo de sustancias tóxicas, entre las que se encuentran contaminantes orgánicos volátiles como fenol, isoforona, naftaleno, dietilftalato, dimetil ftalato, dibutil ftalato y los semivolátiles tolueno, xileno cloroformo y tetracloroetileno (Lesser *et al.* 2018). La descarga de estas aguas residuales también ha ocasionado la dispersión de contaminantes emergentes como son los analgésicos (ibuprofeno, naproxeno), antibióticos (sulfametoxazol, ciprofloxacino, azitromicina) y otros fármacos como carbamazepina, ranitidina, metformina y enalapril. Estos contaminantes presentan fuertes efectos a bajas concentraciones y se hacen cada vez más presentes en el ambiente, generando una gran preocupación a nivel internacional.

En el caso de México, su estudio es muy incipiente a pesar de que representan un enorme riesgo para la fauna acuática y la salud humana (Balderas *et al.* 2017; Díaz y Peña-Álvarez, 2017; Lesser *et al.* 2018 Díaz). Los sedimentos del río Tula también están contaminados con estas sustancias de origen farmacológico y de productos de cuidado personal (Díaz y Peña-Álvarez, 2017). La presencia de las sustancias tóxicas contaminantes en estos cuerpos de agua y los sedimentos sugiere que además de dispersarse en el agua, se

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

acumulan considerablemente en el suelo debido al uso de las aguas residuales para la irrigación de los cultivos.

Los metales y metaloides de las aguas residuales de la presa, sus canales de riego y del río Tula, han sido los contaminantes más ampliamente estudiados. El mercurio, el arsénico, el cadmio y el plomo son algunos de los elementos tóxicos de mayor preocupación toxicológica y han sido caracterizados en aguas residuales (Guedron *et al.* 2014), aguas del río Tula (Balderas *et al.* 2017) y en organismos acuáticos como peces y zooplancton del río Tula (Rubio-Franchini *et al.* 2016).

### **Comentarios generales**

El expediente bibliográfico correspondiente a esta RESA continúa ampliándose, principalmente con aquellas publicaciones científicas que están dirigidas hacia la zona norte del Valle del Mezquital, la cual se encuentra fuertemente impactada por la presencia de la presa Endhó, la cual funciona como reservorio de las aguas residuales provenientes de la ciudad de México y que son usadas para el riego de toda la región agrícola de los alrededores.

Cabe destacar que el acervo bibliográfico de esta RESA aún se encuentra muy incompleto, considerando principalmente la gran cantidad de literatura científica que se ha publicado en los últimos años y que no ha sido incluida en el Macroexpediente, por el momento. En esta segunda etapa de integración se incluyeron algunos estudios científicos actuales sobre los contaminantes presentes en aguas residuales en el río Tula y en el agua subterránea. Esta literatura es muy relevante ya que demuestra la grave contaminación provocada por la descarga de las aguas residuales no tratadas en los cuerpos de agua de toda la zona de influencia de la presa Endhó, que genera la dispersión de una enorme cantidad de contaminantes pertenecientes a diferentes grupos de sustancias químicas y que exponen a las comunidades humanas y de

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

organismos silvestres a sus efectos tóxicos a través de la ingesta de agua y alimentos.

### **Recomendaciones**

La zona norte del Valle del Mezquital es, como se mencionó, una región severamente contaminada por las actividades industriales y por la transformación del ecosistema semiárido en campos agrícolas irrigados con las aguas residuales que almacena la presa Endhó. Esto genera un panorama toxicológico ambiental complejo, en el que la presencia y concentración de contaminantes emergentes se hace cada vez más evidente en los cuerpos de agua, como es el caso del río Tula y el agua subterránea de la RESA. Las investigaciones científicas de los últimos años muestran la importancia de monitorear estos contaminantes, además de los emitidos por las actividades industriales y que se han venido monitoreando desde hace varios años en la zona, como los gases de efecto invernadero, metales tóxicos, compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles (Kurwadkar , 2019; Mora *et al.* 2021).

En este contexto, es necesario continuar con una investigación profunda de la literatura científica publicada sobre sustancias tóxicas contaminantes que han sido caracterizadas en la región. También es importante incluir dentro de esta investigación a la región norte del Valle del Mezquital, por las razones antes descritas, para que se contemplen posteriormente en los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) en el marco de este Pronaces.



### Referencias

- Álvarez-Orozco, S. E. (2017). Migración y desplazamiento forzado interno por desastres industriales a la luz de la seguridad humana: Corredor industrial Tula-Vito Apaxco.
- Balderas, E. C. S., Hernández, M. A. A., Berti-Equille, L., Grac, C., & Desconnets, J. C. (2017, July). Evaluation of heavy metals, pesticides and emergent pollutants content in the Tula river, Mexico. In Proceedings of the 10th European Symposium for Freshwater Sciences (SEFS10).
- Camacho, C., Marmolejo, Y., Otazo, E. M., & Romo, C. (2018). Emisiones de GEI del corredor industrial Apaxco-Tula. *Publicación Semestral Pädi*, 7(13), 12-16.
- Díaz, A., & Peña-Alvarez, A. (2017). A simple method for the simultaneous determination of pharmaceuticals and personal care products in river sediment by ultrasound-assisted extraction followed by solid-phase microextraction coupled with gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of chromatographic science*, 55(9), 946-953.
- García-Escalante, J. S., García-Reynoso, J. A., Jazcilevich-Diamant, A., & Ruiz-Suárez, L. G. (2014). The influence of the Tula, Hidalgo complex on the air quality of the Mexico City Metropolitan Area. *Atmósfera*, 27(2), 215-225.
- Guédron, S., Duwig, C., Prado, B. L., Point, D., Flores, M. G., & Siebe, C. (2014). (Methyl) mercury, arsenic, and lead contamination of the world's largest wastewater irrigation system: the Mezquital Valley (Hidalgo State—Mexico). *Water, Air, & Soil Pollution*, 225(8), 1-19.
- Kurwadkar, S. (2019). Occurrence and distribution of organic and inorganic pollutants in groundwater. *Water Environment Research*, 91(10), 1001-1008.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Lesser, L. E., Mora, A., Moreau, C., Mahlkecht, J., Hernández-Antonio, A., Ramírez, A. I., & Barrios-Piña, H. (2018). Survey of 218 organic contaminants in groundwater derived from the world's largest untreated wastewater irrigation system: Mezquital Valley, Mexico. *Chemosphere*, 198, 510-521.

Mora, A., Torres-Martínez, J. A., Capparelli, M. V., Zabala, A., & Mahlkecht, J. (2021). Effects of wastewater irrigation on groundwater quality—An overview. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 100322.

Otazo-Sánchez, E. M., Pavón, N. P., Bravo-Cadena, J., Pulido, M., López-Pérez, S., Razo-Zárte, R., ... & Fragoso López, P. I. (2013). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo—SEMARNATH. Pachuca, Hidalgo*.

Polito, J. E. S., Rojas-Valencia, N., & Aguilar, A. A. Selección de un sitio para la instalación de un centro de procesamiento de residuos sólidos urbanos en Hidalgo.

Rubio-Franchini, I., López-Hernández, M., Ramos-Espinosa, M. G., & Rico-Martínez, R. (2016). Bioaccumulation of metals arsenic, cadmium, and lead in zooplankton and fishes from the Tula River Watershed, Mexico. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(1), 1-12.

Servicios de Salud de Hidalgo (2021). Panorama epidemiológico de Defectos del tubo neural y Defectos craneofaciales de Hidalgo 2019.

Vega, E., Ramírez, O., Sánchez-Reyna, G., Chow, J. C., Watson, J. G., López-Veneroni, D., & Jaimes-Palomera, M. (2022). Volatile Organic Compounds and Carbonyls Pollution in Mexico City and Urban Industrialized Area of Central Mexico. *Aerosol and Air Quality Research*, 22, 210386.

**Oficios/Dictámenes sobre calidad del agua:**

**Macroexpediente 2022**

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

SEMARNAT-IMTA. 2018a. Dictamen de resultados de pruebas de calidad de Agua. Hidalgo.

SEMARNAT-IMTA. 2018b. Dictamen de resultados de pruebas de calidad de Agua. Hidalgo.

SEMARNAT-IMTA. 2018c. Dictamen de resultados de pruebas de calidad de Agua. Hidalgo.

SEMARNAT-IMTA. 2018d. Dictamen de resultados de pruebas de calidad de Agua. Hidalgo.

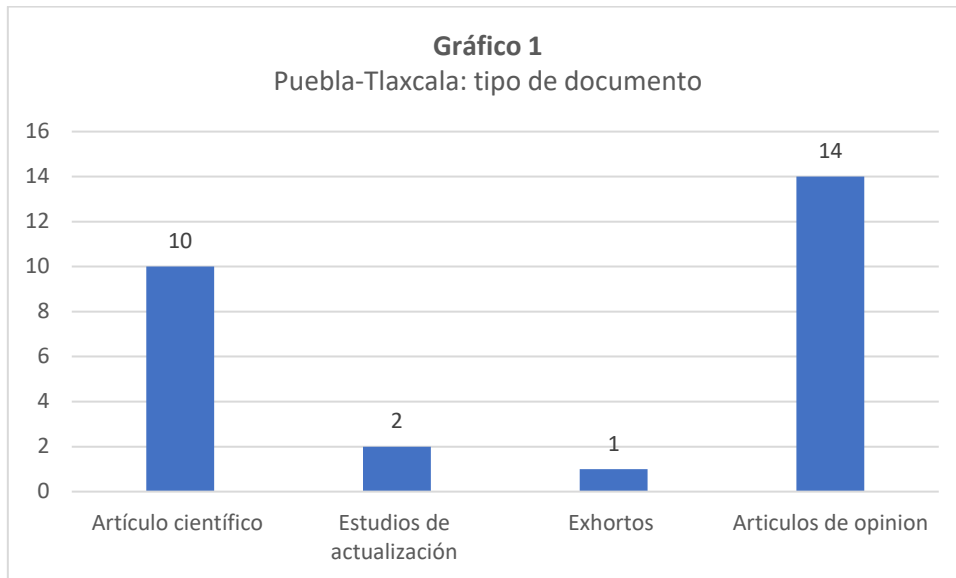
SEMARNAT-IMTA. 2018e. Dictamen de resultados de pruebas de calidad de Agua. Hidalgo.

SEMARNAT-IMTA. 2018f. Dictamen de resultados de pruebas de calidad de Agua. Hidalgo.

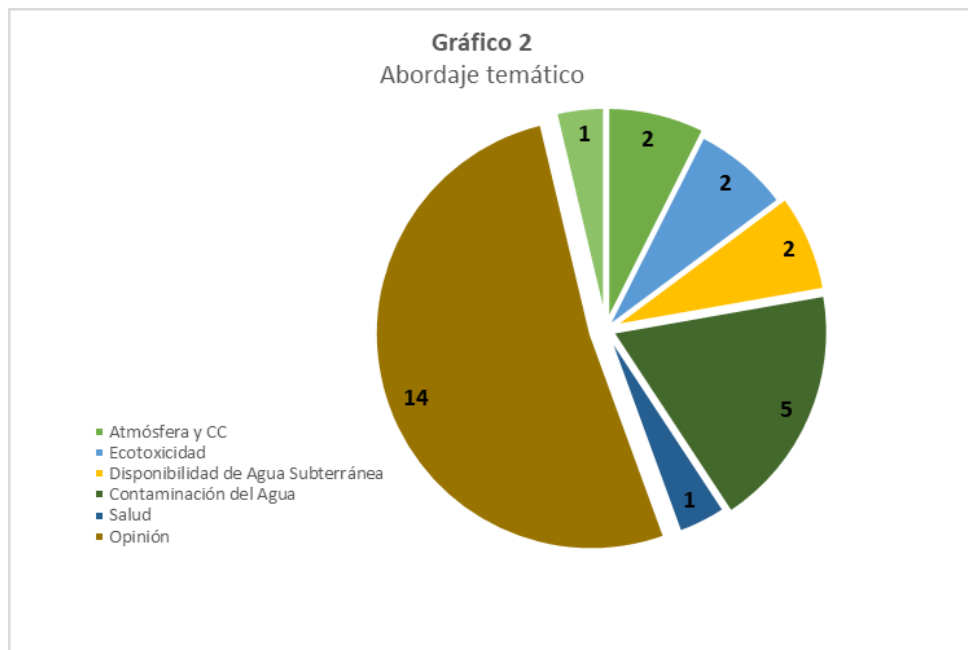
SEMARNAT-IMTA. 2018g. Dictamen de resultados de pruebas de calidad de Agua. Hidalgo.

**Carpeta 4. RESA Puebla-Tlaxcala**

El acervo contenido en la carpeta de esta RESA incluye 10 artículos científicos, 1 informe de gobierno, 1 exhorto y 14 artículos de opinión de periódicos y revistas.



Temáticamente se distribuyen como se representa en el Gráfico 2.



### **Atmósfera y Cambio Climático (CC)**

Artículo científico, Rosado-Zaidi (2021). Mediante un análisis estadístico de los datos del servicio meteorológico nacional de 1970 al año 2000, se comprobó que las zonas industriales registran mayor temperatura atmosférica, a la vez que en toda la Cuenca del Alto Atoyac disminuye la precipitación disminuyendo la viabilidad de los cultivos aledaños y la capacidad de depuración del río.

Artículo científico, Suárez, et. Al, 2007. El estudio traza un escenario de reducción de la precipitación pluvial y del almacenamiento del acuífero del 6% y 13.8% respectivamente mientras la demanda de agua en la Subcuenca del Zahuapan aumentará 25.4%.

### **Contaminación del agua**

Artículo científico, Hernández *et al.* (2019). Se llevó a cabo monitoreo en tiempo real en diversos puntos del río Atoyac para identificar el origen de contaminantes, particularmente, de descargas con excepcional concentración de ellos. Se monitorearon los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1991 más 54 contaminantes orgánicos e inorgánicos Se identificaron 8 muestras anómalas. Muchos de los contaminantes fueron identificados como provenientes de la industria textil y 23% relacionados a las descargas por la industria petroquímica y 18% por actividades agrícolas.

Estudio científico Martínez *et al.* (2017). Este estudio tomó 22 muestras para obtener las características físico-químicas del caudal del río, el resultado de alta contaminación se asocia a las actividades industriales, agrícolas y urbanas. Mediante un análisis de clúster se clasificaron los sitios que compartían características similares.

Estudio científico Salcedo *et al.* (2017). El agua subterránea en la ciudad de Puebla presenta altas concentraciones de sulfatos, calcio, magnesio, cobre, zinc e incluso litio.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Artículo científico. Shruti *et al.* (2017). La contaminación por minerales como cobre, plomo, zinc, molibdeno, cromo y selenio provienen sobre todo de fuentes naturales como la actividad volcánica mientras que, metales como el cromo, níquel y zinc pueden provenir de fuentes antrópicas.

Artículo científico. Shruti, *et al.* (2019). En *Microplastics in freshwater sediments of Atoyac River Basin, Puebla*, se identificaron 4 tipos de microplásticos que a su vez portan en su superficie minerales y metales como hierro, magnesio, calcio, sodio entre otros derivan de fuentes volcánicas y geológicas naturales, en cambio, plomo y zinc se asocian a actividad agropecuaria y contaminación por el tránsito de automóviles. La presencia de microplásticos representa un riesgo para la fauna que los ingiere.

### **Disponibilidad del agua subterránea**

Informe. Conagua (2015). Se actualiza la disponibilidad media anual de aguas subterráneas del acuífero del Alto Atoyac hasta 2014.

Informe. (Conagua, 2020). Se actualiza la disponibilidad media anual de aguas subterráneas del acuífero del Alto Atoyac hasta 2019.

### **Ecotoxicología**

Artículo científico. Espinosa, (2018). En el marco de esta investigación se estimaron varios índices, uno de geoacumulación y uno de contaminación local para evaluar el riesgo ecológico del arsénico, plomo, cobre, níquel y cromo. Además, se identificaron elementos traza y metales en los sedimentos del río, cuyas fuentes son naturales y antropogénicas.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Artículo científico. García-Nieto *et al.* (2014). La carpa común criada por piscicultores locales con agua del manantial Huactzinco en Tlaxcala mostró daños en su DNA, por lo que esta fuente de agua superficial representa un riesgo ecológico para algunas especies acuáticas.

### **Exhortos a los gobiernos estatales**

Este documento presenta un urgente llamado de la Comisión de Hidráulica del Senado a Semarnat para que informe los avances en los trabajos del Programa de Restauración Ecológica del Río Zahuapan-Atoyac; y al gobierno de Tlaxcala, que informe las acciones que ha llevado a cabo el Grupo Técnico Especial para el saneamiento del río y para que establezca el diálogo con el gobierno municipal de Puebla. También es un llamado a los representantes del sector empresarial para que disminuya la contaminación del Zahuapan; por último, al gobierno estatal de Tlaxcala, para que en su ejercicio fiscal 2021, impulse obras de alcantarillado y la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales para satisfacer las necesidades de saneamiento de los ríos Atoyac y Zahuapan.

### **Salud**

Artículo científico. Mora (2021). Las aguas del río Atoyac concentran diversos tipos de contaminantes: microbiológicos (asociados no sólo a las descargas municipales sino a los altos contenidos de nutrientes en el afluente) y contaminación con elementos traza, analgésicos y antimicóticos.

### **Artículos de opinión**

Rosas, (2018). Once artículos de opinión publicados fundamentalmente en *La Jornada de Oriente* que abordan los riesgos a la salud, la simulación de los programas de restauración gubernamentales derivados de la Recomendación 2017/10 de la CNDH y la exigencia de respeto a los derechos humanos de las comunidades.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

Mastretta, (2015). Dale la Cara al Atoyac financió dos análisis de aguas residuales descargadas por dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) municipales: los parámetros regulados exceden hasta cinco veces la norma.

### **Comentarios generales**

Los estudios y artículos de opinión seleccionados de 2008 a 2021 fueron realizados por investigadores con una trayectoria de trabajo de larga data en la Cuenca del Río Atoyac: la Dra. Martínez-Tavera, el Dr. García Nieto y el Mtro. Rosado, entre otros.

Los muestreos de sedimentos en el río Atoyac se orientan a la verificación de los parámetros considerados en la NOM-001-SEMARNAT-1996; algunos, como el estudio de Hernández-Ramírez (2019) muestrean 54 parámetros en total, incluidos contaminantes orgánicos como antraceno, pireno, PCB, y anilina, entre otros, lo que demuestra la presencia de contaminantes orgánicos y emergentes que requerirán de tratamiento terciario.

La mayoría de estos estudios realizaron muestreos en temporadas de seca y de lluvias, a lo largo de un mismo año, por lo que, en su conjunto, aportan información sobre siete años (2013-2020) en diferentes puntos de la cuenca del río.

Los estudios de contaminantes en sedimentos evaluaron su toxicidad para especies animales como la carpa, encontrando importantes concentraciones de arsénico, plomo, cobre y níquel que implican riesgos para la vegetación y fauna del río.

En otro de ellos, se realiza una proyección de la reducción de la disponibilidad de agua subterránea contrastándola con la tendencia del crecimiento poblacional y la superficie agrícola; el crecimiento poblacional que presiona sobre el recurso y la superficie agrícola que se mantiene constante o crece, presionan



## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

fuertemente la disponibilidad de agua subterránea en un futuro cercano. Estos estudios proyectivos se complementan con la actualización de la Disponibilidad Media Anual, publicada por Conagua en 2015 y 2020, que resultan consistentes con tales proyecciones.

Finalmente, otro estudio prueba la presencia de diversos tipos de microplásticos con adherencias de metales pesados en ellos, lo que también implica un riesgo para las especies acuáticas que los ingieren.

Tanto los monitoreos de microplásticos como los de metales pesados se han realizado en puntos estratégicos de la cuenca como la parte alta del Zahuapan, el punto de confluencia entre éste y el Atoyac y la Presa Valsequillo, lo que da cuenta de la movilidad de estos contaminantes, además de las descargas por parte de las empresas dedicadas a la producción de este material en la cuenca.

### **Recomendaciones**

En esta segunda entrega del Macroexpediente se aportan hallazgos como la presencia de microplásticos con adherencia de metales pesados, la compleja mezcla de metales y elementos traza provenientes tanto de fuentes naturales como antrópicas y los riesgos para las especies animales y vegetales, datos que aportan elementos para considerar un riesgo ecológico vigente, ante lo cual, se recomienda revisar los ordenamientos territoriales y hacer recomendaciones y ajustes que garanticen la continuidad de la vida vegetal y la salud humana en la cuenca.

### Referencias

- Conagua (2015). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Atoyac (2901), Estado de Tlaxcala.
- Conagua (2015). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Atoyac (2901), Estado de Tlaxcala.
- García-Nieto, E., Juárez-Santacruz, L., García-Gallegos, E., Tlalmis-Zempoalteca, J., Romo-Gómez, C., & Torres-Dosal, A. (2014). Genotoxicological response of the common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to spring water in Tlaxcala, México. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 93(4), 393-398.
- Hernandez-Ramirez, A. G., Martinez-Tavera, E., Rodriguez-Espinosa, P. F., Mendoza-Pérez, J. A., Tabla-Hernandez, J., Escobedo-Urías, D. C., ... & Sujitha, S. B. (2019). Detection, provenance and associated environmental risks of water quality pollutants during anomaly events in River Atoyac, Central Mexico: A real-time monitoring approach. *Science of the Total Environment*, 669, 1019-1032.
- Martinez-Tavera, E., Rodriguez-Espinosa, P. F., Shruti, V. C., Sujitha, S. B., Morales-Garcia, S. S., & Muñoz-Sevilla, N. P. (2017). Monitoring the seasonal dynamics of physicochemical parameters from Atoyac River basin (Puebla), Central Mexico: multivariate approach. *Environmental Earth Sciences*, 76(2), 1-15.
- Mora, A., García-Gamboa, M., Sánchez-Luna, M. S., Gloria-García, L., Cervantes-Avilés, P., & Mahlknecht, J. (2021). A review of the current environmental status and human health implications of one of the most polluted rivers of Mexico: The Atoyac River, Puebla. *Science of the Total Environment*, 782, 146788.

- Rodríguez-Espinosa, P. F., Shruti, V. C., Jonathan, M. P., & Martínez-Tavera, E. (2018). Metal concentrations and their potential ecological risks in fluvial sediments of Atoyac River basin, Central Mexico: Volcanic and anthropogenic influences. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 1020-1033.
- Rosado-Zaidi, S. (2020). Análisis Preliminar de la climatología de la cuenca Atoyac-Zahuapan (inédito).
- Sánchez, E. R. S., Hoyos, S. E. G., Esteller, M. V., Morales, M. M., & Astudillo, A. O. (2017). Hydrogeochemistry and water-rock interactions in the urban area of Puebla Valley aquifer (Mexico). *Journal of Geochemical Exploration*, 181, 219-235.
- Shruti, V. C., Jonathan, M. P., Rodríguez-Espinosa, P. F., & Rodríguez-González, F. (2019). Microplastics in freshwater sediments of Atoyac river basin, Puebla city, Mexico. *Science of the Total Environment*, 654, 154-163.
- Shruti, V. C., Jonathan, M. P., Rodríguez-Espinosa, P. F., Nagarajan, R., Escobedo-Urias, D. C., Morales-García, S. S., & Martínez-Tavera, E. (2017). Geochemical characteristics of stream sediments from an urban-volcanic zone, Central México: Natural and man-made inputs. *Geochemistry*, 77(2), 303-321.
- Suárez Sánchez, J., Muñoz Nava, H., Orozco Flores, S., Sánchez Torres Esqueda, G., Ritter Ortíz, W., Carreón Coca, M. F., ... & Treviño Trujillo, J. M. Impacto del cambio climático global en la disponibilidad de agua en la subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala, México. *Avances en Recursos Hidráulicos*.

### Artículos de opinión

Mastreta, S. (2017). Atoyac, un río clínicamente muerto. Revista Nexos.

Méndez, L. (202). *La devastación socioambiental en la Cuenca Atoyac-Zahuapan* Coordinadora *Por un Atoyac con Vida. Jornada del Campo*. 21 de noviembre de 2020.

Rosas Landa, O. (2027). El río Atoyac y la contaminación que no cesa. Animal político. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/14s44LN8HNIMM9teubAM5zoFh9kz1V6bG>

### ***La Jornada de Oriente***

- 4 de enero de 2018. Río Atoyac-Zahuapan: luchar contra la invisibilidad y algo más. Rosaslanda, Octavio.
- 17 de enero de 2018. El vínculo contaminación-salud en la Cuenca Atoyac-Zahuapan, Rosaslanda, Octavio.
- 31 de enero de 2018. Desperdicio de recursos públicos en la Cuenca Atoyac-Zahuapan, Rosaslanda, Octavio.
- 22 de febrero de 2018. ¿Por qué es urgente sanear la Cuenca Atoyac-Zahuapan? Rosaslanda, Octavio.
- 14 de marzo de 2018. Cuenca Atoyac-Zahuapan: un nuevo logro de la lucha comunitaria. Rosaslanda, Octavio.
- 21 de marzo de 2018. Cuenca Atoyac-Zahuapan: un año de trabajo comunitario frente la simulación, Rosaslanda, Octavio.
- 4 de abril de 2018. El problema de las PTAR en la cuenca del Atoyac-Zahuapan, Rosaslanda, Octavio.

## **Pronaces Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes 2022**

- 25 de abril de 2018. Por qué escuchar a las comunidades de la cuenca Atoyac-Zahuapan, Rosaslanda, Octavio.
- 9 de mayo de 2018. El costo social de la opacidad gubernamental, Rosaslanda, Octavio.
- 13 de junio de 2018. El legado de Peña Nieto en la cuenca Atoyac-Zahuapan, Rosaslanda, Octavio.
- 4 de julio de 2018. El nuevo contexto de luchar por el rescate de la cuenca Atoyac-Zahuapan, Rosaslanda, Octavio.

### **Algunas conclusiones preliminares**

En esta entrega del Macroexpediente, comprobamos tres tópicos que se repiten desde el primer informe y que podrían servir de base a futuras investigaciones, en el sentido que deberían comenzar a ser tomados en cuenta:

- a) En su generalidad los textos carecen de estudios socioeconómicos o sobre las condiciones históricas que dieron pie a los desplazamientos ambientales y sanitarios en cada región.
- b) No existen estudios que documenten la responsabilidad de las empresas que, por ejemplo, realizan vertidos clandestinos de residuos industriales peligrosos, sobreexplotan pozos de agua, contaminan acuíferos superficiales y profundos o bien realizan emisiones clandestinas (nocturnas) a la atmósfera. Es decir, no se visibilizan los causantes de las descargas, emisiones y vertidos de sustancias tóxicas, sólo se analizan las consecuencias de éstas, pero sin abundar en su origen.
- c) El expediente no presenta estudios rigurosos sobre las políticas públicas neoliberales que permitieron o alentaron la instalación de industrias con procesos altamente contaminantes. Tampoco existen estudios jurídicos que finquen la responsabilidad de las autoridades que incurrieron en el desarrollo de los hechos, o que documenten las recurrentes violaciones a los derechos humanos a un ambiente sano, al agua, a la vida y a la integridad personal que han caracterizado a lo que ocurre en estas regiones.

Las carencias arriba mencionadas permiten vislumbrar posibles rutas de trabajo hacia las que deberían canalizarse esfuerzos y recursos tanto materiales como humanos, coordinados transversalmente en acciones de investigación-incidencia para conocer a profundidad y resolver los problemas de contaminación que han generado tan severos daños a la salud y a los ecosistemas, los cuales están siendo documentados en el Macroexpediente.