

MEDICION DE PARÁMETROS CRITICOS MEDIOAMBIENTALES EN YACIMIENTOS DE MENDOZA NORTE

Eduardo Curci
Gustavo Palma
REPSOL YPF

SINOPSIS

Este trabajo describe la metodología desarrollada e implementada en los Yacimientos de REPSOL YPF de Mendoza Norte para que mediante mediciones adecuadas se prevengan , minimicen y controlen contingencias originadas en las operaciones de extracción de petróleo y gas.

El monitoreo comprende mediciones en suelo , agua y aire.

Las mediciones principales en el suelo comprenden hidrocarburos , salinidad y metales pesados en residuos de operación que serán dispuestos una vez controlados los mencionados parámetros.

Respecto al agua se controlan las fuentes de agua que pudieran ser influenciadas por las operaciones de nuestros yacimientos.

El control del aire se efectúa en las zonas sensibles desde el punto de vista ambiental , ya sea por presencia de población o por el desarrollo de actividades que pudiesen ser perjudicadas por las actividades desarrolladas en nuestros yacimientos. Los parámetros medidos son monóxido y dióxido de carbono , óxidos de nitrógeno , dióxido de azufre , sulfuro de hidrógeno y compuestos orgánicos volátiles (VOC).

Este plan de monitoreo forma parte de los procedimientos operativos que permitieron la certificación de la norma ISO 14001 en el año 2001 en los Yacimientos de REPSOL YPF en Mendoza Norte.

INTRODUCCION

Un problema ampliamente difundido en décadas pasadas en los yacimientos petroleros fue la falta o inadecuada medición de parámetros relacionados con la protección del medio ambiente.

Si bien desde hace muchos años existen las normas nacionales e internacionales que permiten realizar un eficiente monitoreo , recién en los últimos años se ha tomado debida conciencia de efectuar mediciones que nos permitan trabajar con la seguridad de no estar deteriorando el entorno que rodea las actividades petroleras.

Muchas veces las mediciones son realizadas cuando ya se ha producido o comienza a manifestarse un deterioro del medio ambiente.

También puede ocurrir que aparte de no realizarse las mediciones adecuadas no exista un programa de monitoreo que permita prevenir los problemas asociados con la explotación de petróleo y gas.

En los yacimientos de REPSOL YPF de Mendoza Norte desde hace varios años se ha prestado especial interés al tema de las mediciones , realizando determinaciones que sean soportadas por normas internacionales.

Las mediciones son efectuadas tanto por laboratorios propios como por laboratorios externos calificados y reconocidos.

Cuando es posible se recurre a los laboratorios de las Universidades Nacionales. Se puede mencionar entre estas instituciones a la Universidad de Cuyo a la Universidad de Buenos Aires y a la Comisión de Energía Atómica.

En el año 2001 por decisión empresaria se debía obtener la certificación ISO 14001 en nuestros yacimientos.

Para obtener ese logro era necesario implementar numerosos procedimientos , muchos de los cuales estaban relacionados con las mediciones a realizar desde el punto de vista medioambiental.

Los procedimientos consideraron las distintas matrices donde eventualmente había riesgo de contaminación , aire , agua y suelo.

En caso que algún parámetro diese un valor superior al máximo admitido por ley cada procedimiento establece los pasos a seguir para corregir inmediatamente la desviación encontrada.

Está establecido la frecuencia con la que se realizan las distintas mediciones.

Nuestro sistema de gestión ambiental se va actualizando permanentemente , de modo que se van incorporando puntos de medición de acuerdo a las necesidades operativas.

DESARROLLO

Desde hace más de 7 años que en los Yacimientos de Mendoza Norte se están realizando determinaciones químicas relacionadas con el medio ambiente.

En los primeros tiempos se realizaban muestras puntuales , sin ningún plan preestablecido. Como ejemplo de estas mediciones se pueden mencionar los residuos de fondos de tanque , donde aparte de evaluar el contenido de hidrocarburos se dosaba el nivel de metales pesados presentes en las muestras.

Algunas veces también se realizaban mediciones sobre los barros obtenidos en la limpieza de alguna línea o en parte de instalaciones de superficie (separadores , piletas API , filtros , etc.).

En esta etapa si bien las determinaciones realizadas seguían las normas internacionales no se ajustaba a una programación , sino se debía simplemente a la necesidad de disponer algún residuo sin que origine una contaminación que desemboque en un eventual problema ambiental.

En la tabla N° 1 se presentan datos de las primeras mediciones realizadas sobre residuos que debían ser dispuestos en el empetrolado de caminos internos en el yacimiento.

Las determinaciones de los metales pesados se realiza sobre el lixiviado según la norma EPA (Environmental Protection Agency) 1310 , empleándose métodos de Absorción Atómica para cadmio , cromo , cobre , níquel , plomo , cinc y plata , vapor frío para mercurio y método colorimétrico para arsénico.

En todas estas muestras se compararon los valores obtenidos contra los máximos permitidos por la Ley de Residuos Peligrosos N° 24051.

TABLA N° 1. Determinaciones de metales pesados en residuos sólidos

muestra	fecha	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Ag mg/l
Tk 1	05/97	< 0,005	0,04	0,01	0,04	0,06	0,12	<0,004	0,08	n.d.
Tk 2	05/97	< 0,005	0,04	0,01	0,04	0,05	0,12	<0,004	0,07	n.d.
Tk 3	05/97	0,022	0,06	0,01	0,04	0,17	0,18	<0,004	0,10	n.d.
Tk 4	06/97	n.d.	<0,04	<0,2	<0,04	0,3	<0,4	<0,005	1,1	n.d.
Lodo 1	09/97	n.d.	<0,04	<0,2	<0,04	<0,5	<0,4	n.d.	18	<0,09
Lodo 2	11/97	n.d.	0,03	<0,4	<0,05	0,4	<0,3	n.d.	0,3	n.d.
Lodo 3	11/97	n.d.	<0,02	<0,4	<0,05	<0,2	<0,3	n.d.	0,05	n.d.
Lodo 4	12/97	n.d.	0,04	<0,5	<0,2	<0,3	<0,3	n.d.	0,1	n.d.
Tk 5	08/98	n.d.	<0,1	<0,3	<0,3	<0,5	<0,4	n.d.	0,1	<0,5
Lodo 5	08/98	n.d.	<0,04	<0,2	<0,2	0,35	0,5	n.d.	0,15	n.d.
Lodo 6	01/99	n.d.	<0,02	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	n.d.	0,18	<0,1
Lodo 7	01/99	n.d.	<0,02	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	n.d.	0,26	<0,1
Lodo 8	01/99	n.d.	<0,02	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	n.d.	0,08	<0,1
Ley 24051	-----	1	0,5	5	100	1,34	1	0,1	500	5

De la TABLA 1 se puede inferir

1-En varias ocasiones no se dosaron (n.d.) todos los elementos

2-Hay una buena variación de los límites mínimos detectados (nótese que para cada elemento hay distintos valores que acompañan al signo<).

3-Los valores encontrados son bajos y siempre están por debajo del máximo admitido por la Ley N° 24051(Residuos Peligrosos).

Cuando se comienza a trabajar para obtener la certificación de la norma ISO 14001 surge la necesidad de contar con una adecuada planificación de las mediciones a realizar y debemos establecer una periodicidad que nos permita trabajar con la seguridad de no estar generando problemas ambientales.

Para cumplir con estos objetivos se preparan procedimientos que establecen de manera explícita y obligatoria la necesidad de mediciones en suelos , aire y fuentes de agua.

Se presta particular atención a establecer una frecuencia de monitoreos adecuada.

Determinación de hidrocarburos

Debido a la naturaleza de las operaciones de extracción de crudo un parámetro que es necesario controlar y evaluar lo más exactamente posible es la concentración de hidrocarburos , tanto en suelos, agua y aire.

Sin embargo no es una decisión simple la elección de la técnica de monitoreo , ya que al considerar hidrocarburos no se está hablando de una sustancia simple , sino es un conjunto muy complejo de componentes que tienen distintas propiedades químicas.

Para decidir que técnica debe seleccionarse se deben considerar 2 aspectos fundamentales :

1-El tipo de hidrocarburos que queremos evaluar

2-La ley contra la cual se va a referenciar el resultado obtenido.

Si la medición tiene como único objetivo seguir el desarrollo de un proceso (funcionamiento de una planta de tratamiento de agua de inyección) a veces es suficiente realizar una curva patrón con el petróleo de la zona y hacer comparaciones colorimétricas o por infrarrojo.

En general cuando se buscan resultados que demuestren que se está operando con valores inferiores a los que permiten las distintas leyes , ya sea nacionales o provinciales la metodología empleada debe ser reconocida internacionalmente.

En este último caso se recomienda utilizar normas aceptadas por la agencia estadounidense de protección ambiental EPA.

Para muestras sólidas y líquidas pueden utilizarse distintos solventes de extracción y luego determinarse el contenido de hidrocarburos de modo gravimétrico o por técnicas de espectroscopia infrarrojo.

ISO 14001

Mediciones en residuos sólidos

Dentro de estas mediciones se pueden distinguir dos grupos básicos en función del objetivo que tenga el conocer los parámetros ambientales incluidos en estas determinaciones.

Las mediciones incluidas dentro del primer grupo tienen como objetivo el saber si la matriz evaluada está en condiciones , desde el punto de vista ambiental , para ser dispuesta en forma transitoria o permanente en sitios que no ofrezcan riesgos para el medioambiente.

En esta primera categoría se incluyen las realizadas en matrices sólidas (fondos de tanques , residuos de limpieza de líneas , residuos de limpieza de equipos , tales como separadores , filtros , etc.) que

tienen como destino final tratamientos biológicos (landfarming) o servirán como empetrolados de caminos internos del yacimiento.

El segundo grupo de mediciones está abarcado por las mediciones que se realizan sobre suelos de los yacimientos para verificar luego de una remediación realizada que la zona esté libre de contaminantes.

Generalmente en el primer caso se miden las concentraciones de los metales pesados y se comparan contra los límites máximos permitidos del ANEXO VI de la ley de Residuos peligrosos (N° 24051). Los metales evaluados son : arsénico , bario , cadmio , cinc , cobre , cromo , mercurio , níquel , plata y plomo.

Las determinaciones son realizadas por espectroscopia de Absorción Atómica y las lecturas se realizan sobre los lixiviados.

La lixiviación es la correspondiente a la norma EPA 1310 (lixiviado en Buffer actato/acético).

A continuación se presentan en la Tabla N° 2 las determinaciones realizadas en los Yacimientos de REPSOL YPF de Mendoza Norte.

TABLA N° 2. Determinaciones en residuos sólidos

muestra	As mg/l	Ba mg/l	Cd mg/l	Zn mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Ag mg/l	Pb mg/l
Tk 401 Vz.	< 1	< 0,2	< 0,03	0,55	0,12	< 0,04	< 0,002	< 0,05	n.d.	< 0,1
Tk 103 VM	< 1	1	< 0,03	0,57	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Tk 1 LV	< 1	0,2	< 0,03	0,83	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Tk B. 2 VM	< 1	< 0,2	< 0,03	0,26	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
FW Bcas.	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,06	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Tk 5 Ug.	< 1	0,8	< 0,03	0,12	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Tk 10 Bcas	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,06	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Tk 6001 Vz	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,06	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Tk 6002 Vz	< 1	< 0,2	< 0,03	2,2	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Decanter 1	< 1	0,8	< 0,03	0,19	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Aridos 1	< 1	< 0,2	< 0,03	2,2	< 0,04	< 0,04	< 0,002	0,15	< 0,01	0,2
Arido 2	< 1	< 0,2	< 0,03	0,1	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Tk 24 LV	< 1	0,4	< 0,03	0,5	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Decanter 2	< 1	< 0,2	< 0,03	0,4	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Arido 3	< 1	0,2	< 0,03	0,17	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Arido 4	< 1	< 0,2	< 0,03	0,12	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
FW Bcas.	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,06	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
TK 302 VM	< 1	1,2	< 0,03	0,47	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Decanter 3	< 1	0,74	< 0,03	0,56	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Ley 24051	1	100	0,5	500	100	5	0,1	1,34	5	1

Observando los resultados de la tabla precedente se nota que la mayoría de los valores obtenidos están debajo del límite de detección para la determinación de cada metal.

En los pocos casos que se detecta la presencia de algún metal el valor obtenido está siempre debajo del límite máximo admitido por la Ley de Residuos Peligrosos , es decir que todos estos barros , fondos de tanque o residuos sólidos de las operaciones realizadas en los yacimientos considerados han podido ser dispuestos sin crear ningún inconveniente desde el punto de vista medioambiental.

El otro tipo de mediciones realizadas sobre las matrices sólidas incluyen a los suelos que son evaluados para ver si hay algún componente que pueda producir contaminación del mismo.

En la tabla N°3 se presentan los resultados de algunas determinaciones de este tipo de muestras.

TABLA N° 3. Determinaciones en suelos

muestra	As mg/l	Ba mg/l	Cd mg/l	Zn mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Ag mg/l	Pb mg/l
Suelo 1	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,001	< 0,05	<0,01.	< 0,1
Suelo 2	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,001	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Suelo 3	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,001	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Suelo 4	< 1	0,2	< 0,03	0,06	< 0,04	< 0,04	< 0,001	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Suelo 5	< 1	0,2	< 0,03	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,001	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Suelo 6	< 1	< 0,2	< 0,03	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,001	< 0,05	< 0,01	< 0,1
Suelo 7	< 1	< 0,2	< 0,03	0,45	< 0,04	0,2	< 0,001	1	< 0,01	0,4
Suelo 8	< 1	< 0,2	< 0,03	0,30	< 0,04	< 0,04	< 0,001	0,88	< 0,01	0,3
Ley 24051	1	100	0,5	500	100	5	0,1	1,34	5	1

En estas muestras también se han determinado los metales pesados por Absorción Atómica en el líquido lixiviado según norma EPA 1310 A

Todos los valores están debajo del máximo que indica la ley.

Es posible realizar otro tipo de determinaciones de metales pesados en muestras de suelos.

En el caso que el interés no sea la posibilidad de lixiviar de los posibles contaminantes sino conocer el contenido total de un determinado metal en un suelo debe realizarse una disolución de la muestra con un solvente orgánico previa determinación según el método EPA 3040 , también puede realizarse un ataque oxidante agresivo donde se trata a la muestra con los ácidos nítrico y clorhídrico según norma EPA 3050 (digestión con ácido nítrico y peróxido de hidrógeno seguido de disolución con ácido nítrico o ácido clorhídrico).

En este caso los valores encontrados pueden compararse contra la tabla 9 del ANEXO II de la Ley de Residuos Peligrosos , donde se especifica los valores máximos admitidos de los constituyentes peligrosos de acuerdo al uso que se le dé al suelo.

Así están definidos los límites para los suelos de uso agrícola , residencial e industrial.

Este tipo de determinaciones se han realizado muy pocas veces en nuestros yacimientos.

Mediciones en aire

Para monitorear la calidad del aire en los yacimientos donde realizamos nuestras actividades se seleccionaron los parámetros significativos que permiten evaluar la presencia de contaminantes.

Las mediciones realizadas incluyen monóxido (CO) y dióxido de carbono (CO₂) , óxidos de nitrógeno (NO_x) , dióxido de azufre (SO₂) , sulfuro de hidrógeno (H₂S) y compuestos orgánicos volátiles (VOC).

Las mediciones de la calidad del aire se realiza una vez al año.

Se presenta la TABLA N°4 con las mediciones efectuadas en los Yacimientos de Barrancas , Ugarteche , La Ventana y Vizcacheras realizadas en el año 2001.

TABLA N° 4. Determinaciones en aire año 2001

	CO p.p.m.	CO₂ mg/m³	NO_x mg/m³	SO₂ mg/m³	H₂S mg/m³	VOC mg/m³
La Ventana 1	<1,0	0,036	0,014	0,02	0,026	< 0,1
La Ventana 2	<1,0	0,038	0,011	0,01	0,028	< 0,1
La Ventana 3	<1,0	0,049	0,017	0,02	0,008	0,1
Vizcacheras 1	<1,0	0,043	0,012	<0,01	0,027	0,2
Barrancas 1	<1,0	0,045	0,027	0,01	0,041	<0,1
Barrancas 2	< 1,0	0,041	0,019	0,02	0,026	< 0,1
Barrancas 3	<1,0	0,050	0,014	0,01	0,010	0,2
Ugarteche 1	<1,0	0,039	0,028	0,02	0,016	< 0,1
Ugarteche 2	<1,0	0,044	0,009	0,02	0,019	< 0,1

En la TABLA N° 5 están las mediciones realizadas en el año 2002 , donde se incluyen 7 nuevos puntos a muestrear

TABLA N° 5. Determinaciones en aire año 2002

	CO p.p.m.	CO₂ mg/m³	NO_x mg/m³	SO₂ mg/m³	H₂S mg/m³	VOC mg/m³
La Ventana 1	1,5	0,10	0,004	<0,01	<0,002	0,1
La Ventana 2	1,2	0,06	0,003	<0,01	0,012	0,1
La Ventana 3	<1,0	0,06	0,002	<0,01	0,008	0,1
La Ventana 4	<1,0	0,05	0,002	<0,01	0,011	0,2
La Ventana 5	<1,0	0,08	0,012	<0,01	0,007	0,2
La Ventana 6	<1,0	0,06	0,008	<0,01	0,004	0,1
Vizcacheras 1	<1,0	0,07	0,002	<0,01	0,003	0,1
Vizcacheras 2	<1,0	0,07	0,002	<0,01	0,040	0,2
Barrancas 1	<1,0	0,06	0,007	<0,01	0,002	0,1
Barrancas 2	1,4	0,06	0,009	<0,01	0,017	0,2
Barrancas 3	<1,0	0,08	0,004	<0,01	0,008	<0,1
Barrancas 4	<1,0	0,06	0,005	<0,01	0,010	0,2
Barrancas 5	<1,0	0,06	0,044	<0,01	0,004	0,2
Barrancas 6	<1,0	0,07	0,025	<0,01	0,006	0,1
Ugarteche 1	<1,0	0,10	0,004	<0,01	0,003	0,1
Ugarteche 2	<1,0	0,08	0,005	<0,01	0,007	0,1

Las normas utilizadas para la medición de gases son :

CO : OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ID 210 (cromatografía gaseosa) , CO₂ NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) 6603 , NO_x : NIOSH 6600 (espectrofotometría) , SO₂ : OSHA ID 104 (cromatografía iónica) , H₂S : ASTM 2725 (espectrofotometría) y VOC Compuestos Orgánicos Volátiles (cromatografía gaseosa).

Estas fueron las primeras mediciones que se realizaron en los yacimientos de Mendoza Norte con el objeto de evaluar la calidad del aire.

Desde octubre del año 2001 se realizan periódicamente con una frecuencia anual.

Las mediciones en aire se representan en los gráficos 1 y 2.

Mediciones en agua

En los procedimientos de la norma ISO 14001 hay 2 grupos de mediciones que se realizan sobre matrices acuosas.

Por un lado las que incluyen a los cursos de agua cercanos a nuestra área de explotación (Río Mendoza y Río Tunuyán).

La segunda serie de mediciones es realizada sobre el agua dulce que es utilizada como agua industrial en nuestros yacimientos.

El objetivo de analizar el agua de los ríos es prevenir cualquier posibilidad de contaminación de estos recursos naturales debido a nuestras operaciones.

Los parámetros medidos son la conductividad y los hidrocarburos parafínicos totales.

La conductividad es medida por el método 2510 de Métodos Normalizados para aguas potables y residuales.

Los hidrocarburos parafínicos totales se miden según la norma EPA 418 basada en espectroscopía infrarrojo.

En general el aceite y la grasa están compuestos por materia grasa animal y vegetal y de hidrocarburos.

Por tal motivo es importante poder discriminar la cantidad de cada fracción.

Para realizar esta diferenciación se utiliza gel de sílice que tiene la particularidad que en solventes orgánicos adecuados los ácidos grasos son extraídos en forma selectiva de la solución, en tanto los compuestos que no son adsorbidos por la sílica gel se consideran como hidrocarburos.

Hay que tener en cuenta que algunos hidrocarburos polares como compuestos aromáticos complejos y derivados con cloro, azufre y nitrógeno pueden ser adsorbidos por el gel de sílice.

Para las muestras líquidas hay 3 métodos de determinación de aceite y grasa: a) método de partición-gravimetría, b) método partición-infrarrojo y c) método Soxhlet.

En el segundo grupo de determinaciones acuosas, agua dulce industrial, los parámetros medidos son los que corresponden a la caracterización del agua (pH, calcio, magnesio, sodio, cloruro, sulfato, carbonato, bicarbonato y potasio).

Las normas empleadas son las incluidas en Métodos Normalizados para aguas potables y residuales.

Para poder cumplir con los procedimientos establecidos de la norma ISO 14001 deben realizarse estas mediciones semestralmente en los puntos establecidos en dichos procedimientos.

Previamente a la certificación de la norma ambiental se realizaban mediciones sin seguir ninguna planificación preestablecida y sin frecuencia predeterminada. Por tal motivo en algunos puntos había ausencia de datos por períodos prolongados.

Al trabajar bajo los procedimientos de la ISO 14001 se mejora la calidad y cantidad de datos.

En las figuras 3, 4 y 5 se representan las mediciones realizadas sobre las fuentes de aguas utilizadas en forma industrial de las zonas de Barrancas (salida Planta Agrelo), La Ventana (Planta Carrizal) y Vizcacheras (Planta Brandi).

CONCLUSIONES

*Desde hace aproximadamente 7 años en Mendoza Norte se están realizando mediciones que involucran al medioambiente.

*A partir del año 2001 , al certificar la norma ISO 14001 , comienza un intenso programa de mediciones en aire , suelo y aguas en los Yacimientos de REPSOL YPF en Mendoza Norte(Barrancas , Ugarteche , La Ventana y Vizcacheras).

El programa de mediciones está establecido en los procedimientos operativos de la mencionada norma.

*Todas las mediciones son realizadas siguiendo normas internacionales.

*La mayoría de las mediciones son realizadas por organismos externos , de reconocida calidad y trayectoria (Universidad de Cuyo , Comisión Nacional de Energía Atómica , Universidad de Buenos Aires , etc.) que permiten tener un alto grado de confianza en los resultados informados.

*El continuo análisis del aire , suelo y aguas permiten trabajar con un criterio de prevención , de modo de minimizar y/o eliminar cualquier tipo de contaminación que pudiera surgir de nuestras actividades de extracción de hidrocarburos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Licenciada Barbeito y a la Ingeniera Clausen de la Universidad Nacional de Cuyo.

BIBLIOGRAFÍA

*SW 846. Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical/Chemical Methods. Environmental Protection Agency.

*Acid Digestion of Waters for Total Recoverable or Dissolved Metals for Analysis by FLAA or ICP Spectroscopy. Method 3005A. Environmental Protection Agency.

*Acid Digestion of Aqueous Samples and Extracts for Total Metals for Analysis by FLAA or ICP Spectroscopy. Method 3010A. Environmental Protection Agency.

* Extraction Procedure Toxicity Test Method and Structural Integrity Test EPA 1310.

*Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (APHA American Public Health Association , AWWA American Water Works Association , WPCF Water Pollution Control Federation).

*Promulgated Test Method USEPA N°18 Measurement of Gaseous Organic Compound Emissions by Gas Chromatography.

*Oil and Grease , Total Recoverable Gravimetric , Separatory Funnel Extraction EPA 413.1.

*Oil and Grease , Total Recoverable Spectrophotometric , Infrared EPA 413.2.

*Petroleum Hydrocarbons , Total , Recoverable Spectrophotometric , Infrared EPA 418.1.

*Polynuclear Aromatic Hydrocarbons EPA 610.

*Ingeniería de control de la contaminación del aire. Noel de Nevers.

Figura N° 1

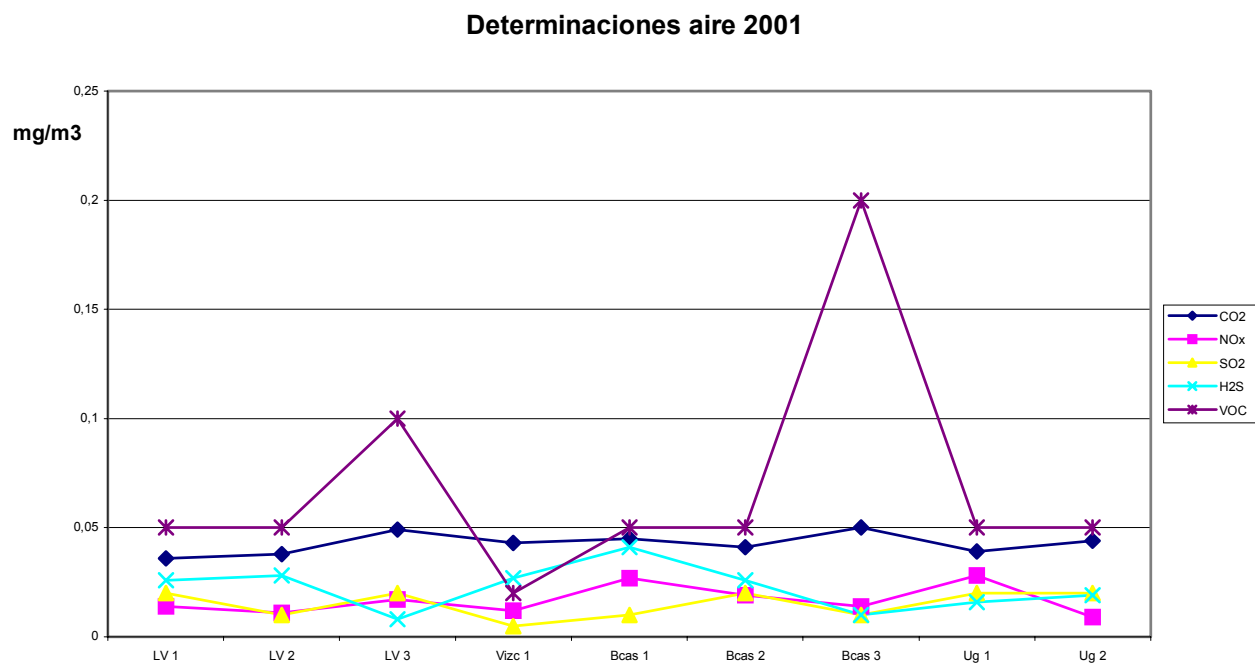


Figura N° 2

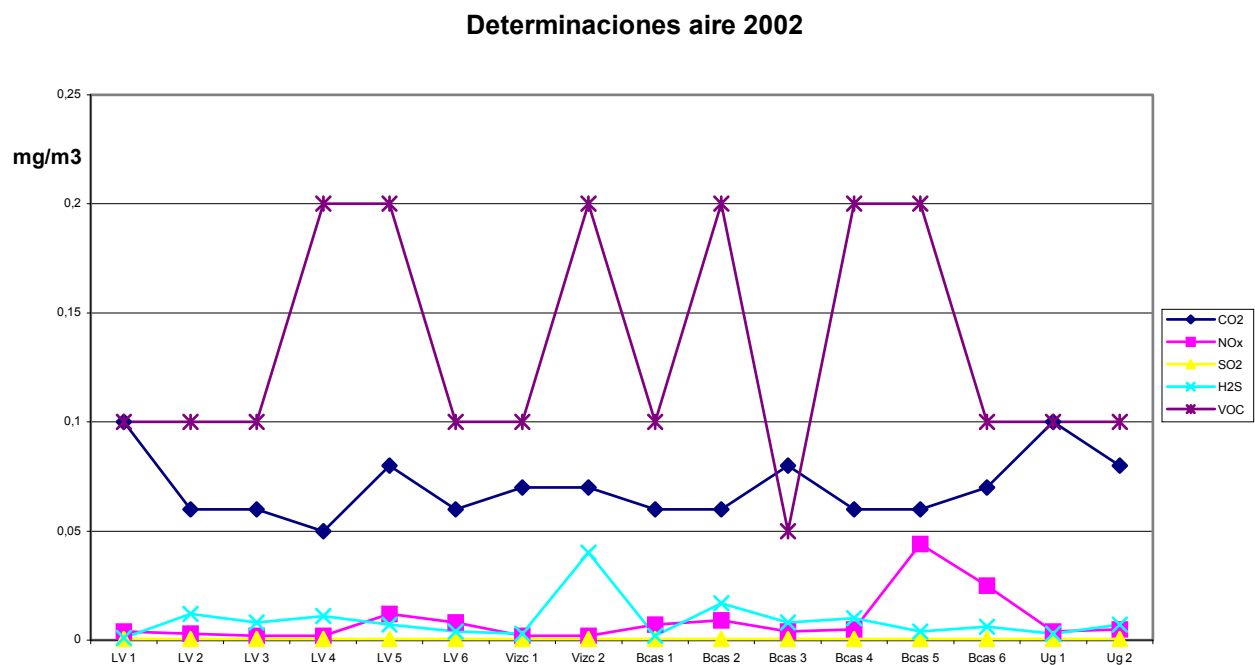


Figura N°3

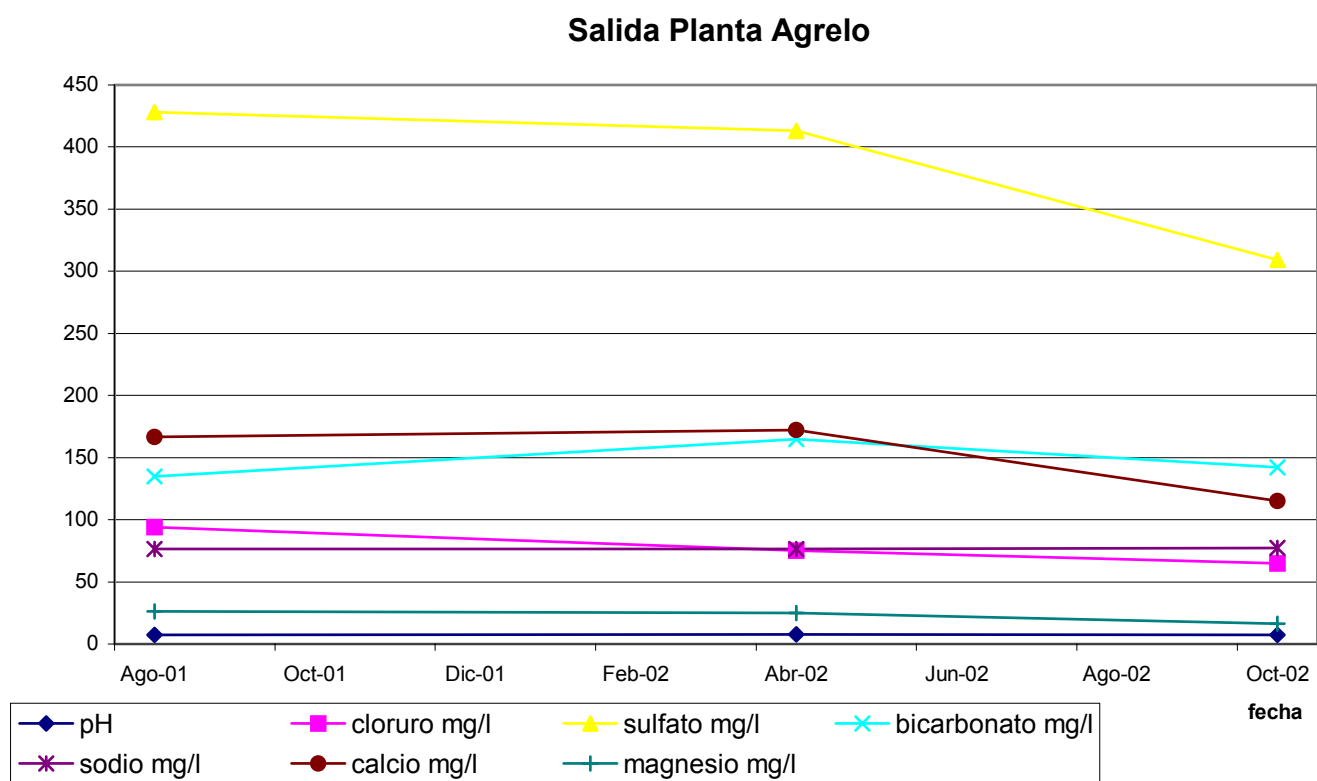


Figura N°4

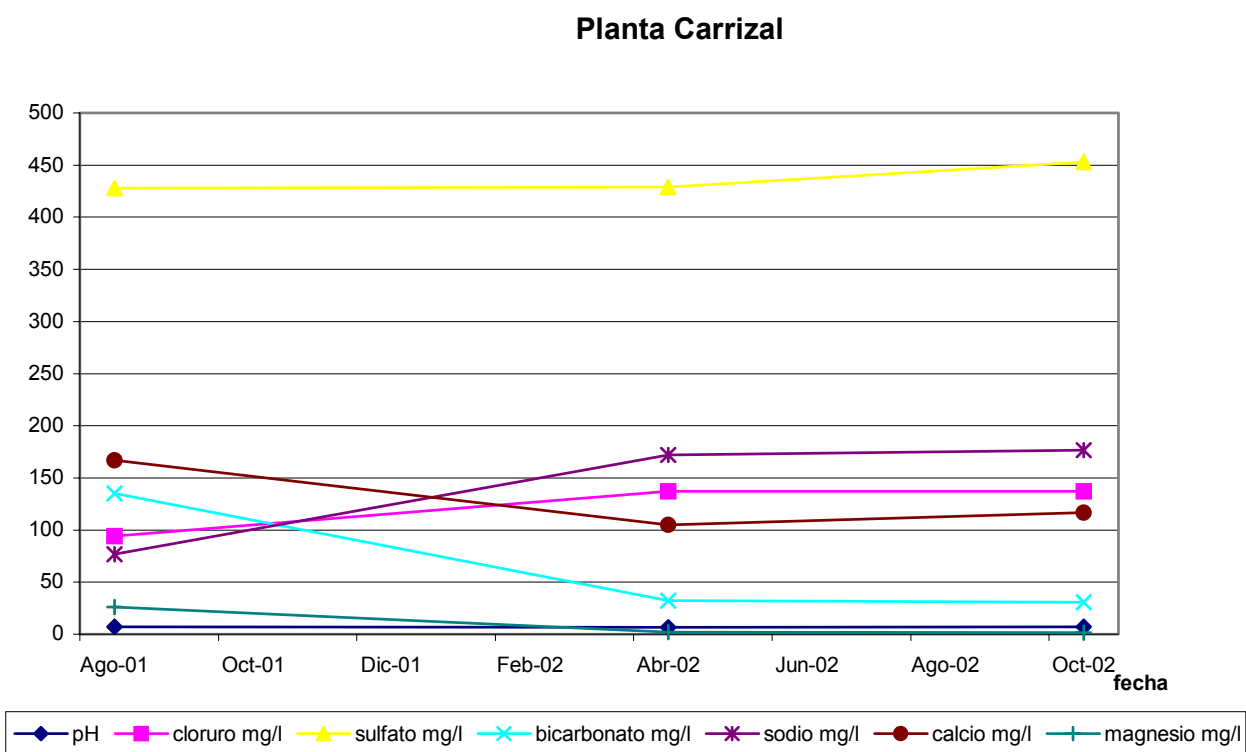


Figura N°5

