

## **Consulta de salud**

**Papelera Puertorriqueña, Inc.  
Utado, Puerto Rico**

**27 de septiembre de 2010**



### **Informe preparado por**

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de  
Enfermedades (ATSDR)

Departamento de Salud y Servicios Humanos (HHS)



## **Tabla de Contenido**

Acrónimos.....	ii
Resumen y exposición de la problemática.....	1
Antecedentes.....	1
Antecedentes y descripción del sitio.....	1
Información demográfica.....	2
Asuntos problemáticos de la salud comunitaria.....	3
Discusión.....	3
Visita al sitio.....	3
Análisis de datos.....	4
Actividades de muestreo previas.....	4
Evaluación de las vías de exposición.....	6
Datos necesarios.....	12
Implicaciones para la salud pública.....	13
Consideraciones sobre la salud de los niños.....	15
Hallazgos.....	15
Conclusiones.....	16
Recomendaciones.....	16
Autores, asesores técnicos.....	17
Referencias bibliográficas.....	18
Figuras.....	20
Apéndice A.....	24
Apéndice B.....	28

---

## Acrónimos

ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i> (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades)
DHAC	<i>Division of Health Assessment and Consultation</i> (División de Consulta y Evaluación de Salud)
DNAPL	<i>Dense Nonaqueous Phase Liquids</i> (Líquidos densos en fase no acuosa)
DRO	<i>Division of Regional Operations</i> (División de Operaciones Regionales)
EMEG	<i>Environmental Media Evaluation Guides</i> (Guías de evaluación de medios ambientales)
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (Agencia de Protección Ambiental)
HRS	<i>Hazard Ranking System</i> (Sistema de clasificación de peligros)
MRL	<i>Minimal Risk Level</i> (Nivel de riesgo mínimo)
NPL	<i>National Priorities List</i> (Lista de Prioridades Nacionales)
PA/SI	<i>Preliminary Assessment/Site Investigation</i> (Evaluación preliminar/Investigación del sitio)
PCE	<i>tetrachloroethylene</i> (tetracloroetileno)
PPI	Papelera Puertorriqueña, Inc.
PRASA	<i>Puerto Rico Aqueduct and Sewer Authority</i> (Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico)
PREQB	<i>Puerto Rico Environmental Quality Board</i> (Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico)
PVC	<i>polyvinyl chloride</i> (cloruro de polivinilo)
RCRA	<i>Resource Conservation and Recovery Act</i> (Ley de Recuperación y Conservación de Recursos)
RI	<i>Remedial Investigation</i> (Investigación para la remediación)
RI/FS	<i>Remedial Investigation/Feasibility Study</i> (Investigación para la remediación/Estudio de factibilidad)
RPM	<i>Remedial Project Manager</i> (Gerente de proyectos de remediación)
TCE	<i>Trichloroethylene</i> (tricloroetileno)

---

## Resumen y exposición de la problemática

En respuesta a la propuesta de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) en el 2009 de incluir a la Papelera Puertorriqueña, Inc. (PPI) en la Lista de Prioridades Nacionales (NPL) y su subsiguiente colocación en la misma, la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) evaluó las posibles exposiciones a contaminantes liberados por las operaciones de la PPI. La ATSDR realizó una visita al sitio en septiembre del 2009, examinó la bibliografía específica y los datos de muestreos previos y evaluó las exposiciones según los datos disponibles. El objetivo inicial era determinar si existía algún peligro para la salud pública que requiriera una acción o intervención inmediata. Con base en la evaluación de la información recogida durante la visita al sitio y el análisis de los datos existentes frente a los valores comparativos pertinentes, la ATSDR concluye que las condiciones en la PPI no representan un peligro para la salud pública que requiera una acción inmediata. Debido a que los datos de actividades de muestreo previas eran limitados y la mayoría fueron recolectados en respuesta a emisiones episódicas, la ATSDR consideró conveniente evaluar la posibilidad de exposiciones agudas. La ATSDR evaluará las posibles exposiciones crónicas, incluidos los riesgos de cáncer, cuando se hayan recolectado datos más completos durante la investigación para la remediación (RI) de la EPA. Los hallazgos de la ATSDR están contenidos en este documento y las principales conclusiones son las siguientes:

---

*La ATSDR define como un peligro de salud pública a aquellos sitios que tienen ciertos riesgos físicos o evidencia de exposiciones (que estén relacionadas con el sitio), a sustancias tóxicas que puedan tener efectos adversos para la salud.*

---

*Esta determinación representa un juicio profesional basado en datos críticos que la ATSDR ha juzgado como suficientes para respaldar una decisión. La asignación de esta categoría no implica necesariamente que haya datos disponibles completos; en algunos casos pueden ser necesarios más datos para confirmar la decisión tomada o respaldarla con mayor firmeza.*

---

- Según los datos disponibles proporcionados, no es necesaria una acción de salud pública inmediata específica para el sitio.
- Las autoridades de salud locales tienen conocimiento de este sitio y emprenderán acciones si cambia la situación en el lugar.
- Existen vías de exposición completas en las aguas superficiales, en los sedimentos y en el suelo; las posibles vías de exposición incluyen: el aire ambiental y las aguas subterráneas.

En el futuro, la ATSDR proporcionará una evaluación de las vías de exposición cuando estén disponibles los datos de la EPA. La fecha proyectada por la EPA para la finalización de su RI es el 31 de diciembre del 2012.

## Antecedentes

### Antecedentes y descripción del sitio

La PPI (también conocida como All Plastics Products, Inc.; Empresas Ríos; Puerto Rico Paper, Inc. y Metropolitan Paper) es una instalación activa situada en el centro de la ciudad de Utuado, Puerto Rico. El edificio de la PPI está al noreste del río Viví a una distancia de 30-40 pies (ft) del mismo (ver la Figura 2). Muchos negocios rodean el establecimiento, incluyendo una funeraria adyacente ubicada al costado noreste del edificio. Varias viviendas, separadas del establecimiento por el río Viví, se sitúan a lo largo de la curva del río, hacia el suroeste y a menos de 200 pies de la PPI (ver la Figura 3). Al menos ocho escuelas públicas están a menos de 0.5 millas de distancia del establecimiento. El recinto de Utuado de la universidad "Colegio del Este", donde asisten aproximadamente 527 estudiantes, se encuentra en el lugar y la escuela pública Judith A. Vivas está a 0.25 millas del costado noroeste (PREQB 2006a).

La PPI se encuentra en un terreno que abarca aproximadamente 1.60 acres y tiene una inclinación muy pronunciada hacia el río Viví (ver la Figura 4). Las áreas con vegetación detrás del edificio de la PPI (ver la Figura 5) se encuentran en una llanura aluvial de 100 años de recurrencia y el suelo presente en esta área se denomina franco del Viví; este tipo de suelo presenta una permeabilidad rápida y tiene una disponibilidad de agua de capacidad moderada. Hay por lo menos seis puntos probables en el río Viví para descargar los vertidos del establecimiento; el río desemboca en el Río Grande de Arecibo a aproximadamente 0.9 millas río abajo (ver la Figura 2). El Río Grande de Arecibo desemboca en el Lago Dos Bocas, 7 millas río abajo. La presa de Dos Bocas contiene a este lago y abastece de agua a una toma de agua potable para la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (PRASA), que se encuentra a 6.2 millas río abajo de la presa. La red de la PRASA abastece de agua a aproximadamente 2,235,000 de personas (PREQB 2005).

Las instalaciones constan de cinco edificios de concreto de cuatro pisos interconectados a un gran edificio con forma de "E". El tercer y cuarto piso de las alas noroeste, central y sureste están ocupados por la universidad "Colegio del Este", el Departamento del Trabajo de Puerto Rico y la Administración para el Sustento de Menores. Todas las oficinas administrativas de la PPI están ubicadas en el ala central, mientras que los procesos de manufacturación se realizan en las otras alas del edificio de la PPI (PREQB 2006a).

La PPI ha ocupado esta localidad por aproximadamente 46 años y fabrica bolsas de papel (por ejemplo, bolsas para café, bolsas para productos de panadería, bolsas para arroz, etc.), cajas de cartón y bolsas de plástico (bolsas de supermercado) en diferentes tamaños y dimensiones. La PPI almacena en el sitio y distribuye otros productos fabricados con papel (por ejemplo, tarjetas para ocasiones especiales y papel de regalo). La empresa comenzó a fabricar bolsas de papel en 1960 bajo el nombre de Puerto Rico Paper, Inc. y en 1981 inició la producción de bolsas de plástico bajo el nombre de All Plastic Products, Inc. En la actualidad, la PPI es parte de la corporación Empresas Ríos; bajo la cual operan Papelera de Puerto Rico, Inc., Metropolitan Paper y All Plastic Products, Inc. En agosto del 2006, la PPI tenía 65 empleados que trabajaban en dos turnos (PREQB 2005).

Las tintas a base de agua y aceite, las bolitas de polietileno de alta densidad (bolitas de resina), el acetato de etilo y el isopropanol, se encuentran entre los materiales y sustancias que se utilizan actualmente en los procesos de fabricación. Las tintas se compran en envases plásticos o metálicos de 5 galones de capacidad y, antes de usarse, las tintas a base de aceite se disuelven en acetato de etilo o isopropanol (99%). Los equipos utilizados para etiquetar las bolsas durante la fabricación se preparan mediante un proceso de revelado en el que se usa tetracloroetileno (PCE), butanol, ácido acético, amoníaco, cloruro de aluminio, tiosulfato de amonio, dietanolamina, hidroquinona, monoetanolamina, carbonato de potasio, bicarbonato de sodio, bisulfato de sodio, bisulfito formaldehído sódico, hidróxido de sodio, metaborato sódico octahidratado y trietilenglicol. Otras sustancias químicas utilizadas por la PPI en el pasado incluyen cloruro de metileno, etilenglicol, metanol, metil isobutil cetona, metil etil cetona, monoetanolamina, tricloroetileno (TCE) y xileno (PREQB 2006b).

Se propuso la inclusión del sitio en la NPL el 9 de abril del 2009 y el proceso culminó el 23 de septiembre del 2009, con base en la información sobre descargas al río Viví en el pasado y en la puntuación del Sistema de Clasificación de Peligros (HRS) otorgada al suelo y a las vías de exposición en las aguas superficiales (EPA 2009).

### **Información demográfica**

La información demográfica disponible del Censo de los EE. UU. del 2000 indica que Utuado tiene una población de 35,336 habitantes. Los residentes de la comunidad alrededor de la PPI tienen un nivel socioeconómico bajo en comparación con el resto de los Estados Unidos. Solo el 49.3% de la población de la municipalidad mayor de 25 años de edad ha finalizado los estudios de educación superior. Además, el 63.7% del condado se encuentra por debajo del nivel de pobreza. La ATSDR calculó la información demográfica para un radio de una, dos y tres millas a la redonda del sitio (ver la Figura 2).

---

## **Inquietudes sobre la salud comunitaria**

En noviembre del 2009, un representante de la División de Consulta y Evaluación de Salud (DHAC) de la ATSDR viajó a Puerto Rico para entrevistar a residentes de Utuado que vivían o trabajaban cerca del río Viví, líderes comunitarios y empleados de la PPI. El propósito de estas entrevistas era determinar el nivel de conocimiento que tenían los miembros de la comunidad sobre el sitio de la PPI y evaluar cualquier preocupación relacionada con el mismo. El análisis completo de los datos de las entrevistas individuales se encuentra en el Apéndice A y esta sección presenta un resumen de dicho análisis.

Los nueve entrevistados percibían los problemas de salud ambiental de diferentes maneras, y la mayoría tenía un conocimiento vago de que el río había sido contaminado por la PPI. Algunas personas que vivían o trabajaban cerca del río tenían conocimiento de que se habían derramado tintas en el río.

En una de las preguntas a los participantes se trató el tema de cuál era su percepción acerca de las operaciones de la PPI y la posibilidad de que las mismas tuvieran un impacto negativo sobre el medio ambiente. La pregunta decía: "En una escala del 1 al 5 (donde 5 es muy alto y 1 es muy bajo), ¿cuánto cree que le preocupa a la comunidad los posibles riesgos ambientales de la Papelera Puertorriqueña?" El promedio de las respuestas fue de 2.4. Los entrevistados no perciben que los residentes de Utuado estén muy preocupados ante la posibilidad de que las operaciones de la PPI puedan contaminar el medio ambiente.

Sin embargo, a los entrevistados les preocupaba que los niños caminen dentro del agua o naden en el río junto a la fábrica. Uno de los entrevistados manifestó haber visto personas nadando, caminando y y pescando en el río cerca de la fábrica. También se mostró preocupado por los efectos de la contaminación si ésta llegara al embalse río abajo.

Otro entrevistado dijo: "Muchas personas no están concientes de los peligros ambientales, no se dan cuenta de que la contaminación en un lugar afecta a otros lugares y a otras personas. Necesitamos aumentar la concientización sobre los problemas de salud ambiental" de la comunidad. Otro entrevistado reafirmó esta declaración diciendo: "Hay una falta de conciencia, no es que no les importa, lo que pasa es que no saben lo que está sucediendo".

## **Discusión**

### **Visita al sitio**

En septiembre del 2009, los representantes de la DHAC de la ATSDR y de la División de Operaciones Regionales (DRO) viajaron a San Juan, Puerto Rico para reunirse con representantes de la EPA, la División de Protección Ambiental del Caribe (CEPD) y la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico (PREQB). Se trató de una visita inicial en la que la ATSDR obtuvo información sobre la PPI, sus operaciones y prácticas, la topografía del lugar, la comunidad vecina y otros datos pertinentes necesarios para caracterizar al sitio con precisión. La ATSDR también estableció vínculos con las partes interesadas, los que serán necesarios para llevar a cabo las evaluaciones futuras cuando la EPA y la PPI realicen las actividades requeridas por ser un sitio de la NPL.

La ATSDR se reunió con el gerente de proyectos de remediación de la EPA (RPM) para abordar las características generales del sitio, la comunidad vecina, los documentos existentes aún no compartidos con la DHAC y los planes futuros para el sitio. La ATSDR recibió una copia del Plan de Trabajo preliminar y el RPM instó a llevar a cabo la revisión y recomendaciones de la ATSDR por medio del proceso de la RI y el Estudio de Factibilidad (FS). Además, el RPM proporcionó información valiosa acerca de los usos del río Viví. El río es un área de suma preocupación debido a su proximidad al sitio y los antecedentes de recibir desechos procedentes de las operaciones de la PPI. Por otra parte, el río Viví continúa más allá de la PPI agua arriba a ocho millas de un lago de represa que ofrece actividades recreativas y de pesca a la comunidad de Utuado. Pascual Velázquez y Frances Segarra, de la PREQB,

---

informaron sobre las actividades que han llevado a cabo en el pasado en respuesta a las prácticas de la PPI (Informe de viaje a la PPI 2009).

Durante la visita a las instalaciones de la PPI, la PREQB le informó a la ATSDR que la empresa se había esforzado en mejorar sus prácticas para reducir el riesgo de liberación de sustancias o de violar la Ley de Recuperación y Conservación de Recursos (RCRA). La PPI había comenzado a trabajar con los Servicios Ambientales del Caribe seis meses antes de nuestra llegada, en un esfuerzo para implementar algunos de los requisitos solicitados constantemente por la PREQB. La PPI indicó que a través de este esfuerzo conjunto con Caribe, la compañía mejoró sus prácticas en materia de almacenamiento y utilización de sustancias químicas y de limpieza general (Informe de viaje a la PPI 2009). Anteriormente, la PREQB había documentado ampliamente la presencia de barriles abandonados y sin etiquetas almacenados en todo el establecimiento. La ATSDR observó que la PPI eliminó varios de estos barriles y que el almacenamiento de las sustancias químicas parecía realizarse en forma correcta. Uno de los cambios en su práctica consistió en la instalación de un sistema de bombeo para transferir la totalidad de las aguas residuales y las aguas negras del alcantarillado del establecimiento a tres tanques que una empresa contratista vacía cuando es necesario. Estos cambios representan una mejora en la operación, ya que la PREQB había documentado anteriormente la ineficacia del funcionamiento del sistema séptico de la PPI y la liberación de contaminantes que finalmente llegaban hasta el río Viví.

Se informó a la ATSDR que las tintas usadas en los productos de la PPI ahora son a base de agua. Además, se manifestó que los pegamentos utilizados para armar las bolsas son a base de almidón de maíz mezclado con agua. La PPI también informó a la ATSDR que el tricloroetileno no se había utilizado en el proceso de revelado desde el 2002 y que el establecimiento ahora utiliza una mezcla de agua y jabón para limpiar los filtros y las placas de revelado.

En la zona que rodea a la PPI hay viviendas y varios negocios pequeños (taller mecánico, funeraria, etc.) y la ATSDR ha sido informada por la PREQB que éstos también pueden ser posibles fuentes de contaminación del río Viví. Las viviendas situadas a lo largo del río tienen tuberías que sobresalen de sus estructuras y que podrían ser fuentes de desechos que se vierten en la orilla del río. Se observó que el río Viví es un punto de atracción para los niños que residen en las viviendas de la zona. Además, el lago Dos Bocas ofrece suficientes oportunidades de recreación para los residentes de Utuado y se encuentra río abajo a solo ocho millas del establecimiento de la PPI.

## **Análisis de datos**

### ***Actividades de muestreo previas***

*Marzo de 1984 a febrero de 1998:*

En los años ochenta y a mediados de los noventa, la inspección visual y los informes de los residentes del área, de la PREQB y de los empleados de la PPI pusieron de manifiesto la presencia de una variedad de emisiones y aguas residuales que dieron lugar a acciones de respuesta de emergencia e investigaciones ambientales.

- En marzo de 1984 se le informó al personal de la PREQB sobre un derrame accidental de la PPI que tuvo como resultado el vertido de residuos de tinta y aceites en el río Viví (PREQB 1984).
- En diciembre de 1993, la PREQB observó la descarga de aguas residuales directamente desde las instalaciones de la PPI al suelo del patio trasero y debajo del edificio, a través de agujeros en el piso. Estos desechos desembocaron en el río Viví (PREQB 1993).
- En febrero de 1998, la PREQB observó el almacenamiento y el desecho incorrectos de tintas y sustancias químicas, goteos, fugas, barriles corroídos, mala ventilación en las zonas de almacenamiento de sustancias químicas, etiquetado insuficiente, contención secundaria inadecuada así como el derrame de tintas en el río Viví (PREQB 1998a).



---

*Actividad de muestreo en marzo de 1998:*

En marzo de 1998, la PREQB respondió a un informe sobre los vertidos de solventes (como benceno, tolueno, PCE, etilbenceno y TCE) en el río Viví provenientes de la PPI. El incidente se produjo al amanecer y se observó como un líquido color café fluía hacia el río Viví. Once personas fueron evacuadas y se observaron peces muertos en el río (PREQB 1998B).

Las muestras de agua se recolectaron en dos lugares: el punto de entrada de los líquidos en el río Viví y otro punto situado río abajo del establecimiento de la PPI. Ambas muestras fueron analizadas para la detección de 36 compuestos específicos. De los compuestos específicos, se detectó la presencia de tolueno, PCE, TCE y etilbenceno (ver la Tabla 1) (PREQB 1998C).

*Actividad de muestreo en abril del 2000:*

En abril del 2000, personal de la oficina regional de la PREQB en Arecibo llevó a cabo una prueba de tinta en el establecimiento de la PPI. Las tintas se inyectaron a través de los agujeros del piso y el lavabo del cuarto de revelado de la PPI y llegaron hasta el río Viví. Además, se observó que los desechos se vertían directamente a través de los agujeros de las paredes y los pisos sobre el suelo debajo del establecimiento, así como la presencia de tintas derramadas en los pisos de la fábrica (PREQB 2000a).

*Actividad de muestreo entre abril y junio del 2000:*

El 19 de abril, el 24 de mayo y el 2 de junio del 2000, la PREQB observó la presencia de un líquido de color blanco grisáceo que salía del sitio y fluía hacia el río Viví. El laboratorio Altol Chemical Environmental Laboratory (Alchem Lab, Inc.) tomó muestras bajo la supervisión de la Oficina Regional de Arecibo de la PREQB. Se recolectaron muestras de suelo de la tierra debajo del cuarto de revelado. Se analizó cada muestra para detectar 23 compuestos. Las muestras se analizaron mediante un procedimiento de lixiviación para caracterizar la toxicidad. Se detectó TCE, PCE y 1,2-dicloroetano (PREQB 2000b).

*Actividad de muestreo en diciembre del 2001:*

En diciembre del 2001, el laboratorio Alchem Lab, Inc. recolectó muestras del lodo acumulado en el interior del sistema séptico (PREQB 2002). Se recolectaron cinco muestras del tanque séptico y de los tanques de filtración. Se detectó arsénico, benceno, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo, plata y zinc (Alto Chemical 2001).

*Mayo del 2001 a mayo del 2003:*

La División de Desechos Tóxicos del Área de Control de la Contaminación de Suelos de la PREQB realizó una inspección completa de generadores de desechos según la RCRA en la PPI en mayo del 2001 y mayo del 2003. En mayo del 2001, se determinó que la PPI no cumplía con la Regulación para el Control de Desechos Tóxicos Sólidos de la PREQB, debido a la ausencia de un plan de contingencia, el almacenamiento de desechos tóxicos por más de 90 días, la ausencia de señalización visible sobre advertencias de "desechos tóxicos", la presencia de recipientes abiertos con desechos tóxicos, la falta de sistemas de contención secundaria, la falta de un manifiesto sobre residuos peligrosos mantenidos en el lugar y la presencia de lámparas fluorescentes gastadas generadas por la PPI (PREQB 2006a).

En mayo del 2003, la PREQB observó que las infracciones advertidas en mayo del 2001 habían sido corregidas y que se estaba utilizando un detergente neutro y suave en lugar de PCE para limpiar la tinta de los rodillos de prensa (PREQB 2006a).

*Actividad de muestreo en febrero del 2005:*

El 1 de febrero del 2005, la Policía Estatal de Puerto Rico sorprendió a la compañía de camiones Servicios Sanitarios Pérez cuando descargaba aguas residuales en el Río Grande de Arecibo las que, según se informó, pertenecían a la PPI. En respuesta a estas actividades, el 2 de febrero del 2005, personal de la División de Monitoreo del Agua del Área de Control de Calidad del Agua de la PREQB recolectó muestras del Río Grande de Arecibo. Se recolectaron muestras de las aguas superficiales de cuatro lugares

---

diferentes y se analizaron para medir metales totales, turbidez y oxígeno disuelto, y se registró su pH y temperatura. La ATSDR no pudo obtener los datos de esta actividad de muestreo (PREQB 2006a).

*Noviembre del 2005:*

Durante las inspecciones visuales realizadas por la División del Superfondo de Evaluación Preliminar (PA)/Investigación del Sitio (SI) de la PREQB los días 10 y 22 de noviembre del 2005, el personal observó restos de metales dispersos por todo el establecimiento, rodillos de prensa que chorreaban tinta directamente sobre el piso, pisos manchados de tinta, barriles metálicos de 55 galones de capacidad corroídos sin contención secundaria, vegetación afectada, líquidos vertidos a través de tubos de PVC del edificio y del tanque séptico de la PPI en el suelo y en una zanja de concreto y el suelo que rodea el establecimiento manchado de tinta (PREQB 2005).

*Actividades de muestreo en enero y febrero del 2006:*

En enero y febrero del 2006, la División Superfondo PA/SI de la PREQB llevó a cabo una investigación de detección en la PPI con el fin de evaluar las condiciones del sitio y determinar la necesidad de nuevas investigaciones en virtud de la Ley de Respuesta Ambiental Exhaustiva, Compensación y Responsabilidad Pública y de la Ley de Reautorización y Enmiendas al Superfondo (PREQB 2006a).

Se recolectaron trece muestras de las aguas superficiales de seis puntos de entrada posibles en el río Viví y de un sitio ubicado río abajo a 0.4 millas de distancia del establecimiento. Se recolectaron tres muestras de referencia de las aguas superficiales de lugares ubicados, aproximadamente a 100 y 200 pies río arriba del establecimiento. De las sustancias químicas analizadas, se detectaron cis-1,2-dicloroetano, PCE y TCE (ver Tabla 2) (PREQB 2006a).

Se recolectaron dieciséis muestras puntuales de suelo a diferentes profundidades entre cero y doce pulgadas, incluidas dos muestras de referencia. Se detectó arsénico, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, plata, talio, zinc, 1,1,2-tricloro-1,2,2-tricloroetano, TCE, PCE, ftalato de butil bencilo, endosulfán I, endosulfán II, endosulfán sulfato, aldehído de endrina, gamma-clordano y aroclor-1254, (ver la Tabla 3) (PREQB 2006a).

Se recolectaron trece muestras de sedimento del río Viví, adyacente al suroeste del sitio, de los seis puntos de descarga posibles de los vertidos del sitio y de otro lugar río abajo del establecimiento. También se recolectaron muestras del Río Grande de Arecibo y de la zanja de concreto adyacente al costado sureste del edificio de la PPI. Se recolectaron dos muestras de referencia de lugares ubicados a 100 y 200 pies río arriba del establecimiento. Se detectaron cromo, plomo, cis-1,2-dicloroetano, PCE, 4-fenol metílico, ftalato de dietilo, endosulfán I, endosulfán II, endosulfán sulfato, acetona, 2-butanona, aluminio, bario, calcio, cobalto, cobre, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, vanadio, zinc y gamma-clordano (ver la Tabla 3) (PREQB 2006a).

***Evaluación de las vías de exposición***

La exposición se define como el contacto de un organismo con un agente químico o físico. La magnitud de la exposición se determina al medir o calcular la cantidad de un agente presente en las áreas de intercambio (es decir, los pulmones, los intestinos y la piel), durante un periodo determinado (EPA 1998).

Una vía de exposición incluye una serie de pasos que comienzan con la liberación de un contaminante en el medio ambiente y termina en el punto de interacción con el cuerpo humano. Una vía de exposición completa consta de cinco elementos:

1. Fuente de la contaminación
2. Medios ambientales y mecanismos de transporte
3. Punto de exposición
4. Vía de exposición
5. Población receptora

---

En general, la ATSDR considera tres categorías de exposición: 1) la vía de exposición completa, es decir, cuando están presentes los cinco elementos de una vía; 2) la vía de exposición potencial, es decir, cuando uno o varios de los elementos pueden no estar presentes, pero la información es insuficiente para poder eliminarlo o excluirlo; y 3) la vía de exposición eliminada, es decir, uno o varios de los elementos está ausente. Las vías de exposición se utilizan para evaluar las formas específicas en que las personas fueron, son o estarán expuestas a la contaminación ambiental en el pasado, presente y futuro (ATSDR 2005).

Hay muchas poblaciones que potencialmente pueden enfrentar una exposición a la contaminación del sitio de la PPI (ver la Figura 1). Cualquier persona que entra en contacto con el río Viví, río abajo de la PPI, puede estar expuesta a la contaminación liberada, y el río Viví fluye por aproximadamente 0.9 millas hasta desembocar en el Río Grande de Arecibo. El Río Grande de Arecibo fluye por 8 millas hasta la presa Dos Bocas, y la presa Dos Bocas abastece a una toma de agua sin tratar para el sistema del Superacueducto situado a 6.2 millas río abajo de la presa. El sistema abastece de agua potable a una población estimada de 2,235,000 personas (PREQB 2005). Esta red de suministro de agua potable es una fuente pública de agua tratada operada por la PRASA y regulada por la División de Calidad del Agua de la PREQB; por lo tanto, la ATSDR no evaluó el suministro de agua municipal y no lo considera como una vía de exposición potencial. En el lago Dos Bocas se realizan actividades de pesca y recreativas. Sin embargo, las entrevistas a los residentes de Utuado han confirmado que más arriba en el río Viví y cerca del sitio de la PPI, las personas también nadan, van de pesca y caminan descalzas en el agua. Es de destacar que muchos negocios y escuelas se encuentran en las cercanías del sitio y, también, varias viviendas, separadas del establecimiento por el Río Viví, se ubican a lo largo de la curva del río a 200 pies de distancia de la PPI (PREQB 2006b).

Con base en los datos disponibles, la ATSDR evaluó las aguas superficiales, el suelo y los sedimentos como vías de exposición completas. La ATSDR considera el aire del ambiente exterior y el del interior como vías de exposición potenciales, pero actualmente no hay datos disponibles para realizar nuevas evaluaciones.

**Figura 1: Tabla de las vías de exposición**

**Vías completas --**

Medios	Fuente	Punto de exposición	Ruta de exposición	Notas
Agua superficial	Establecimiento de la PPI	Río Viví	Inhalación Contacto cutáneo Ingestión accidental	Los miembros de la comunidad pueden ser expuestos a las aguas superficiales del río Viví cuando realizan actividades recreativas y tareas domésticas.
Suelos/sedimentos	Establecimiento de la PPI	Los suelos en el área cerca del perímetro sureste y suroeste del establecimiento de la PPI y los sedimentos a lo largo de las orillas y en el lecho del río Viví	Inhalación Contacto cutáneo Ingestión accidental	Los miembros de la comunidad pueden ser expuestos a los suelos y sedimentos cuando realizan actividades recreativas y domésticas dentro del río Viví o alrededor del mismo.

**Vías potenciales --**

Medios	Fuente	Punto de exposición	Ruta de exposición	Notas
Aire ambiental	Volatilización de las aguas superficiales, suelos y sedimentos y emisiones fugitivas del establecimiento de la PPI	Zonas cercanas al establecimiento de la PPI	Inhalación	Si bien se han registrado quejas sobre la presencia de olores cerca del establecimiento de la PPI, actualmente no hay datos sobre el aire ambiental disponibles para la evaluación.
Aire del interior	Intrusión de vapor desde suelos y aguas subterráneas a los edificios	Edificios cercanos al establecimiento de la PPI	Inhalación	No hay datos actualmente disponibles para evaluar la intrusión potencial de vapor.

---

*Aguas superficiales:*

La ATSDR concluye que las aguas superficiales representan una vía de exposición completa en el sitio de la PPI. Si bien pueden existir otras fuentes no relacionadas con el sitio, la fuente de exposición que la ATSDR evaluó para esta vía fue el propio establecimiento. El transporte ambiental ocurre por medio de diversos mecanismos, como el flujo de los materiales vertidos a través de la superficie del suelo desde el establecimiento hasta el río Viví, el flujo de los materiales vertidos a través de las zanjas de cemento que comunican con el río Viví y la migración potencial de las sustancias químicas por vía de las descargas a través del suelo y que llegan al río Viví. Estos mecanismos de transporte se han confirmado durante la inspección visual del sitio y con base en la información sobre la hidrogeología de la zona. Para la vía de aguas superficiales, el punto de exposición es el río Viví, donde se ha observado la participación de los residentes en actividades recreativas y tareas domésticas como el lavado de la ropa. Las rutas de exposición para esta vía incluyen el contacto con la piel (cutánea), la inhalación y la ingestión accidental. La población potencialmente expuesta incluye a los empleados de la PPI, los residentes y los alumnos de la escuela cercana.

Se evaluaron las aguas superficiales en la PPI en dos actividades de muestreo separadas. En marzo de 1998, la PREQB recolectó muestras de las aguas superficiales de una zanja de concreto adyacente a la PPI así como del río Viví, en respuesta a una notificación sobre vertido de residuos provenientes del establecimiento. En estas muestras se detectaron etilbenceno, PCE, TCE y tolueno (Tabla 1). Debido a que estos datos fueron recolectados durante un muestreo por una actividad episódica, en respuesta directa a la observación de vertidos de residuos que salían del establecimiento, la ATSDR considera que estos hechos representan posibles exposiciones agudas y no los considera suficientes como para caracterizar a las exposiciones en el sitio como crónicas. Como resultado, la ATSDR las comparó con las guías de evaluación de medios ambientales agudos (EMEGs) (ver Apéndice B). El tolueno fue el único analito que superó los valores de comparación. La concentración de 14.597 ppb (partes por mil millones) detectada en el Canal Descarga E1 superó el EMEG para niños de 8000 ppb.

En enero y febrero del 2006, la División del Superfondo PA/SI de la PREQB recolectó trece muestras adicionales de seis puntos de entrada posibles en el río Viví y de dos lugares río abajo del establecimiento. En siete de las muestras se detectaron PCE, TCE y cis-1,2-dicloroetano. Ninguna de las mediciones detectadas superó las EMEG agudas. También se recolectaron muestras de lugares de referencia; no se detectaron analitos en las muestras de referencia.

Tabla 1: Resumen de las detecciones de analitos en las aguas superficiales (ppb), Papelera Puertorriqueña Inc.

Actividad de muestreo en marzo de 1998

	etilbenceno	tricloroetano	tetracloroetano	tolueno
<b>EMEG agudas</b>	700 (MCL)	2000 (niños)/ 7000 (adultos)	500 (niños)/ 2000 (adultos)	8000 (niños)/ 30000 (adultos)
Canal Descarga E1	477		185	<b>14,597</b>
Cuerpo Receptor E2	144	157.50	421.5	1,464

Tabla 2: Resumen de las detecciones de analitos en las aguas superficiales (ppb), Papelera Puertorriqueña Inc.

Actividades de muestreo en enero y febrero del 2006

	cis-1,2-dicloroetano	tricloroetano	tetracloroetano
<b>EMEG agudas</b>	10000 (niños)/ 40000 (adultos)	2000 (niños)/ 7000 (adultos)	500 (niños)/ 2000 (adultos)
SW-03, referencia	ND	ND	ND
SW-04, referencia	ND	ND	ND
SW-01, río abajo	0.46J	0.38 J	5.8
SW-02D, río abajo	0.44J	0.39J	5.9
SW-07, punto de entrada #1	0.91	0.81	11
SW-05, punto de entrada #2	1.4	1.1	15
SW-06, punto de entrada #3	3.5	2.5	26
SW-08, punto de entrada #4	8.9	6.7	32
SW-09, punto de entrada #5	4.3	2.4	19
SW-10, punto de entrada #6	ND	ND	ND
SW-11, referencia (río Arecibo)	ND	ND	ND
SW-12, referencia (río Arecibo)	ND	ND	ND
SW-13, referencia (río Arecibo)	ND	ND	ND

ND = Analito no detectado por encima de los límites de detección

J = La concentración reportada es un valor estimado *Suelo y sedimentos*:

La ATSDR determinó que los sedimentos y el suelo constituyen una vía de exposición completa en el sitio de la PPI. Los contaminantes pueden llegar al suelo desde cualquiera de las tuberías de vertidos identificadas por la PREQB y pueden llegar al sedimento a través de cualquier punto de entrada potencial identificado por la PREQB. El punto de exposición para el suelo es la zona situada en el área del perímetro sureste y suroeste del establecimiento adyacente al río Viví, y el punto de exposición para los

---

sedimentos se encuentra a lo largo de las orillas y en el lecho del río Viví. Se ha confirmado a través de entrevistas con los residentes de Utuado que la gente realiza actividades recreativas en el río Viví cerca de la fábrica. Además, no existe ninguna barrera para evitar que las personas crucen el río y entren en la propiedad de la PPI, donde se sabe que se produjeron liberaciones de residuos. Dicho esto, las rutas probables de exposición para el suelo y los sedimentos son el contacto con la piel (cutánea), la ingestión accidental y la inhalación.

La ATSDR evaluó muestras de suelo y sedimentos recolectados por la PREQB durante sus actividades de muestreo de PA/SI en enero y febrero del 2006. Se recolectaron dieciséis muestras puntuales de suelo a diferentes profundidades entre cero y doce pulgadas, incluidas dos muestras de referencia, a lo largo del perímetro sureste y suroeste del perímetro del establecimiento de la PPI. Se recolectaron trece muestras de sedimentos durante las actividades de muestreo en el mes de febrero. Las muestras de sedimentos se recolectaron en los seis puntos de entrada posibles, río arriba de la instalación, a lo largo de la zanja de concreto en el lado sureste del establecimiento y río abajo en el Río Grande de Arcibo. La ATSDR evaluó la exposición a los sedimentos y al suelo utilizando los métodos y los valores comparativos que se describen en el Apéndice B. Debido a que las muestras de suelo y de sedimentos fueron recolectadas durante un evento episódico, la ATSDR considera que las concentraciones reflejan exposiciones agudas y las ha comparado con las EMEG agudas. El cadmio no tiene una EMEG aguda, por lo que la ATSDR optó inicialmente por un valor de comparación conservador, la EMEG intermedia. Se detectó una variedad de sustancias químicas en las muestras de suelo y de sedimentos, pero solo una de las muestras contenía un analito que superaba su valor de comparación. La muestra de suelo SS-03 fue una muestra puntual tomada en el ala sureste del establecimiento donde un área del suelo estaba manchada. La SS-03 contiene una concentración de cadmio de 2,370 ppm que excede su EMEG intermedia (ver la Tabla 3).

El destino predominante de la mayoría de los solventes liberados en la superficie de los suelos es la volatilización. Sin embargo, también pueden filtrarse a las aguas subterráneas debido a que no se adhieren firmemente a los suelos. El PCE y el TCE son solventes de particular preocupación que se han utilizado en el pasado en las operaciones de la PPI. El PCE y su compuesto de degradación TCE son líquidos densos en fase no acuosa (DNAPL); se sabe que estos líquidos contaminan las aguas subterráneas. Los DNAPL son más pesados que el agua y son solo ligeramente solubles en agua. Estas dos características físicas significan que al liberarse en el medio ambiente en cantidades suficientes, pueden viajar a través de los suelos y las aguas subterráneas hasta encontrar una capa lo suficientemente resistente que impide más movimientos verticales de masa y permite que el líquido se acumule ([www.clu-in.org](http://www.clu-in.org)).

#### *Aire ambiental:*

La ATSDR reconoce que los compuestos orgánicos volátiles pueden volatilizarse desde la superficie del agua o del suelo hacia el aire ambiental. Además, es posible que el establecimiento libere emisiones fugitivas al aire y ha habido quejas sobre olores cerca del mismo. No se recolectaron datos sobre el aire ambiental durante las actividades de muestreo del pasado, por lo que la ATSDR no pudo continuar la evaluación de esta vía.

#### *Aire del interior:*

La ATSDR reconoce que los contaminantes pueden migrar hacia los edificios por medio de la intrusión de vapor desde los suelos y las aguas subterráneas. Por ello, el aire interior puede ser una fuente potencial de exposición. Sin embargo, debido a que no se recolectaron datos sobre el aire interior ni de las aguas subterráneas durante las actividades de muestreo del pasado, la ATSDR no pudo continuar la evaluación de esta vía. Aparte de la intrusión potencial de vapor, la ATSDR no identificó ningún punto de contacto posible con las aguas subterráneas en el sitio.

Tabla 3: Resumen de las detecciones en las muestras de sedimentos y de suelo (ppm), Papelera Puertorriqueña Inc.

Actividades de muestreo de sedimentos enero - febrero del 2006

	dietilftalato	cis-1,2-dicloroetileno	4-metilfenol
<b>EMEG agudas</b>	10,000	2,000	100
SD-05	0.98	ND	ND
SD-08	ND	0.01	0.42

Actividades de muestreo de suelos enero - febrero del 2006

	tetracloroetileno	tricloroetileno	arsénico	cadmio
<b>EMEG agudas</b>	100	400	20	
<b>EMEG intermedias</b>				30 (niños)/ 400 (adultos)
SS-03	ND	ND	0.61J	<b>2370</b>
SS-06	0.035	ND	8.6	ND
SS-07	2.4	0.0075	1.8	ND
SS-12	0.011	ND	ND	ND
SS-14	0.022	ND	ND	ND

ND = Analito no detectado por encima de los límites de detección

J = La concentración reportada es un valor estimado

**Datos necesarios**

La capacidad de la ATSDR para poder evaluar los peligros de salud pública en el sitio de la PPI es limitada debido a la ausencia de datos que puedan utilizarse para evaluar las exposiciones a largo plazo. Casi todos los datos del sitio actualmente disponibles se recolectaron en respuesta directa a los vertidos de residuos observados. Si bien son útiles para la evaluación de las exposiciones agudas, estos datos pueden resultar insuficientes para realizar evaluación adecuada de las exposiciones crónicas, incluyendo el riesgo de cáncer. En general, es necesario un esfuerzo de monitoreo más amplio de todos los medios para poder caracterizar el sitio de la PPI en su totalidad. Es probable que las actividades de muestreo de RI/FS planeadas por la EPA puedan completar los datos faltantes que la ATSDR necesita para llevar a cabo futuras evaluaciones.

Con el fin de determinar el riesgo para la salud pública presente en el sitio de estudio como resultado de la exposición al aire, a las aguas superficiales y los sedimentos en el río Viví, a las aguas subterráneas y a



los suelos alrededor del establecimiento, se deben recolectar datos que describan concentraciones representativas de contaminantes en el aire, el agua, los sedimentos, las aguas subterráneas y los suelos. Son necesarios otros datos ambientales representativos para evaluar con precisión el nivel y alcance de la contaminación a fin de determinar las exposiciones potenciales.

### Implicaciones para la salud pública

Tras el estudio de los limitados datos de muestreo, la literatura específica al sitio y la información recolectada durante una visita al sitio, la ATSDR no considera que el sitio de la PPI represente un peligro de salud pública que requiera una acción inmediata. Se ha documentado que la PPI causó la liberación de contaminantes, demostró tener un almacenamiento inadecuado de sustancias químicas y puso en práctica métodos inadecuados de eliminación de desechos. Sin embargo, la PREQB le informó a la ATSDR que las prácticas de almacenamiento de sustancias químicas, observadas en el establecimiento durante la visita al sitio del 16 de septiembre del 2009, habían mejorado en gran medida en comparación con las observaciones de inspecciones previas.

Se encontró que una muestra de las aguas superficiales contenía niveles de tolueno por encima de las EMEG agudas correspondientes a la exposición al agua potable en niños. La exposición a las aguas superficiales puede suceder por ingestión accidental al jugar, caminar dentro del agua, pescar o lavar la ropa en el río Viví. Por lo general, se considera que la ingestión accidental de aguas superficiales es de un volumen mucho menor que el volumen de agua potable que se consume diariamente. Además, se prevé que la exposición sea menos frecuente (no a diario). Por lo tanto, evaluar dichos valores utilizando los valores agudos de detección comparación del agua potable debe considerarse como conservadora. Si bien se detectaron contaminantes muy por debajo de las EMEG agudas para el agua potable, el potencial crónico no cancerígeno y cancerígeno será evaluado cuando se hayan generado los datos apropiados para caracterizar el sitio.

Los suelos en el lado suroeste del establecimiento y los sedimentos en el río Viví representan una vía de exposición completa. La concentración de contaminantes y la frecuencia de detección no parecen indicar la presencia de riesgos para la salud pública que requieran una acción inmediata. En el muestreo limitado que llevó a cabo la PREQB se detectó cadmio por encima de sus EMEG intermedias en solo una de las muestras de suelo. Ante los testimonios de prácticas indebidas de eliminación de desechos, de procedimientos indebidos de almacenamiento y liberación de residuos documentados y reportados por la PREQB, sigue existiendo preocupación por la exposición a suelos o sedimentos contaminados. Es necesaria una caracterización más completa del medio ambiente del sitio para identificar correctamente las implicaciones de salud pública de la contaminación ambiental de la PPI.

### Gráfica 1: Ecuación de la dosis de exposición por ingestión

$$D = \frac{C \times IR \times EF \times CF}{BW}$$

donde

D	=	dosis de exposición en miligramos por kilogramo por día (mg/kg/día)
C	=	concentración de la sustancia química en miligramos por kilogramo o litro (mg/kg) o (mg/L)
IR	=	tasa de ingesta en miligramos o mililitros por día (mg/día) o (mL/día)
EF	=	factor de exposición (sin unidad)
CF	=	factor de conversión
BW	=	peso corporal en kilogramos (kg)

En ausencia de información específica acerca de la exposición completa, la ATSDR aplicó varios supuestos de exposición conservadores para estimar con la mayor precisión posible las dosis de exposición a contaminantes que sobrepasen los niveles ambientales de detección. La ATSDR evaluó la exposición en niños de primaria, adolescentes y adultos al caminar dentro del agua o nadar en el río o al realizar actividades recreativas o domésticas en las cercanías del establecimiento de la PPI. Partiendo de los siguientes supuestos, la ATSDR estimó las dosis de exposición y las tasas de ingestión preestablecidas de exposición por ingestión incidental:

- Se usaron los niveles máximos de contaminantes para calcular las dosis de exposición de las exposiciones agudas (a corto plazo). Además, se utilizó un factor de exposición de 1 para las aguas superficiales y sedimentos y los suelos, que es el valor más conservador y se usa para los cálculos de dosis agudas.
- Se estableció una tasa de ingesta de tierra y de sedimentos para niños de primaria de 200 mg/día y de 100 mg/día para adolescentes y adultos.
- Se estableció una tasa de ingesta de las aguas superficiales para todos los grupos de edad de 50 mL/día.
- Se asumió un peso corporal de 33.8, 65.0 y 80.8 kg para los niños de primaria, adolescentes y adultos respectivamente. Es de destacar que todas las medidas de peso utilizadas en los cálculos de la ATSDR en esta consulta de salud fueron tomadas de los hallazgos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) (CDC 2004).
- Se estableció una biodisponibilidad del 100% para todos los contaminantes, es decir, se consideró que entraron en el torrente sanguíneo todos los contaminantes en los medios que fueron ingeridos por las personas.

La ATSDR, con base en estos supuestos conservadores, calculó las dosis de exposición estimadas. Esta evaluación de las dosis de exposición respalda la conclusión de que no existe un problema agudo de salud en las aguas superficiales ni en los sedimentos. Las dosis estimadas se compararon con los valores comparativos pertinentes, y se determinó que son inferiores al valor de comparación de todas las muestras a excepción de una muestra de suelo de cadmio (ver la Tabla 4). La muestra de SS-03 fue tomada del lado sureste del establecimiento. Cabe destacar que la SS-08 fue la única otra muestra de suelo en la que se detectó cadmio y su concentración fue de 0.65 ppm. Para las exposiciones de cadmio en los suelos, no se localizó un valor de comparación agudo para las exposiciones por vía oral. Para evaluar el peor de los casos posible, la ATSDR realizó una evaluación inicial con EMEG intermedias de la ATSDR, las que se desarrollaron a partir de estudios con roedores sobre exposiciones al agua potable (ATSDR 2008). Como evaluación adicional, la ATSDR comparó la concentración de máxima de cadmio con un valor comparativo de concentración crónica desarrollado por la EPA (dosis de referencia o RfD) para la exposición al cadmio de los suelos, de 0.001 mg/kg/día, basado en un nivel de efecto adverso no observado (NOAEL) para una exposición de 0.01 mg/kg/día (EPA). Si bien se superó el valor de comparación crónico, la ATSDR considera que la probabilidad de ocurrencia de efectos adversos para la salud en este escenario, tomado como el peor caso posible de exposición, es mínima debido a lo siguiente:

- El valor de comparación (dosis de referencia) fue desarrollado para las exposiciones que ocurren durante más de un año. El escenario de exposición evaluado en la PPI es una exposición única y aguda. Las exposiciones crónicas serán evaluadas cuando se haya finalizado la caracterización ambiental.
- La dosis de NOAEL fue equivalente a la dosis de exposición máxima (0.01 mg/kg/día).

- Las detecciones de cadmio en los suelos fueron poco frecuentes, con una detección adicional de una magnitud mucho menor.
- La zona que rodea a la PPI normalmente tiene una vegetación densa y los suelos están cubiertos, lo que reduce el riesgo de exposición a los suelos contaminados.
- La información científica disponible para exposiciones agudas al cadmio por vía oral describe efectos gastrointestinales cuando hay altas concentraciones del elemento químico. Estas concentraciones observadas resultaron en dosis superiores a las calculadas en la PPI (Klaassen 2001, ATSDR 2008).

**Tabla 4. Dosis calculadas para contaminantes por encima de los niveles de detección ambiental**

Contaminante	Medios	Concentración (ppm)	Valor de comparación	Cálculo de la dosis (mg/kg/día)		
				Alumnos de primaria	Adolescente	Adulto
tolueno	agua superficial	14.497	0.8 mg/kg/día (MRL agudo)	2.16 E-02	1.12 E-02	9.03 E-03
cadmio	suelo	2370	0.001 mg/kg/día (RfD)	1.40 E-02	3.65 E-03	2.93 E-03

### Consideraciones sobre la salud de los niños

La ATSDR reconoce la vulnerabilidad particular de los bebés y los niños. Esto se debe tener en cuenta al considerarse las exposiciones potenciales y los efectos sobre la salud en los niños que viven cerca del sitio de la PPI o que juegan en el río Viví cerca del establecimiento. Los niños no son simplemente "pequeños adultos"; varios de los sistemas de su organismo pasan con frecuencia por procesos rápidos de desarrollo y sus hábitos de comportamiento resultan a menudo en un mayor contacto con el medio ambiente. Además, los niños tienen una mayor tasa de ingestión en relación a su peso corporal comparados con los adultos y su zona de respiración está más cerca del suelo que la de un adulto de estatura promedio. La ingestión accidental de tierra en los niños puede ocurrir con más frecuencia que en los adultos por medio de la introducción en la boca de objetos o las manos. Si bien la ingestión intencional de tierra, que se denomina pica, se considera relativamente poco común (EPA 1997), el comportamiento de introducir objetos en la boca es considerado como una fase normal del desarrollo infantil.

La ingestión de tierra y agua y la exposición cutánea a aguas y suelos contaminados son fuentes potenciales de exposición humana a las sustancias químicas utilizadas por la PPI. La posibilidad de exposición a los contaminantes a través de estas fuentes es mayor en los niños, porque son más propensos a ingerir más tierra y agua que los adultos debido al comportamiento típico de la infancia. También son más propensos a jugar en el río Viví, lo que puede aumentar las posibilidades de exposición cutánea. Mientras no se hayan identificado las condiciones, los residentes deberán estar conscientes de los riesgos potenciales de exposición y prestar atención a las directrices locales sobre la salud cuando realizan actividades en el río cerca del establecimiento.

### Hallazgos

- Existen vías de exposición completas en las aguas superficiales, en los sedimentos y en los suelos; las vías de exposición potenciales pueden incluir el aire ambiental y el aire interior.

- 
- La PREQB documentó la ineficacia de las prácticas de almacenamiento y eliminación de sustancias químicas que la PPI realizaba en el pasado y que no cumplía con las regulaciones ambientales; esto crea preocupación por la exposición a los contaminantes liberados por la PPI.
  - Una muestra de las aguas superficiales contenía un nivel de tolueno que superaba sus EMEG agudas y una muestra de suelo presentó un nivel de cadmio que superó su dosis de referencia crónica.
  - Las tuberías que descargan en el río provenientes de los locales comerciales y las viviendas que se encuentran al otro lado del río de la PPI. No se ha determinado qué tipo de materiales se desechan por estas tuberías o se han vertido al río en el pasado. Existe la posibilidad de que estos materiales vertidos afecten la calidad del agua del río.
  - Los entrevistados percibían los problemas de salud ambiental de diferentes maneras y la mayoría tenía un conocimiento vago de que el río había sido contaminado por la PPI.

### **Conclusiones**

- La ATSDR concluye que no es necesaria una acción inmediata de salud pública específica para el sitio, según los datos disponibles proporcionados.

### **Recomendaciones**

- La EPA debe continuar los esfuerzos para caracterizar el grado de contaminación y controlar las emisiones relacionadas con el sitio y la migración de la contaminación proveniente del sitio.
- Se deben investigar las exposiciones no relacionadas con el sitio para determinar si los vertidos de efluentes que pueden estar ocurriendo al otro lado del río son un problema de salud pública.
- Mientras no se puedan identificar las condiciones, los residentes deben estar conscientes de los riesgos potenciales de exposición y prestar atención a las directrices locales de salud cuando realizan actividades en el río cerca del establecimiento.

La ATSDR mantendrá la comunicación con la EPA y con las agencias locales ambientales y de salud sobre las actividades en el sitio y para evaluar la información pertinente en la medida en que haya más datos disponibles.

---

## **Autores, asesores técnicos**

Rob Robinson, BSEH

Científico de salud ambiental

Equipo consultor

Subdivisión de Investigación de Exposiciones y Evaluación de Sitios

División de Consulta y Evaluación de Salud

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

Rachel Worley, MA

Científico de salud ambiental

Equipo consultor

Subdivisión de Investigación de Exposiciones y Evaluación de Sitios

División de Consulta y Evaluación de Salud

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

David Fowler, PhD

Toxicólogo

Equipo consultor

Subdivisión de Investigación de Exposiciones y Evaluación de Sitios

División de Consulta y Evaluación de Salud

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

Maria Teran-Maciver, BS BSN

Oficial de gerencia de proyectos

Subdivisión de Promoción de la Salud y Participación Comunitaria

División de Consulta y Evaluación de Salud

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

## ***Revisores***

Susan Moore, MS

Jefe de la Subdivisión de Investigación de Exposiciones y Evaluación de Sitios

División de Consulta y Evaluación de Salud

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

Peter Kowalski, MPH, CIH

Subdivisión de Investigación de Exposiciones y Evaluación de Sitios

División de Consulta y Evaluación de Salud

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

---

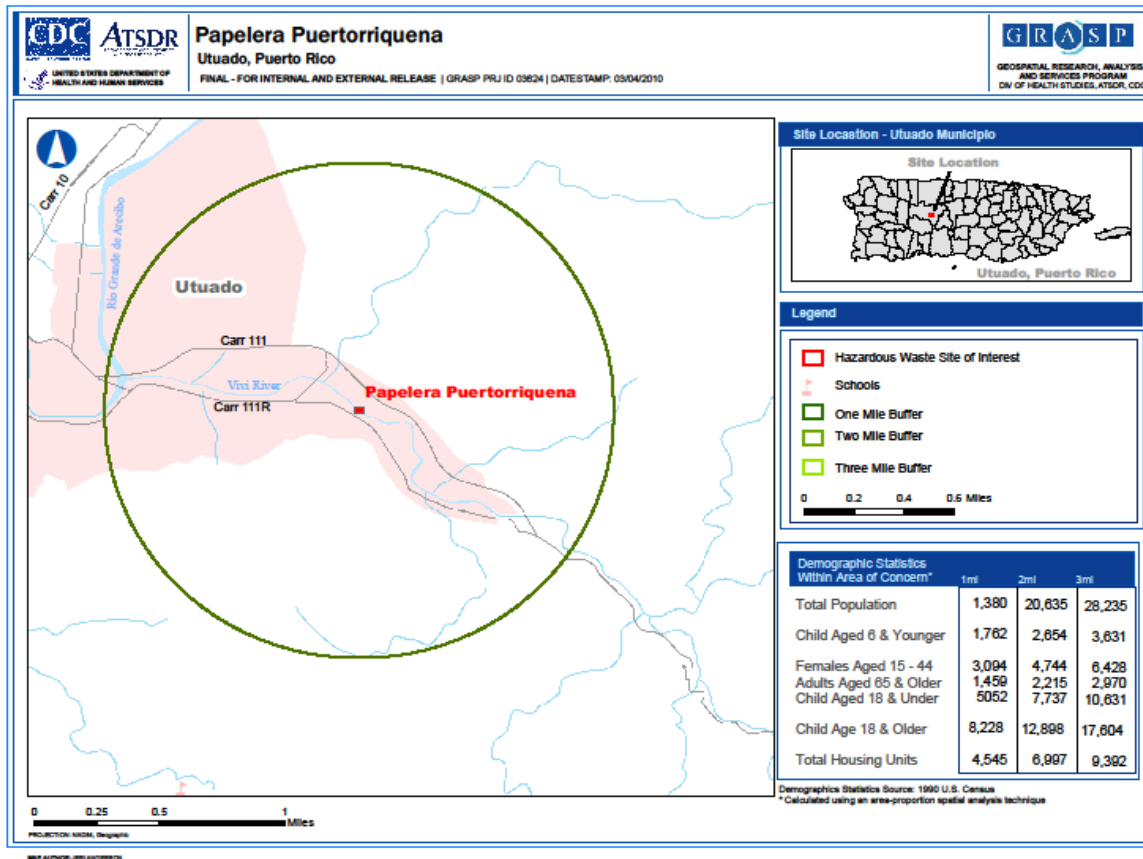
## Referencias bibliográficas

1. ATSDR. 2008. Toxicological Profile for Cadmium. Update. Draft for Public Comment. US Department of Health and Human Services. Atlanta, GA.
2. ATSDR. 2005. Public Health Guidance Manual (Update). US Department of Health and Human Services. Atlanta, GA.
3. CDC. 2004. Mean Body Weight, Height, and Body Mass Index, United States 1960-2002. Advance Data From Vital and Health Statistics. No. 347. October 27, 2004.
4. Klaassen, CD. 2001. *Casarett and Doull's Toxicology*. Sixth Edition. McGraw-Hill. Medical Publishing Division. New York, NY.
5. PPI Trip Report [unpublished]. ATSDR. 2009
6. PREQB. 1984. Water Quality Area. Memorandum Regarding Visual Inspection Performed at the PPI Site on March 28, 1984. From Jose M. Ramos, Environmental Inspector. To Ernesto Ramos Gautier, Division of Restoration.
7. PREQB. 1993. Investigation Report, Citizen Complaint QAG-84-0327. Prepared by Angel L. Cintron.
8. PREQB. 1998a. Arecibo Regional Office. Letter Regarding Report on Visual Inspection Performed at PPI on February 11, 1998. From Jose F. Martinez Toledo, Director. To Mr. Jose A. Rios Montalvo, PPI President.
9. PREQB. 1998b. Arecibo Regional Office. Memorandum Regarding Report of an Emergency Response at PPI on March 14, 1998. From Brenda Z. Astor Marin, Environmental Scientist. To Puerto Rico Press.
10. PREQB. 1998c. Environmental Laboratory. Memorandum Regarding Water Sampling Collected During an Emergency Response by Personnel from PREQB on March 16, 1998. From Reynaldo Matos, Director, and Edward Aviles, Chemist Supervisor.
11. PREQB. 2000a. Arecibo Regional Office. Memorandum Regarding Visual Inspection and Dye Test Performed at PPI on April 4 to 6, 2000. From Brenda Z. Astor Marin, Environmental Scientist.
12. PREQB. 2000b. Arecibo Regional Office. Memorandum Regarding Soil Sampling and Visual Inspection at PPI on June 19 and June 30, 2000. From Brenda Z. Astor Marin, Environmental Scientist.
13. PREQB. 2002. Arecibo Regional Office. Memorandum Regarding Sampling for the Closure of the Septic System. (Sampling Event Performed by Altol Chemical Environmental Laboratory, Inc., at PPI on December 18, 2001.)
14. PREQB. 2005. Superfund PA/SI Division. Off/On Site Reconnaissance Information Reporting Form.
15. PREQB. 2006a. Site Inspections Report, Papelera Puertorriqueña, Inc. CERCLIS ID No. PRD09029068S
16. PREQB. 2006b. Site Inspection Sampling Activities, Papelera Puertorriqueña, Inc. (PPI). Field Logbook Number 232 - 233.

- 
17. EPA. 2009. Hazard Ranking System Documentation Record. Papelera Puertorriqueña EPA ID PRD090290685
  18. EPA. 1997. Exposure Factors Handbook. Office of Research and Development.
  19. EPA. 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I Human Health Evaluation Manual. Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/1-89/002.
  20. EPA. Clean-Up Information Website. [http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/Dense\\_Nonaqueous\\_Phase\\_Liquids\\_\(DNAPLs\)/cat/Overview/](http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/Dense_Nonaqueous_Phase_Liquids_(DNAPLs)/cat/Overview/)
  21. EPA. IRIS Summary for Cadmium. Last accessed 05/10/2010. Available at <http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0141.htm#studoral> .
  22. Altol Chemical Environmental Laboratory. Report of Analysis. December 18, 2001.

# Figuras

## Figura 2: Mapa del sitio y características demográficas





**Figura 3:**



Comercios y viviendas situadas frente a la PPI directamente al otro lado del río Viví

**Figura 4:**



Vista al sur desde los balcones del establecimiento en el lado suroeste del edificio

**Figura 5:**



Pared suroeste del edificio de la PPI frente al río Viví

---

## Apéndice A

Resultados de los análisis de los datos de entrevistas individuales

Sitio de la Papelera Puertorriqueña, Utuado, Puerto Rico

Entrevistas realizadas el 16-20 de noviembre de 2009

Escrito por Maria Teran-Maciver, de la Subdivisión de Promoción de la Salud & Participación de la Comunidad de la ATSDR

### *Figuras clave*

Los entrevistados son personas que vivían o trabajaban cerca del río, funcionarios electos de la comunidad o empleados de la planta causante de la contaminación. Dos entrevistados vivían cerca del río y de la planta; dos entrevistados trabajaban en la escuela superior próxima a la planta; uno de los entrevistados trabajaba para la universidad junto a la planta; uno de los entrevistados era el presidente de la planta en cuestión; uno de los entrevistados trabajaba en una escuela privada cerca del sitio; dos entrevistados eran funcionarios electos.

### *Nivel de conocimiento*

Los entrevistados tenían percepciones diversas sobre los problemas de salud ambiental. La mayoría tenía un vago conocimiento de que el río había sido contaminado por la planta Papelera. Algunas personas que vivían o trabajaban cerca del río sabían que se habían derramado tintas en sus aguas.

“El agua está expuesta a las sustancias químicas utilizadas para fabricar papel”, manifestó un trabajador la escuela junto a la planta.

Otros entrevistados que trabajaban cerca del río dijeron: “Vivimos en un medio ambiente saludable, con mucho aire fresco, excepto cuando hay incendios”. La referencia a los incendios fue acerca de la práctica que realizan los agricultores de quemar sus campos con el fin de prepararlos para la temporada de siembra siguiente.

Otros entrevistados se refirieron a Utuado como un valle donde las emisiones por la inversión térmica quedan “atrapadas”. “Utuado se ubica en el fondo de un valle; el aire por encima de la ciudad conserva el polvo y las emisiones de gases de los vehículos”.

Otra entrevistada que se declaró activista ambiental dijo: “Muchas personas no son conscientes de los peligros ambientales, no se dan cuenta de que la contaminación en un lugar afecta a otros lugares y a otras personas. Necesitamos aumentar la concientización comunitaria sobre los problemas de salud ambiental”. Otro entrevistado afirmó: “Hay una falta de conciencia, no es que no les importa, lo que pasa es que no saben lo que sucede”.

Dos entrevistados al referirse a las preocupaciones sobre la salud ambiental las relacionaron con sus esfuerzos por controlar las enfermedades transmitidas por mosquitos, la H1N1, la eliminación de animales muertos de las calles, la prevención de la rabia y la erradicación de las jaurías de perros que deambulan por las calles. Parecían no saber qué podían hacer para prevenir la contaminación proveniente del río y corriente abajo hacia el embalse.

### *Inquietudes*

La mayoría de los entrevistados afirmó que la comunidad estaba al tanto de que el río está contaminado, pero que no sabía cuán grave podía ser esta contaminación.

Los funcionarios electos se mostraron preocupados respecto a las fuentes biológicas de las enfermedades ambientales, como el dengue y la influenza H1N1. También mencionaron que nadie se había quejado ante la municipalidad por la contaminación del río.

---

Tres entrevistados mencionaron que ellos mismos o sus familiares experimentaron varios problemas respiratorios debido a la inversión térmica percibida en la comunidad. Un trabajador de la escuela privada también mencionó que muchos niños padecían de asma, sobre todo cuando se produce la quema de los campos.

En la pregunta que decía: “En una escala del 1 al 5 (donde 5 es muy alto y 1 es muy bajo), ¿cuánto cree que le preocupa a la comunidad los posibles riesgos ambientales de la Papelera Puertorriqueña?” el número promedio reportado fue 2.4.

Uno de los encuestados era una madre de 2 niños pequeños que vivían junto al río. Le preocupaba ver a los niños caminar dentro del agua o nadar en el río junto a la planta. Un trabajador de la escuela secundaria también expresó su preocupación porque había observado a la gente nadar, ir de pesca o caminar dentro del agua en el río cerca de la planta. También estaba preocupado por los efectos de la contaminación en el embalse ubicado corriente abajo del río.

El trabajador de la planta dijo que no tenía conocimiento de la existencia de ningún problema de salud relacionado con la contaminación del río, ya que la planta estaba haciendo todo lo posible para contener cualquier contaminación adicional.

Uno de los entrevistados mencionó que la gente que se baña en los ríos se expone a herbicidas y pesticidas y que su salud podría verse afectada.

En resumen, las inquietudes acerca de la salud fueron la contaminación al nadar, al ir de pesca o caminar dentro del agua del río, la exposición a los pesticidas y herbicidas en los ríos, la prevalencia de asma y problemas respiratorios producidos por la quema de los campos y la inversión térmica en el valle y la falta de conocimiento de las personas expuestas acerca de los efectos de la contaminación.

### ***Confianza y satisfacción con las acciones del pasado***

Los funcionarios electos y de la industria se mostraron más propensos a reportar confianza en la capacidad del gobierno para tomar medidas para proteger la salud de la comunidad.

La mayoría de los encuestados, sin embargo, expresaron la falta de respuesta del gobierno federal, local o estatal como una razón para no confiar en el gobierno.

Hubo diferencias entre la confianza expresada hacia el gobierno local y el gobierno federal.

- Algunos de los entrevistados consideraron que la ausencia de respuesta del gobierno local se debía a la falta de recursos. También existía la preocupación de que “me temo que el gobierno no ha respondido, tenemos leyes, pero no se hacen cumplir”. Otro participante dijo: “El nivel de confianza en el gobierno no es muy alto; ellos no tienen enfoque proactivo. Se involucran en la situación demasiado tarde”.
- Dos de los entrevistados expresaron su confianza en el gobierno federal. Indicaron que la EPA y la ATSDR eran fuentes confiables para remediar la contaminación y prevenir los efectos en la salud. El resto de los entrevistados no tenía claro cuáles eran las funciones de la EPA y la ATSDR con respecto a la protección de la salud.
- Pero la mayoría en general estaba de acuerdo en que “Cuando se involucran las agencias federales, se puede hacer más”.

### ***Percepción del riesgo personal***

Hubo consenso en que “las personas que nadan, caminan dentro del agua y pescan en el río (incluidos los niños), podrían tener su salud afectada por la contaminación”.

También hubo una percepción de riesgo en que “el río desemboca en un lago donde la gente va de pesca. Los nombres de los pescados capturados son “tocumare, livina y baluu. La gente come estos pescados”.

---

Uno de los entrevistados mencionó el riesgo que enfrentan algunas personas al nadar en los ríos por la exposición a los herbicidas y pesticidas.

### ***Percepción de la culpa o la responsabilidad***

El trabajador de la planta aceptó que la planta tuvo la culpa por la contaminación. Varios entrevistados declararon que la Papelera era la fuente de la contaminación. Uno de los entrevistados añadió que no hay muchas fábricas en la ciudad, por lo que la contaminación solo puede atribuírsele a la Papelera, aunque informaron que hay olores procedentes de una fábrica de café y de una funeraria ubicadas en las inmediaciones.

Uno de los encuestados mencionó que el gobierno local no hizo cumplir las leyes ni adoptó medidas para prevenir la contaminación hasta que fue demasiado tarde.

Otros dos encuestados explicaron que los miembros de la comunidad botan basura en el río y que tienen parte de la culpa por la contaminación.

Otros participantes explicaron que la quema de los campos una vez al año causa la contaminación atmosférica que afecta a su salud. Los entrevistados también relacionaron la contaminación atmosférica con la inversión térmica que atrapa el polvo y las emisiones de los automóviles en el aire.

Un entrevistado dijo: “El alcalde de la ciudad es el responsable de tratar las inquietudes sobre el medio ambiente; él es quien está en contacto con las agencias que poseen recursos para el saneamiento ambiental”.

Otro participante dijo: “La comunidad también debe asumir responsabilidad por su medio ambiente”.

### ***Estar preparado para actuar***

Casi todos los entrevistados aludieron al hecho de que la mayoría de los miembros de la comunidad no se dan cuenta de la contaminación ni de los posibles efectos sobre su salud debido a la misma. Según el modelo de las Fases del Cambio, esto significa que la mayoría de la comunidad se encuentra en la fase de pre-contemplación.

Eso quiere decir que la agencia debe hacer un esfuerzo para explicar en qué consistió la contaminación y qué significa. También necesitan saber lo que puede hacer nuestra agencia para ayudarlos. En esta etapa, la agencia podría colaborar con los planes de la municipalidad para organizar varias ferias de salud durante los primeros meses del 2010 con el objetivo es aumentar la concientización y, una vez que haya mayor conocimiento, provocar la inquietud en la comunidad.

Uno de los encuestados dijo: “Necesitamos que nos informen sobre cómo preservar la limpieza del medio ambiente. Mucha gente bota el aceite usado de los automóviles en sus patios, necesitan recibir información para detener eso”.

Otro participante dijo: “La comunidad necesita saber acerca de los contaminantes en el aire, el agua y los suelos. Necesitan saber los efectos de la contaminación. La manera más eficaz de educarlos es a través de mensajes por televisión”.

La mayoría de los encuestados habló del uso de mensajes televisivos para la educación comunitaria. El método en segundo lugar de preferencia fue la comunicación personal, por ejemplo por medio de reuniones y ferias de salud. El método educativo menos preferido fue a través de materiales escritos. Sin embargo, los profesores de la escuela superior también mencionaron materiales para que los estudiantes puedan llevar a sus hogares y ayudar a educar a sus familias.

### ***Cohesión comunitaria y clima reinante***

Los datos de las entrevistas muestran un clima comunitario variado. Por un lado los miembros de la comunidad reportaron distintos niveles de riesgo, pero por otro, los funcionarios electos y los industriales

---

estaban más seguros de que su salud estaba protegida. Los funcionarios electos percibían un nivel de inquietud bajo dado que los miembros de la comunidad no reportaron problemas de salud a la municipalidad.

La mayoría de los encuestados indicó que había una falta general de concientización en la comunidad sobre los temas de salud ambiental. Los dos profesores de la escuela secundaria superior mostraron interés en trabajar con el gobierno local y la ATSDR para abrir el diálogo con la comunidad sobre cómo lograr la salud ambiental. La mayoría de los encuestados consideró que el gobierno local tendría escasos recursos financieros para abordar los problemas, pero creyó que existían recursos humanos suficientes para ayudar a informar a la comunidad.

---

## Apéndice B

### Análisis de comparación de la ATSDR

La ATSDR recopila información para la evaluación de las exposiciones y adquiere una mayor comprensión del sitio y las preocupaciones de salud comunitaria, la naturaleza y el alcance de la contaminación y las vías de exposición, y comienza a trabajar en el otro componente científico del proceso de evaluación de salud pública: la evaluación de los efectos sobre la salud. La evaluación de los efectos sobre la salud consta de dos partes: un análisis de detección y, en algunos sitios, con base en los resultados de estos análisis y las inquietudes de la salud comunitaria, un análisis de mayor profundidad para determinar las posibles consecuencias sobre la salud pública a partir de las exposiciones específicas del sitio.

Durante el proceso de evaluación de salud pública, la ATSDR generalmente tiene que revisar enormes cantidades de datos ambientales y analizar estos datos en el contexto de la evaluación de las exposiciones específicas del sitio. El análisis de comparación permite a la ATSDR clasificar los datos de manera coherente para identificar las sustancias presentes en las vías de exposición completas y potenciales, a las que puede ser necesario evaluar con mayor detenimiento. Esto se logra mediante el uso de "valores comparativos" basados en la salud.

Normalmente, el análisis de detección se lleva a cabo en diferentes pasos:

- Paso núm. 1: La *comparación de directrices ambientales* supone la comparación de las concentraciones de sustancias detectadas con valores comparativos específicos del medio, derivados de los valores predeterminados de exposiciones estándar.
- Paso núm. 2: La *comparación de directrices de salud* implica observar con mayor detenimiento las condiciones de exposición específicas del sitio, estimar las dosis de exposición y compararlas con los valores comparativos basados en las dosis. (Algunos asesores de salud pueden comenzar con este paso reconociendo inquietudes sobre sustancias o condiciones específicas del sitio).

Al finalizar el análisis de comparación, las sustancias identificadas en el sitio se encontrarán divididas en dos categorías:

- Las que no sobrepasan los valores comparativos y por lo general no requieren de mayor análisis.
- Las que sobrepasan los valores comparativos y requieren de un mayor análisis para evaluar la probabilidad de posibles efectos nocivos.

Los valores comparativos son las dosis (parámetros de salud) o las concentraciones de sustancias (parámetros ambientales) establecidos muy por debajo de los niveles conocidos o previsibles que producen efectos adversos sobre la salud. La ATSDR y otras agencias gubernamentales han elaborado estos valores para ayudar a los asesores de la salud a tomar decisiones coherentes acerca de cuáles son las concentraciones de sustancias o niveles de dosis relacionados con la exposición del sitio que pueden requerir una mayor vigilancia.

Las *directrices de salud* se elaboran con base de datos extraídos del material escrito sobre toxicología y epidemiología con varios factores inciertos o de seguridad aplicados para asegurarse de que se está protegiendo suficientemente la salud humana. El nivel de riesgo mínimo (MRL) de la ATSDR y las dosis de referencia, las concentraciones de referencia y la curva de factores de cáncer de la EPA son los parámetros de salud usados más comúnmente en el proceso de detección que se realiza en las evaluaciones de salud pública.



Los *parámetros ambientales* se elaboran a partir de los parámetros de salud y representan las concentraciones de una sustancia (p. ej., en agua, suelo y aire) ante la que los seres humanos pueden estar expuestos a través de una vía de exposición en particular durante un periodo determinado de tiempo sin experimentar efectos adversos en la salud. Las directrices ambientales de la ATSDR incluyen las guías para la evaluación del medio ambiente (EMEG) y guías de evaluación de riesgo de cáncer (CREG).