

El análisis de riesgo toxicológico y su implementación en México

MARK WAGNER*,
JERJES PANTOJA IRYS**
Y DIANE WISBECK***

Una pregunta obligada cuando los especialistas nos enfrentamos a problemas de contaminación del suelo y del agua subterránea es: ¿siempre debemos restaurar los sitios? Por fortuna para nuestro país, esta misma interrogante se la han hecho técnicos y científicos de países industrializados hace ya más de dos décadas. Inicialmente concluyeron que sí había que restaurar cualquier sitio contaminado y por ello destinaron recursos económicos y técnicos para lograr un objetivo: eliminar la contaminación de cualquier cuerpo de agua o suelo. Al paso del tiempo, se percataron de que los recursos no eran suficientes para restaurar todos los sitios en donde existían contaminantes; de que en muchos lugares, las tecnologías existentes en ese momento, no abatieron los niveles de los compuestos de origen antropogénico.

Como respuesta a esa experiencia, se inició el desarrollo de herramientas con fundamentos científicos que permitieran definir prioridades o estrategias de manejo de sitios contaminados. Una de las herramientas más útiles es conocida como Evaluación Toxicológica Específica del Sitio.

En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) ha establecido criterios o Metas Preliminares de Remediación (MPR), las cuales pueden ser usadas para definir de forma inicial la necesidad de remediar suelo o agua subterránea. Este es un criterio numérico que conlleva una serie de suposiciones básicas de exposición, que podrían



no ser aplicables a un sitio industrial específico y por ello volverse muy conservadoras. La comparación de las concentraciones de compuestos químicos en suelo y agua subterránea contra los criterios para un sitio industrial pueden indicar que una remediación activa no es justificable. Como resultado, en muchos programas ambientales de Estados Unidos, la industria está autorizada a usar los criterios o los MPR como una herramienta de selección para definir si un análisis de riesgo específico de sitio deberá desarrollarse, de tal forma que refleje las condiciones reales y la exposición potencial al entorno contaminado.

El análisis de riesgo determina la severidad y probabilidad de un daño a la salud humana o al ecosistema por la exposición a un compuesto químico. El riesgo toxicológico es estimado al observar el potencial de un compuesto químico específico liberado en el ambiente y el potencial de exposición a él. El riesgo general se estima para el compuesto específico liberado en el ambiente, el método de exposición a él (ruta de exposición) y la cantidad de exposición.

La exposición a la contaminación que ha sido liberada por una instalación industrial puede ocurrir de diversas formas, como se muestra en la figura 1. Cuando se lleva a cabo el análisis de riesgo específico en el sitio, cada una de las rutas de exposición es claramente identificada. Como se indica en la figura, existirían al menos tres posibles receptores: A) los trabajadores de la construcción que excavan trincheras o remueven suelo o agua subterránea contaminada pueden exponerse a la contaminación por contacto directo con la piel, inhalación de vapores volátiles o por ingestión inadvertida del mismo suelo y agua subterránea. B) Los propietarios de pozos o norias de agua potable localizados gradiente abajo de la fuga, potencialmente pueden beber el agua contaminada, o al bañarse y entrar en contacto directo con los compuestos químicos o inhalar los vapores emitidos. C) Si el agua subterránea descarga a los cuerpos superficiales (lagos, arroyos, ríos, etcétera) los sedimentos y el agua pueden contaminarse también; por lo que los seres humanos estarían expuestos a contacto dérmico directo, inhalación de vapores o ingestión inadvertida del agua. Asimismo el agua superficial podría utilizarse como abastecimiento de agua potable y entonces la población podría ingerir los compuestos químicos disueltos en el agua. Por otra parte, la vida acuática (peces, moluscos, etcétera), también estarían expuestos a la contaminación, por lo que el

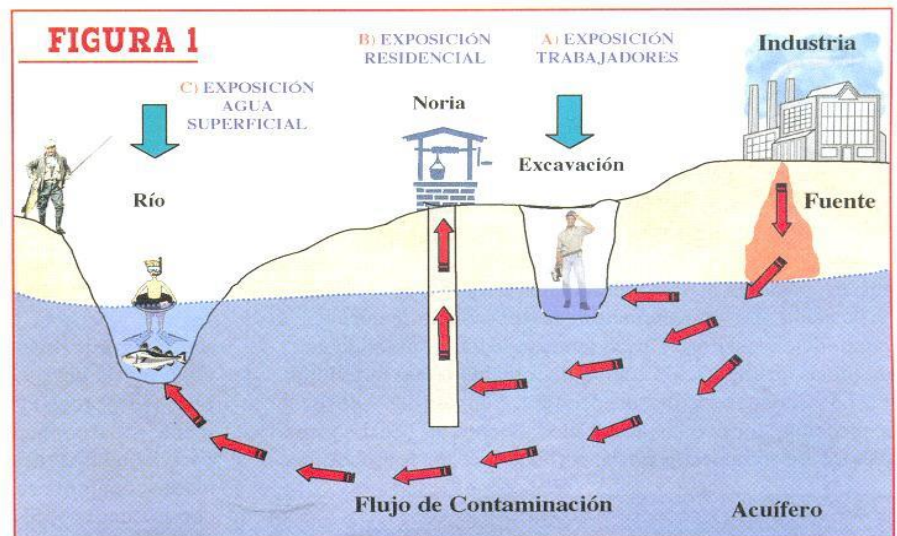


hombre, al cerrar la cadena alimenticia, podría ingerir los contaminantes.

En la mayoría de los casos los criterios desarrollados por las agencias gubernamentales (CNA, EPA, entre otras) consideran que todas estas rutas de exposición existen y por lo tanto las concentraciones aceptables de exposición para un compuesto dado son muy bajas. Como resultado, estos criterios son muy conservadores y muchas de las rutas de exposición no se presentan en los sitios evaluados.

Cada incidente en cualquier instalación industrial será único y el potencial de exposición y los receptores de la contaminación deberán evaluarse bajo el criterio de "sitio por sitio". El trabajo de los profesionistas involucrados será el determinar cuál es el medio (suelo, agua, agua superficial, aire) impactado, y si las concentraciones son tan altas como para crear un riesgo toxicológico para los humanos y el ambiente. Esto se lleva a cabo mediante la colecta de muestras del entorno para su evaluación en el laboratorio y así utilizar los datos en el análisis de riesgo específico.

En un análisis de riesgo específico, el especialista determina si las personas estarán expuestas a la contaminación, cómo estarán expuestas y cuánta exposición recibirán.



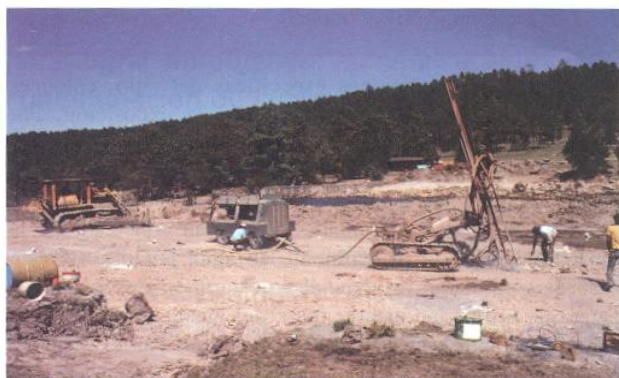
Basado en las condiciones específicas del sitio, entonces cuantificarán el riesgo provocado por la exposición. Por ejemplo, aunque el agua subterránea puede contener tetracloroetileno en concentraciones mayores a 5 mg/litro (MPR), podría ser que todas las residencias, a lo largo del flujo subterráneo de agua contaminada, estuvieran conectadas a la red municipal de abastecimiento de agua potable. En este caso, la comunidad residencial no estaría en riesgo pues el agua que utilizarían estaría fuera del alcance del contaminante y no habría mecanismos que permitieran el contacto con él. En algunos casos esto no elimina la responsabilidad



de realizar una remediación, pero sí facilita el establecer criterios de limpieza menos severos y por tanto menos costosos pero suficientes para la protección de la salud humana y el ecosistema.

Un análisis de riesgo específico del sitio involucra diferentes componentes incluyendo un análisis de caracterización toxicológica, análisis de exposición y caracterización de riesgo. La Caracterización del Sitio implica la recolección de datos de campo basados en las concentraciones de los compuestos químicos en el ambiente para definir la naturaleza y extensión de los contaminantes; así como topografía, condiciones de flujo del agua subterránea, tipos de suelo, características del acuífero, uso del suelo circundante y densidad de población. El segundo paso en el proceso es el Análisis Toxicológico; el cual se concentra específicamente en los compuestos químicos observados en el agua subterránea, suelo, agua superficial y aire; las concentraciones obtenidas, las características fisicoquímicas y en las propiedades toxicológicas de los contaminantes. El Análisis de Exposición busca específicamente en dónde y cómo los compuestos químicos fueron vertidos y determina el tipo de ambiente que fue impactado, identificando las rutas de exposición para los receptores humanos y ecológicos, y estima los posibles niveles de contaminación en los puntos de exposición. La concentración de los contaminantes en el punto de exposición es usada para calcular el nivel de entrada (dosis de exposición) del contaminante en un individuo.

La Caracterización de Riesgo compara las dosis de exposición con niveles aceptables de entrada (dosis aceptables). Para compuestos no cancerígenos, la dosis aceptable es



típicamente encontrada en la literatura y la dosis de exposición es comparada con ella, para determinar si existe un riesgo inaceptable de exposición al químico en cuestión. Respecto de compuestos cancerígenos se efectúan cálculos para conocer el incremento de riesgo de cáncer en una vida; éste se refiere como un exceso de riesgo de cáncer en una vida. Lo anterior ha sido definido de forma diferente por las entidades gubernamentales; comúnmente el exceso de riesgo de cáncer en una vida entre 10⁻⁴ a 10⁻⁷ es aceptable; lo cual significa que la exposición a un compuesto químico incrementa la posibilidad de desarrollar cáncer durante una vida de una a diez mil hasta una a diez millones.

El análisis de riesgo específico puede convertirse en la piedra angular para determinar si un sitio contaminado debe ser restaurado activamente y cuáles son las metas de limpieza apropiadas. Éste puede ser usado por los gerentes ambientales de la industria para determinar la parte responsable del pasivo y para establecer el mejor curso de acciones para reducirlo. Sirve también como una poderosa herramienta de negociación con autoridades regulatorias, al definir apropiados caminos de seguimiento. Se entiende en la comunidad ambiental que una vez contaminado es virtualmente imposible limpiar los suelos o el agua subterránea a condiciones de pureza absoluta. La remediación generalmente procede hasta que la concentración del compuesto químico alcanza un nivel de riesgo aceptable, el cual puede encon-



trarse significativamente por arriba de una concentración de cero; por lo tanto sirve como un importante fundamento técnico para proteger el interés de la industria, definir claramente si la población está en riesgo, ayudar a priorizar los pasivos ambientales según el riesgo, determinar apropiados niveles de limpieza, y puede proveer a la agencia reguladora con los datos necesarios para aceptar el alcance de la industria para resolver el problema ambiental.

En una economía emergente como la de México, la adopción del concepto "basado en riesgo" para los problemas de contaminación, permitiría a la industria y al gobierno emplear el gasto de "dinero ambiental" en aquellos incidentes ambientales que realmente representan un riesgo para el ser humano y los incidentes contaminantes menores podrían manejarse con otros esquemas menos severos. ♻️

* Arcadis G&M, Inc., mwagner@arcadis-us.com (Arcadis).

** Corporación Ambiental de México, SA de CV, jerjesp@cam-mx.com (CAM).

*** Arcadis G&M, Inc., dwisbeck@arcadis-us.com (Arcadis).

2000 **AGRO** **TEOREMA**

Revista Especializada en Tecnología Ambiental y del Campo
No. 44 Febrero-Marzo 2004 Directora: Wendy Coss

AMBIENTAL

Felicidades



La Tierra vivirá 10 minutos más

46

