

# DEMANDA: EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN HUMANA A ARSÉNICO, FLUORURO Y RADIATIVIDAD A TRAVÉS DEL USO Y CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA

## Antecedentes

Disponer de agua en cantidad y calidad suficiente para el consumo humano es una de las demandas básicas de la población, pues incide directamente en su salud y bienestar en general. En México, de los 11.96 mil millones de m<sup>3</sup> de agua, utilizados para abastecimiento público, 7.22 mil millones de m<sup>3</sup> son de fuentes subterráneas, distribuidas en 653 acuíferos, de los cuales 106 fueron reportados en situación de sobreexplotación, 15 con intrusión marina y 31 bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas (CONAGUA, 2014).

En términos de la calidad del agua y salud ambiental, los riesgos debidos al deterioro y la contaminación del medio ambiente son cada vez más complejos en nuestro país; entre los factores que han contribuido se encuentran: el acelerado proceso de urbanización, la apresurada y no siempre ordenada industrialización, el crecimiento de actividades como la minería, la contaminación física y química de origen natural y problemas transicionales como como son las deficiencias en el saneamiento básico, tratamiento y disposición de aguas residuales y el inadecuado acceso a agua microbiológica, física y químicamente segura para beber.

El deterioro de la calidad del agua y su escasez constituyen un problema de salud ambiental inminente, y aunque ha habido avances, persisten los problemas de contaminación biológica del agua origen de la alta incidencia de enfermedades diarreicas agudas (las enfermedades infecciosas intestinales son la segunda causa de enfermedad en la población general, según datos oficiales de la DGE, 2014), cuya mortalidad afecta principalmente a la población infantil en municipios con alto y muy alto grado de marginalidad. En paralelo a esta problemática, la presencia de contaminantes como el arsénico, los fluoruros y la radiactividad en las aguas subterráneas en las regiones centro, centro-norte y norte del país, son determinantes en el riesgo de enfermedades crónico-degenerativas en la población residente de esas regiones, sin que hasta el momento se conozca la magnitud o dimensión del problema.

La presencia de jales minero aledaños a sitios cuyo uso del suelo es residencial, constituye también un riesgo ambiental para la población general, que resulta expuesta a metales como el plomo, mercurio y manganeso, ya sea por la inhalación de polvos, o por contaminación del agua debido a la lixiviación de dichos metales hacia los acuíferos o deposición de partículas en las corrientes, lagos, lagunas y embalses.

En México, bajo escenarios de contaminación natural y antropogénica del agua, algunos grupos de investigadores, en trabajos aislados, han documentado la exposición y co-exposición a contaminantes químicos en el agua, así como los efectos a la salud asociados con la exposición a metales pesados, arsénico y fluoruro; por ejemplo:

- Exposición concurrente a fluoruro y arsénico a través del agua de consumo en Chihuahua (González-Horta, *et al.*, 2015).
- Efecto de la co-exposición a arsénico y fluoruro en la expresión de genes inflamatorio en humanos (estudio e población adulta de Salitral de Carrera y Tierra Nueva, S.L.P.; Lagos de Moreno, Jal., y Zimapán, Hgo. (Salgado-Bustamante, *et al.*, 2010)

- Cuenca local del Lago de Chapala, Jal., deterioro en el desempeño neuropsicológico de hombres y mujeres debido a la exposición a mercurio, arsénico y plomo a través de consumo de agua y pescado (Cortés, *et al.*, 2010; Trasande, *et al.*, 2010).

Con respecto a la contaminación radiológica, éste es un problema importante de calidad del agua potable y fuentes de abastecimiento, para el que se han llevado pocos estudios en el país, sin que se hayan documentado posibles efectos a la salud y el ambiente. Por otro lado, la información sobre radiactividad en aguas y agua para consumo humano es dispersa y abarca periodos cortos en el tiempo. Algunos esfuerzos para explicar el origen de la contaminación radiológica se han hecho en Chihuahua (Reyes-Cortés, *et al.*, 2012); Segovia, Gaso y Armienta (2007), llevaron a cabo estudios ambientales de radón en México y recientemente, se considera relevante la presencia de radón en Guanajuato y San Luis Potosí, así como los niveles de radiactividad detectados en algunos acuíferos de la zona uranífera de Chihuahua.

Actualmente, la Gerencia de Calidad del Agua, adscrita a la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua, lleva a cabo la medición y evaluación de calidad de los recursos hídricos del país mediante una Red Nacional de Monitoreo, en la que, para el caso de las aguas subterráneas tiene establecidas alrededor de 1,090 estaciones, repartidas en las 32 entidades federativas. Los parámetros cuya información incluye la red, son aquellos que de manera tradicional permiten evaluar la calidad del agua (temperatura, conductividad eléctrica, pH, sodio, potasio, calcio y magnesio, cloruros, bicarbonatos, sulfatos y nitratos), y contaminantes específicos tales como arsénico y fluoruros, calificados actualmente como un problema de calidad del agua y salud a nivel mundial.

Por lo anterior, es necesario analizar información de la calidad fisicoquímica del agua subterránea con un enfoque estadístico y que integre el ciclo hombre-ambiente-salud, elaborando mapas de riesgo de exposición y co-exposición a arsénico, flúor y radiactividad, como una herramienta para obtener información sobre los riesgos asociados, en un ámbito geográfico determinado, que permita la localización y valoración de los mismos, así como el conocimiento de la exposición a que están sometidos los distintos grupos de población afectados por ellos, así será posible definir en forma más precisa las acciones para protección de la salud ambiental.

### **Objetivos generales**

Analizar datos de monitoreo de arsénico, fluoruro, radiactividad alfa y radiactividad beta en aguas subterráneas y aguas para consumo humano en México, con la finalidad de identificar posibles diferencias regionales.

Establecer bases para la elaboración de mapas de riesgo de exposición y co-exposición a arsénico, fluoruro y radiactividad a través del uso y consumo de agua subterránea.

### **Objetivos específicos**

- a) Investigar el estado del arte de la medición de calidad del agua subterránea y agua para uso consumo humano en el mundo y en México.
- b) Investigar el estado del arte en el tema de arsénico, fluoruros y radiactividad en aguas subterráneas y agua para consumo humano en el mundo y en México.

- c) Investigar el estado del arte sobre los efectos a la salud asociados con la exposición y co-exposición a arsénico, fluoruro y radiactividad a través del uso y consumo de agua en el mundo y en México.
- d) Llevar a cabo un análisis estadístico de datos de monitoreo de arsénico, fluoruro radiactividad alfa y radiactividad beta, en aguas subterráneas en México, utilizando herramientas que permitan identificar posibles diferencias entre regiones geográficas.
- e) Estimar la exposición y co-exposición a arsénico, fluoruro y radiactividad a la que están sometidos los distintos grupos de población en México.
- f) Analizar estadísticas de mortalidad por enfermedades crónicas seleccionadas, a nivel de municipio.
- g) Elaborar mapas de riesgo de exposición humana a radiactividad, arsénico y/o fluoruro a través del uso y consumo de agua.
- h) Generar una propuesta metodológica para la elaboración de mapas de riesgo de exposición a contaminantes presentes en agua.

### **Alcances**

- a) Realizar una búsqueda sistemática de información especializada, para llevar a cabo un análisis crítico de información que permita:
  - Conocer el estado del arte de la medición de calidad del agua subterránea y agua para uso consumo humano en el mundo y en México.
  - Conocer el estado del arte en el tema de arsénico, fluoruros y radiactividad en aguas subterráneas y agua para consumo humano en el mundo y en México.
  - Conocer el estado del arte sobre los efectos a la salud asociados con la exposición y co-exposición a arsénico, fluoruro y radiactividad a través del uso y consumo de agua en el mundo y en México.
- b) Analizar desde 2010, parámetros específicos de la base de datos de la Red Nacional de Monitoreo: radiactividad alfa, radiactividad beta, arsénico y fluoruro, así como de parámetros relevantes para la evaluación de calidad del agua (pH, temperatura, conductividad eléctrica, dureza total, cloruros, mercurio, plomo, cadmio y cromo totales) en aguas subterráneas.
- c) Identificar, compilar y analizar estudios de monitoreo de los analitos de interés e integrarlos al análisis de datos de la Red Nacional de Monitoreo.
- d) Determinar posible diferencias de exposición y co-exposición a arsénico, fluoruro y radiactividad a través del uso y consumo de agua, a la que están sometidos los distintos grupos de población en México: zonas geográficas, sexo y grupos de edad.
- e) Identificar posibles diferencias a nivel estatal y municipal, en las tasas de mortalidad ajustadas por edad y por sexo, debidas a padecimientos crónicos y cánceres específicos seleccionados.
- f) Elaborar mapas de riesgo de exposición humana a radiactividad, arsénico y fluoruro a través del uso y consumo de agua.
- g) Transferir mediante talleres la metodología generada para evaluación de información de calidad del agua y salud, así como para la elaboración de mapas de riesgo.

- h) Determinar requerimientos de investigación y desarrollo de tecnología para la prevención y manejo de los riesgos de exposición.

### **Productos entregables**

- a) Mapas de riesgo de exposición y co-exposición a radiactividad, arsénico y fluoruro, a través del uso y consumo humano.
- b) Transferencia de la metodología de evaluación de exposición a contaminantes químicos y elaboración de mapas de riesgo: manual y cursos-taller.
  - Medición de la calidad del agua subterránea y para uso y consumo humano en el mundo y en México: estado del arte, con énfasis en arsénico, fluoruro y radiactividad.
  - Principales problemas de salud asociados con la exposición y co-exposición a arsénico, fluoruro y radiactividad en el mundo y en México.
  - Regulaciones sobre calidad del agua subterránea y agua potable en el Mundo.
  - Resultados del análisis de datos de la Red Nacional de Monitoreo para los contaminantes específicos: radiactividad alfa, radiactividad beta, arsénico y fluoruro, pH, temperatura, conductividad eléctrica, dureza total, cloruros, mercurio, plomo, cadmio y cromo totales.
  - Resultados del análisis de datos generados en estudios de otras instituciones y grupos de investigación.
  - Resultados del análisis de las estadísticas de mortalidad debida a padecimientos crónicos seleccionados.
  - Bases teóricas y conceptuales para:
    - Búsqueda sistemática de información bibliográfica
    - Evaluación de exposición humana a contaminantes
    - Análisis de datos de mortalidad
    - Elaboración de mapas de riesgo
  - Mapas de riesgo y bases de datos asociadas
  - Propuesta metodológica y manual para la elaboración de mapas de riesgo.

### **Mecanismos para la entrega de productos al sector**

Además de los Informes Técnicos que deberán ser entregados a la Secretaría Técnica del Fondo Sectorial al finalizar cada etapa y el Informe Técnico Final, se deberán entregar informes parciales al sector en los formatos que éste indique a través del Secretario Administrativo del Fondo.

Las observaciones, que realice el sector, deberán ser tomadas en cuenta para su observancia e inclusión en el informe final.

El sector podrá solicitar presentaciones de avances a través de los Secretarios Técnico y Administrativo del Fondo.

### **Duración**

24 meses, el proyecto se dividirá en 4 etapas de seis meses cada una.

## **Usuarios de la información**

Gerencia de Calidad del Agua  
Ing. Enrique Mejía Maravilla

Subgerencia de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua  
Dr. Jesús García Cabrera  
[jesus.garcia@conagua.gob.mx](mailto:jesus.garcia@conagua.gob.mx)

Subgerencia de Estudios de Calidad del Agua e Impacto Ambiental  
Dr. Eric Daniel Gutiérrez López  
[eric.gutierrez@conagua.gob.mx](mailto:eric.gutierrez@conagua.gob.mx)