

## MONITOREO AMBIENTAL EN PARQUE NACIONAL CALILEGUA

Gloria Plaza, Daniel Cabrera  
INENCO- CIUNSa- Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Salta  
Buenos Aires 177. 4400. Salta Argentina  
Email: gloria@ciunsa.edu.ar

### RESUMEN

En Parque Nacional Calilegua, Jujuy, se encuentra un área de explotación petrolera de alrededor de 1000 ha, la cual impacta el ambiente preservado con sus vertidos. Se desarrolla un monitoreo de los efluentes, evaluando los componentes identificatorios de la contaminación.

Se evaluaron los parámetros físicos- químicos y biológicos, tales como caudal, pH, temperatura, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, contenido de cloruro, petróleo total y fenol, como así también otros parámetros relativos al impacto y vinculados a los anteriores. Se analizaron las reglamentaciones vigentes al nivel nacional y provincial.

El monitoreo desarrollado para dos épocas del año (de lluvias y seca), demuestra la necesidad de minimizar el efecto mediante alternativas de tratamiento o de gestión interna de sus efluentes.

### INTRODUCCION

En Caimancito, Jujuy, dentro del Parque Nacional Calilegua, YPF inició en 1.959 una intensa actividad de explotación petrolera. Antes de la creación del Parque, mediante un estudio del área afectada, que abarcaba aproximadamente 5.000 ha, se constató un alto grado de alteración y contaminación. Sin embargo, allí también se registró la mayor diversidad y abundancia de especies de flora y fauna. Por este último motivo y por el ritmo decreciente de producción del yacimiento se decidió, al crear el Parque Nacional, incluir el sector Caimancito dentro del Área Protegida. En efecto el área de explotación ocupa actualmente alrededor de 1000 ha, registrándose en los sectores desafectados de la explotación petrolera una notable y espontánea regeneración de la vegetación nativa. La concesión de explotación actual se adjudicó en agosto de 1.992, por 25 años, a la empresa UTE Petróleos Sudamericanos- Necón. Ese mismo año una Resolución de la Secretaría de Energía comenzó a exigir a las empresas petroleras la reparación de los impactos ambientales causados por la actividad. La aplicación de esta norma en el sector Caimancito incluye: sanciamiento de piletas, eliminación de lodos y chatarra, la relocalización de las aguas de producción y de control de pozos fuera de servicio. (P.N. Calilegua, información general).

La Empresa procesa en el lugar como consecuencia de la explotación, un crudo con alto contenido de salinidad y agua, que debe ser llevado a un estado de comercialización adecuado (no mayor de 1ppm de agua y 100 mg/l de cloruro), evitando así corrosiones en el circuito de transporte y de almacenamiento. Para ello, se debe lavar con agua dulce, la cual es suministrada desde un arroyo cercano. En este proceso se separa el agua de formación del crudo en una unidad. El petróleo sale de la parte intermedia e ingresa a una segunda unidad, por la parte inferior, atravesando un volumen de agua dulce que absorbe la sal del crudo. El volumen de agua de esta última es de aproximadamente 70 m<sup>3</sup>/día, al que debe sumarse el volumen de agua de formación que se separa en la primera parte del proceso, unos 130 m<sup>3</sup>/día. El total del efluente es de 200 m<sup>3</sup>/día. Este es almacenado en un tanque y a posteriori tratado en una Pileta API que recupera parte del petróleo que pudiera contener.

El petróleo puede ser peligroso ambientalmente, especialmente considerando la vida silvestre animal y vegetal, asimismo los hidrocarburos aromáticos policíclicos individualmente significan un riesgo para el medio ambiente. Investigaciones en relación a los vertidos y consecuencias de efluentes de petróleo creció automáticamente alrededor de 1.970 (Hoffman, 1.995).

### MATERIAL Y METODO

Se diseñó un diagnóstico para evaluar la contaminación en la zona y el posible riesgo de la fauna y flora silvestre que habita el sector este del Parque Nacional Calilegua. Considerando la variación de precipitaciones en el sector se estudian dos épocas del año, un período de alta precipitaciones (febrero) y un período de baja precipitaciones (mayo).

En base a una primera evaluación en el período de altas precipitaciones se desarrolló un diseño para el monitoreo en épocas de baja precipitaciones, considerando que los niveles de caudales son aproximadamente la tercera parte.

La zona de evaluación se muestra en Figura 1, identificándose los puntos de muestreo como:

- Punto 1: Salida de Pileta API
- Punto 2: Arroyo distante aproximadamente 300 m del vertido
- Punto 3: Arroyo mayor distante aproximadamente 1.500 m del vertido
- Punto 4: Futura edificación casilla de P.N. Calilegua, a aproximadamente 6.500 m del vertido
- Punto 5: Río Sauzalito, puente a aproximadamente 8000 m del vertido
- Punto 6: Toma de agua.

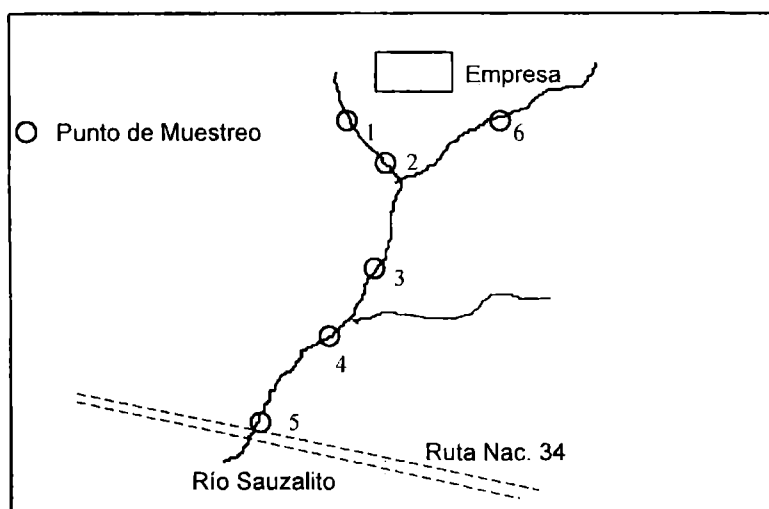


Figura 1: Esquema de la disposición de los puntos de muestreo

En época de altas precipitaciones, el caudal en el punto 2 sin el aporte del efluente de planta arrojó un valor de 18,108 m<sup>3</sup>/h. Como consecuencia del aporte del efluente, el caudal registra un valor de 57,672 m<sup>3</sup>/h. El caudal en el punto 3 es de 626 m<sup>3</sup>/h, resaltando el poder de dilución frente a los valores anteriores.

Para la época de bajas precipitaciones, el caudal tomado sobre el punto 2 registra un valor de 8,893 m<sup>3</sup>/h. Como consecuencia del aporte del efluente, el caudal aumenta en forma variable con el tiempo según se puede ver en la Figura 2.

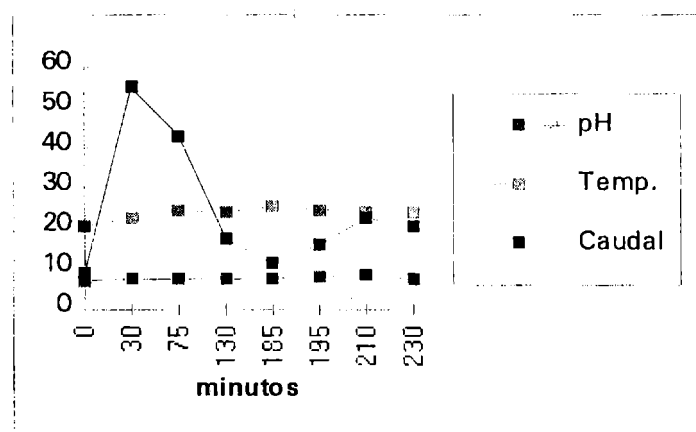


Figura 2: Variación de caudal (punto 2 - época de bajas precipitaciones)

Como se observa en el gráfico, en el trayecto 1-2, se evidencia un pequeño aumento de temperatura. El caudal llega a un valor máximo de 54,993 m<sup>3</sup>/h, observándose otro pico de caudal, como consecuencia de un segundo vertido. Asimismo el punto 3 posee un valor de caudal puntual de 148 m<sup>3</sup>/h, con las variaciones de caudal propias del vertido.

Los puntos 2 y 3 para las épocas de baja precipitaciones, fueron diseñadas como muestras compuestas, es decir la muestra tomada para las caracterizaciones, corresponden a la suma de alícuotas proporcionales al caudal puntual.

En Figura 3, se observa la variación del contenido de materia orgánica (demanda química de oxígeno) y el contenido de cloruro en los puntos de muestreo, para ambas épocas. De la Pileta API el efluente sale con valores de 13.100 y 3.700 mg/l (época de precipitaciones y seca respectivamente), mitigándose dicho valor en los subsiguientes puntos. Se evalúan asimismo los valores de demanda bioquímica de oxígeno dando valores bajos por la toxicidad de los componentes fenólicos que inhiben el desarrollo de las bacterias durante su determinación, dichos valores corresponden a 2.000 y 120 mg/l disminuyendo en el punto 2 a un valor de 30 y 10 mg/l respectivamente para las épocas de lluvias y seca. Los valores de concentración de cloruros son elevados saliendo de la pileta con valores de 2.921,5 y 23.634 mg/l para ambas épocas. Estos valores, a pesar de su disminución por distintos efectos a lo largo del curso hídrico, son elevados considerando la reglamentación vigente.

En la Figura 4, se observan los contenidos de petróleo para ambas épocas muestreadas. Los tenores observados demuestran el valor de eficiencia de separación en la Pileta. Para ambos casos no se observa contenido alguno desde el punto 3.

En la Figura 5, se analiza la variación del contenido de fenol a partir de los contenidos de vuelco, 0,230 y 0,348 mg/l (época de lluvia y seca respectivamente). Estos componentes tienen variada toxicidad según su composición.

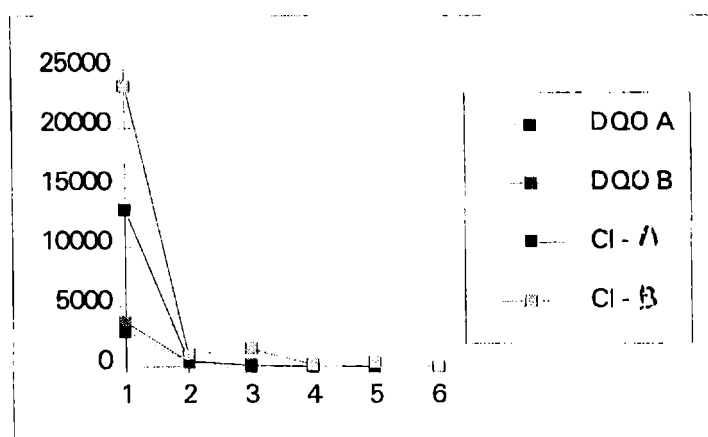


Figura 3: Demanda química de oxígeno y contenido de cloruros en los distintos puntos de muestreo (mg/l)  
A: Época de altas precipitaciones  
B: Época de bajas precipitaciones

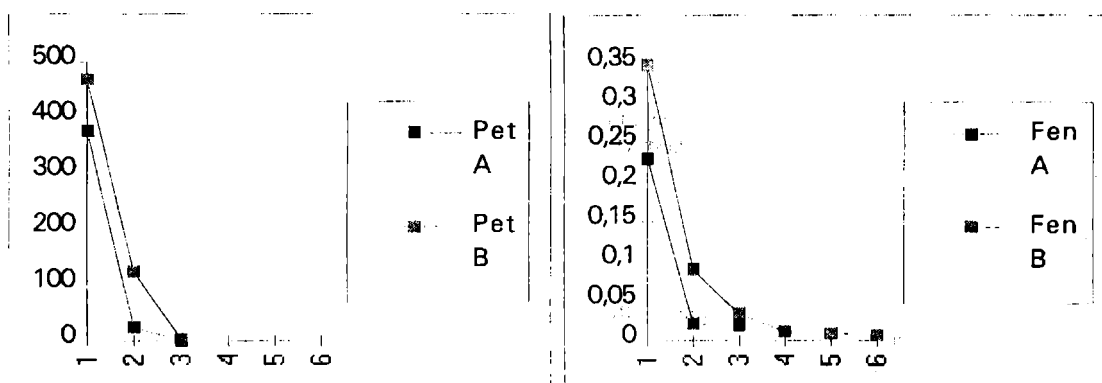


Figura 4: Contenido de petróleo (mg/l)      Figura 5: Contenido de fenol (mg/l)  
A: Época de altas precipitaciones  
B: Época de bajas precipitaciones

Punto	Turbiedad	Conductividad	Cenizas
1	59,20	18,46	40,95
2	11,60	5,70	86,47
3	3,72	1,30	-
5	124,00	0,60	-

Tabla 1: Turbiedad (NTU), conductividad (mS/cm), cenizas (% sólidos totales)  
Epoca de lluvias

Punto	Turbiedad	Conductividad	Cenizas
1	64,2	135,2	78,04
2 Compuesta	16,4	78,54	97,95
3 Compuesta	11,4	13,25	96,50
4	2,8	2,29	97,79
5	2,9	2,64	84,12
6 Toma de agua	2,3	1,33	82,61

Tabla 2: Turbiedad (NTU), conductividad (ms/cm), cenizas(% sólidos totales). Epoca de bajas precipitaciones

Otras determinaciones fisico-químicas son consistentes con los parámetros graficados en Figuras 3, 4 y 5, como lo demuestra los valores que se expresan en Tabla 1 y 2. Las determinaciones experimentales de laboratorio y de campo se desarrollaron según Standard Methods (3)

Los valores de conductividad para bajas precipitaciones son elevados debido primordialmente al contenido salino.

## **CONCLUSIONES**

Cabe mencionar que la Ley de Residuos Peligrosos, Ley 24.051, en su art. 2 define como residuo peligroso "todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general", en particular es considerado peligroso según su Anexo I : "fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles".

La reglamentación internacional (San Pablo- Brasil) es clara en los contenidos máximo de fenol en cuerpos de agua (0,5 mg/l) y una DBO de 60 mg/l. A nivel Nacional Obras Sanitarias acepta un máximo tenor de DBO de 50 mg/l.

Como se observa en tablas, tanto los valores de fenol, cloruros, petróleo, DBO y DQO en el punto 2 disminuyen notablemente debido a la eficiencia natural de remoción del curso de agua a pesar de su bajo caudal. En épocas de secas la concentración del contaminante aumenta notablemente.

El daño producido en la flora y fauna es difícil de evaluar , teniendo en cuenta que los animales recorren en el día grandes distancias, sin embargo la visualización de huellas demuestran el riesgo permanente de distintos animales típicos de la región en la zona contaminada.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Delegación Técnica Regional Noroeste. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Administración de Parques Nacionales. Información General. Parque Nacional Calilegua. 1996
2. Hoffman D. , Rattner B. et al. Handbook of Ecotoxicology. Lewis Publishers, 1995 by CRC Press, Inc.
3. American Public Health Association (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th edition. Washington. 1985.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a la Directora de Parques Nacionales Regional Noroeste, Dra. Patricia Marconi, por su gestión para desarrollar el presente trabajo financiado por la Empresa UTE Petróleos Sudamericanos. Asimismo se agradece al Geólogo Néstor Aguilera por su valiosa colaboración.