

Saneamiento y recuperación de márgenes Laguna "Las Rosas"



Carlos M. Lisoni, YPF S.A.

La Laguna Las Rosas se encuentra al este del área urbana de Cañadón Seco (Santa Cruz).

El sitio presentaba niveles de contaminación con hidrocarburos y aguas de purga vertidos a través de los años.

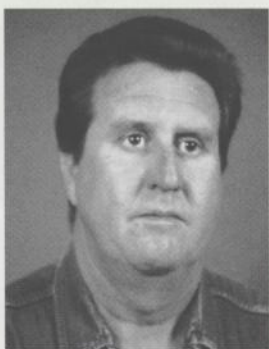
El estudio de Impacto Ambiental realizado por el INTA (1996) determinó zonas factibles de ser recuperadas, suministrando además información sobre espesores y profundidades de capas de hidrocarburos en sus márgenes. A fines de 1996 se iniciaron laboreos para favorecer la biodegradación y tareas de revegetación, siembra y plantación de especies arbóreas. Simultáneamente se iniciaron los trabajos de saneado por medios mecánicos, así como también de construcción de terraplenes y disposición de conglomerados asfálticos en caminos.

La construcción de surcos para control de erosión eólica, la ejecución de bordos de retención del agua de escorrentía perpendiculares al sentido de la pendiente y la reconstrucción del cauce natural del mallín en su desembocadura son tareas programadas para control y mitigación del área de trabajo.

Este trabajo, cuya finalización está prevista para junio del 2000, fue presentado en las 3^{as} Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas realizadas en Comodoro Rivadavia el pasado mes de octubre y describe lo desarrollado hasta el presente.

Carlos M. Lisoni ingresó a YPF el 1° de abril de 1974, en Ingeniería de Obras Destilería La Plata. Se graduó de Ingeniero en Construcciones en la UTN Regional La Plata en 1980. En 1981 se trasladó a Río Gallegos, donde se desempeñó a cargo de Equipos de Obras de Ingeniería de la Administración Austral hasta 1992, cuando fue trasladado a la Administración de Comodoro Rivadavia, a cargo de Contralor de Contratos.

A partir de 1993 pasó a trabajar como especialista en seguridad y medio ambiente en Cañadón Seco, donde trabaja en la actualidad.



La laguna Las Rosas se encuentra al Este del área urbana de Cañadón Seco (Provincia de Santa Cruz).

Topográficamente, el área es una cuenca deprimida, que recibe por escorrentía y subsuperficialmente el aporte hídrico del mallín El Zorro. El continuo aporte de agua y la alta evaporación de la región favorecieron la formación de una salina, con un 51% de márgenes; el resto corresponde a un espejo de agua, completando así una superficie total de 104,3 hectáreas.

Esta laguna es de relieve normal (áreas planas, con escurrimiento medio) y subnormal (áreas plano cóncavas), aunque en el noroeste es de relieve pronunciado.

El suelo de los alrededores es en superficie de textura arenosa con abundantes gravas. Sus características edáficas generales son las de los suelos salino sódicos, con predominio de texturas arenosas y franco arenosas.

El sitio presentaba un importante nivel de contaminación a través del petróleo y el agua de purga que se fue volcando al mismo a través de los años. La rotura de oleoductos y el aporte de los cauces naturales contaminados que llegan a la laguna fueron las vías principales de acceso de la contaminación.

Una de las principales preocupaciones acerca del impacto ambiental generado por las actividades de explotación petrolera, se centró particularmente en los accidentes por empetrolamiento de aves que no sólo involucraron a las aves acuáticas y migradoras, sino a un amplio espectro de la avifauna patagó-

nica, incluyendo desde las rapaces hasta pequeños passeriformes (pájaros, en su mayoría especies no acuáticas, residentes o parcialmente migratorias).

Etapa de estudio

En base a un convenio de cooperación firmado entre YPF S.A. y la Asociación Ornitológica del Plata (1995), se iniciaron los estudios y trabajos a campo para determinar los sistemas de espantamiento de las aves, dado que un lugar destacable era la zona denominada Laguna Estancia Las Rosas, con un importante perímetro de 5.000 metros, aunque su tamaño fluctúa considerablemente debido a las crecidas y aportes de agua por parte de dos mallines que desembocan en la misma.

La acumulación de hidrocarburos era el principal factor de riesgo de contaminación y mortandad para las aves acuáticas que utilizaban la laguna.

A partir de las observaciones de campo realizadas por los técnicos y profesionales de la Asociación Ornitológica del Plata, fue posible deducir que en estas especies el empetrolamiento no sólo se producía por el aterrizaje directo de las aves sobre el petróleo (tras lo cual quedaban adheridas), sino también por contaminación con los restos de petróleo que quedaban en las márgenes de la laguna.

Las aves tomaban contacto con el hidrocarburo al acercarse a las márgenes y muchas de ellas morían entre la vegetación circundante (por lo general de entre 5 a 30 metros del borde de la laguna).

En el gremio de las rapaces, el análisis específico indicó que las especies con mayor número de accidentes eran la lechucita vizcachera y el halconcito colorado. Ambas especies son las rapaces de espectro alimentario más amplio, incluyendo aves y mamíferos pequeños e incluso insectos. Las observaciones realizadas muestran gran cantidad de accidentes debido a que el resto de las aves actuarían como señuelos para las rapaces. La presencia de rapaces accidentadas resultó de especial preocupación en virtud de la baja densidad de sus poblaciones y por el papel regulador que ejercen sobre las poblaciones de presas.

El análisis a nivel específico de los accidentes reveló que dentro del gremio no passeriforme, 4 especies dan cuenta de casi el 90% del total de accidentes. En orden de importancia tenemos a los patos (43,8%), los cisnes de cuello negro (20,5%), los cauquenes (18,3%) y las bandurrias australes (5,9%). Estas especies son de gran tamaño y también de hábitos migratorios y acuáticos.

Respecto del gremio passeriformes, los accidentes se hallaron repartidos de manera mucho más uniforme entre una docena de especies que incluyen tanto a formas residentes o migradoras parciales (yal, chingolo, ratona, diuca, loyca, etc.) como migradoras (sobrepuesto, golondrinas, gaucho). Las especies de dieta insectívora (golondrinas, sobrepuesto, gaucho, entre otras) u omnívora (Loyca) eran atraídas hacia la laguna por la acumulación de insectos adheridos a la capa superficial de petróleo,

aunque no pueden descartarse accidentes de posamiento o durante la ingesta de agua. Por ejemplo, las golondrinas frecuentemente beben en vuelo, rozando con el pico la superficie libre del agua. Durante dichos vuelos las aves podrían tomar contacto con el hidrocarburo y quedar atrapadas. Los accidentes de dieta granívora (yal, diuca, etc.) podrían probablemente explicarse como accidentes de posamiento, en especial si se tiene en cuenta que el microhabitat generado por la vegetación del borde de la laguna puede ser especialmente frecuentado por ellas.

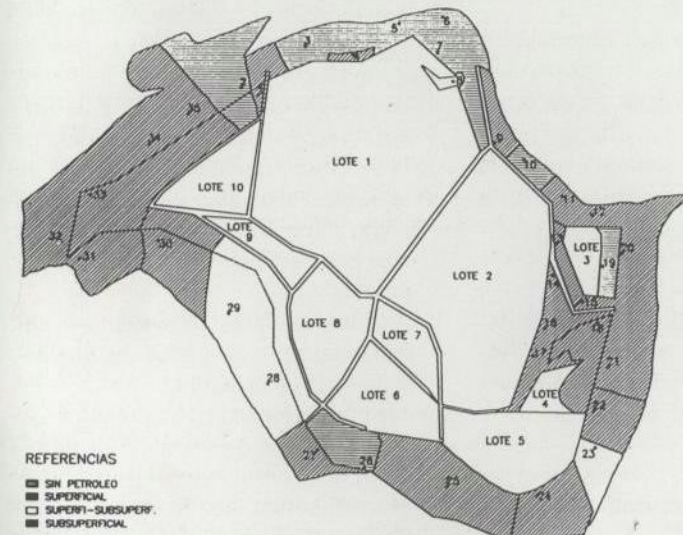
Conclusiones y recomendaciones efectuadas por la Asociación Ornitológica del Plata

Por las condiciones topográficas y climáticas en el Cañadón El Zorro y Laguna Las Rosas, una combinación recomendable podría ser el uso de un número de detonadores de gas, ubicados a cierta altura del piso (por lo menos 1 metro), programables para detonar a diferentes intervalos de tiempo, que sean movidos de posición cada período de tres a cuatro días y el uso de cintas reflectoras en sectores de la orilla.

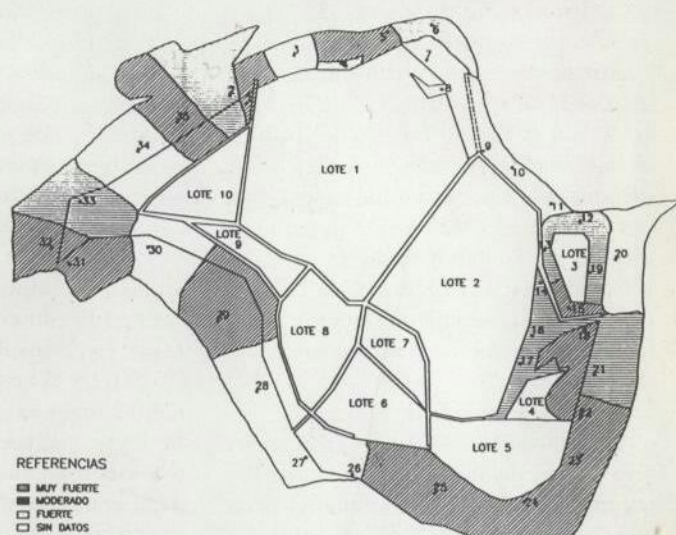
Por otro lado, debía prestarse especial atención a la minimización de todos los factores que pudiesen actuar como atractores de aves a la zona en cuestión, principalmente la eliminación de todo elemento (basura, etc.) que pueda servir de alimento o refugio para las aves de la zona, o bien de atractivo.

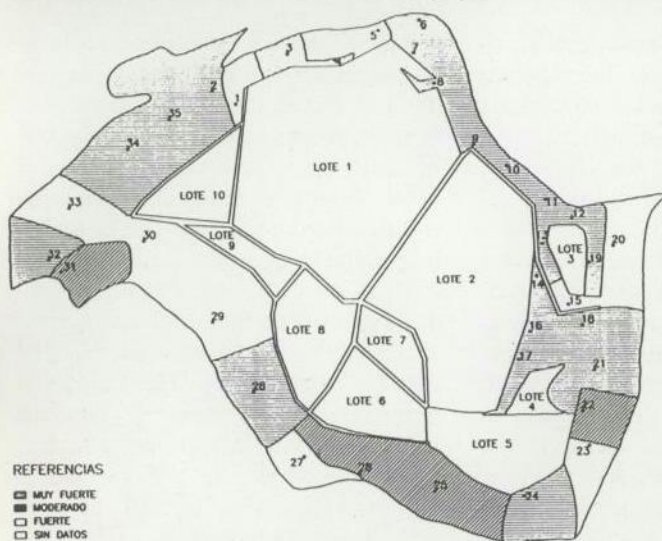
En tercer lugar, se recomendaban en

Laguna "Las Rosas". Contaminación de petróleo



Laguna "Las Rosas". Características edáficas: Niveles de salinidad





la medida de lo posible las actividades humanas en el área específica de la laguna, lo que constituye de por sí un elemento espantador de primera magnitud. En particular, la realización de recorridos perimetrales diarios por parte de un observador a pie.

En cuarto y último lugar, hay que tener en cuenta que por razones biológicas que hacen que las especies migradoras y/o acuáticas utilicen el área, puede ser difícil evitar que éstas aterricen en la laguna. Sin embargo, el punto crucial del espantamiento de aves puede ser evitar que se acerquen a las orillas, donde tienden a concentrarse (por efecto del viento entre otras cosas) los residuos de petróleo de mayor peligrosidad para las aves. Por esta razón, se sugería concentrar los dispositivos de espantamiento sobre el perímetro de la laguna.

Estudio de impacto ambiental y factibilidad de recuperación de la Laguna Las Rosas

Por medio del Convenio rubricado entre YPF S.A. y el INTA de Trelew, se realizó por profesionales del Instituto Nacional de Tecnología Aplicada, un estudio de impacto ambiental (1996) cuyo principal objetivo fue determinar el nivel de contaminación de petróleo sobre laderas y márgenes de la Laguna Las Rosas y recomendar cuáles áreas tenían posibilidad de ser saneadas.

Materiales y métodos

La evaluación del impacto ambiental se inició mediante interpretación de fotografías color escala 1:15.000 (1989), de propiedad de YPF S.A.

Se delimitaron diferentes patrones y de acuerdo con ello, se determinó la densidad a muestrear sobre las márgenes y laderas de la laguna.

Relevamiento a campo

El trabajo de campo consistió en tomar un punto de evaluación cada 100/200 metros aproximadamente, en la margen de la

laguna, totalizando una cantidad de 35 sitios de observación donde se realizaron pozos con ahoyadora mecánica.

En cada sitio se efectuaron las siguientes tareas:

- a) Llenado de una planilla de evaluación del impacto ambiental mediante observaciones visuales:
 - Características edáficas: topografía, perfiles, textura, estructura, consistencia.
 - Niveles de contaminación: contenido y estado del petróleo, ubicación en el perfil del terreno.
 - Presencia de costra salina y/o capa de relleno.
 - Características generales de la vegetación natural.
- b) Tomas de muestras de suelo para laboratorio.
- c) Muestreos del agua de suelo de la napa freática.
- d) Muestreos superficiales en cada sitio de observación.

También se relevaron 11 lotes en que se hallaba dividida la laguna mediante terraplenes de suelo, efectuándose pozos y tomando nota de las capas encontradas hasta la profundidad de la napa (a excepción de los sitios donde la laguna se halla con agua).

Análisis en laboratorio

En el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agropecuaria INTA CHUBUT se acondicionaron muestras de suelo y agua, realizándose los siguientes análisis:

En suelos:

- a) pH potenciométricamente en suspensión suelo: agua 1:2.

- b) Sales totales en extracto de saturación por conductometría.
- c) Calcio más magnesio por titulación con EDTA.
- d) Sodio por fotometría de llama.
- e) Textura al tacto.
- f) PSI y RAS por formulaciones de los datos de los métodos c) y d) previamente medidos.

En aguas:

- a) pH potenciométricamente
- b) Sales totales, por conductometría.
- c) Relación Absorción Sodio (RAS).

Formación de la base de datos y análisis

Se procedió a determinar las propiedades negativas y positivas para la recuperación de los sitios. Para la confección de la base de datos, se las calificó con un puntaje de "0" cuando estaban ausentes y de "1" si estaban presentes. Mediante la sumatoria de las mismas, se obtuvo un puntaje de las características negativas y positivas para cada sitio de muestreo.

Resultados

Características edáficas:

Los suelos son salino sódicos, con texturas predominantemente gruesas, arenosas o franco arenosas, aunque en varios de los sitios hay capas de texturas franco arcillosas a arcillosas, muy compactas. Pertenecen a los Psammaquents: suelos de desarrollo superficial y reciente, formados por sucesivas deposiciones no consolidadas, permanente o estacionalmente húmedos e inclusive, en algunos casos, con horizontes gleyzados con condiciones de reducción debido al deficiente drenaje.

El material originario de estos suelos está constituido por:

- a) Arenas fluviales y eólicas. Este material proviene fundamentalmente de la descomposición de los estratos de areniscas, abundantes en la zona, así como también de rellenos de sitios con petróleo con materiales traídos de otras áreas.
- b) Arcillas aluviales. Provenientes fundamentalmente de los cauces que desembocan en la laguna.
- c) Mantos de rodados. Es común observar abundantes gravas tanto en superficie como subsuperficialmente, hasta la profundidad del reconocimiento (70 a 100 cm) preferentemente mez-

clados con capas arenosas a areno-arcillosas y, en algunos casos, con horizontes arcillosos. Estos son rodados patagónicos que cubren las mesetas y que han sido depositados en el mallín por acción fluvial, siendo el tamaño más frecuente de los elementos que lo componen entre 3 y 10 cm.

Tipos de disturbios predominantes

Decapitación y relleno:

El 52% de la superficie de las márgenes de la laguna tiene material de relleno, de espesores variables. Superficie afectada: 28 ha.

Petróleo

La contaminación de las márgenes se debe a los hidrocarburos volcados en la laguna y que fueron transportados por el agua y el viento. La superficie contaminada es de 43,5 ha. En la laguna se ha asentado en el fondo después del intento de secado. La superficie contaminada es de 28,8 ha.

El petróleo en las márgenes se halla como:

- Hidrocarburo prácticamente mineralizado, proveniente de derrames antiguos. Generalmente se encuentra en trozos de 5 a 15 cm de diámetro. Se halla en el 37% de los sitios observados (preferentemente en las márgenes Sudeste-Sur-Sudoeste) y abarca aproximadamente 29 hectáreas. El petróleo en este estado no representa un factor de contaminación actual, ya que sus propiedades negativas, especialmente los elementos más tóxicos, ya se han volatilizado.
- Hidrocarburo fresco, proveniente de derrames más recientes. Se encuentra distribuido en 33,5 ha que representan el 63% de la superficie total de las márgenes de la laguna. En todos los casos el estado en que se encontró el petróleo es pastoso y con diferentes espesores.

En el 82% de esta superficie (27,3 ha) se encuentra el petróleo en forma subsuperficial debido a que está encubierto por material de relleno. Esto desacelera los procesos de biodegradación del hidrocarburo debido a la menor posibilidad de aireación, la cual está más limitada cuanto más compacta y espesa sea la capa de relleno.

Por ejemplo, en 6 de los

sitios observados, el hidrocarburo se halla a más de 35 cm de profundidad, lo que hace imposible su tratamiento con herramientas agrícolas para favorecer su biodegradación. Estos sitios se distribuyen sobre todo en la margen Sur y ocupan una superficie de 11,5 ha.

En 11 muestras la capa de petróleo tiene más de 20 cm de espesor, lo que dificulta la posibilidad de mezclado con un volumen superior de suelo a través del laboreo que permita su biodegradación.

PH, salinización y sodificación de los suelos

Es la limitante mayor por su magnitud y la más extendida.

- PH: todas las muestras analizadas arrojaron valores netamente alcalinos, desde débilmente a muy fuertemente, lo que es indicativo del alto contenido de sodio de estos suelos.
- Sales Totales Solubles: en 23 ha se hallaron sitios con problemas de moderados a leves y sin limitaciones; en 18, con fuertes problemas y en las 13 restantes, con muy fuertes problemas, presentándose en algunos casos contenidos extraordinariamente elevados de 70 dS/m.
- Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I.): sólo 8,2 ha tienen moderados problemas, casi 19 ha fuertes problemas y las restantes 26,5 ha, muy fuertes problemas. El problema se manifiesta mediante eflorescencias salinas, dispersión de la estructura, encostramiento, erosión hídrica y pérdida prácticamente de la cobertura vegetal.

Ejemplo tabla de salinidad y sodicidad de los suelos de las márgenes de la laguna Las Rosas (ver tabla al pie de pag.).

Erosión hídrica

La erosión hídrica es el desgaste de la superficie del suelo por la acción persistente del agua. La escorrentía arrastra al suelo superficial disperso y a la vegetación. La alta inestabilidad estructural de las partículas de suelo es causada por la alta sodificación de este,

aportada tanto por la freática como por el agua del cauce superficial, que produce la dispersión de los agregados.

En la costa de la laguna se ha observado erosión laminar, que se refiere al proceso inicial de la erosión. Empieza con el desgaste de capas de material fino del suelo.

Erosión eólica

Se localiza fundamentalmente en aquellos sitios donde el material utilizado para relleno es de textura arenosa gruesa. Este tipo de suelo es muy susceptible de originar erosión por falta de estructura. Las áreas del Noroeste y las del Sureste muestran incipiente degradación por erosión, y se manifiesta por acumulaciones o montículos de material sobre las plantas. La superficie afectada es aproximadamente de 5 a 7 ha.

CLASIFICACIÓN DE LAS AREAS EN FUNCIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE SU SANEAMIENTO

Áreas no factibles de ser recuperadas Principales limitaciones

- Poseen capas de petróleo de 30 cm de espesor o más entre los 30 a 50 cm de profundidad y una mezcla con suelo desde los 55 cm que se continúa a mayor profundidad.
- Severas limitaciones por salinidad y por sodicidad en todo su perfil.
- Relleno superficial de 20 cm de espesor, suelo hidromórfico, de 30 cm de espesor y 20 cm de profundidad.
- Falta de piso o sustentabilidad para el tránsito de maquinarias agrícolas que realizarían los laboreos.
- Suelos arcillosos compactos con severas limitaciones por salinidad y por sodicidad.

Áreas de recuperación parcial

- Suelo muy compactado. Erosión hídrica por relieve muy pronunciado.
- Limitaciones de salinidad y sodicidad severas.
- La existencia de una capa de 25 cm de

POZO N°	Capa	Profundidad	TEXTURA	pH	SALINIDAD (Ds/M)	SODICIDAD (PSI)
1	I	0-35	Arenoso	9,3	10,7	36,7
	III	>50	Arenoso	9,8	15,0	59,6
2	I	0-55	Areno arcilloso	9,2	32,2	64,6
3	I	0-30	Arenoso	9,7	24,7	67,0

Cuadro donde es factible realizar un tratamiento de recuperación parcial

Sitio	Cinzel	Subsolador	Aporcador	Observaciones
2	no	sí (1)	sí (2)	(1) Por estar muy compactado (2) En curvas de nivel por relieve pronunciado
3	sí (3)	no	sí (4)	(3) Mezclar el petróleo con suelo arenoso (4) En curvas de nivel por relieve pronunciado
6	no	no	sí	Surcado en sentido perpendicular a la pendiente para disminuir la erosión hídrica
14	sí	no	sí	Mezclar parcialmente el petróleo con el suelo
16	sí	no	no	Mezclar el petróleo con el suelo arenoso
17	sí	no	no	Mezclar el petróleo con el suelo arenoso

petróleo a 1 a 5 cm de la superficie, es una severa limitación a los tratamientos de biodegradación, ya que al menos se necesitaría una relación de volumen hidrocarburo-suelo de 1:3.

- Alto grado de salinización superficial que impide la revegetación.

Áreas factibles de ser recuperadas

Sitio	Cinzel	Subsolador	Aporcador	Revegetación	Observaciones
1	sí	sí	sí	Plantación	Especies tolerantes a sodicidad
22	no	no	no	Siembra y plantación	Intersiembra y plantación de especies tolerantes a sodicidad
34	sí	no	sí	Plantación	Plantación en surco

Ejemplo de cuadro donde es factible realizar un tratamiento de recuperación completa

Tipo de prácticas de recuperación

Antes de cualquier tipo de práctica de recuperación en las márgenes de la laguna, se deben realizar:

- Extracción de los rollos de petróleo distribuidos en la costa de la laguna.
- Nivelación de toda la superficie con una leve pendiente hacia la laguna.
- Construcción de taludes a lo largo de la costa, para impedir que el petróleo depositado en la laguna vuelva a contaminar las márgenes.
- Canalización de los drenajes naturales que anteriormente aportaban a la laguna y que fueron destruidos al rellenarse.

Las prácticas factibles se detallan a continuación:

Subsolado. Se utilizará cuando haya horizontes subsuperficiales endurecidos (compactados) lo que implicará un impedimento mecánico y fisiológico para la revegetación y en los casos de la presencia de una capa de petróleo entre los 25 a 30 cm.

De este modo, se producirán agrietamientos por ruptura y resquebrajamiento

en los horizontes que se encuentran a mayor profundidad que la capa superficial.

Cinzelado. Mediante el cinzel, se abrirá una hendidura sobre la cual se depositará tierra suelta levantada por la herramienta, trabajando a una profundidad de 25 a 30 cm. De esta manera se posibilitará el mezclado de la capa de petróleo con un cierto volumen de suelo. Se reali-

zarán sucesivas pasadas en forma cruzada hasta que la mezcla de suelo y petróleo quede adecuadamente acondicionada. El cinzel también se utilizará para romper capas continuas de petróleo superficial aunque éstas estén secas o quebradizas, ya que constituyen una limitante física para la revegetación.

Surcado. El surcador permitirá abrir surco a profundidad uniforme y quedar terminado con fondo en forma de vértice angosto, en V. Se utilizará para poder realizar plantaciones posteriormente, en los casos donde la napa freática no esté cerca de la superficie, a más de 40 cm.

Hoyado. Se utilizará para plantaciones en aquellos sitios en los que la napa freática se halle relativamente cercana a la superficie.

ETAPA DE EJECUCIÓN

Trabajos de recuperación de hidrocarburos sobrenadantes

Las tareas de recuperación se iniciaron a fines de enero de 1995, cuando el objetivo fundamental era eliminar el hidrocarburo sobrenadante y el saneado del petróleo depositado en las márgenes.

Se siguieron los siguientes pasos:

- Subdivisión de la laguna en distintas secciones con sendas del ancho de una mano de calle, a fin de facilitar las tareas de recuperación del hidrocarburo.
- Subdivisión de las secciones con barreras del tipo flotantes, a efectos de proceder a la recuperación del sobrenadante e ir paulatinamente achicando el área de riesgo. Para dicho trabajo se utilizaron 700 metros de barrera flotante.
- Se recuperaron aproximadamente entre los contratos ejecutados 20.000 m³ de petróleo, que transportados a un repositorio en Cañadón Seco, fueron procesados e incorporados al circuito de producción en la Planta de Tratamiento de Cañadón Seco.
- Se utilizaron distintas metodologías de extracción del petróleo. Una de ellas fue mediante una grúa de 17 tn dotada de una pala almeja para extraer el hidrocarburo de las zonas delimitadas y cargarlo en camiones estancos para su traslado al repositorio en la Planta.
- Otra metodología utilizada fue cortar el petróleo sobrenadante mediante paños que, llevados a una pileta con calentamiento, lograban fluidificarlo para que luego fuera transportado a los lugares indicados precedentemente.

Tratamiento del petróleo en las márgenes de la laguna

Tomando como base el estudio de impacto ambiental ejecutado por el INTA y la cartografía donde evidenciaba los niveles de contaminación en las márgenes de la laguna, se iniciaron en 1996 los trabajos de saneamiento.

Por las limitantes indicadas en el estudio (falta de sustentabilidad para maquinarias agrícolas) se contrataron retroexcavadoras con orugas anchas, lo que permitió que pudieran trabajar en toda la zona cenagosa, sin mayores complicaciones.

La tarea primordial fue ubicar las capas de petróleo depositadas a distintas profundidades y extraerlas por medio de camiones volcadores para su tratamiento. Luego se nivelaba la zona por medio de equipos motoniveladores y se corrugaba para evitar erosión hídrica y/o eólica siguiendo las curvas de nivel. Dicha tarea se puede comparar a una intervención quirúrgica donde se abre la piel, se retira el tumor y se cierra la herida.

Con los hidrocarburos extraídos de esta operación, se contruyeron caminos en la zona de accesos a pozos y baterías.

Se habla de construcción y no de disposición, ya que disponer es un proceso de dilución del residuo. En la construcción en cambio se logra estabilizar el hidrocarburo mediante una solidificación, con la idea de mejorar las características físicas y de manipuleo del residuo. Se buscó obtener un bloque monolítico con integridad estructural mediante los siguientes pasos.

El primer paso es la preparación de la subrasante. Esta debe ser uniforme de manera tal, que al efectuarle el agregado del material empetrolado se coloque sobre una buena base. El equipo utilizado para esta tarea es una motoniveladora que realiza un acordonamiento con el ripio del camino existente.

Al material para colocar se le realiza un mezclado previo en el lugar de extracción; allí se le aporta ripio limpio de la cantera de una granulometría adecuada, de un 5% a un 8% de cal viva y, mediante una pala cargadora y una retroexcavadora, se lo prepara hasta que quede una mezcla homogénea.

Posteriormente, se toman muestras del mismo, se verifica su grado de mezclado y se lo transporta hasta el camino a tratar. Es fundamental el paso de la separación de volcado de los camiones, dado que de ello dependerán los espesores apropiados sobre el camino a tratar con el menor movimiento posible.

Seguidamente, la motoniveladora inicia un trabajo de mezclado aportado con ripio acordonado hasta obtener un conglomerado óptimo (buena relación áridos finos, gruesos, hidrocarburos, cal).

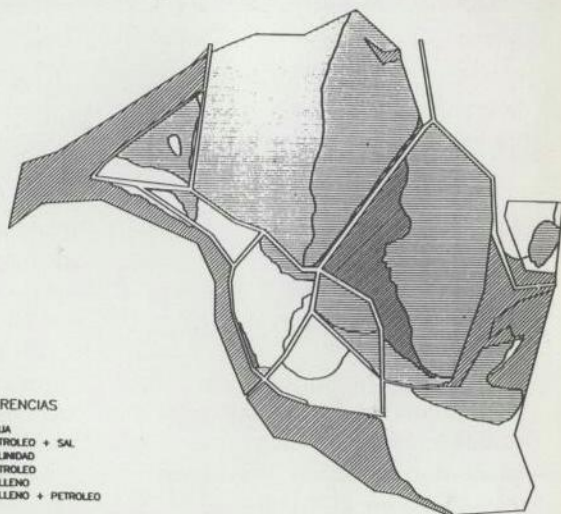
Colocado el material sobre la calzada, los neumáticos de la motoniveladora comienzan un trabajo de sellado y compactación. Dicho trabajo se complementa con los propios camiones que circulan cargados y vuelven vacíos, así como también con un rodillo para darle la terminación final. Por último se perfila el camino dándole el gálibo apropiado para el escurrimiento de las aguas.

Dicho trabajo se complementa construyendo cunetas y salidas necesarias para que dicha zona disponga de un buen drenaje y escurrimiento de las aguas de lluvia, dado que de esto dependerá la durabilidad del tratamiento.

Para corroborar que el material aportado sobre las calzadas está solidificado, se efectúan cortes en el camino y en correspondencia con una zona virgen, se extraen muestras de suelos y se envían al laboratorio para determinar si existen migraciones hacia las capas inferiores de los hidrocarburos depositados.

Ventajas

- Mejora las condiciones de transitabilidad transformándolos en caminos más seguros, sobre todo en época invernal.
- Evita el polvillo que afecta a la vegetación circundante y que es peligroso porque disminuye la visibilidad sobre todo en épocas estivales.
- Resulta más económico que otros tratamientos.



REFERENCIAS

- AGUA
- PETROLEO + SAL
- SALINIDAD
- PETROLEO
- RELLENO
- RELLENO + PETROLEO

Monitoreos

Ensayos de suelos en caminos (valores promedio)

- A1: Muestra colectada sobre el camino (30 cm de profundidad)
- B1: Muestra colectada al costado del camino (40 cm profundidad)
- A2: Muestra colectada sobre el camino (30 cm de profundidad)
- B2: Muestra colectada al costado del camino (30 cm de profundidad)

DETERMINACIONES DE METALES PESADOS LIXIVIABLES, PLOMO, CROMO (EPA 3010-EPA serie 7000), MERCURIO (EPA 7470), ARSENICO (Std Methods colorimétrico), % HTP Y HTP LIXIVIABLES (EPA 418.1) Y TEST DE LIXIVACION (EPA 1310 a).

CONCENTRACIONES

METALES PESADOS: mg/litro de lixiviado.

HTP. p.p.m.

HTP LIXIVIADOS: mg HCs/ litro por cada 100 gramos muestra seca.



HENRY HIRSCHEN & CIA. S.A.

Suministros para la industria del petróleo y el gas

- TRIETILENGLICOL
- MONOETILENGLICOL
- MONO-DI-TRIETANOLAMINA
- ODORANTES PARA GAS NATURAL Y LICUADO
- MEJORADOR DE INDICE DE CETANO

AV. L.N. ALEM 1110 - 9º PISO - TEL.: 311-8239 • 312-1500 FAX 311-8623 • 313-4512 BUENOS AIRES

Elemento	A1	A2	B1	B2
Plomo	0,13	0,13	0,33	0,15
Cromo	0,02	0,02	0,03	0,06
Mercurio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsénico	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
HPT TOTAL	8,5	1048,5	14,9	8,6
HPT LIXIVIABLE	0,09	0,31	0,16	0,11

Análisis de aguas de la laguna (valores promedio)

PH: 7,56

Temperatura: 14,3°C

Hidrocarburos: 1,1 p.p.m.

Plan de recuperación de áreas factibles por medio del convenio YPF-INTA (1996-2000)

Area neta de recuperación: 12 hectáreas.

Prácticas sobre el terreno:

- Relevamiento topográfico.
- Subsulado de toda la superficie seleccionada.
- Laboreo del suelo en los sitios donde haya presencia de hidrocarburos para favorecer la biodegradación. Se ejecutó cada 25/30 días durante 4 meses comprendidos en el período estival (dic/96 a mar/97). Se realizó la aplicación de fertilizantes para aumentar la población de microorganismos del suelo y así acelerar el proceso.
- Construcción de un surco profundo "zanjón" perpendicular a la pendiente del terreno y a la dirección de los vientos, para retener el material "voladura" y controlar el riesgo de erosión hídrica.
- Realización de bordos de retención del agua de escorrentía perpendicular al sentido de la pendiente. Los mismos serán contruidos de unos 30 cm de altura aproximadamente.
- Clausura del área con alambre tejido para evitar el ingreso de animales que perjudiquen la revegetación.
- Laboreo de la capa superficial luego del período invernal para cortar la capilaridad de los suelos y así disminuir la evaporación del agua.
- Reconstrucción del cauce natural del mallín en su desembocadura, mediante un trazado del canal con una excavadora mecánica.

Tareas de revegetación

Plantación de especies arbustivas con dos objetivos, aumentar la cobertura vegetal y favorecer la revegetación natural.

Para alcanzar en el menor tiempo el primero de estos objetivos y dado que la limitante para el crecimiento son los escasos recursos nutricionales de estos

suelos (Nitrógeno), se aplicará al momento de la plantación un fertilizante nitrogenado de liberación lenta, para que no se volatilice por las condiciones ambientales.

Las especies arbustivas que se utilizaron como pioneras son: *Grindella chilensis*, *Senecio filaginoides* y *Coliguaya integerrima*.

Además, se plantaron *Atriplex lampa* (zampa), *Atriplex sagittifolia* (zampa crespá) y *Atriplex semibacatta* (salpú).

La distribución de las plantas se realizó bajo dos sistemas:

Tipo cerco: una plantación densa a líneas intercaladas (1 m entre plantas y 1 m entre líneas), 3 hileras de plantación. Se construyó un bordo en la parte posterior de la plantación para que retenga material de erosión y el agua de escurrimiento.

En surco: se plantó en el fondo del mismo, donde se presentaban fuertes problemas de salinidad y sodicidad en superficie.

Se plantaron 8.000 plantines para iniciar los procesos de revegetación.

También se plantaron especies arbóreas como estacas de *tamarix gallica* (n.v. Tamarisco). Se realizaron en el fondo del surco aproximadamente 2000 estacas.

Siembra: se sembraron principalmente gramíneas del género *Agropyron* por presentar adaptación a bajas temperaturas, a la sequía y anegamiento, y por ser poco exigentes en la calidad de los suelos, tolerando suelos salino-sódicos.

CONCLUSIONES

- Se recuperaron 20.000 m³ de hidrocarburos sobrenadantes que cubrían un 75% del espejo de agua de la laguna.
- El espejo de agua de la laguna quedó libre de hidrocarburos, eliminando las causas que provocaban la mortandad de especies acuáticas, migratorias y residentes.
- Se efectuó el saneado completo de las márgenes que representaban un peligro permanente para toda la avifauna de la zona.
- Se logró recuperar 12 hectáreas de

costas mediante procesos de biorremediación, laboreos, revegetación y siembra por medio del plan de trabajos y convenio efectuado entre YPF S.A. y el INTA Trelew.

- Se plantaron 10.000 plantas para iniciar los procesos de revegetación de toda la zona.
- Se construyeron taludes perimetrales a sugerencia del INTA, para recuperar áreas inundables evitando su salinización en vistas a futuros tratamientos.
- Se logró retener material por voladura y controlar el riesgo de erosión eólica.
- Se reconstruyó el cauce natural del mallín.
- Se concretó la ejecución de bordos de retención de agua de escorrentía para evitar erosión hídrica en zonas de gran pendiente.
- Se construyeron 20 km de caminos con conglomerado asfáltico.

El trabajo continúa

- Se continúan los controles de costas para monitorear y efectuar limpiezas manuales si aparecen restos aislados de hidrocarburos.
- Se continúan los controles de agua de la laguna así como también las muestras de suelo sobre la calzada.
- Los trabajos por convenio con el INTA continúan hasta el año 2.000.
- Se realizan ensayos de suelos donde se registran altos valores en los niveles de salinidad y sodicidad con el objeto de lograr el establecimiento de vegetación por medio de distintos tratamientos a aplicar.
- Se continúan los laboreos por medio de maquinarias agrícolas.
- Para los años 1998, 1999 y 2000 se esperan recuperar otras 12 hectáreas con los mismos métodos aplicados en las primeras.

BIBLIOGRAFÍA

Informe final: análisis técnico de los métodos de espantamiento aplicables a las aves patagónicas - Asociación Ornitológica del Plata, Dr. Pablo Luis Tubaro.

Estudio de impacto ambiental y factibilidad de recuperación Laguna Las Rosas. Ing. Agra. Viviana Nakamatsu, Ing. Agr. Jorge Luis Luque, Ing. Agr. Nicolás Ciano, Ing. Agra. María Estela Amari.