

Los niveles guía como herramientas de evaluación de sitios contaminados.
Una revisión de términos, métodos y cumplimiento de niveles objetivo de remediación
Andrea Barreda
Ambiente en Diálogo, (2), e028, abril-julio 2021
ISSN 2718-8914 | <http://ojs.opds.gba.gov.ar/index.php/aed/index>
Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS)
Buenos Aires | Argentina

Los niveles guía como herramientas de evaluación de sitios contaminados. Una revisión de términos, métodos y cumplimiento de niveles objetivo de remediación

The guide levels as assessment tools of contaminated sites. A review of terms, methods and fulfillment of remediation target levels

Recibido: 26/03/21 | Aprobado: 13/06/21



Andrea Barreda

Dirección Provincial de Residuos
OPDS | Argentina
barredaa@opds.gba.gov.ar

Resumen: La evaluación de sitios contaminados por sustancias químicas requiere de niveles de referencia para establecer el inicio y la finalización de un proceso de remediación. En particular, el parámetro hidrocarburos totales de petróleo carece de un nivel guía tanto en el marco normativo ambiental vigente en la provincia de Buenos Aires como a nivel nacional, lo que dificulta el criterio para plantear objetivos de remediación para los hidrocarburos totales de petróleo y obliga a recurrir a la consulta de normativas internacionales. La utilización del análisis de riesgo a la salud humana es una herramienta de uso frecuente en el análisis de la contaminación química y una alternativa para establecer el final de un proceso de remediación activo, cuando los contaminantes evaluados no tienen un nivel de referencia asociado o

Abstract: The evaluation of sites contaminated by chemical substances requires reference levels to establish the beginning and the end of a remediation process. In particular, the parameter total petroleum hydrocarbons lacks a guide level both in the environmental regulatory framework in force in the province of Buenos Aires and at the national level, which makes the criteria for setting remediation objectives for total petroleum hydrocarbons difficult and requires to resort to consulting international regulations. The use of risk analysis to human health is a tool frequently used in the analysis of chemical contamination and an alternative to establish the end of an active remediation process, when the evaluated contaminants do not have an associated reference level or when the available technologies are not capable of achieving the

cuando las tecnologías disponibles no son capaces de lograr el cumplimiento del objetivo de remediación. El presente artículo expone la problemática de la evaluación de la contaminación por hidrocarburos en referencia al parámetro hidrocarburos totales de petróleo sin un nivel guía establecido en la normativa vigente, y concluye en la necesidad de desarrollar niveles de referencia locales, no solo para establecer el inicio de la remediación, sino para adoptarlos como objetivos de remediación.

Palabras claves: niveles guía, hidrocarburos totales de petróleo, objetivos de remediación.

fulfillment of the remediation objective. This article exposes the problem of the evaluation of the contamination by hydrocarbons in reference to the parameter total petroleum hydrocarbons without a guide level established in the current regulations, and concludes on the need to develop local reference levels, not only to establish the beginning of remediation, but to adopt them as remediation targets.

Keywords: guide levels, total petroleum hydrocarbons, remediation targets.

Introducción

La actualización de la normativa ambiental es una tarea que debería gestarse con el avance de las dificultades surgidas de la experiencia de trabajo. En este contexto, el presente artículo proporciona una revisión en relación con el uso de niveles guía y normas, su importancia como herramientas de evaluación de sitios y de cumplimiento de objetivos de remediación, y las dificultades que se plantean ante la ausencia de niveles guía locales. En particular, se desarrolla el caso del parámetro hidrocarburos totales de petróleo (HTP), de uso frecuente en la evaluación de sitios contaminados, para el cual no se han desarrollado niveles guía para suelos y aguas subterráneas en la normativa vigente, tanto a nivel de la provincia de Buenos Aires como a nivel nacional.

El estado de situación en referencia a la utilización de niveles guía para HTP en algunos países de Latinoamérica indica que se desarrollaron marcos normativos en los que, en líneas generales, no se lo ha definido como tal, sino en sus fracciones liviana, media y pesada. La normativa de Perú define estándares de calidad ambiental para suelos y para aguas superficiales en función de los usos de ambos recursos. En particular para los HTP en suelos, el Decreto Supremo 011-2017 del Ministerio de Ambiente (MINAM) define tres fracciones diferentes y establece un valor de concentración para un método de análisis de laboratorio determinado en función de los usos de

suelo agrícola, residencial y comercial/industrial. Para aguas superficiales, en el Decreto Supremo 004-2017 (MINAM) se define un estándar de calidad ambiental para el parámetro HTP; para aguas subterráneas no se han desarrollado niveles guía.

Por su parte, en la normativa de México NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 se establecen límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos para distintos usos; no se define un límite máximo permisible para el parámetro HTP sino para sus fracciones constitutivas. En Brasil, en el estado de San Pablo rige la Resolución del Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) 420/2009 sobre criterios y valores orientativos de calidad de suelos en cuanto a la presencia de sustancias químicas, en la que no se define el parámetro HTP ni sus fracciones constitutivas; en Rio de Janeiro, la resolución del Consejo Estadual de Medio Ambiente (CONEMA) 44/2012 establece que, en ausencia de niveles guía definidos en la resolución 420/2009, se deberán aplicar con fines técnicos los estándares de referencia establecidos en otras normativas entre las cuales se menciona el marco de referencia holandés DRF 2009.

La experiencia de trabajo en el Programa de Control de Remediación, Pasivos y Riesgo Ambiental del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) durante una década, desde su creación en el año 2010 a la fecha, condujo al planteo de cómo abordar, en primer lugar, la evaluación de la contaminación de las aguas subterráneas del nivel freático sin niveles guía definidos y, en segundo lugar, el problema de la interpretación del resultado analítico de HTP obtenido con las metodologías de laboratorio disponibles y su comparación con la norma holandesa.

Desarrollo y discusión

El Programa de Control de Remediación, Pasivos y Riesgo Ambiental fue creado en el año 2010 mediante la Resolución OPDS 88/10, a partir de la necesidad de identificar los sitios contaminados dentro del territorio de la provincia de Buenos Aires, llevar un registro de los mismos y analizar los planes de remediación en función de la contaminación detectada. En el año 2014 se aprobó la Resolución OPDS 95/14, de modo tal de crear un marco

de referencia ordenado y sistematizado de la gestión de un sitio contaminado. Dicha resolución adoptó los niveles guía de calidad de la normativa nacional.

La definición de un nivel guía de calidad ambiental constituye una herramienta insoslayable a la hora de evaluar proyectos de remediación de sitios contaminados. A nivel nacional, en el Decreto 831/93 reglamentario de la Ley 24.051 de residuos peligrosos, se define como Nivel Guía de Calidad Ambiental al valor numérico o enunciado narrativo establecido para los cuerpos receptores como guía general para la protección, mantenimiento y mejora de usos específicos del agua, aire y suelo. El decreto incluye 11 tablas con niveles guía de calidad para diversas sustancias peligrosas en función de las distintas matrices ambientales y los usos de los recursos involucrados.¹ En lo que respecta a las tablas de niveles guía de calidad de aguas, se definen niveles guía de acuerdo a su uso: agua para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional; aguas superficiales dulces, saladas y salobres para la protección de la vida acuática; agua para irrigación; agua para bebida de ganado; agua para recreación y agua para pesca industrial. Esta normativa no ha considerado el agua freática cuando no tiene ningún uso específico definido. No obstante, cuando se considera el ciclo hidrológico basado en el movimiento permanente de la masa de agua, el acuífero freático juega un papel muy importante, constituyendo un receptor vulnerable a los impactos producto de las actividades antropogénicas, un medio de transporte de contaminantes y, bajo determinadas condiciones, se conecta hidráulicamente con los acuíferos más profundos, que son los que habitualmente se usan para consumo humano. Esto explica la importancia de generar niveles guía de calidad de las aguas freáticas sin un uso actual evidente.

La provincia de Buenos Aires, en su digesto ambiental, no ha desarrollado niveles guía de calidad ambiental propios para los recursos suelo y agua subterránea, por lo que adopta los niveles guía indicados en las tablas de la normativa nacional. En lo que respecta al agua, la

1. Los niveles guía indicados en las tablas del Decreto 831/93 fueron adoptados a partir de criterios de instituciones de reconocimiento internacional (OMS, Consejo Canadiense de Ministros de Recursos y Medio Ambiente, USEPA, FAO, entre otras).

ausencia de niveles guía para protección del agua del nivel freático, cuando no tiene ningún uso específico, derivó en la utilización, por parte de esta autoridad ambiental, de niveles guía definidos para aguas de consumo humano. Este criterio ha sido muchas veces criticado por parte de los responsables de ejecutar acciones de remediación; sin embargo, ha sido el más conservador para lograr la protección integral del recurso hídrico subterráneo, siempre que las tecnologías sean capaces de resolver el problema de la contaminación y reducir las concentraciones de los contaminantes involucrados hasta alcanzar los niveles guía de calidad ambiental, que son los que se plantean como objetivos de remediación. No obstante, uno de los escenarios contemplados en el Artículo 8° de la Resolución 95/14, es el que hace referencia a las zonas donde el acuífero freático no es utilizado para consumo humano. En este caso, los niveles guía serán los correspondientes a los de fuentes de agua para consumo humano con tratamiento convencional, multiplicados por un factor de diez (10).

Otra consideración para destacar es que cuando el contaminante evaluado no tiene un nivel guía definido o cuando las tecnologías no son capaces de alcanzar los objetivos de remediación, puede utilizarse un análisis de riesgo a la salud humana y al ambiente. La Resolución 95/14 ha incorporado la posibilidad de desarrollar "Acciones correctivas basadas en riesgo" conforme a la Norma IRAM 29.590. Quizá establecer como objetivos de remediación los niveles guía de calidad ambiental sea muy exigente para las tecnologías que se utilizan frecuentemente, y el balance costo-beneficio resulte negativo, debiéndose analizar cada caso en particular. Es habitual que un bombeo de agua subterránea contaminada y su tratamiento en superficie se prolongue durante varios años, sin lograr el cumplimiento de los objetivos de remediación, observándose un amesetamiento de las concentraciones de contaminantes. En estos casos, a veces es posible utilizar una tecnología complementaria o alternativa que sea más eficiente; otras veces, el proceso de remediación activo, mediante la aplicación de las tecnologías disponibles, se agota sin lograr el cumplimiento de los objetivos de remediación.

Por otro lado, cuando se trata de sustancias contaminantes sin niveles guía definidos en la normativa nacional, se han utilizado a modo de referencia los

valores numéricos obtenidos de las tablas de la norma holandesa, que contienen información de fácil acceso e interpretación, de uso corriente en algunos países europeos,² y tienen como característica la definición de valores de intervención para suelos y aguas subterráneas, indicativos de contaminación grave. Holanda fue uno de los primeros países europeos que se anticipó a las estrategias definidas por la Comunidad Europea, generando procedimientos metodológicos, estándares de calidad, niveles de limpieza y normas legales para suelos contaminados. La Resolución OPDS 95/14 establece que “para aquellas sustancias químicas o mezclas complejas no normadas en el Decreto 831/93 reglamentario de la Ley Nacional 24.051, se tomarán los valores de intervención de las tablas del Anexo 1 de la Norma Holandesa (Circular 2009, o la que en el futuro la suplante o complemente)”. Actualmente, dicha circular ha sido reemplazada por la “Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013”. Se pueden citar como ejemplos de dichas sustancias contaminantes sin un nivel guía asociado: el Metilterbutileter (MTBE), utilizado como aditivo en las naftas y frecuentemente evaluado en el marco de proyectos de remediación cuando se analizan situaciones de contaminación en estaciones de servicio; y el parámetro “Hidrocarburos totales de petróleo” (HTP), ampliamente usado como parámetro orientativo para identificar contaminación por hidrocarburos en un determinado sitio.

El parámetro HTP incluye una variedad de mezclas que contienen de cientos a miles de sustancias químicas derivadas del petróleo crudo. Para una primera aproximación de estudio de caso, resulta útil medir la cantidad total del conjunto de hidrocarburos que se encuentran en una muestra de suelo o agua, sobre todo cuando la contaminación no es evidente. La definición de HTP depende del método analítico usado para su determinación, ya que la medida de HTP es la concentración total de los hidrocarburos extraídos y medidos por un método particular. Entonces, los HTP corresponden a una medida de los compuestos que se solubilizan en determinados solventes y son detectados por ciertos métodos analíticos (infrarrojo,

2. En España, el Real Decreto 140/2003 del 7 de febrero, establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, adoptando los valores para calidad de agua de consumo humano de la norma holandesa, para diversos parámetros como los metales y compuesto clorados.

gravimétrico o cromatográfico). Por lo tanto, la misma muestra analizada por diferentes métodos para HTP, producirá diferentes concentraciones debido a diferencias en el tipo de solvente, método de extracción, método de detección y estándar de cuantificación.

En esta autoridad de aplicación, históricamente se ha comparado el valor del parámetro HTP con el valor de intervención definido en la normativa holandesa como “minerale olie” (en idioma holandés) o “mineral oil” (de la versión de la traducción de la norma al inglés), que es un aceite mineral definido sobre la base de un estándar de análisis que se realiza en Holanda. De la consulta del estándar, se pudo establecer que el parámetro “aceite mineral” queda definido por la metodología NEN 5733:1997.³ El aceite mineral es una mezcla compleja de hidrocarburos aromáticos y alifáticos (fracción total C10-C40 de los hidrocarburos de petróleo). La metodología NEN 5733:1997 ha sido reemplazada por la NEN 6978:2008 y con fecha 2 de enero de 2016 por la NEN 6978:2016, no disponible en la web.

Sin embargo, ambos grupos de hidrocarburos, desde el enfoque de la química ambiental y la ecotoxicología, poseen propiedades muy diferentes entre sí.⁴

La problemática que se plantea con el parámetro HTP en el marco de la evaluación de sitios contaminados en la provincia de Buenos Aires, deviene de su comparación con el parámetro aceite mineral tomado de la norma holandesa. Cuando se trata de sitios contaminados con combustibles es habitual determinar HTP utilizando el método EPA 8015, que define a los hidrocarburos que corresponden al rango GRO de C6 a C10 (puntos de ebullición de aproximadamente 60 °C - 170 °C), y los del rango DRO que corresponden a C10 a C28 (puntos de ebullición de entre 170 °C - 430 °C); en tanto el aceite mineral refiere a todos los picos cromatográficos entre los tiempos de retención del n-decano (C10H22) y n-tetracontano (C40H82), y puntos de ebullición en

3. En el método estándar NEN 5733, la muestra se extrae con acetona y éter de petróleo y se purifica con florisil (silicato de magnesio). El extracto purificado se analiza con GC-FID, un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de ionización de llama (Harmsen et al., 2005). En el método NEN 5733, los compuestos alifáticos y aromáticos no se separan.

4. Ambas fracciones (alifática y aromática) presentan diferentes valores de log Kow, log Koc, solubilidad y BCF. En cambio, dentro de cada fracción, estas propiedades para sus compuestos individuales son relativamente homogéneas.

el intervalo entre 175 °C y 525 °C. Como se puede observar, no son comparables.

En este contexto, siendo el parámetro HTP el más utilizado en una primera evaluación en sitios potencialmente contaminados, resulta necesario establecer criterios que permitan obtener resultados comparables en cuanto a la preparación de la muestra y la técnica analítica empleada. Sobre la base de la toxicidad y de las propiedades físico- químicas de los hidrocarburos, se deberían considerar sus diferentes fracciones.

Otra observación respecto de los valores de intervención definidos para suelos de la norma holandesa es que los valores enunciados se encuentran normalizados al 10 % de materia orgánica y 25 % de partículas con un tamaño < 2 µm (arcilla). Esto requiere de la utilización de una fórmula de corrección para suelos locales. En el caso de los compuestos orgánicos, esa corrección está basada en el porcentaje de materia orgánica que contiene un suelo no contaminado.

Conclusión

La ausencia de un marco normativo acorde a las necesidades que surgen durante el proceso de evaluación de proyectos de remediación dificulta los criterios para definir tanto el inicio de la remediación como el cumplimiento de los objetivos planteados en la normativa utilizada como referencia para establecer la finalización de la remediación activa mediante el uso de tecnologías. Asimismo, la experiencia indica que las tecnologías disponibles utilizadas actualmente para disminuir las concentraciones de hidrocarburos en los medios suelo y agua subterránea no siempre son capaces de arribar a los objetivos de remediación. La herramienta "Acciones correctivas basadas en riesgo" conforme a la Norma IRAM 29.590 resulta útil como guía para plantear un modelo conceptual de sitio y establecer si existe o no riesgo a la salud humana de acuerdo a los escenarios planteados de uso actual del sitio estudiado, pero no resulta adecuada para establecer niveles objetivo cuando se trata de preservar los recursos afectados ni es de utilidad cuando se producen cambios en el uso del suelo del sitio evaluado y/o en su entorno, debiéndose revisar el modelo conceptual y los nuevos escenarios.

Es oportuno destacar que la Resolución OPDS 95/14 está en proceso de revisión y, para continuar avanzando con normativas que mejoren la gestión de la remediación de sitios contaminados, debería modificarse el criterio de evaluación del HTP considerando sus fracciones constitutivas, con diferentes propiedades químicas y ecotoxicidad, los métodos de análisis utilizados por los laboratorios de la provincia de Buenos Aires y las particularidades propias de los recursos naturales afectados. Quizá sea adecuado promover la creación de un comité técnico para abordar el problema planteado en el presente artículo, con el objetivo de desarrollar niveles guía locales. ●

Referencias

- Decreto 831/1993, reglamentación de la Ley 24.051. (1993). *Boletín Oficial de la República Argentina*. Recuperado de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/7134717/19930503?busqueda=1>
- Decreto Supremo 011-2017. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo. (2017). *Ministerio del Ambiente*. 4 de diciembre de 2017. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12893/DS_011-2017-MINAM.pdf
- Decreto Supremo 004-2017. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. (2017). *Ministerio del Ambiente*. 7 de junio de 2017. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- ESdat. (2009). *Dutch Soil Remediation Circular 2009*. Recuperado de <https://esdat.net/Environmental%20Standards/Dutch/ENGELSE%20versie%20circulaire%20Bodemsanering%202009.pdf>
- Ley 24.051, de Residuos Peligrosos. (1992). *Boletín Oficial de la República Argentina*, 17 de enero de 1992. Recuperado de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/7126669/19920117?busqueda=1>
- Harmsen, J., Hutter, J. W., Win, T., Barnabas, I., Whittle, P., Hansen, N. y Sakai, H. (2005). Risk assessment for mineral oil: development of standardized analytical methods in soil and soil-like materials. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/40096598_Risk_assessment_for_mineral_oil_development_of_standardized_analytical_methods_in_soil_and_soil-like_materials
- Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. (2013). *Diario Oficial de la Federación*, 10 de septiembre de 2013. Recuperado de <http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC127342/>
- Resolución 88/10. (2010). *Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/Resoluci%C3%B3n%2088%2010.pdf>
- Resolución 95/14. (2014). *Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/Resoluci%C3%B3n%2095%2014.pdf>
- Resolución CONAMA 420/2009, Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. (2009). *DOU*, 249, de 30 de diciembre de 2009, 81 a 84. Recuperado de <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>
- U.S. EPA. (2003). Method 8015C (SW-846): Nonhalogenated Organics Using GC/FID. *Revision*, 4. Washington. Recuperado de https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/8015d_r4.pdf