



Programa: Monitoreo y Control del Estado Operativo y Mantenimiento de Plantas.

Subprograma: Pasivos Ambientales.

Objetivos del Subprograma:

Actualización del estado de los pasivos ambientales declarados ante el ex OPDS (Actual Ministerio de Ambiente) y seguimiento de la remediación y/o adecuación del sitio impactado.

Período: Año 2022.



Resumen del Plan de Trabajo

Durante el año 2022 se continuó el seguimiento de la remediación de los pasivos ambientales declarados por las empresas ante el Ministerio de Ambiente (ex OPDS), tareas de remediación y/o adecuación de sitios impactados.

La tarea consiste en la solicitud de documentación, inspecciones, recorrida por la planta, análisis de la información recibida y posterior actualización de la base de datos con análisis y conclusiones.

Tareas	
1. Pasivos Ambientales	3
2. Conclusiones	41

1. Pasivos Ambientales

El presente informe tiene por objetivo presentar sintéticamente el inventario de los pasivos ambientales declarados ante el Ministerio de Ambiente (ex OPDS) por las empresas del área de jurisdicción del CTE, como así también los programas de remediación, estado de ejecución de los mismos y tendencias, hasta diciembre de 2022.

Se programó realizar, mínimamente, una inspección anual a cada empresa que haya declarado ante el ex OPDS sus pasivos ambientales y/o programas de remediación, mantener reuniones con representantes de Medio Ambiente de cada empresa para aclarar dudas y/o solicitar oficialmente documentación, información del estado y avance de los trabajos.

Se inspeccionó a cada una de ellas para verificar el desarrollo de los programas de remediación, solicitándose, en caso de ser necesario, ampliación de información mediante Notas Oficiales.

Los datos aportados por las empresas fueron volcados en gráficos para el análisis de tendencias de evolución de la remediación. Cada empresa remediadora realiza un informe periódicamente y lo entrega a la empresa poseedora del pasivo, el CTE solicita dicha información para presentar los detalles de la remediación llevada a cabo.

Se constató en la totalidad de los casos la continuidad en la ejecución de los programas de remediación presentados ante la Autoridad de Aplicación y aprobados por este organismo.

PASIVOS SANEADOS/REMEDIADOS

EMPRESA	FECHA CIERRE	TAREAS	METODOLOGÍA
REFINERÍA BAHÍA BLANCA S.A.U. (ex PAMPA ENERGÍA S.A.)	13/09/17 (Resolución OPDS 1450/17)	Landfarming. Laboreo y monitoreo de las cuatro parcelas involucradas.	Liberación de las parcelas.
TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR S.A.	Año 2017	Extracción del suelo impactado con hidrocarburo.	Tratamiento ex situ del suelo impactado y reemplazo por suelo nuevo.
CENTRAL PIEDRA BUENA S.A.	04/05/2016 (Resolución OPDS 1284/16)	Extracción de suelo en el recinto de contención del Tanque B de Fuel Oil.	Utilización del suelo impactado para construcción de calles internas de la planta.
TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR S.A.	Año 2015	Extracción del suelo impactado en Zona Foso de Quema.	Cambio de suelo impactado por suelo nuevo.



PAN AMERICAN ENERGY S.A. (ex AXION ENERGY ARGENTINA S.A.)	Año 2013	Extracción del suelo del ex Tanque 3 y Tanque 4.	Disposición del suelo impactado en Landfill y relleno con suelo nuevo.
REFINADORA NEUQUINA S.A (Ex SHELL CAPSA)	Año 2008	Extracción de Fase Libre no Acuosa en napa (FLNA)	Reducción de FLNA

1.1. Refinería Bahía Blanca S.A.U.¹

- **Plan de Remediación del Acuífero Freático**

Antecedentes:

El objetivo del estudio de “Caracterización de la Napa Freática” fue la caracterización de la Fase Libre No Acuosa (FLNA) sobrenadante al acuífero freático subyacente en el predio a fin de delimitar, cuantificar y caracterizar las condiciones de la pluma de la FLNA. El estudio destaca que no se encontraron plumas fuera del predio de la refinería.

La empresa remediadora realizó un estudio de curvas isofreáticas de acuerdo a los valores medidos en el mes de noviembre de 2019, determinándose que el flujo de escurrimiento presenta una dirección NO-SE. Intergeo Argentina S.A. realiza un nuevo plano de curvas isofreáticas de acuerdo a los niveles freáticos medidos en noviembre de 2022, donde se determinó que el flujo de escurrimiento conserva las condiciones iniciales, presentando una dirección NO-SE.

Se identificaron 8 plumas de FLNA compuestas por derivados de hidrocarburos de petróleo, mayormente con concentraciones en el rango de las gasolinas.

Los valores del gradiente hidráulico y de la conductividad hidráulica determinan una nula o baja velocidad efectiva horizontal del flujo subterráneo. Los movimientos principales de los fluidos en el medio subterráneo son verticales.

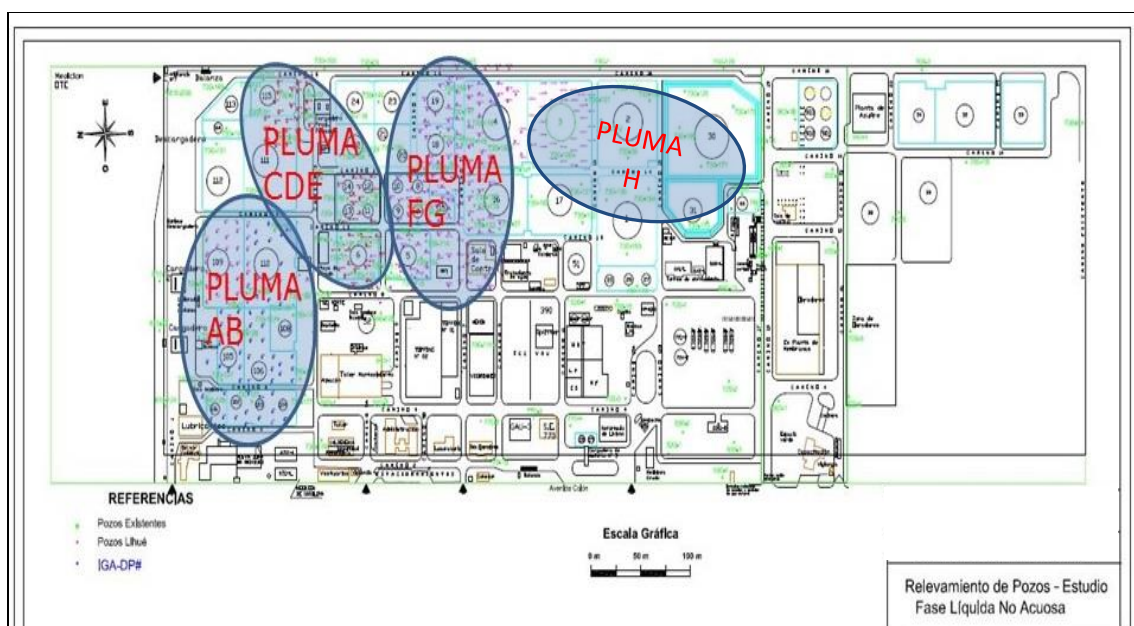
Esto determina que las plumas de FLNA detectadas se circunscriban a sectores donde se han originado y están acotadas al predio de la refinería.

Se seleccionó para la tarea de remediación de la FLNA del agua subterránea de la refinería un sistema de remediación “in situ” de agua y suelo del acuífero freático por la metodología de extracción por DUAL PHASE VACCUM EXTRACTION (DPVE). Esta técnica está basada en la extracción de líquidos y gases desde pozos generando un alto vacío para su recuperación y remoción de vapores del suelo. Un sistema de DPVE puede ser observado como una combinación de extracción de líquidos con extracción de vapores (SVE). Con este sistema se logra el recupero del producto libre sobrenadante y una mejora en la calidad del agua y del suelo en forma simultánea.

La aspiración en cada pozo genera una depresión del acuífero que permite contener la pluma de FLNA en la zona y su posterior extracción hacia la superficie.

La ubicación de las plumas se muestra en el siguiente plano:

¹ A partir del mes de abril de 2018 la empresa Pampa Energía S.A. cambió su razón social por Refinería Bahía Blanca S.A.U.



Ubicación de las Plumas AB, CDE, FG y H

Se recuerda que durante los meses de enero y febrero de 2015 no se han ejecutado tareas de remediación debido al cambio de empresa remediadora, de Lihue Ingeniería S.A. a Intergeo Ingeniería Ambiental, meses en que se realizó la instalación de los nuevos equipos de remediación, por lo que pueden detectarse fluctuaciones en la FLNA. A partir del mes de abril de 2015 los 4 equipos de remediación se encuentran funcionando las 24 horas del día los 7 días de la semana, deteniéndolos solo para realizar la medición mensual de los niveles con 48 horas de anticipación, mantenimientos preventivos, reparaciones y para aquellos casos donde se detiene por sobrellenado de los tanques de hidrocarburos.

Con fecha 13 de julio de 2016 mediante la **Resolución 2112/16 el OPDS** autoriza a la firma Refinería Bahía Blanca S.A.U. a continuar con la primera etapa de la remediación "in situ" del suelo y agua del acuífero freático por la metodología de Extracción por Vacío en Doble Fase, con el fin de extraer la fase libre no acuosa (FLNA) en las Plumas FG, CDE e incorporar la extracción de FLNA de la Pluma AB.

El hidrocarburo recuperado de la operación de extracción de FLNA es derivado al sistema de SLOP a través de un batán y reingresando al proceso productivo de refinación de la planta.

Los efluentes líquidos del producto de la separación hidrocarburo-agua en los equipos de remediación se descargan en el sistema de desagües industriales de la refinería cuyo destino es la planta de tratamiento de efluentes. La planta de tratamiento de efluentes

líquidos de la empresa consta de un tratamiento primario (físicoquímico) y uno secundario (biológico).

Los residuos sólidos generados son dispuestos en contenedores debidamente identificados y localizados en áreas específicas de la refinería; incluyéndose dentro de la gestión integral de residuos especiales de la refinería.

Para continuar con la remediación la empresa presentó ante OPDS con fecha 18/07/18 la solicitud de autorización correspondiente para continuar con las tareas de remediación y tratamiento de aguas del acuífero freático en los sectores de las plumas FG, AB y control de niveles y pluma de disueltos en el sector CDE. Mediante la resolución 1113 con fecha 21/12/18 el OPDS autorizó a la empresa a realizar dichas tareas de remediación y control.

En el mes de noviembre 2019 se presenta en OPDS una propuesta de continuidad de tareas de remediación para las plumas AB y FG, y se solicita autorización para comenzar a remediar un nuevo sector de planta denominado H.

Con fecha 01/06/2021 mediante **Resolución 131/21 OPDS** autoriza a continuar con la remediación de suelo y agua subterránea, consistente en la extracción de FLNA en el sector de las PLUMAS AB y FG, medición de niveles y control en la PLUMA CDE e inicio de la reducción de espesores de la PLUMA H por un período de 24 meses.

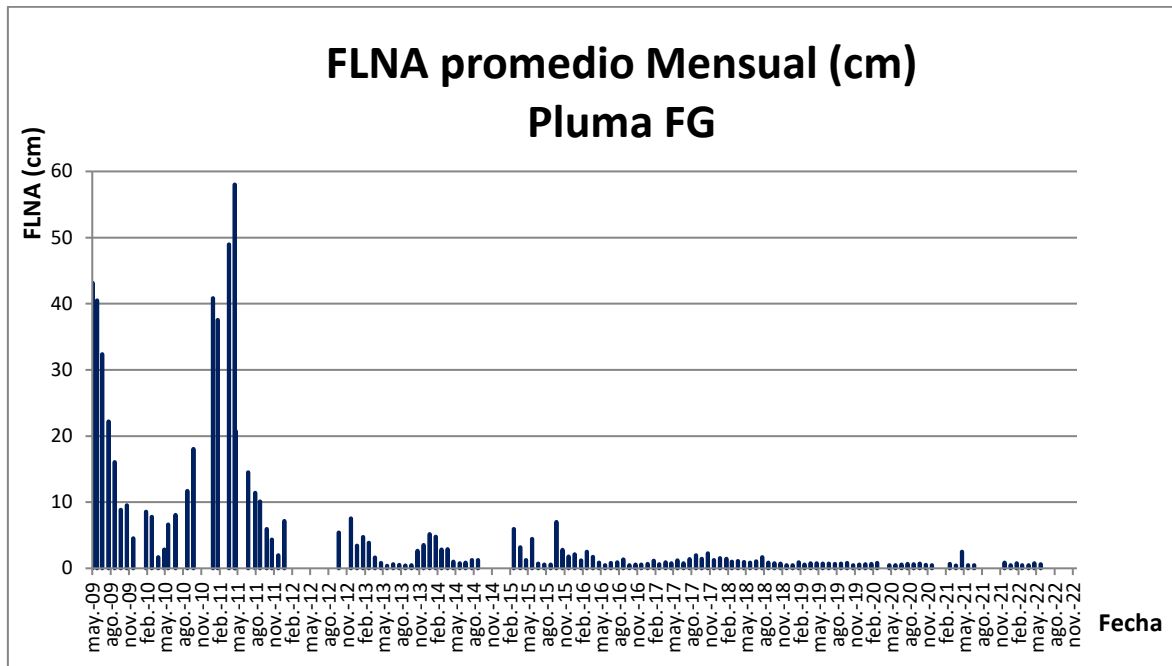
Actualización:

EVOLUCIÓN DE LA PLUMA FG

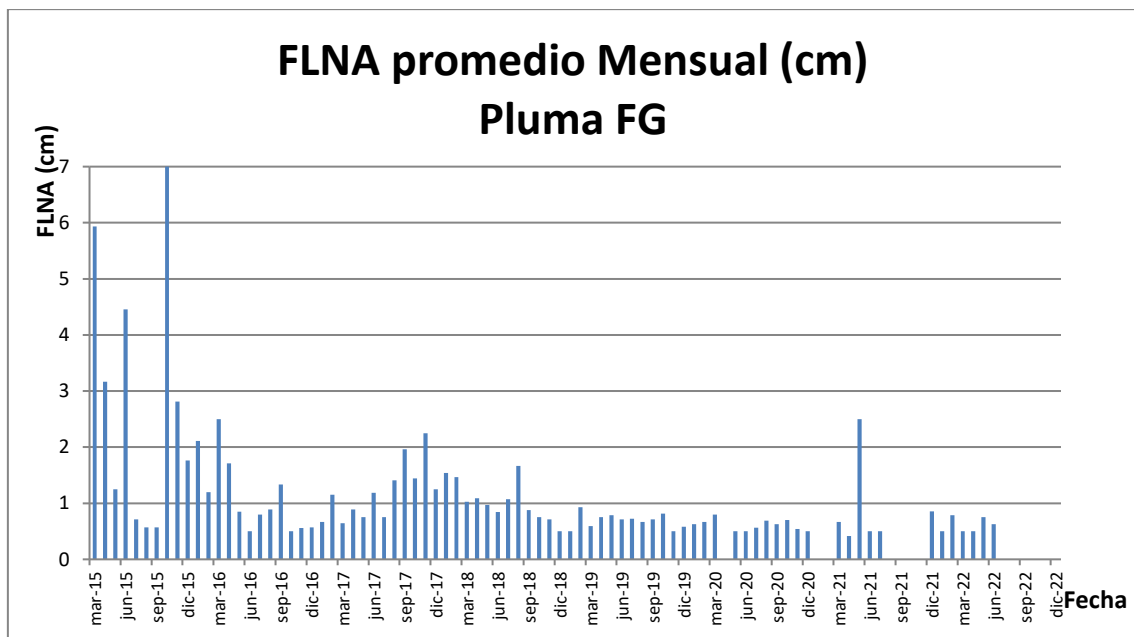
Actualmente esta pluma continúa su operación bajo la **Resolución OPDS 131/21** durante un período de 24 meses.

A continuación, se muestra la evolución del espesor promedio mensual de FLNA en la Pluma FG desde el inicio de la remediación hasta 2022 y en el siguiente gráfico se muestra la evolución durante los siete últimos años, donde se visualiza la tendencia decreciente a estable en FLNA (alcanzando valores mínimos).

Comparando ambos gráficos se visualiza la reducción considerable en el espesor de la FLNA desde el inicio a la actualidad.



En el siguiente gráfico (con otra escala) se muestra la tendencia desde el año 2015, donde comienza a apreciarse una disminución en el valor de la FLNA.



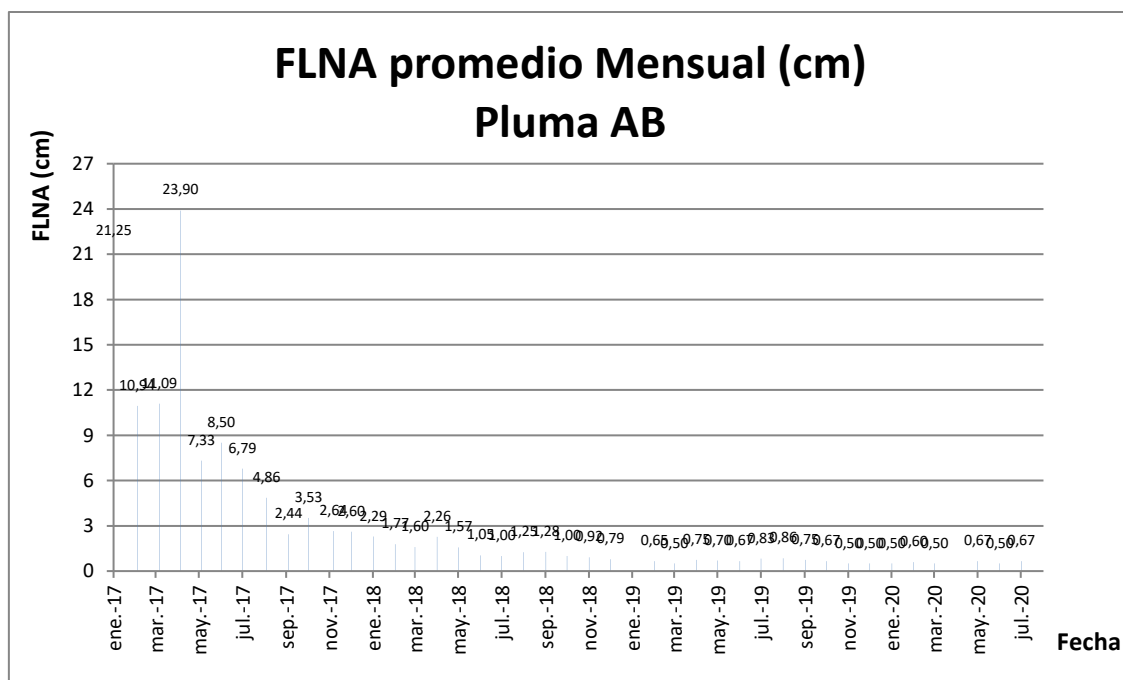
EVOLUCIÓN DE LA PLUMA AB

En noviembre de 2016 se estaban construyendo los pozos de extracción de FLNA en el sector de la Pluma AB.

En enero de 2017 se reubicaron los equipos de remediación del sector CDE hacia la zona de la pluma AB. Durante esta etapa se realizó la puesta en marcha de los equipos DPVE con la finalidad de ejecutar pruebas del sistema y de extracción de FLNA. Se realizaron ajustes en cada uno de los equipos instalados con la finalidad de establecer las condiciones operacionales óptimas del sistema de extracción. También se realizó la nivelación y georreferenciación de los pozos para poder graficar las curvas isofreáticas. Se han realizado mensualmente mediciones de espesores de FLNA y profundidad de nivel freático, control de horas de operación, volumen de producto recuperado y volumen de efluente líquido producto de la remediación.

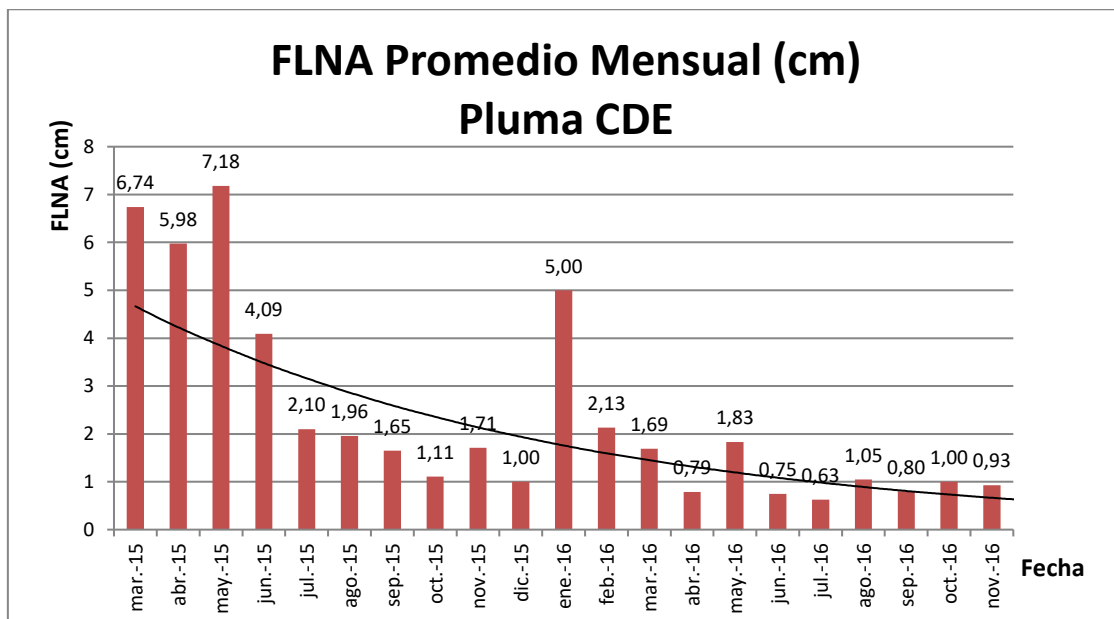
Actualmente esta pluma continúa su operación bajo la **Resolución OPDS 131 del 01/06/21** durante un período de 24 meses.

El siguiente gráfico muestran la reducción de FLNA (en cm) desde el comienzo de la operación, para la Pluma AB.



EVOLUCIÓN DE LA PLUMA CDE

Desde el año 2018 a la actualidad no se ha intervenido en esta Pluma ya que no se encuentra actualmente en remediación, por lo que se hace referencia al PIM 2017 para mayores detalles a diciembre de 2017. De todas maneras en el siguiente gráfico se resumen los datos de la intervención en la Pluma CDE, donde se evidencia la tendencia asintótica en FLNA que determinó la finalización de las tareas de remediación en dicha pluma.

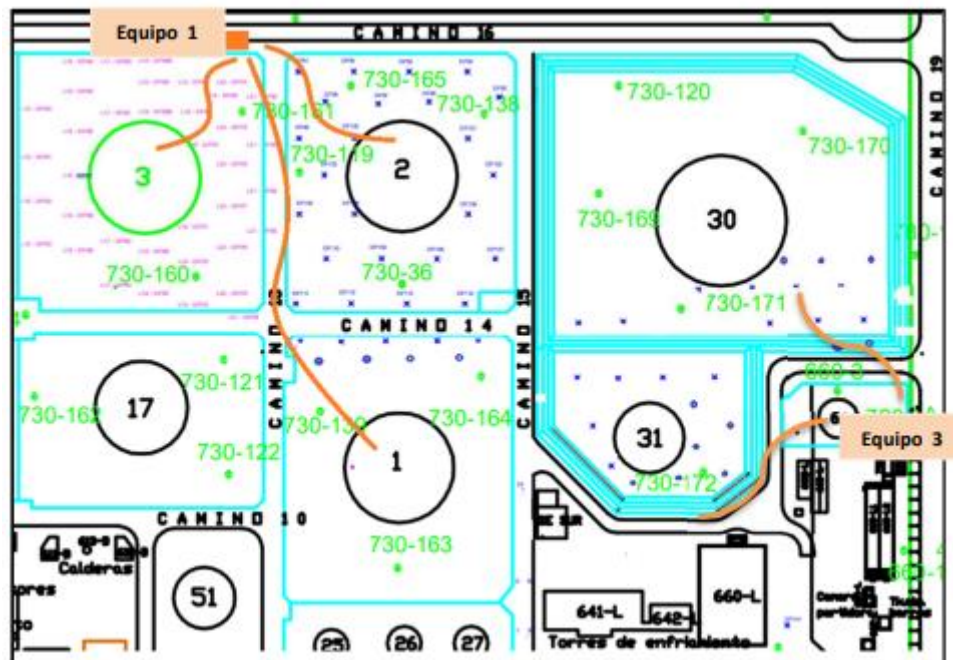


En los informes mensuales se continuará con la información de las mediciones de los espesores de FLNA de la pluma CDE como una medida de control y prevención de posibles desviaciones.

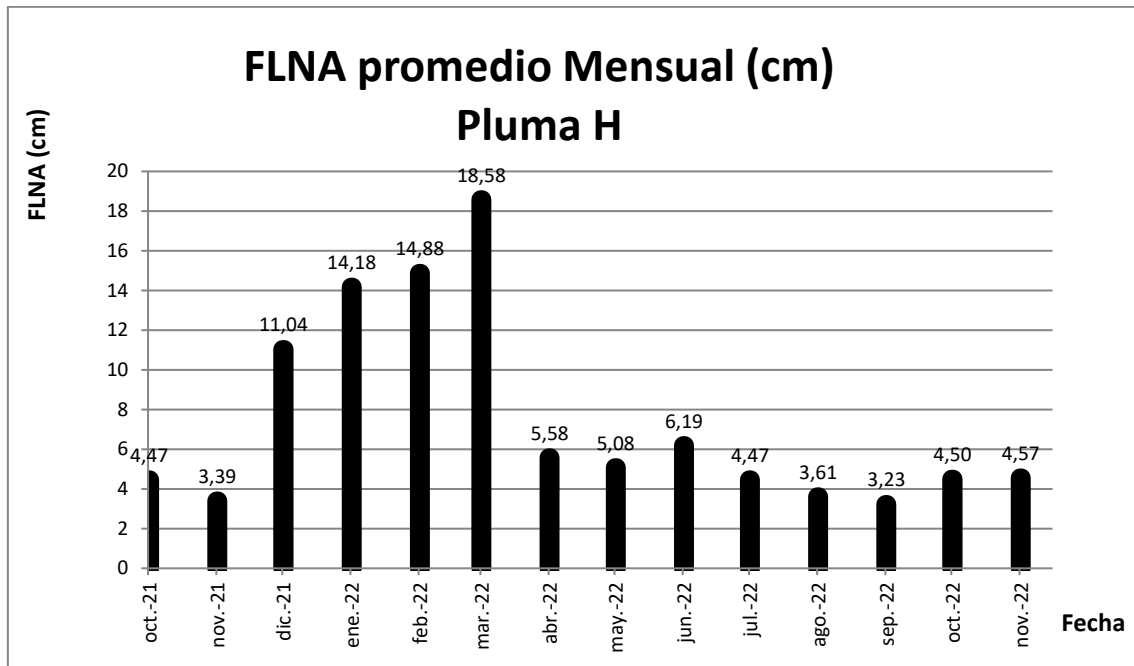
EVOLUCIÓN DE LA PLUMA H

Bajo la Resolución OPDS 131 del 01/06/21 se autorizan las tareas de remediación en el sector denominado PLUMA H, durante un período de 24 meses. Con motivo de remediar este sector se han construido 35 pozos en los Tanques 1 y 2, y 25 pozos en los Tanques 30 y 31.

A continuación se muestra la ubicación de los equipos de remediación en la Pluma H.



En el siguiente grafico se observa el valor promedio mensual de FLNA en cm de la Pluma H, aunque todavía no se cuenta con suficientes datos de muestreo como para sacar alguna conclusión respecto a su tendencia.



- **Plan de Remediación de Suelos de la Refinería:**

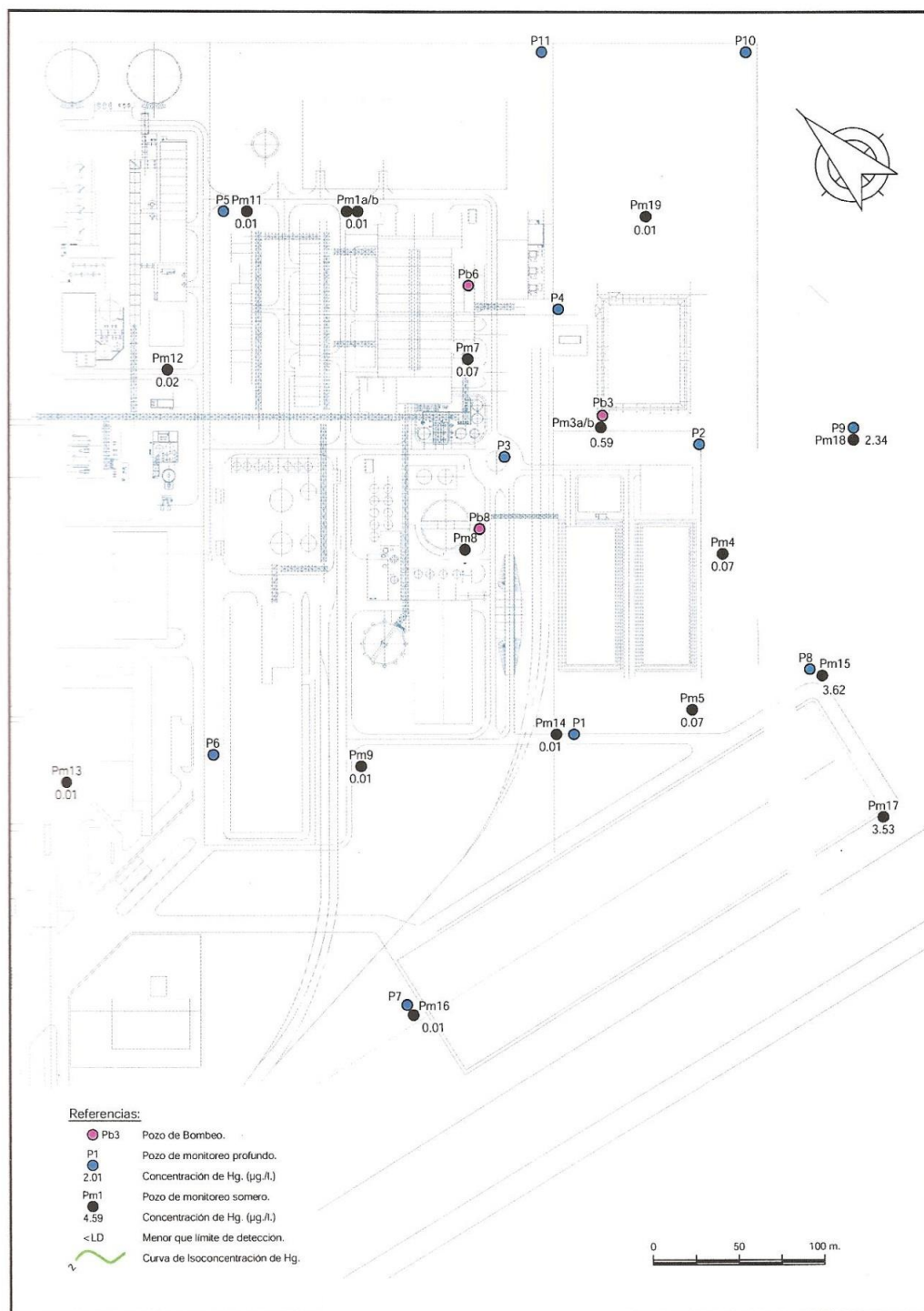
Tal lo informado en años anteriores este Plan se llevará a cabo una vez finalizada la remediación de FLNA de acuerdo al PRI (Programa de Remediación Integral) presentado ante OPDS (actual Ministerio de Ambiente) en octubre de 2013. En el mismo consta como segunda etapa la Remediación de Fase Disuelta Agua Subterránea y Suelo.

Esta etapa se iniciará una vez finalizada la contención, reducción y remoción de la FLNA de todas las áreas y se evaluarán tecnologías de remediación aplicables a las características de la fase disuelta del agua subterránea y suelo del predio. Asimismo, se realizará una evaluación preliminar de riesgos ambientales (RBCA Tier 1) y en el caso de no obtenerse resultados ambientalmente satisfactorios, podrá ser necesario realizar una evaluación particularizada de riesgos (RBCA Tier 2).

1.2. Unipar Indupa S.A.I.C.

• Evaluación de las Operaciones de Confinamiento Hidráulico del Complejo Acuífero en la Planta de Cloro Soda. Proceso de Remediación.

A continuación se muestra la ubicación de la totalidad de los pozos freaticos dentro de la empresa Unipar Indupa S.A.I.C. planta de Cloro Soda (de bombeo en color rosa, someros en color negro y profundos en color azul):



Antecedentes:

Los estudios ejecutados en la planta de Cloro Soda en el año 1995 y 1997, detectaron la presencia de mercurio en el suelo y en el agua subterránea del predio. En tal sentido y a través de un Plan de Gestión Ambiental la gerencia de la empresa ha impulsado un programa de trabajo que contiene las siguientes operaciones:

- Anular la dispersión y movilidad del mercurio depositado en el suelo y el agua subterránea.
- Extraer por bombeo los volúmenes de agua contaminada y proceder a su posterior tratamiento reduciendo progresivamente el mercurio alojado en la capa acuífera.
- Establecer un plan de vigilancia y control ambiental, mediante mediciones de indicadores que puedan utilizarse para evaluar el sistema de confinamiento hidráulico aplicado.

Las operaciones de bombeo se iniciaron en febrero de 2000 y su objetivo fue el de invertir el flujo subterráneo del acuífero y evitar la propagación de la pluma contaminante hacia el nivel de descarga natural que es el estuario de Bahía Blanca. Dichas operaciones se llevan a cabo mediante tres pozos de 8 metros de profundidad cada uno, ubicados respectivamente al lado de la sala de celdas (Pb6), junto al clarificador de salmueras (Pb8) y en la ex playa de barro (Pb3). Se verifica desde el inicio de las actividades hasta el final del período 2019 el confinamiento del flujo del acuífero freático en el centro de la planta.

La red de monitoreo está compuesta por 17 pozos de observación someros (el pozo Pm3B está fuera de servicio) y 11 pozos profundos, de los cuales se realizan las mediciones del nivel freático y el muestreo de agua subterránea.

El programa de control del confinamiento por bombeo incluye:

- La medición mensual de la profundidad del nivel freático en los pozos de monitoreo.
- La toma periódica de muestras de agua en los pozos de monitoreo y bombeo; y la determinación de la concentración de mercurio disuelto.
- El control del caudal de bombeo de los pozos de explotación.

Actualización:

Desde abril de 2004 a diciembre de 2018 los resultados analíticos de los tres pozos de bombeo (Pb3, Pb6 y Pb8) permitieron señalar que la evolución de la concentración de

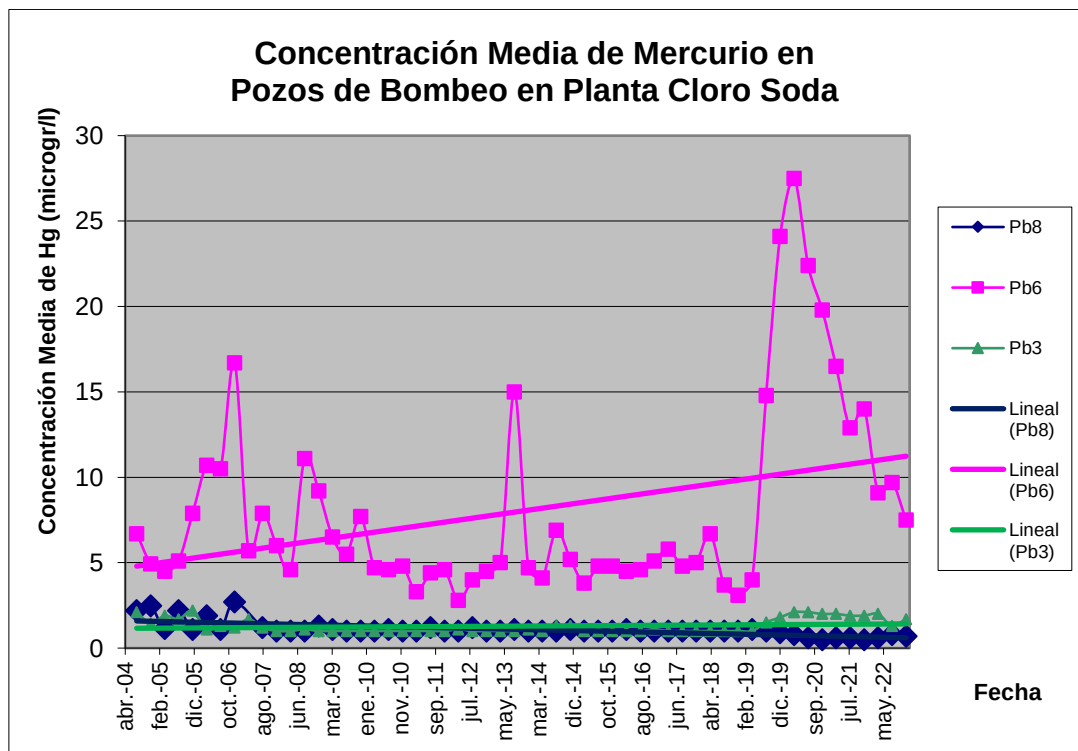
mercurio es levemente decreciente, aunque con tendencia estable; presentando una concentración asintótica en los pozos de bombeo Pb3 y Pb8 (1 µg/l).

En el PB6 aún se registran valores elevados con respecto a los históricos. La causa del aumento de estos valores se debe al rebalse de la platea de contención de la U06 ubicada a dos metros de la boca de bombeo del pozo ocurrida durante el corte general de energía eléctrica del día 16/06/19 que afectó prácticamente a toda la República Argentina, gran parte del sur de Brasil y totalmente Uruguay y Paraguay.

La situación fue puntual y afectó solo el área donde se emplaza la bomba. La causa de presentarse un registro tan elevado en un corto período de tiempo obedece a las condiciones de saturación que alcanzó ese sector de zona no saturada, por el incidente. Esto propicia un flujo vertical de mayores proporciones que a su vez confieren una velocidad al transporte de solutos más significativa.

En los tres pozos de bombeo las concentraciones de mercurio desde el inicio del programa de confinamiento hacia fines de 2018 tendían a disminuir. En los últimos controles hay una estabilización relativa de las concentraciones detectadas alrededor de la unidad en el pozo de bombeo Pb8.

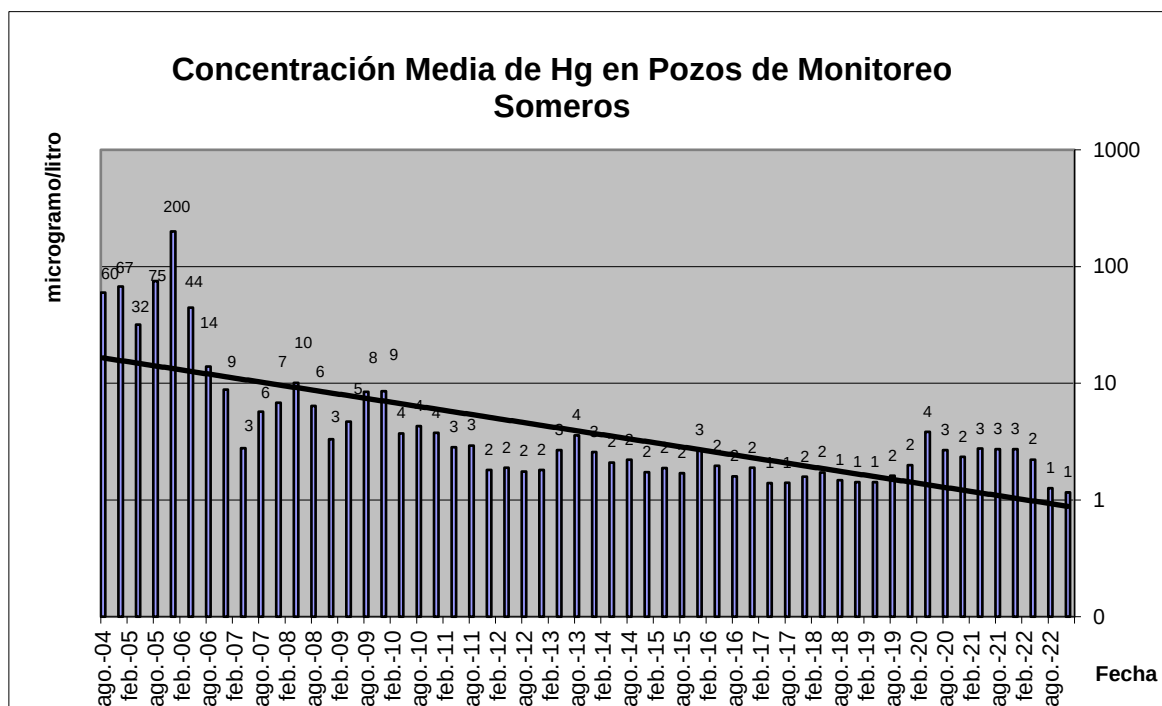
En los últimos dos años se percibió una disminución de la concentración en los tres pozos.

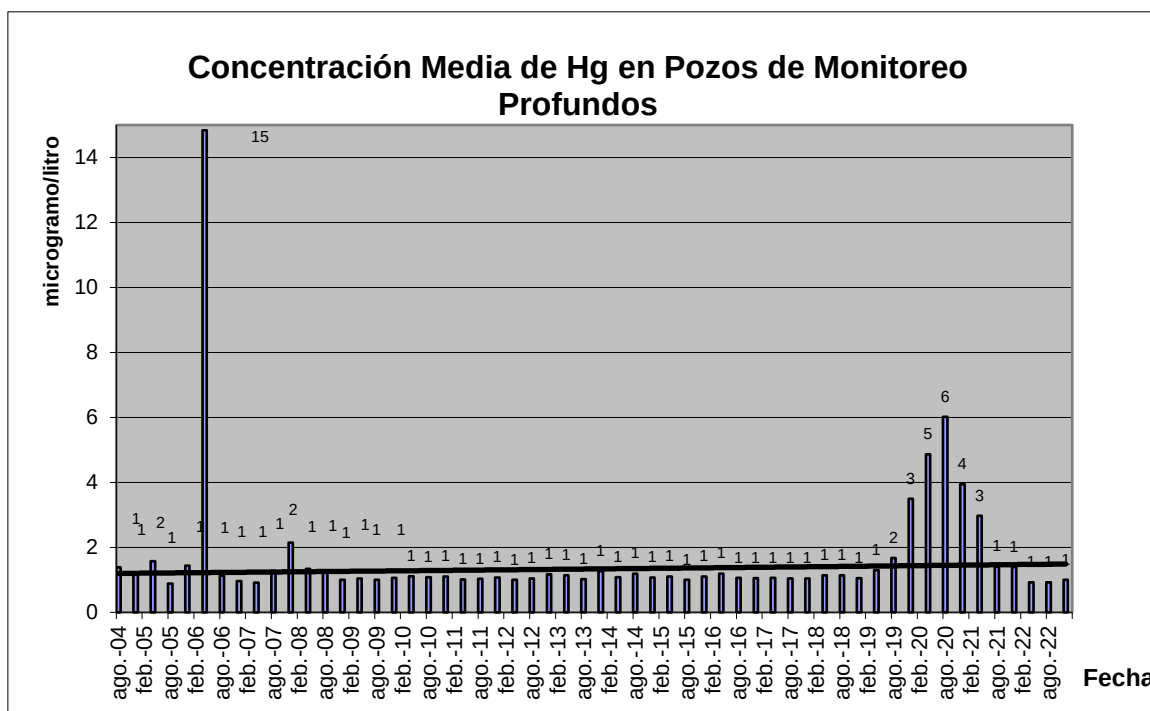


En los siguientes gráficos se muestra la evolución de la Concentración Media de Mercurio en Pozos Someros y Pozos Profundos, se puede observar en el primer caso, una tendencia decreciente en los últimos años; alcanzando los valores registrados previos al incidente anteriormente mencionado.

En el caso de pozos profundos la tendencia es estable, con valores alrededor de 1 µg/l salvo en el pozo P3 que registró valores superiores por el incidente anteriormente expuesto cercano al pozo de bombeo Pb6 lo que produjo el aumento de la concentración media en los pozos profundos (el resto de los pozos presentan concentraciones medias de mercurio de 1 µg/l). Actualmente se alcanzaron los valores previos al incidente anteriormente mencionado de concentración media de mercurio de 1 µg/l.

Estos gráficos se presentan en escala logarítmica para visualizar con mayor claridad los valores de los últimos períodos de la serie.





La tendencia general tanto en el acuífero freático como en el semiconfinado es hacia la unidad aunque con algunas variaciones de corta duración sobre todo en la capa freática que está más expuesta a los cambios físicos y meteorológicos condicionantes en la zona no saturada.

El conocimiento detallado de todas las operaciones e incidencias relacionadas con el manejo del agua que tienen lugar en el ámbito de la planta mejoran sustancialmente la interpretación de los fenómenos hidrológicos e hidráulicos que afectan la dinámica del flujo subterráneo del sistema acuífero.

- **Presencia de 1,2 Dicloroetano en Napas y Suelos en la Unidad Productiva de VCM - Remediación de los Recursos Contaminados**

Antecedentes:

El suelo y el agua de la planta de CVM se encuentran contaminados con 1,2 Dicloroetano (EDC). Esta contaminación presenta una irregular distribución espacial en el agua subterránea.

Análisis ambientales, previos a las tareas de remediación mostraron que el acuífero superior (1,5 a 6,5 m de profundidad) presentó concentraciones de EDC entre 23 y 8679 ppm, mientras que el acuífero inferior (6,5 a 10,5 m de profundidad) tenía concentraciones entre 1 a 3355 ppm.

Estudios de Impacto Ambiental e Hidrológicos demostraron que las fuentes de contaminación de EDC eran:

- Pileta de decantación de cemento (piso rajado).
- Pérdida de producto del tanque 1715.
- Zona de tanques de EDC.
- Derrames ocasionales en zonas no impermeabilizadas.

El método de remediación seleccionado por la empresa fue la bio-remediación *in situ* y fue aprobado por el OPDS (actual Ministerio de Ambiente) y la ADA.

Debido a que el EDC es fácilmente biodegradable por la acción bacteriana aeróbica, el método se basó esencialmente en incrementar la actividad biológica de las bacterias presentes en el subsuelo.

El objetivo es lograr una concentración de EDC (1,2 dicloroetano) por debajo de 1 mg/l en la mayor parte del área a remediar, al finalizar el tratamiento.

Las tareas de biorremediación *in situ* se iniciaron aproximadamente en el mes de Noviembre de 2001 y continúan en ejecución.

El modelo hidrodinámico elaborado en esa área muestra que este sistema trabaja muy bien para evitar una dispersión lateral y vertical de la pluma.

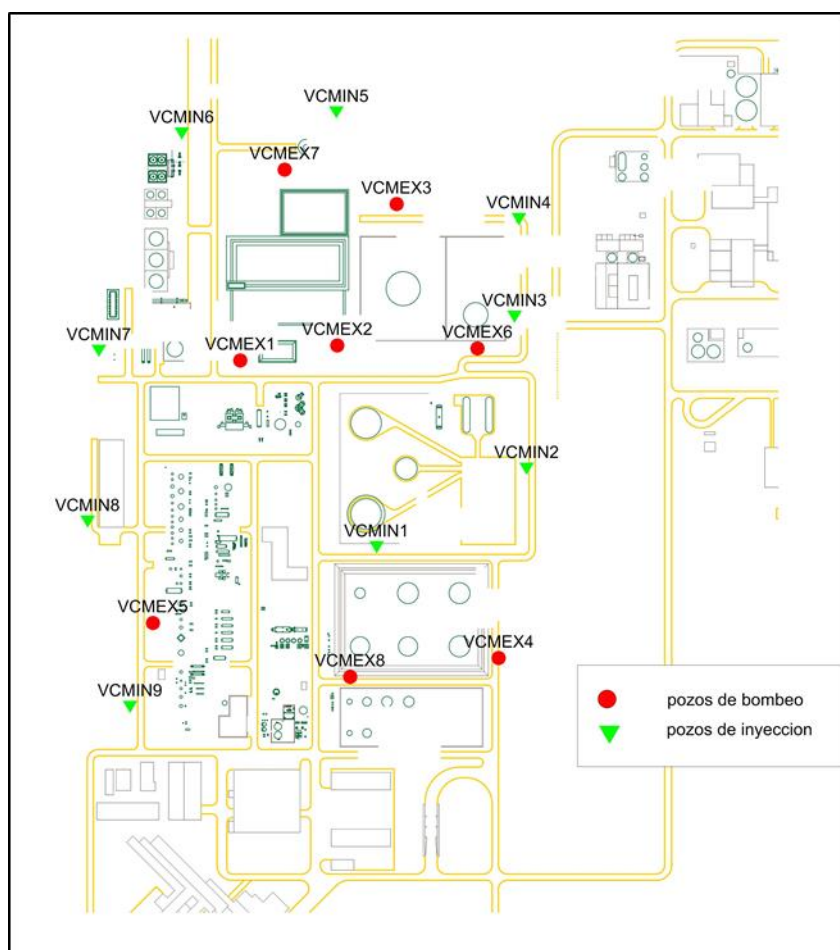
Actualmente el sistema de tratamiento consta de 10 pozos de inyección (IN1 a IN10) y 9 drenes superficiales (D1 a D9). Los pozos de inyección se utilizan para infiltrar agua con nutrientes y peróxido de hidrógeno a una profundidad de 5 a 14 metros. Los drenes están instalados para tratar la contaminación superficial.

El modelo hidrodinámico elaborado, muestra que este sistema trabaja muy bien para evitar una dispersión lateral y vertical de la pluma. Del mismo modo, tal cual lo demuestra la evolución de las concentraciones en los pozos de monitoreo alrededor del área de CVM, se observa que la pluma no migra.

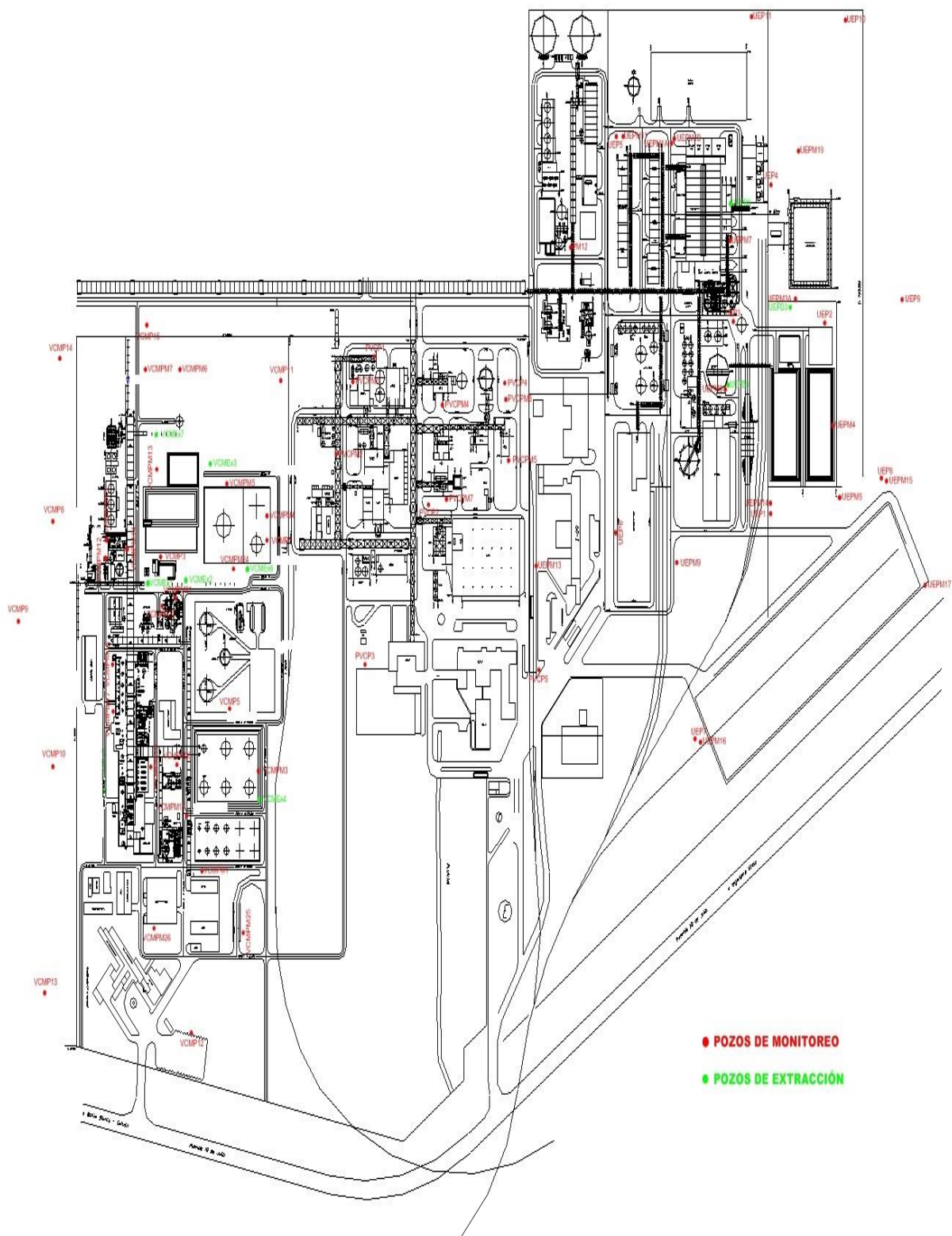
La evolución de los solventes clorados en los diferentes pozos de extracción muestra un descenso de la concentración en el tiempo en la mayoría de dichos pozos hasta el año 2009. Durante los años 2010 y 2011 las concentraciones de EDC han aumentado en varios pozos a concentraciones muy elevadas, debido a fugas de EDC. Durante el año 2012 todas las concentraciones disminuyeron significativamente. Es muy probable que se deba a la finalización del Proyecto CS (Contaminated Sewage).

A partir de Septiembre de 2012 se ha puesto en servicio la totalidad del sistema aéreo de colección de efluentes contaminados con EDC.

La figura que se observa a continuación muestra la ubicación de los pozos de inyección y de extracción.



El siguiente plano indica la ubicación de los pozos de extracción y pozos de monitoreo en la Planta VCM:



Actualización:

Los nutrientes inyectados se preparan en una Unidad de Biorremediación (CBU), y se distribuyen en líneas de Polipropileno (PP), hacia distintos pozos de infiltración.

Los nutrientes están formados principalmente por una solución de nitrato de potasio (KNO_3).

En forma paralela, se inyecta peróxido de hidrógeno para aumentar el suministro de oxígeno disuelto de las aguas subterráneas. Al comienzo del tratamiento se utilizó metanol para mejorar las condiciones de dechloración (esto se realizó sólo durante algunos meses).

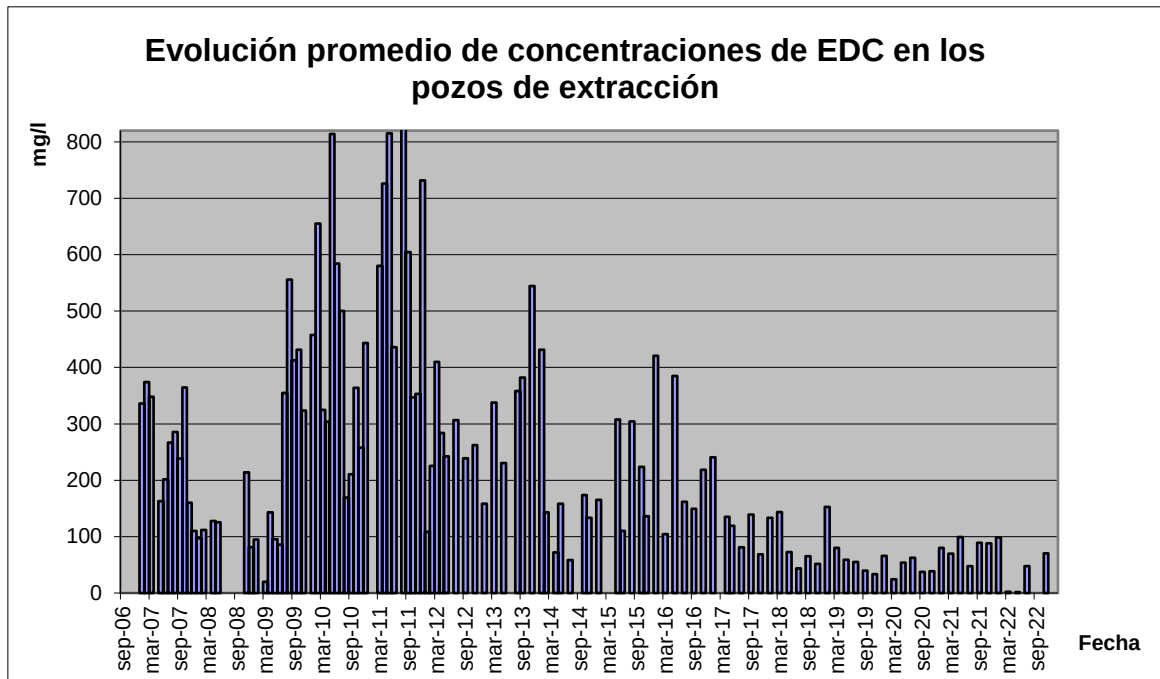
El sistema de extracción está formado por 8 pozos de extracción conectados a la unidad de biorremediación (CBU) con líneas individuales de polipropileno (PP). Se utilizan para bombear aguas subterráneas en el centro de diferentes plumas. El pozo de extracción 8 (EX 8) fue agregado a mediados de 2019.

El caudal de la extracción es mayor que el de la inyección para crear el confinamiento del área y evitar así la migración de aguas contaminadas fuera de la Unidad Productiva de VCM.

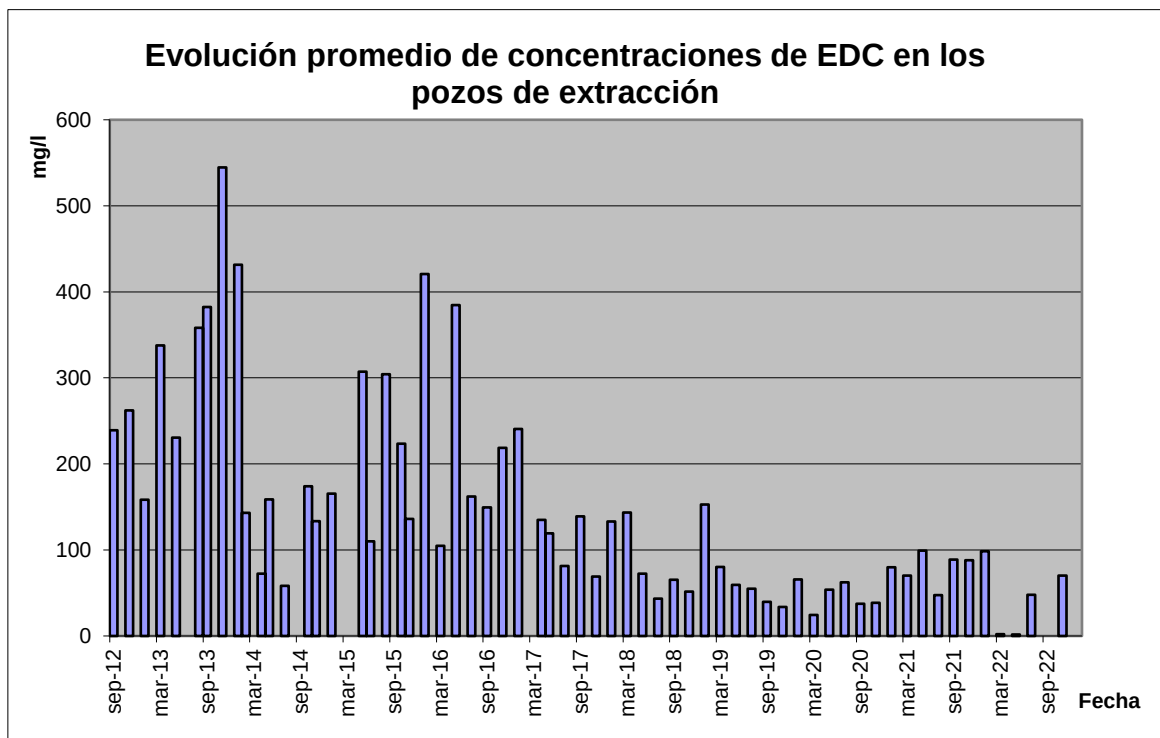
En la unidad de biorremediación (CBU), cada línea tiene válvulas para ajustar el flujo, así como también un punto de muestreo y caudalímetro conectado a una unidad de registro. A partir de mayo de 2019 se monitorea un nuevo pozo de extracción, totalizando ocho.

Como consecuencia del proyecto finalizado del sistema aéreo colección de efluentes contaminados con EDC, a partir de fines del año 2012 las concentraciones de EDC en los pozos de extracción disminuyeron significativamente.

El siguiente gráfico muestra la tendencia de todos los pozos de extracción (EX1 al EX8) desde principios de la remediación.



El siguiente gráfico muestra la tendencia de todos los pozos actuales (EX1 al EX8) a partir de la puesta en servicio del sistema de colección aérea de efluentes contaminados con EDC, donde se manifiesta la disminución de concentraciones de promedio de EDC.



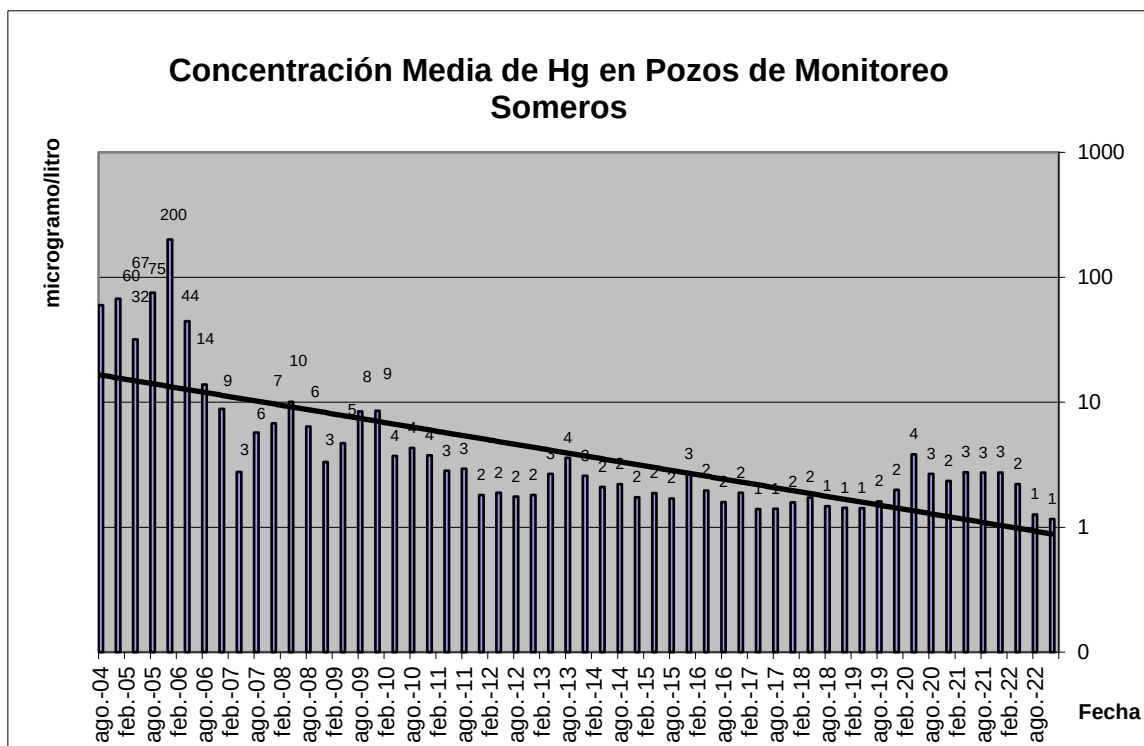
Por lo anteriormente expuesto, se ha comenzado analizar la evolución de la remediación a partir de septiembre de 2012, por datos anteriores ver PIM 2018.

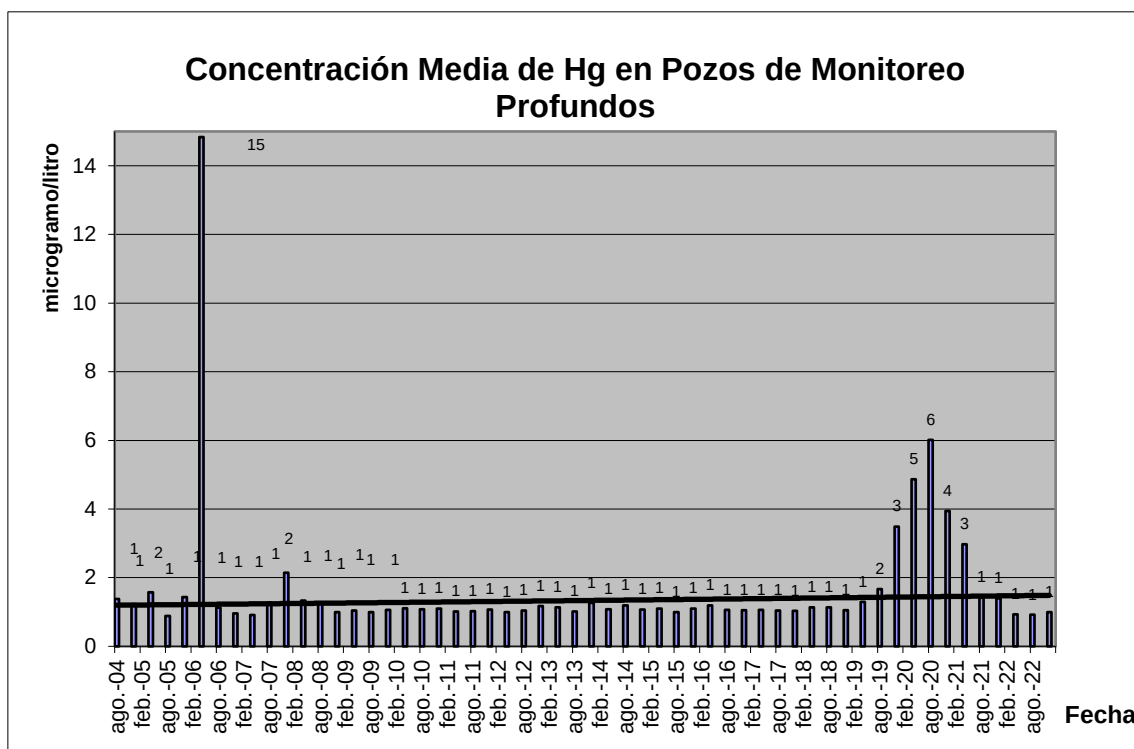
A continuación se realiza un análisis de la evolución de concentraciones de EDC a partir de septiembre de 2012 en donde se erradicó el sistema subterráneo de efluentes clorados, visualizándose la eficiencia del tratamiento, a diferencia de los PIM de años anteriores donde se encuentra el análisis desde principio de la remediación.

En los ocho pozos de extracción se observa un comportamiento global decreciente, aunque con ciertas oscilaciones en algunos pozos, en concentraciones de EDC en los últimos periodos evaluados.

En varios piezómetros las concentraciones actuales son muy inferiores a las concentraciones iniciales. Estos resultados demuestran la eficacia del tratamiento de biorremediación que permite tratar el EDC y conseguir concentraciones tan bajas.

En los siguientes gráficos se puede visualizar la tendencia en los pozos de monitoreo someros y profundos:





La tendencia en la totalidad de los pozos de monitoreo (someros y profundos) es decreciente y estable en valores de 1 microgramo/litro, respectivamente en concentración de EDC.

El área delimitada por las curvas de isoconcentración se ha reducido significativamente con respecto a años anteriores.

Aunque las concentraciones observadas de EDC en los pozos de extracción son elevadas, las curvas tienden a reducirse poco a poco observando la evolución desde 2012. Estos resultados se deben al buen funcionamiento del confinamiento hidráulico establecido y a la biorremediación in situ que impide la migración de EDC fuera del área afectada.

En varios piezómetros de la zona tratada, las concentraciones actuales de EDC son 1000 veces más bajas que las concentraciones iniciales. Estos resultados demuestran la eficacia del tratamiento de biorremediación que permite tratar este compuesto y conseguir concentraciones tan bajas.

El modelo matemático demostró la importancia de no parar el sistema de contención que impedirá la migración de la pluma de EDC fuera del sitio. Esta situación es confirmada con las curvas piezométricas de los pozos profundos. Algunas curvas muestran una situación menos favorable cuando se detienen los pozos de bombeo.

1.3. Profertil S.A.

- **Remediación de Napas**

Al ser detectado por parte de la empresa presencia de nitrógeno amoniacal, en octubre de 2002 se construyeron 20 pozos de sondeo alrededor del Pozo N° 4 (con mayor concentración de amoníaco) con el propósito de identificar las fuentes de aporte.

En mayo de 2008, como resultado del análisis realizado, fue seleccionado el tratamiento por Despojo con Aire (columna de strippeo), que consiste en la eliminación del nitrógeno amoniacal de la corriente bombeada del pozo 10 (cercano al pozo 4).

El siguiente plano muestra: la ubicación de los 17 pozos de monitoreo (1 al 17), 20 pozos realizados posteriormente (A al T) y pozos 421 al 429; éstos dos últimos grupos alrededor del pozo 4.



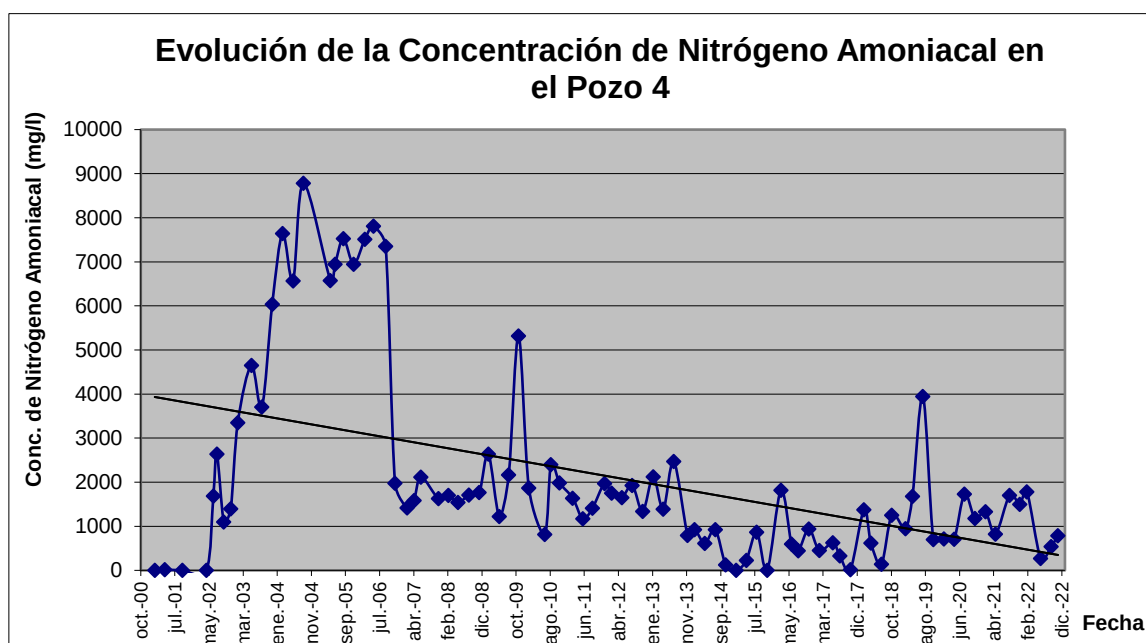
Antecedentes:

Antes de la construcción de la planta se realizaron sondeos para determinar las condiciones de base del acuífero.

Posteriormente, la gestión ambiental permitió que antes del comienzo de las operaciones se desarrollara una red de monitoreo de agua subterránea de 17 pozos con muestreo trimestral, como resultado de un estudio realizado por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad Nacional del Sur. Esto permitió identificar tempranamente (mayo de 2002) un valor anómalo en nitrógeno amoniacal respecto al valor histórico del acuífero.

Actualización:

El siguiente gráfico muestra la evolución de la concentración de nitrógeno amoniacal en el pozo 4 hasta fines del año 2021. Este es el pozo de mayor concentración de nitrógeno amoniacal inicial y es el que se utiliza para bombeo y posterior despojo con aire en la planta Branch.



Se solicitó a la empresa información actualizada y datos de monitoreo, se nos informó que la planta Branch (extracción del amoníaco por arrastre con aire) ha mejorado su funcionamiento. Este proceso arrastra el amoníaco del agua por medio de aire a contracorriente y luego combustiona la corriente gaseosa y amoníaco.

Antes de su descarga a la atmósfera los gases de combustión pasan a través de un lecho catalítico para la reducción de los óxidos de nitrógeno, transformándolos en nitrógeno y vapor de agua.

Las variaciones climáticas tienen influencia en la concentración de nitrógeno amoniacal de los pozos.

Al contrastar las acciones climáticas locales con la evolución hidrodinámica de los niveles freáticos en los diferentes pozos de observación se deduce que el comportamiento del potencial hidráulico mantiene una homogeneidad temporal y espacial de valores en la que tienen lugar. Este hecho verifica el adecuado funcionamiento y reafirma la confiabilidad del sistema de monitoreo en su conjunto como fuente de información.

La hidrodinámica subterránea del ambiente hidrogeológico en el que se encuentra la planta industrial Profertil, está asociada con las condiciones climáticas que ocurren durante el período en la que tienen lugar las mediciones, principalmente con las variables lluvia y temperatura de la atmósfera. Esta última en forma de radiación solar se traduce en evaporación del agua del suelo.

Los procesos naturales que generan recarga por infiltración del agua de lluvia y descarga por evaporación, y los antrópicos a causa de la extracción de agua por bombeo para abastecer a la planta Branch, conforme su intensidad provocan sobre la superficie de la capa freática un conjunto de oscilaciones de ascenso o descenso, según el saldo del balance hídrico del período considerado.

Los registros freatimétricos indican una tendencia generalizada al descenso de la superficie freática de extensión casi total, principalmente los más significativos en cuanto a diferencia de potencial que han tenido lugar en el sector cercano a las unidades U0300 y U0400 y al este de las mismas, donde los mecanismos hidrodinámicos son los más activos de toda la planta por ser la zona de recarga preferencial del sistema hidrogeológico. En tal sentido se deduce que las variables meteorológicas tuvieron un rol esencial en dichos mecanismos.

Al analizar la estructura de la hidrodinámica subterránea se detecta la presencia de altos hidrológicos, que caracterizan la zona de alimentación del acuífero, y sectores con vaguadas o depresiones de descarga de flujo que responden a la morfología de la superficie del terreno. Se destaca al oeste de la unidad U0300 un pronunciado descenso de la superficie freática que finaliza en una estructura tipo vertedero, ubicado en el pozo de bombeo que abastece a la planta de tratamiento Branch. Su efecto hidráulico es el confinamiento del flujo subterráneo que alcanza en extensión el pozo de monitoreo C, situado al este de la unidad U0300, y el pozo de monitoreo 4.29 ubicado en el interior del silo (U02800), desarrollando en este último el radio máximo del cono de depresión de unos 60 metros.

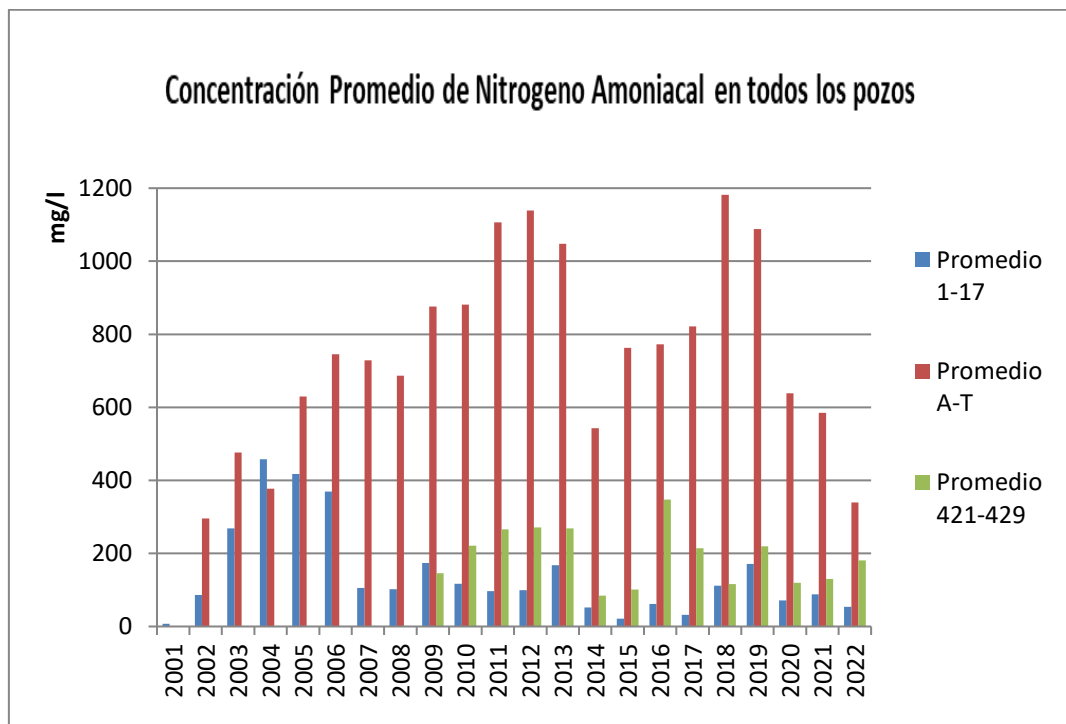
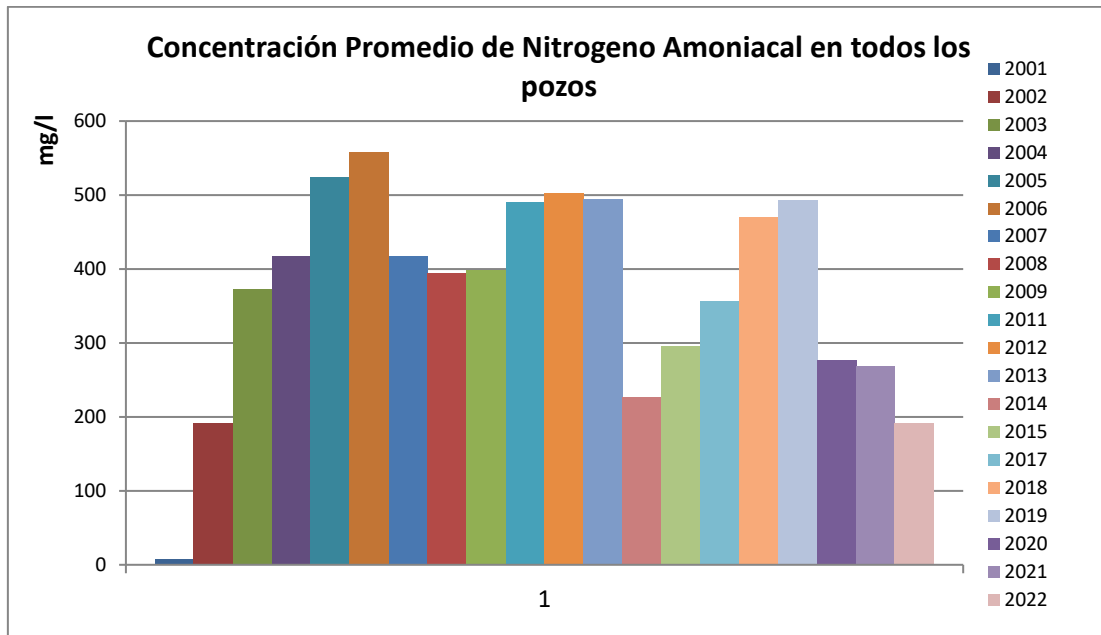
El bombeo permanente que lleva a cabo la planta de recuperación de nitrógeno amoniacal (Planta Branch), produce una acción hidrodinámica con un impacto muy positivo ya que permite la extracción de contaminantes del agua del acuífero y también por el confinamiento de una parte importante del flujo subterráneo.

También con carácter antrópico que inducen la movilización del flujo hacia la descarga es la originada por la obra de drenaje que bordea el perímetro oriental de la planta. Se trata de un canal derivador de agua de drenaje superficial del área urbana vecina al polo petroquímico. El canal bordea a lo largo de unos 750 metros el límite perimetral sur del predio y recibe, además del agua superficial el flujo subsuperficial provenientes del espacio de terreno delimitado por un ducto que arranca del pozo 14 y pasa por el 15, 17, 13 para desembocar luego en el borde litoral de la ría de la Bahía Blanca.

Dentro del espacio que ocupa la planta actúan otras componentes hídricas, naturales que restan agua al sistema acuífero subsuperficial. Una de ellas tiene lugar en el borde costero del estuario el cual constituye el nivel de descarga regional de agua superficial y subterránea. La extensión de este borde tiene unos 500 metros de largo y aquí están ubicados los pozos de monitoreo 6, 10 y 13.

En este sector además se identifican los altos hidrológicos, indicadores de recarga o ingreso de agua. Del mencionado conjunto se debe indicar que en ese sentido la evolución del promedio de todas las concentraciones de este conjunto de pozos ha registrado un incremento. Este hecho puede estar relacionado a: período de menores precipitaciones y por ende menor dilución en el acuífero o disminución de las pérdidas en cuanto a flujo individual y con el mismo tenor de concentraciones lo que hace incrementar la relación concentración por volumen.

A continuación se informa la variación de las concentraciones promedio anuales en nitrógeno amoniacal (mg/litro) desde el año 2001 a la fecha. Se visualiza una tendencia decreciente en concentración promedio de nitrógeno amoniacal



1.4. Pan American Energy LLC, Sucursal Argentina²

Con respecto a la remediación de napa, la empresa ha retomado las tareas de remediación de FLNA y con fecha 23 de mayo de 2016 presentó a OPDS el Plan de Trabajo acorde a los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución OPDS 95/14. Además informó al OPDS que la empresa contratada como tratadora in situ que continuará con las tareas de reducción de FLNA es ERM Argentina S.A.

El trabajo comenzó en junio de 2016 y se denominó “Plan de Remediación Terminal Galván, extracción de FLNA”.

El objetivo es reducir/eliminar la Fase Líquida No Acuosa (FLNA) identificada para las distintas plumas presentes en el sitio.

Con el fin de alcanzar los objetivos mencionados, el alcance de los trabajos desarrollados en el Sitio comprendió las tareas detalladas a continuación:

- Medición de niveles de agua subterránea y FLNA, en los pozos de monitoreo pertenecientes a cada sector con presencia de FLNA;
- Extracción de FLNA implementando aplicación de vacío con equipo móvil e instalación de skimmers pasivos según espesores, movilidad y características físico químicas de la FLNA a extraer;
- Evaluación de fluctuaciones de espesores de FLNA y comportamiento del nivel freático;
- Determinación de volúmenes de FLNA recuperados; y
- Monitoreo de agua subterránea y caracterización de FLNA.

La empresa ERM Argentina continúa actualmente con las tareas de remediación.

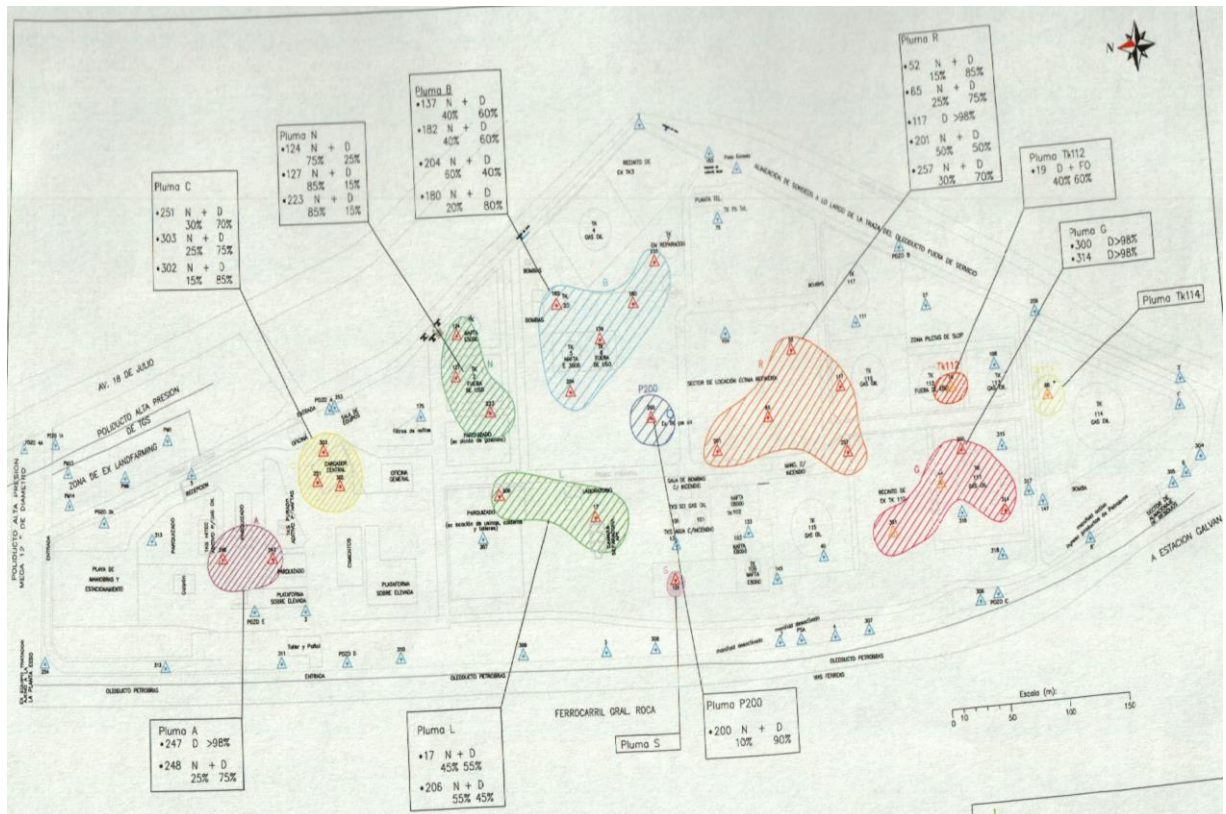
Antecedentes:

Durante el mes de junio de 2016 se realizó un relevamiento total de la red de monitoreo de agua subterránea en el sitio, registrando la integridad de los pozos existentes, los niveles freáticos, y la presencia y espesores de FLNA.

En los pozos con presencia de FLNA se tomaron muestras para su caracterización en laboratorio, para poder evaluar la conformación de diferentes plumas y a futuro, el comportamiento de cada una de ellas por separado.

² A partir del mes de abril de 2018 la empresa Axion Energy Argentina S.R.L cambió su razón social por Pan American Energy LLC Sucursal Argentina.

Se muestra a continuación la ubicación de todos los pozos de monitoreo y la identificación de las diferentes plumas originales.



- Pluma A: Sector Aditivos
- Pluma B: Sector Bombas
- Pluma C: Sector Cargadero
- Pluma G: Sector Tanque 111
- Pluma L: Sector laboratorio
- Pluma N:
- Pluma R: Sector ex Refinería
- Pluma S
- Pluma Tk112: Sector Tanque 112
- Pluma TK114: Sector Tanque 114
- Pluma 200

En la siguiente tabla se muestran las plumas identificadas, los pozos que la componen y los espesores de FLNA registrados en el relevamiento inicial.

PLUMA	POZO	ESPESOR DE FLNA (m)
A	247	0,005
	248	0,14
B	137	1,51
	139	1,32
	180	0,205
	182	0,07
	204	1,45
C	251	0,455
	302	0,03
	303	0,24
G	44	No calculado
	300	0,24
	301	No calculado
	314	0,08
L	17	0,69
	206	0,67
N	124	0,29
	127	Película
	223	0,79
R	52	3,56
	65	1,08
	117	0,05
	201	1,34
	257	2,59
S	129	0,02
Tk 112	19	No calculado
Tk114	88	No calculado
200	200	0,01



Actualización:

Algunas plumas han incorporado pozos que pertenecían inicialmente a otras, a raíz de que algunas caracterizaciones mostraban afinidad por otra pluma

Continúa siendo muy variable el comportamiento observado en los espesores de FLNA.

Tabla de pozos y plumas actuales:

Los pozos marcados con * fueron incorporados en enero de 2018 y los marcados con ** en diciembre de 2021.

PLUMA	POZO	ESPESOR DE FLNA INICIAL (m)	ESPESOR DE FLNA PROMEDIO 2022 (m)
A	247	0,005	
	248	0,14	0,02
	344**	2.32	0.38
B1	137	1,51	0.17
	139	1,32	0,03
	180	0,205	0,13
	182	0,07	0,02
	337**	0.09	0.15
	338**		
	339**		
B2	343**	2.35	2.13
	204	1,45	0,27
	322*	2,65	0,38
C	328*	0,06	0,10
	251	0,455	0.13
	302	0,03	0.01
	303	0,24	0,03
L	330**		
	17	0,69	0,06
	206	0,67	0,01
	324*	0,00	0.01
N	333**		0.01
	124	0,29	0.00
	127	Película	1.30
	223	0,79	0,24
R	321*	1,02	0,24
	52	3,56	0,06
	65	1,08	0,13

	117	0,05	0,21
	201	1,34	0,94
	257	2,59	0,04
	334**		
	335**		
	340**	2.83	0.9
200	200	0,01	0,13
	323*	1,42	0,27
	341**		
	342**	0.77	1.29

Se realizaron campañas de extracción con una frecuencia semanal, en las plumas identificadas, con diferentes metodologías dependiendo de las condiciones de cada una de ellas y de los pozos que la componen.

Las metodologías llevadas a cabo para la extracción de FLNA puede dividirse en:

- Skimmer pasivos: en aquellos pozos con espesores reducidos de FLNA y condiciones de muy baja recuperabilidad;
- Extracción por vacío con equipo móvil: durante períodos prolongados en aquellos pozos con espesores considerables de FLNA y buena tasa de recuperación;

Skimmers pasivos:

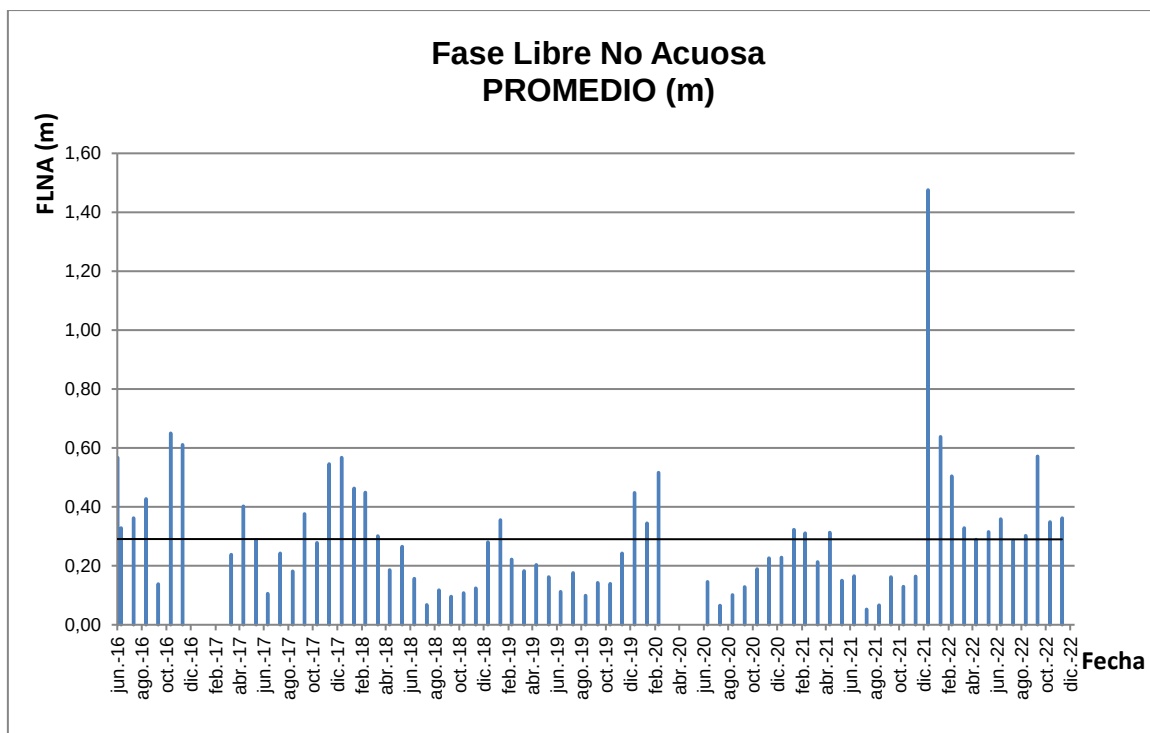
Esta tecnología se aplicó en los pozos con reducido espesor de FLNA (<0.10 m) incorporando y/o eliminando pozos a medida que se consideró pertinente.

Extracción con equipo de vacío móvil:

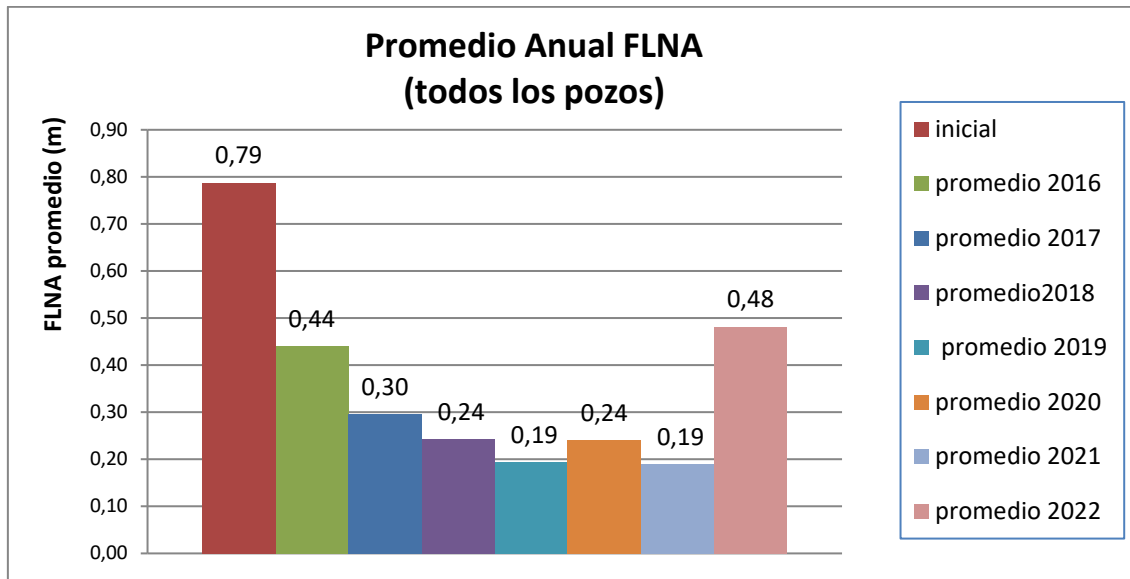
Consiste en remover únicamente la columna de FLNA registrada dentro de cada pozo con el objetivo de minimizar la extracción de agua subterránea. Esta metodología se realiza desde el inicio de los trabajos de extracción y en todos los pozos con algún registro de FLNA. Genera una convergencia de la FLNA circundante a los mismos favoreciendo la movilidad hacia el pozo para su posterior extracción

La evolución de las plumas continúa siendo dinámica y variable. Más allá de los problemas de logística que ocasionaron una menor frecuencia en las campañas de

extracción a inicios del período, dándole mayor tiempo de recuperación a algunos pozos puntuales y un aumento en sus espesores, y por ende en los volúmenes recuperados de FLNA durante el mes de marzo, los nuevos pozos mostraron una buena recuperabilidad, lo que luego se reflejó en el aumento de la tasa de extracción. Se continuará evaluando el comportamiento de estos pozos en cuanto a sus espesores y recuperación, lo que podría modificar la conformación de algunas de las plumas identificadas.



En el siguiente gráfico se compara la evolución de FLNA promedio de todos los pozos desde el inicio de la remediación a la actualidad:



La FLNA y el agua generada durante las tareas de extracción fueron almacenados transitoriamente en bins de 1000 litros correctamente identificados en el depósito de residuos peligrosos, para permitir la separación de la emulsión generada entre ambas.

La FLNA luego de ser cuantificada fue enviada a reprocesamiento, mientras que el agua fue enviada a disposición final por medio de transportista y operador habilitado.

Por otro lado, los skimmers saturados, junto con los residuos sólidos generados durante las campañas de extracción, como trapos con hidrocarburos, fueron depositados en los recipientes destinados a los residuos con similares características dentro de la terminal.

Conclusiones

- También son monitoreados los pozos perimetrales a la empresa tal como lo solicita Ministerio de Ambiente en el CAA, en los que no se detecta FLNA.
- La dirección general de flujo de agua subterránea es de E a O, coincidente con lo esperado y con las interpretaciones históricas.
- Se registran cambios en las dimensiones de las plumas y una disminución en la tasa de extracción.
- En líneas generales, los espesores promedio de FLNA registrados mantienen valores estables, salvo un pico puntual de valores de FLNA detectado en enero 2022, que elevó el valor del promedio anual.
- La integridad y estado general de la red de monitoreo de agua subterránea es buena.
- Los resultados analíticos de las muestras de FLNA, evidenciaron de forma generalizada características de hidrocarburos degradados, por lo que

posiblemente la procedencia de las mismas sean de operaciones y/o actividades antiguas.

- Se continuó con las metodologías de extracción de FLNA mediante la instalación de skimmers pasivos y aplicación de vacío con equipo móvil, dependiendo de las condiciones y evolución de cada pozo y/o pluma.
- Algunos pozos tuvieron nuevamente detecciones de FLNA (espesores mínimos) luego de un largo tiempo. Posiblemente se deba a FLNA residual de la pluma, donde la constante fluctuación del nivel freático favorece su movilidad y posterior registro en los pozos.

Conclusiones

Con respecto a los Pasivos Ambientales declarados por las empresas ante la Autoridad de Aplicación, se realizó el relevamiento anual con información actualizada brindada por las empresas y se verificó que se continúa trabajando en las remediaciones.

En general, se observa una lenta y fluctuante evolución en la remediación de los pasivos ambientales con tendencia decreciente en las concentraciones del contaminante, destacándose que las empresas continúan ejecutando las tareas comprometidas con el ex OPDS/ADA (Ministerio de Ambiente y Autoridad del Agua). Algunas de ellas ya han llegado al objetivo de remediación y se encuentran en la etapa de monitoreo post remediación.

El grado de cumplimiento global del Subprograma es altamente satisfactorio ya que se ha cumplido con la totalidad de lo programado para el año 2022, verificándose el trabajo realizado por las empresas y avance en la remediación de los pasivos ambientales.

Se resalta que el proceso de remediación de pasivos ambientales, en general, resulta de lenta evolución y resultados fluctuantes. Esto es debido a los múltiples factores que intervienen en el proceso, independientemente de las propiedades del contaminante: ubicación de las napas freáticas, régimen de lluvias, tipo de suelo, etc.

El objetivo de remediación lo determina la Autoridad de Aplicación: ya sea a valores existentes previos al impacto (si los hubiera) o al alcance de valores asintóticos sostenidos en el tiempo. A partir del cierre de la remediación, se continua con un monitoreo para detectar posibles valores enmascarados con una frecuencia determinada por la Autoridad de Aplicación.