

CRITERIOS ACTUALES DE GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS EN CILP.

Di Marco, Pablo. YPF S.A. Área Medio Ambiente. pablo.dimarco@ypf.com

Sitnyk, Melisa. YPF S.A. Área Medio Ambiente. melisa.sitnyk@ypf.com

Martino, Sebastián YPF S.A. sebastian.martino@ypf.com

Ruiz, María Soledad. UNLP. FCAG. ruizmsoledad@gmail.com

Perdomo, Santiago. UNLP. FCAG. perdomo.geofisica@gmail.com

Ainchil, Jerónimo UNLP. FCAG. geofisicaaplicada@gmail.com

Kruse, Eduardo. UNLP. FCAG. eduardokruse@gmail.com

Sinopsis

La gestión de sitios contaminados y las acciones tendientes a su saneamiento se ven direccionadas en los últimos tiempos por la incorporación de criterios de sostenibilidad y conceptos de huella ambiental y social. Esta nueva perspectiva dio origen al concepto de Remediación Verde Sostenible, o GSR, como se la conoce internacionalmente.

Apoyados en esta nueva concepción, en CILP se reconocieron y caracterizaron nuevas situaciones ambientales las cuales se presentaron ante el Organismo de Control con el objeto de encontrar soluciones conjuntas.

Los lineamientos metodológicos implementados para abordar tales escenarios abarcan un proceso sistemático que incluye tareas de campo y gabinete. Las actividades de campo propuestas siguen un orden secuencial que se inicia con el análisis de información antecedente y el relevamiento visual del área de estudio. Posteriormente, se ejecutan sondeos ubicados con una distribución regular, donde se extraen muestras de suelo y se realiza una descripción de las principales características de los sedimentos (textura, color, estructura, consistencia) con especial énfasis en las propiedades organolépticas y las evidencias de afectación, visual y/o olfativa. Con el objetivo de definir el funcionamiento hidrogeológico y determinar la presencia de la FLNA se construyen freáticos que se monitorean en forma periódica.

Las actividades de gabinete incluyen la interpretación de resultados mediante la generación de mapas y cortes geológicos tendientes a visualizar la gran cantidad de datos que se generan, facilitar la correlación de los horizontes litológicos atravesados y establecer la extensión areal y vertical de la afectación.

A partir de resultados de laboratorio se realiza un análisis mediante la elaboración de gráficos y mapas de isoconcentración. Se toman como referencia las directrices que establece la Resolución N° 95/14 del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS), que considera los niveles guía del Decreto N° 831/93 reglamentario de la Ley Nacional N° 24.051.

El déficit normativo en materia medioambiental vinculada con hidrocarburos y compuestos derivados es otro de los muchos objetivos de trabajo conjunto con el organismo de control.

Introducción

El Complejo Industrial La Plata (CILP) localizado en la ciudad de Ensenada, provincia de Buenos Aires, constituye la mayor refinería de nuestro país vinculada al transporte, almacenamiento y procesamiento de derivados del petróleo.

Las actividades que se desarrollan en el ámbito de la refinería representan potenciales fuentes de contaminación por hidrocarburos que constituyen una fase líquida no acuosa (FLNA) derivadas

de accidentes, fallas operativas o derrames eventuales, los cuales son oportunamente informados al organismo de control y mitigados en base a lineamientos estandarizados.

En correspondencia con el historial que caracteriza a la actividad mencionada, y cuyo origen data de principios del siglo XX, se han identificado situaciones ambientales generadas como consecuencia de enterramientos en sitios no habilitados o prácticas de disposición de residuos que eran habituales para la época.

Antiguamente, la visión antropocéntrica del ambiente consideraba el uso de bienes y servicios medioambientales como recursos para satisfacer las necesidades inmediatas. La nueva conciencia ambiental se ha traducido en una nueva forma de entender el desarrollo sostenible, en un medio donde interactúan individuos en conjunto con los sistemas bióticos y abióticos que integran el sistema.

Actualmente, la necesidad de considerar la dimensión ambiental en la concepción y en la práctica del desarrollo económico, es indiscutible. Este cambio de paradigma incluye la responsabilidad del hombre centrada en la prevención de eventos o derrames por sobre las acciones de mitigación y remediación. En este sentido, el enfoque interdisciplinario para el tratamiento de la dimensión ambiental resulta fundamental en el establecimiento de una perspectiva holística y equilibrada para el manejo adecuado de las situaciones enunciadas.

La tendencia de los últimos años ha sido considerar a la remediación en base al criterio de riesgos. En el escenario planteado la elaboración de un modelo conceptual de cada sitio, constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones en relación a la adecuación ambiental de los recursos afectados.

Las técnicas de tratamiento consisten en la aplicación de procesos químicos, físicos o biológicos a desechos o materiales contaminados, a fin de cambiar su estado en forma permanente o modificarlo para que dejen de ser peligrosos (API, 1996). En este sentido el concepto de Remediación Verde Sostenible (GSR por sus siglas en inglés) (ITRC, 2011) surge de incorporar acciones tendientes a minimizar la huella ambiental generada como consecuencia de una remediación. Su aplicación involucra la incorporación de las mejores y más eficientes prácticas de manejo en el tratamiento de un sitio contaminado, limitando al máximo posibles efectos negativos derivados de la implementación de una técnica de remediación inadecuada.

El objetivo de este trabajo es mostrar las metodologías que se vienen llevando adelante junto con la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) para obtener el modelo conceptual de sitios contaminados en CILP. Desde el año 1999 la UNLP lleva adelante tareas de monitoreo relacionadas con la afectación derivada de hidrocarburos y compuestos afines.

Desarrollo

Los trabajos de caracterización de sitios potencialmente afectados se realizan siguiendo un orden secuencial que se basa principalmente en el análisis de la información antecedente sobre los recursos que pudieran estar afectados: suelo, agua superficial y agua subterránea. A pesar de poder definir lineamientos generales sobre las actividades que se van a desarrollar, el análisis preliminar posibilita la detección de particularidades específicas para cada área de estudio. Complementariamente, la recopilación de datos existentes permite optimizar los recursos disponibles y focalizar las tareas en aquellos lugares con mayor déficit de información. En este sentido, es muy importante contar con una base de datos actualizada que facilite el acceso y tratamiento de la información disponible.

Luego de este análisis pormenorizado, es posible delinear las siguientes etapas en un cronograma de trabajo preestablecido y acorde a la escala de análisis.

1. Reconocimiento del sitio de interés

Esta primera etapa de los trabajos de campo permite determinar características generales y particulares del sitio de estudio, a través de un relevamiento visual. Es necesario reconocer la ocupación y actividades que se desarrollan en los sectores aledaños, definir los límites y el uso aparente y real del área.

En general se apuntan cuestiones relacionadas al estado del terreno, condición actual de las instalaciones y/o emplazamientos linderos, tendido de líneas eléctricas, cobertura vegetal y presencia de hidrocarburo u otros compuestos en superficie.

2. Ejecución de sondeos

Los sondeos se realizan en forma manual con barrenos o en forma mecánica mediante hoyadora helicoidal (Figura 1), con la finalidad de obtener información referida a los horizontes atravesados y extraer muestras de suelo. El número, la distribución y ubicación se puede diagramar en primera instancia a partir de una grilla regular, con un espaciado prefijado de acuerdo al nivel de detalle que demande la caracterización. Durante la perforación se establece una velocidad de avance lenta a fin de satisfacer los requerimientos necesarios para la descripción de los materiales atravesados.

Previamente a la ejecución de perforaciones, y conforme a la normativa interna establecida por YPF S.A., se realizan rastreos eléctricos a fin de identificar tendido eléctrico y cables enterrados.

Es indispensable adoptar medidas de higiene y seguridad, tanto del personal y su equipo de protección como de las herramientas de trabajo, con el propósito de evitar la contaminación cruzada entre sondeos y muestras con elementos externos.

El material extraído se dispone en un lugar seguro y al resguardo del movimiento del personal siguiendo el orden de avance de la perforación. A partir del perfil litológico generado (Figura 2) se realiza una descripción detallada de las características de los sedimentos, donde se registran aspectos relacionados a los materiales (humedad, textura, estructura, concreciones, motas), presencia de agua, velocidad de avance de la perforación y estimación cualitativa de la permeabilidad. Complementariamente, se determinan las evidencias de contaminación, visual u olfativa, y las características organolépticas (olor y/o presencia de hidrocarburo).



Figura 1. Perforación de sondeos

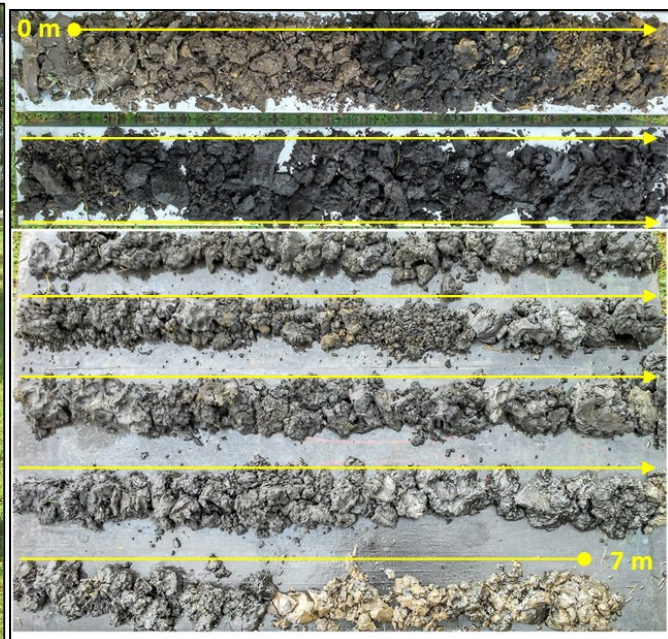


Figura 2. Perfil litológico

3. Construcción de freatímetros

Con el objeto de definir el funcionamiento hidrogeológico y determinar la presencia de FLNA se construyen freatímetros, distribuidos en sitios de interés previamente definidos a partir de la información recopilada en la etapa anterior. Al igual que durante la ejecución de sondeos y hasta una profundidad aproximada de 1 m bajo nivel terreno (m.b.n.t.), se avanza de forma manual mediante barreno, y hasta la profundidad final la perforación se lleva a cabo de forma mecánica.

El diseño constructivo de los pozos se establece a partir de criterios hidrogeológicos con una visión ambiental, considerando el monitoreo con tramo filtro de los horizontes de interés. El entubado se realiza con cañería de PVC de diámetro 2,5 pulgadas, con uniones ensambladas y filtro con ranuras oblicuas a 45°.

En el espacio anular enfrentado con el horizonte saturado y hasta 0,50 m por encima de la unión con la cañería ciega, se dispone grava silícea adecuadamente calibrada y libre de finos. Por encima, y hasta la superficie del terreno, se coloca material bentonítico que sirve de sello y aislante. La columna se completa con tubería ciega hasta la superficie del terreno, donde finaliza con un brocal de cemento de entre 0,10 m y 0,25 m de altura.

Finalizadas las tareas de perforación y construcción de freatímetros, se lleva a cabo el desarrollo y bombeo hasta la obtención de agua limpia, sin sólidos en suspensión y representativa del nivel acuífero a monitorear.

4. Extracción de muestras

Durante la perforación se recolectan muestras de suelo a un intervalo de profundidad prefijado, que puede ser modificado durante las tareas de campo, con la finalidad de obtener un mayor detalle de los horizontes de interés. Las muestras tienen por finalidad la medición de compuestos orgánicos volátiles (VOC) mediante análisis head-space y la determinación de parámetros químicos en laboratorio. La matriz del suelo se recolecta en bolsas de plástico considerando un 50 % del volumen suelo y el otro 50 % aire, donde se miden valores de VOC referidos a la profundidad correspondiente (Figura 3). Las muestras que son remitidas al laboratorio son acondicionadas en envases de vidrio para su mayor preservación. El muestreo de suelo en la zona no saturada se lleva a cabo siguiendo los lineamientos establecidos por la guía ASTM D-4700-91 (2006).

En relación a la recolección de muestras de agua subterránea y FLNA es requerimiento necesario la limpieza del freatímetro luego de su construcción y la estabilización de los niveles líquidos. La recolección se realiza con muestreadores desechables (bailer) para cada punto y se envasan en botellas de vidrio, color ámbar con capacidad de 1 litro (Figura 4). Las tareas se realizan en base a las premisas establecidas en la norma ASTM D4448-85a (2019).

Todas las muestras deben estar debidamente identificadas, y son enviadas al laboratorio con la correspondiente cadena de custodia, donde se detalla el medio muestreado, profundidad, analitos y metodología requerida, entre otras especificaciones.



Figura 3. Medición de VOC en muestras de suelo



Figura 4. Muestreo de agua subterránea

5. Relevamiento topográfico

A los fines de la interpretación de resultados, es necesaria la nivelación topográfica con precisión del orden del centímetro, a partir de la cual se determinan valores de cota del terreno y/o cota de boca de pozo para cada uno de los freatímetros realizados y sondeos que resulten necesarios.

El instrumental utilizado para la adquisición de datos de desnivel está integrado por un nivel óptico y una mira graduada. Los registros recopilados sirven de base para la confección de cortes geológicos y la elaboración de un mapa equipotencial tendiente a definir la morfología potenciométrica y dirección del flujo de agua subterránea.

6. Medición de interfases

Las tareas abarcan el censo y monitoreo de la red de freatímetros preexistentes y construidos en el marco del estudio de caracterización. Se apuntan cuestiones relacionadas a la operatividad del pozo, profundidad de las interfases aire-FLNA, FLNA-agua, aire-agua, altura del brocal y fondo del pozo. La obtención de datos se realiza con una sonda de interfase tomando como referencia la parte superior de la tubería, punto del cual se dispone del dato de cota (Figura 5).



Figura 5. Medición manual de niveles líquidos: profundidad FLNA y agua.

7. Presentación de resultados

La información obtenida para cada sondeo se representa en un perfil esquemático, donde se señalan las características de cada horizonte relevado. Complementariamente, con el objeto de facilitar el seguimiento de los niveles atravesados se construyen perfiles geológicos que permiten visualizar el grado de correlación entre las distintas unidades y establecer de forma aproximada la extensión de la afectación.

En función de los registros de profundidad de agua y cota de boca de pozo se definen los valores de altura potenciométrica, a partir de los cuales se genera un mapa equipotencial, que permite establecer las condiciones hidrodinámicas del sitio. A partir de los registros de espesor de FLNA medidos en los pozos, se establece la morfología de la zona afectada por hidrocarburos en fase líquida.

Sobre la base de resultados analíticos se generan mapas de isocontenido para los parámetros de interés (HTP, aceites y grasas, BTEX, PAH, metales) correspondientes a las distintas profundidades de análisis o niveles de intervención. En general, con la finalidad de facilitar la interpretación los datos son representados según una escala de colores que permite visualizar claramente el grado de afectación en función de las distintas concentraciones.

Las interpretaciones surgidas en esta instancia se resumen en un modelo conceptual del sitio, cuyas características pueden ser fácilmente visualizadas a partir de la elaboración de diagramas en tres dimensiones.

8. Marco legal

La interpretación de los resultados analíticos se realiza considerando como referencia los niveles guía establecidos por la normativa provincial, Resolución N° 95/14. En su artículo 6 hace referencia a los límites definidos por la Ley 24.051 sobre régimen de Residuos Peligrosos y Decreto Reglamentario 831/93, mediante el Anexo II - Tabla 9 - Niveles guía de calidad suelos para uso residencial-industrial y Tabla 1 - Niveles guía de calidad de agua para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional.

La normativa de referencia establece los niveles guía de 5.000 mg/kg y 0,6 mg/l de “mineral oil” para las matrices suelo y agua subterránea, respectivamente.

9. Análisis del riesgo - Remediación

Existen numerosos puntos a tener en cuenta durante la selección de una medida correctiva para la adecuación ambiental de suelos y aguas subterráneas.

En primer lugar, el objetivo principal es iniciar acciones inmediatas sobre la fuente de aporte que garanticen el cese del derrame. En segundo lugar se realiza la caracterización del sitio en base a los lineamientos previamente definidos, los cuales van a derivar en un informe detallado referido a las condiciones del lugar, naturaleza del compuesto y morfología de la afectación.

Por último, se toma en consideración la necesidad de implementar medidas de remediación en base al riesgo a la salud humana, las circunstancias sociales y económicas teniendo en cuenta la huella ambiental que tales acciones podrían ocasionar.

Históricamente en CILP las primeras técnicas de intervención sobre sitios afectados incluyeron una etapa de extracción de la FLNA por bombeo a través de pozos de gran diámetro y trincheras con posterior separación y tratamiento del líquido en superficie.

Actualmente, se mantienen en operación sistemas dual phase, de tipo fijo (Figura 6) y móvil (Figura 7) cuya acción se basa en la recuperación de la FLNA mediante técnicas de bombeo mejoradas por vacío. Dicha metodología induce la aireación del suelo y facilita la degradación de los compuestos volátiles e hidrocarburo residual.

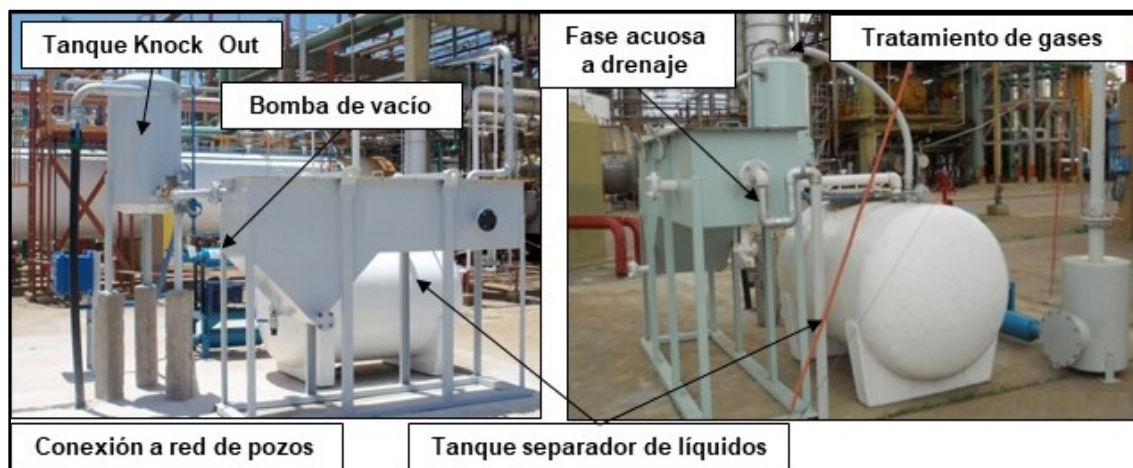


Figura 6. Sistema de remediación fijo donde se produce la extracción de FLNA.



Figura 7. Sistema de remediación móvil.

Consideraciones Finales

El conocimiento de los mecanismos a través de los cuales los compuestos derivados de la actividad industrial afectan a los ecosistemas, y la toma de conciencia de esta realidad por parte de las operadoras, han inducido cambios importantes en la gestión y manejo de sitios contaminados.

En la actualidad, la remediación de un sitio afectado es abordada en base al criterio de riesgos. En este contexto, la elaboración del modelo conceptual, donde se resumen las características geológicas e hidrogeológicas del área, grado y extensión de la afectación e interacción con los potenciales receptores, constituye una herramienta fundamental en el diagnóstico y determinación del riesgo asociado a la presencia de compuestos nocivos. Los resultados obtenidos en esta instancia facilitan la toma de decisiones y el establecimiento de un plan estratégico en relación a la adecuación ambiental de cada sitio evaluado.

A través de un análisis integral de la situación ambiental es posible establecer objetivos de remediación alcanzables, de acuerdo al tipo de afectación, las características naturales y antrópicas del sitio y del entorno.

En el caso de avanzar en la intervención de un sitio afectado, es necesario evaluar la efectividad de cada una de las técnicas factibles de aplicación. Las actividades vinculadas a la refinación del petróleo que pudiesen derivar en una posible afectación por hidrocarburos deberían considerar un plan de intervención inmediata que considere una técnica eficiente y asegure minimizar la huella ambiental.

En CILP, siguiendo los lineamientos de la GSR, se apunta a implementar una metodología de remediación basada en la extracción de la FLNA y reducción de las concentraciones de los compuestos hasta niveles aceptables desde el punto de vista de los riesgos para la salud humana y el ambiente. Dichos niveles pueden ser genéricos como los derivados de una normativa, o específicos, establecidos a partir de un análisis pormenorizado del sitio. En este sentido, se revaloriza la importancia de disponer de datos confiables surgidos a partir de una correcta caracterización del área de estudio.

Bibliografía

American Petroleum Institute. (1996) A Guide to the Assessment and Remediation of Underground Petroleum Releases. Third Edition, API Publication 1628, Washington, D.C.

ASTM D4448-01(2019), Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019, www.astm.org.

ASTM D4700-91(2006), Standard Guide for Soil Sampling from the Vadose Zone, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006, www.astm.org.

Flores, N. y col. (2001) Utilización de lodos residuales en la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos. VI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales, Pachuca; México.

ITRC (Interstate Technology & Regulatory Council). 2011. Green and Sustainable Remediation: A Practical Framework. GSR-2. Washington, D.C.: Interstate Technology & Regulatory Council, Green and Sustainable Remediation Team. www.itrcweb.org

Kruse, E.; Ainchil, J.; Vescina, R.; Olid, J.; Selenco, J. 2002. Monitoreo de aguas subterráneas en la zona de influencia de Refinería La Plata (Repsol YPF). biblioteca.iapg.org.ar/iapg/.../Jagua/4j-agua/Kruse.pdf

Newell, C. J., Bowers, R. L., and Rifai, H. S., (1994), Impact of Non-Aqueous Phase Liquids (NAPLs) on Groundwater Remediation Presented at Summer National AIChE Meeting, Symposium 23, "Multimedia Pollutant Transport Models", Denver, Colorado, August 16, 1994.

Newell, C., Acree, S. y Ross, R. (1995). Light nonaqueous phase liquids. EPA, Office of Research and Development, EPA/540/S-95/500.

CV de los autores

Pablo Di Marco

Lic. en Biología, Facultad de Cs. Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata
Analista Medio Ambiente CILP en YPF S.A.

Melisa Sitnyk

Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata
Jefa de Medioambiente CILP en YPF S.A.

Sebastián Martino

Geólogo, Facultad de Cs. Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata
Geología ambiental en YPF S.A.

María Soledad Ruiz

Geóloga, Facultad de Cs. Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata

Santiago Perdomo

Geofísico, Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata

Jerónimo Enrique Ainchil

Geofísico, Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata

Eduardo Emilio Kruse

Geólogo, Facultad de Cs. Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata