

# Tratamiento de barro empetrolos en la Patagonia. ¿Tema resuelto?

Por **Federico Sameghini**, Tecpetrol SA

En base a distintos experimentos realizados en los últimos años, y al aplicar además una dosis de creatividad, se ha resuelto esta problemática ambiental en los yacimientos de la Patagonia. Así lo explica en este artículo el Ing. Federico Sameghini.

La explotación de un yacimiento de petróleo provoca inevitablemente la generación de residuos con altas concentraciones de hidrocarburos. Es por ello que se tiende a minimizarlos, reciclarlos o, eventualmente, tratarlos para así disponer de ellos de manera apropiada y responsable.

No obstante, su manejo, tratamiento y disposición final resultaba un tema no siempre fácil de resolver, en especial en los yacimientos ubicados en la Patagonia argentina, donde existen numerosas limitaciones climáticas y edáficas, entre otras, que dificultaban cualquier tipo de tratamiento biológico convencional. Los fuertes vientos del oeste –que soplan en forma prácticamente ininterrumpida– junto con las escasas precipitaciones constituyen los elementos determinantes de la extrema aridez de la zona. Además, las condiciones de los suelos (carentes de horizontes genéticos, con déficit de fósforo, nitrógeno y comunidades bacterianas capaces de producir la biodegradación natural) actúan como factor limitante de la implementación de los tratamientos biológicos. Sin embargo, debido a diversas iniciativas realizadas por distintas empresas (entre las cuales se encuentran no sólo la metodología desarrollada por Tecpetrol, motivo del presente artículo, sino también, por ejemplo, los avances obtenidos en los métodos de biorremediación por técnicas biológicas) el tema parece haberse resuelto. El paradigma de que resulta prácticamente imposible realizar un tratamiento eficaz de los barro empetrolos en los yacimientos del sur argentino ha quedado sin fundamentos.

## Nueva tecnología

Consciente de estas limitaciones externas, Tecpetrol se propuso investigar alternativas para el tratamiento de

dicha corriente de residuos en su área El Tordillo, localizada en el flanco norte de la Cuenca del golfo San Jorge, en la provincia de Chubut. Es operado por Tecpetrol desde julio del año 1991 y actualmente cuenta con una producción diaria promedio de 4300m<sup>3</sup> de petróleo.

El objetivo de la tecnología desarrollada consiste en la maximización de la recuperación del hidrocarburo, con el fin de reducir el volumen tratado enviado a disposición final. Incluye diferentes etapas, en las que se combinan métodos físicos, químicos y biológicos. La originalidad de este proceso radica en la forma en que estos métodos se incluyen dentro un sistema de tratamiento único.

El lugar elegido para desarrollarla fue la antigua planta de lodos del área. Esta instalación tenía las ventajas de presentar la infraestructura necesaria para el proceso, disminuyendo así los valores de inversión inicial (que sólo se redujo a un simple *revamping* de las conexiones de las piletas), y de situarse próxima a la planta central de tratamiento del área, donde se envía el petróleo recuperado.

## Descripción del residuo

Los residuos son “barro empetrolos” provenientes de las tareas de producción, trabajos de reparación y terminación de pozos, limpieza de los tanques de almacenamiento de petróleo (“fondos de tanques”), geles provenientes de cementaciones primarias y secundarias de pozos, de estimulaciones de pozos y sólidos producto de derrames. El volumen diario de residuos recibido en la planta de tratamiento del yacimiento es de 150m<sup>3</sup>. Se trata de residuos que se encuentran generalmente en un estado semisólido. Al realizar una caracterización de los mismos, se puede afirmar que

están constituidos por agua y petróleo principalmente y, en menor proporción, por arena, bentonita, productos ácidos, geles de fractura, arcillas, áridos de distintos tamaños, arena y polímeros. En el caso particular del área en cuestión, estos residuos no contienen como componentes metales pesados.

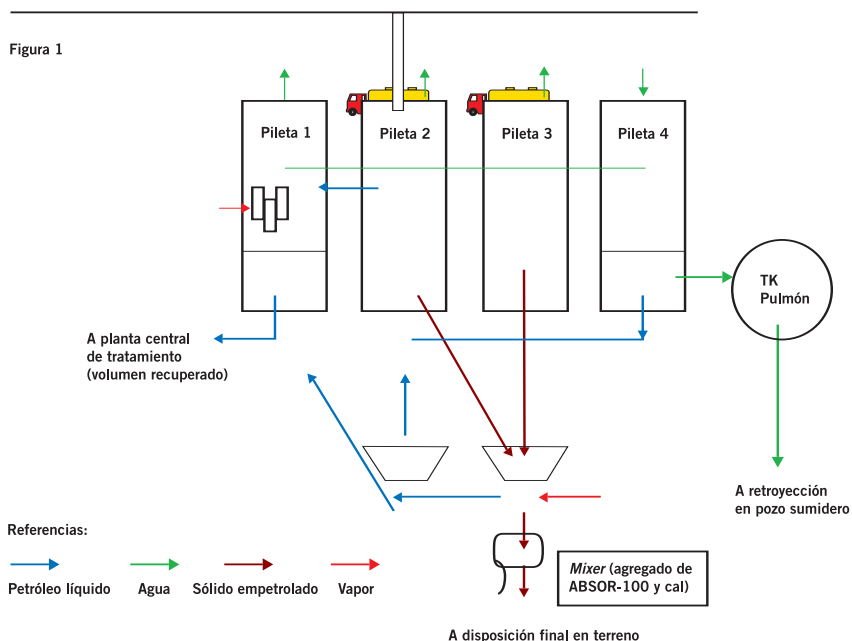
Los análisis realizados para verificar la efectividad del método demuestran que los barros empetroados que ingresan a la planta de tratamiento contienen aproximadamente una concentración promedio de 40.000ppm (partes por millón) de hidrocarburos totales.

## Descripción del proceso

La infraestructura necesaria para la implementación de este tratamiento consta de cuatro piletas de acero, cada una con 150m<sup>3</sup> de capacidad. Sus dimensiones son las siguientes: 20m(l) x 3m(a) x 2.5m(h). Las mismas se encuentran interconectadas por tuberías y bombas de movimiento de fluidos y están provistas de una línea de suministro de vapor (que se obtiene a través de una caldera), de energía eléctrica y de agua. Cuenta también con dos bombas de agua, un tanque pulmón de almace-

namiento de agua de 320m<sup>3</sup> de capacidad, cinco contenedores donde se almacenan los sólidos, un *mixer* y una pileta de contingencias impermeabilizada de 1800m<sup>3</sup>.

A continuación, en la figura 1 se presenta un esquema de la planta.



Tal como se indica en la figura 1, los camiones descargan los “barros empetrolados”, provenientes de las distintas operaciones, en las piletas 2 y 3, de acuerdo con la proporción de petróleo que contenga el residuo (independientemente del resto de su composición). Si el residuo contiene un porcentaje de hidrocarburos totales mayor al 1%, se descarga en la pileta 2; en el caso contrario, se descarga en la pileta 3.

En la pileta 2 el barro empetrolado con un alto porcentaje de petróleo se deja decantar veinticuatro horas y por diferencia de densidades se recupera el petróleo remanente en superficie mediante una bomba *fly* y se lo envía a la pileta 1. El agua (con un contenido menor de hidrocarburo que no se pudo separar) se envía a la pileta 4. Por último, los sólidos que decantan se remueven mecánicamente y se envían a los contenedores para su tratamiento. Con el fin de favorecer la decantación, existe un sistema de agitación hidráulica en todas las piletas.

En la pileta 1 se aplica calor a través del vapor de un serpentín (alimentado de una caldera) ubicado en la parte

ción a los pozos sumideros del yacimiento. En el caso de que se encuentre un remanente de hidrocarburo en esta pileta se separa del agua y se bombea a la pileta 2 para efectuar nuevamente su tratamiento.

Para terminar, la corriente de sólidos empetrolados (provenientes de las piletas ecológicas de los equipos de *work over* de las distintas piletas de decantación de las plantas y productos de derrames) es depositada mediante camiones volcadores directamente en los contenedores especiales donde estos sólidos reciben tratamiento junto con los sólidos restantes, separados de las piletas 2 y 3.

Allí, los sólidos se calientan mediante el vapor de un serpentín, produciéndose una primera etapa de la desorción térmica del residuo; es decir, se separa de la matriz sólida un porcentaje del contenido de hidrocarburos del residuo. El volumen de petróleo recuperado por este sistema es enviado a la pileta 1, para luego ser bombeado a la planta de tratamiento central del yacimiento. Mediante esta desorción se recupera 0.020m<sup>3</sup> de petróleo por cada m<sup>3</sup> de sólido empetrolado.

“La explotación de un yacimiento de petróleo provoca inevitablemente la generación de residuos con altas concentraciones de hidrocarburos. Es por ello que se tiende a minimizarlos, reciclarlos o eventualmente tratarlos para así disponer de ellos de manera apropiada y responsable.”

superior de la misma, para favorecer la eficaz separación de las dos fases líquidas (hidrocarburo y agua). El petróleo recuperado pasa por rebalse a un recinto más pequeño (dividido por un tabique) ubicado dentro de la misma pileta, desde donde se bombea a la planta de tratamiento central para reincorporarse al circuito de producción del yacimiento por cumplir con los requisitos mínimos de contenido de sólidos y agua (porcentaje menor al 15% de agua y 5% de sólidos totales), previo muestreo y análisis químico que asegure el cumplimiento de dichos parámetros. El agua separada del hidrocarburo se envía a la pileta 4 para completar su clarificación y permitir luego su disposición final (reinyección a pozos sumideros).

Los barros empetrolados con bajo contenido de petróleo ingresan directamente a la pileta 3. Allí se deja decantar al fluido en un rango variable de doce a veinticuatro horas (que depende del contenido de sólidos con el cual ingresa). El tiempo de residencia del residuo en esta pileta es fundamental, con el fin de que decanten los sólidos en suspensión luego de la agitación. El agua clarificada pasa finalmente a la pileta 4 desde donde, luego de haber recolectado el agua proveniente de todas las piletas, es bombeado al tanque de almacenamiento. Allí se efectúan los respectivos análisis de hidrocarburos totales y sólidos en suspensión. Si los resultados se encuentran dentro de los parámetros estipulados (concentración máxima de hidrocarburos menor a 30ppm y concentración de sólidos en suspensión menor a 60ppm), el agua se envía a reinyec-

El resto de los sólidos empetrolados son homogeneizados mediante un agitador mecánico e inertizados mediante un proceso de mezclado en un *mixer*, en el cual se los mezcla a contracorriente con un producto inertizante basado en algas marinas y cal, según las siguientes proporciones: por cada m<sup>3</sup> de residuo, se agregan 2kg del producto y 10kg de cal. Finalmente, se somete a un proceso de secado durante un lapso de doce horas. Este proceso se repite las veces que sea necesario hasta lograr la remoción completa del hidrocarburo y deshidratación del sólido.

Previo a su disposición final, se controla el pH de los mismos (que varía entre 6 y 8) y se realizan los análisis correspondientes para verificar el cumplimiento de los parámetros dispuestos por la legislación ambiental vigente y por la norma interna de vertidos de Tecpetrol. Si cumplen con los parámetros establecidos, se disponen en suelo natural de una locación abandonada localizada muy próxima a la planta.

## Descripción del producto inertizante

Es una mezcla de algas y sales minerales utilizada para inertizar los residuos empetrolados, que se tratan en los contenedores. Este producto consiste en material sólido, en forma de polvo, que proviene del tratamiento y la desecación de algas marinas autóctonas (extraídas y procesadas en la zona de puerto Deseado, en la provincia de Santa

Cruz), que se mezclan con agregados de sales minerales y polisacáridos macromoleculares.

Es importante no descuidar el pH de trabajo, pues de ser menor a 4 puede precipitar el producto, y si es mayor de 10 puede perder viscosidad y volverse inestable. Por lo tanto, antes de ingresar el sólido empetrolado al *mixer* se debe medir (y, en todo caso, ajustar) el pH para lograr un efectivo tratamiento del residuo.

Estudios efectuados en la Universidad de Flores demuestran que, al aplicar este tratamiento, el porcentaje de hidrocarburos presentes en el residuo tratado es menor al 1%, que reduce también la presencia de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) a menos del 1% del contenido inicial.

## Resultados

Este proceso tiene por objetivo maximizar el petróleo recuperado del residuo. Por otro lado, se obtiene un residuo sólido y un efluente líquido, ambos inertizados y aptos para disposición final.

En la figura 2 se pueden observar los resultados obtenidos durante el primer semestre del año 2005.

	INPUT		OUTPUT		
	Volumen total de fluido ingresado	Volumen de fluido con hidrocarburo ingresado	Petróleo recuperado	Agua a reinyección	Sólido tratado a disposición final
Enero	4053	1216	194	3762	97
Febrero	4869	1584	208	4578	83
Marzo	5280	1241	251	4918	111
Abril	6064	1319	270	5661	133
Mayo	4760	1523	229	4409	122
Junio	5872	1820	275	5451	146

Figura 2. Todos los valores se hallan expresados en m<sup>3</sup>.

La columna 1 indica el volumen total de fluido (líquido, semisólido y sólido) que entra a la planta de tratamiento de barros empetrolados. La columna 2 establece el volumen de ese fluido ingresado que contiene un porcentaje mayor a 1% de hidrocarburos totales.

La columna 3 muestra el total mensual de petróleo recuperado del residuo. Este volumen se bombea directamente a la planta central de tratamiento del yacimiento, donde se une al resto de la producción, ya que cumple con los parámetros mínimos de entrada a la planta y demuestra la eficacia del proceso de separación de las fases. Vale aclarar que este hidrocarburo, usualmente, ya formaba parte del residuo, por lo que se consideraba irrecuperable.

La columna 4 indica el volumen de agua separada del residuo, tratada y libre de hidrocarburos, que se envía a reinyección en pozos sumideros, ya que cumple con los requisitos mínimos que debe tener el agua para ser reinyectada. Vale aclarar que este efluente, debido a su calidad, también estaría apto para disposición en el terreno.

Como se puede apreciar, casi un 90% del residuo que ingresa a la planta lo constituye el agua. La eficacia de este proceso es lograr la clarificación del efluente y liberarlo del contenido de hidrocarburo en forma rápida y simple.

Por último, la columna 5 refiere el volumen de sólidos tratados enviado a disposición final. Este volumen nunca supera una concentración máxima de hidrocarburos de 5000ppm. Al analizar la concentración de hidrocarburos totales con la cual ingresa el residuo a la planta (aproximadamente 40.000ppm) y la que posee el sólido que se envía a disposición final (promedio de 2000ppm) se observa la elevada eficiencia de remoción de hidrocarburos del proceso. Esta eficiencia se basa principalmente en fomentar la recuperación del hidrocarburo en las primeras etapas del proceso (mediante un reproceso continuo) y luego en la efectividad del proceso de inertizado final.

La disposición final del sólido tratado se realiza sobre el suelo de una antigua locación abandonada del yacimiento, localizada en un sitio cercano a la planta de tratamiento. El sólido se esparce sobre el terreno y, luego de unos meses, ya se observan indicios de revegetación natural en el sitio, lo que demuestra la incorporación exitosa del sólido al suelo de la zona. La revegetación natural en esta región se encuentra limitada por los factores climáticos ya expuestos; de ahí la relevancia de los procesos de revegetación observados.

## Conclusiones

La metodología desarrollada resulta novedosa y tiende a resolver uno de los problemas más importantes de los yacimientos petroleros localizados en la Patagonia.

A continuación, se detallan las ventajas encontradas:

- Permite realizar un tratamiento efectivo de los barros, que dejan al residuo (tanto líquido como sólido) en condiciones óptimas para su disposición final y cumple con los parámetros establecidos por la legislación ambiental vigente.
- Se maximiza la recuperación del hidrocarburo y se disminuye el volumen enviado a disposición final. Por cada m<sup>3</sup> de residuo empetrolado que ingresa se recupera 0,150m<sup>3</sup> de petróleo, el cual reingresa al circuito de producción. De este último valor, 0,020m<sup>3</sup> se recuperan directamente por desorción térmica del residuo sólido.
- La relación costo/beneficio lo hace factible económicamente, ya que con el petróleo que se recupera y reingresa al circuito de producción se autofinancia el costo operativo y de mantenimiento del proceso, incluso superándolo en algunos meses.
- El sólido tratado y enviado a disposición final se incorpora rápidamente al suelo natural y permite el avance de la revegetación natural.
- Resulta un proceso rápido, ya que el tiempo transcurrido entre el ingreso de fluidos a la planta y su disposición final (sin tener en cuenta el tiempo de los análisis químicos) no supera en promedio las veinticuatro horas y permite el tratamiento de corrientes de residuos empetrolados de distintos orígenes.
- Se puede adaptar a diferentes climas.

Los resultados obtenidos mediante esta novedosa tecnología, sin duda, son alentadores, convirtiéndose en una alternativa efectiva y viable de tratamiento para esta corriente de residuos, que tantos dolores de cabeza ha causado a las operadoras de los yacimientos de la Patagonia. ■