



Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Trabajo final de práctica profesional

Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental

``Relevamiento y caracterización de repositorios y cuttineras productos de la actividad petrolera del ejido de Comodoro Rivadavia``

Alumno: Daiana Ramirez

Profesor asesor: Dra. Mariana Buzzi

Profesor co-Asesor: Lic. Jesica Vertki

Asesor de la Subsecretaría de Ambiente: Lic. José Ernesto Krause

Año: 2025

Índice

1. Introducción	6
2. Objetivos	8
2.1- Objetivo general	8
2.2- Objetivos específicos	9
3. Materiales y métodos.....	9
3.1- Área de estudio.....	9
3.2- Tareas de gabinete y salidas a campo	11
3.2.1- Tareas de gabinete pre eliminar	11
3.2.2- Trabajo a campo.....	11
3.2.3- Trabajo de gabinete.....	13
4. Resultados y discusión	13
4.1- Georreferencias de repositorios, cuttineras y freáticos por empresa	13
4.2- Fichas técnicas de repositorios y cuttinera, diferenciados por empresas	23
4.2.1- YPF S.A	23
4.2.2- CAPSA.....	24
4.2.3- CAPEX S.A	27
4.3- Volúmenes de residuos de repositorios y cuttineras	30
4.3.1- Ingresos de suelo empetrolado de la empresa YPF S.A.....	30
4.3.2- Ingresos de suelo empetrolado de la empresa CAPSA	31
4.3.3- Ingresos de suelo empetrolado de la empresa CAPEX S.A.....	32
4.4- Fuentes de generación de suelo empetrolado y cutting.....	33
5. Conclusión.....	37
6. Recomendaciones.....	37
7. Bibliografía:	38
8. ANEXOS.....	41
ANEXO I- Relevamiento de repositorio Cañadón Perdido.....	41
ANEXO II- Relevamiento de cuttinera Cañadón Perdido.....	42
ANEXO III- Relevamiento de repositorio Diadema.....	43
ANEXO IV- Relevamiento de repositorio BellaVista Oeste.....	45
ANEXO V- Relevamiento de repositorio del Yacimiento Bella Vista Oeste.....	45
ANEXO VI - Ficha utilizada en campo para relevamiento de información.....	46

ANEXO VII- Figuras de salida a campo.....	47
---	----

TABLAS

	Descripción	
Tabla 1	Coordenadas geográficas de repositorio y de cuttinera, correspondientes a la empresa YPF S.A.	14
Tabla 2	Coordenadas geográficas de freaímetros, correspondientes a la empresa YPF S.A.	14
Tabla 3	Coordenadas geográficas de repositorio y cuttinera, correspondientes a la empresa CAPSA.	16
Tabla 4	Coordenadas geográficas de freaímetros, correspondientes a la empresa CAPSA.	17
Tabla 5	Coordenadas geográficas de repositorio y cuttinera, correspondientes a la empresa CAPEX S.A.	20
Tabla 6	Coordenadas geográficas de freaímetros, correspondientes a la empresa CAPEX S.A.	21
Tabla 7	Ficha de descripción utilizada para relevamiento de repositorio, correspondientes a la empresa YPF S.A.	23
Tabla 8	Ficha de descripción de cuttinera, correspondientes a la empresa YPF S.A.	24
Tabla 9	Ficha de descripción de freaímetros, correspondientes a la empresa YPF S.A.	24

Tabla 10	Ficha de descripción utilizada para relevamiento de repositorio, correspondientes a la empresa CAPSA.	25
Tabla 11	Ficha de descripción de cuttinera, correspondientes a la empresa CAPSA.	26
Tabla 12	Ficha de descripción de freaímetros, correspondientes a la empresa CAPSA.	26
Tabla 13	Ficha de descripción utilizada para el relevamiento de repositorio, correspondientes a la empresa CAPEX S.A.	27
Tabla 14	Ficha de descripción de cuttinera, correspondientes a la empresa CAPEX S.A.	28
Tabla 15	Ficha de descripción de freaímetros, correspondientes a la empresa CAPEX S.A.	28
Tabla 16	Detalle de residuos petroleros y los impactos ambientales generados.	34

FIGURAS

Figura	Descripción.	
Figura 1	Mapa del ejido de Comodoro Rivadavia con sus respectivas operadoras.	10
Figura 2	Repositorio y cuttinera correspondiente a la empresa YPF S.A.	15
Figura 3	Repositorio correspondiente a la empresa CAPSA.	18
Figura 4	Cuttinera correspondiente a la empresa CAPSA.	19
Figura 5	Repositorio y cuttinera correspondiente a la empresa CAPEX S.A.	22
Figura 6	Comparación de volúmenes de suelo empetrolado correspondiente a la empresa YPF S.A.	31
Figura 7	Comparación de volúmenes de suelo empetrolado correspondiente a la empresa CAPSA.	32
Figura 8	Comparación de volúmenes de suelo empetrolado correspondiente a la empresa CAPEX S.A.	33

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Descripción	Siglas
Hidrocarburos totales de petróleo	HTP
Estudio de Impacto Ambiental	EsIA
Informe Ambiental del Proyecto	IAP
World Geodetic System 1984	WGS-84
Manejo Inteligente Del Agua	MIDA S.R.L
Uno coma cero cero por ciento peso en peso	1,00% p/p
Diez mil miligramos de HTP por kilogramos de masa seca	10.000 mg/kg

1. Introducción

Desde el final del siglo XIX y principios del siglo XX se pensaba que los hidrocarburos eran de origen inorgánico y que se formaban en la profundidad de la corteza terrestre, por la acción del agua sobre los carburos metálicos a partir de hidruros metálicos. Sin embargo, las pruebas de estudios de química y geología, así como de los materiales orgánicos asociados, han hecho evidente el origen orgánico de los hidrocarburos (Ortuño Arzata, 2012). La materia orgánica fósil que se encuentra en los sedimentos y las rocas, es la precursora del petróleo. Este se origina a partir de la materia orgánica que ha sido transformada durante millones de años, a causa de las altas presiones y el aumento de temperatura que ocurren cuando los sedimentos son sepultados y evolucionados mineralmente en el interior de los estratos de la corteza terrestre (Lucca, 2016). La materia orgánica que se encuentra en los sedimentos está constituida por todos aquellos materiales que proceden de los organismos vivos, plantas y animales que han vivido en las épocas geológicas pasadas, junto con condiciones ambientales para conservarla (Ortuño Arzata, 2012). El crudo está formado por una mezcla de sustancias que son tóxicas para el medio ambiente, pudiendo contener, además de los hidrocarburos, otros compuestos asociados como azufre, metales pesados (vanadio, manganeso, molibdeno, antimonio, bario, plata, talio, estaño, zinc, cromo, etc), sales inorgánicas y otras sustancias tóxicas, algunas de ellas radioactivas (Bravo, 2007).

Argentina fue el primer país latinoamericano que creó una compañía petrolera estatal y uno de los primeros países en tomar estrictas medidas legislativas para limitar las actividades de las firmas petroleras privadas (Belini y Rougier, 2008). En la provincia del Chubut, la ciudad cabecera de la actividad petrolera es Comodoro Rivadavia, en la cual el hallazgo de petróleo definió la idiosincrasia económica y cultural de la región en el año 1907 (Huinchulef, 2010; Risuleo, 2012). Este suceso marcó las características sociales, políticas, económicas y ambientales que caracterizan a la ciudad.

En virtud de las características propias de la actividad petrolera, en la actualidad, la ciudad de Comodoro Rivadavia cuenta con una producción de residuos que tienen diverso origen, desde sólidos urbanos hasta residuos peligrosos. En Argentina la Ley 24.051, define a los residuos peligrosos como todo residuo que pueda causar daño a seres vivos, contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Además, están incluidos como residuos peligrosos los indicados en el ANEXO I de la mencionada ley, o que posean alguna de las características enumeradas en el ANEXO II. Cabe destacar que quedan excluidos los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se registrarán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

En la provincia del Chubut, se dictó el Decreto 1.005/16, el cual establece los lineamientos básicos para un correcto tratamiento de los residuos petroleros, los cuales son definidos en el artículo 1º, como todo material o suelo afectado por hidrocarburo como resultado de procesos, actividades desarrolladas dentro de las tareas de exploración, explotación, perforación, producción, transporte, almacenaje, mantenimiento, limpieza y/o derrames de hidrocarburos en suelo y/o agua dentro de yacimientos continentales, con un contenido de hidrocarburos totales de petróleo mayor a 1,00 % p/p sobre masa seca o su equivalente 10.000 mg/kg.

Las posibles causas de generación de estos residuos petroleros son diversas por corrosión, atentados, fallas mecánicas, sin dato de causa, fallas humanas y por desastres naturales (Vizueté *et al.*, 2019). Los residuos petroleros se definen en dos apartados en el Decreto 1.005/16, en el primero como aquellos materiales sólidos generados en forma habitual como resultado de las tareas de perforación de pozo (recortes de perforación) y en el segundo como a toda indumentaria de trabajo (guantes, botines, mamelucos, etc), trapos, envases, contenedores y/o recipientes en general, entre otros; afectados con hidrocarburos, destinados a su eliminación. Dentro de los residuos petroleros, se encuentran los suelos empetrolados, los mismos se tratan y acopian transitoriamente en los repositorios. Además, este decreto define en su inciso e, a los repositorios como el sitio donde se acopian transitoriamente y tratan los residuos petroleros pertenecientes al primer apartado. Con respecto a la operatoria del repositorio, el material empetrolado se recepciona, en primer lugar en el recinto de acopio y pre tratamiento, donde se acopian y se separan de residuos extraños (caños, restos de membrana, trapos, entre otros), luego se procede al tratamiento biológico denominado biopila. En segundo lugar se realiza la segregación del suelo empetrolado para fragmentar conglomerados; incrementar la aireación y homogeneizar el armado de la biopila, con el fin de reducir la concentración de los hidrocarburos totales del petróleo (HTP) en suelos contaminados con hidrocarburos a través de la biodegradación. La Biopila es un proceso biológico controlado, en el cual los contaminantes orgánicos son biodegradados y mineralizados. El proceso consiste en formar pilas con el suelo contaminado y estimular la actividad microbiana, aireando y adicionando nutrientes y humedad (Iturbe Argüelles *et al.*, 2002). El incremento de la actividad microbiana suele ser proporcional a la reducción de la concentración de los HTP. Uno de los últimos pasos, es tomar muestras para conocer el porcentaje de HTP. Si los mismos son menores al valor umbral 1,00 % p/p sobre masa seca (uno coma cero cero por ciento peso en peso) o su equivalente 10.000 mg/kg (diez mil miligramos de HTP por kilogramos de masa seca) y si la Autoridad de Aplicación provincial lo autoriza, se realiza la disposición final de dicho material (Iturbe Argüelles *et al.*, 2002).

Con respecto al municipio de Comodoro Rivadavia se encuentra la Resolución N° 3.330/12. En el artículo 11, se especifica que el Estudio Técnico de Impacto Ambiental de cada proyecto deberá contener información de todos los pozos a perforar y sus instalaciones complementarias. Se considera instalaciones complementarias a las cuttineras y a los repositorios, que se diferencian entre sí, ya que en los repositorios se tratan los suelos empetroados, y el cutting se acopia transitoriamente en cuttineras. El cutting es una mezcla de agua, petróleo, arcilla y aditivos químicos que se utiliza para enfriar y lubricar el taladro de perforación, controlar la formación de presiones y construir una capa impermeable en la pared del hueco para así impedir la penetración de agua del fluido de perforación hacia la formación (Sierra Baena, 2000; Arellano *et al.*, 2021). Si el cutting supera el 1,00 % p/p de HTP sobre masa seca, será categorizado como residuo petrolero y por lo tanto se deberá realizar un tratamiento. Según lo establece el Decreto 1.005/16 se realizará la disposición final controlada en sitios establecidos por la empresa. Con respecto a la operatoria del cutting, en primer lugar se lo lleva en bateas hacia las cuttineras, en las cuales las partículas que quedan suspendidas en el líquido se depositan en el fondo, y el fluido que queda en superficie, se recupera con camiones de vacío. En segundo lugar el fluido se incorpora al proceso operativo de producción. Luego de la recuperación del sobrenadante, el material contenido en las bateas, se dispone en el box de la cuttinera. Las cuttineras se delimitan con cerco perimetral y el suelo se encuentra impermeabilizado (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 2009). Las actividades antrópicas principales en Comodoro Rivadavia son las pertenecientes a las empresas petroleras, por lo que es fundamental el tratamiento de los residuos generados dentro de los yacimientos (Zerna Guzman *et al.*, 2019).

Esta práctica profesional se desarrolló en la Dirección General de Minas e Hidrocarburos de la Subsecretaría de Ambiente de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia. Se trabajó dentro del ejido de Comodoro Rivadavia, focalizándose en el tratamiento de residuos petroleros, particularmente en aquellas operadoras que ejecutan actividades hidrocarbúferas y que poseen cuttineras o repositorios en sus bases operativas.

2. Objetivos

2.1-Objetivo general

- Identificar, categorizar y georreferenciar las áreas de los repositorios y cuttineras producidos por las cinco operadoras de la industria petrolera que se encuentran dentro del ejido de Comodoro Rivadavia.

2.2-Objetivos específicos

- Relevar las operadoras que poseen repositorios y cuttineras dentro del ejido de Comodoro Rivadavia.
- Cuantificar el volumen de residuo que se puede tratar en los repositorios y cuttineras.
- Diferenciar las posibles fuentes de generación de suelo contaminado y cutting.

3. Materiales y métodos

3.1-Área de estudio

El área de estudio comprende el ejido de Comodoro Rivadavia, el cual se encuentra en la Cuenca del Golfo San Jorge en la Patagonia Central, al sur de Chubut, norte de Santa Cruz y parte de la plataforma continental en el golfo, la cuenca abarca una superficie aproximada de 200.000 km² (Felder, 1987). Actualmente en el ejido de Comodoro Rivadavia, trabajan 5 empresas operadoras de las cuales pudieron ser relevadas YPF S.A, CAPSA, CAPEX S.A (figura 1). Las empresas CRI HOLDING y CAPETROL no se pudieron incluir en el relevamiento debido a limitaciones en la autorización de acceso.



Figura 1-Mapa del ejido de Comodoro Rivadavia con sus respectivas operadoras relevadas. Fuente: Elaboración propia a partir de: Imagen Satelital Quick Bird (2008) y Relevamiento de Campo. Coordenadas Gauss-Kruger Sistema de Referencia POSGAR 1994 Argentina Zona 2.

3.2-Tareas de gabinete y salidas a campo

La metodología definida para la ejecución de la práctica profesional contempló:

3.2.1-Tareas de gabinete preliminar

- 1) Se recopiló información general del área de estudio, normativa legal vigente e imágenes satelitales. El análisis de imágenes satelitales fue una de las principales herramientas utilizadas durante la investigación, ya que complementó la información obtenida en la búsqueda bibliográfica, realizada mediante palabras claves en buscadores académicos.
- 2) Se realizó la ponderación y el procesamiento de datos mediante el uso planillas de cálculo Excel.
- 3) Se recopiló información de las operadoras que poseen instalaciones activas de repositorio y/o cuttineras. La información recopilada incluía Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), Informe Ambiental del Proyecto (IAP) e información proveniente de las inspecciones y consultoras. Los documentos fueron recopilados de distintas consultoras, en los que se observaban distintas metodologías y variables de análisis, por lo que se unificaron conceptos e información de distintos documentos, seleccionando la información relevante para la práctica. Se describen las siguientes metodologías:

YPF S.A:

– Metodología 1: Informe Ambiental del Proyecto: “Disposición transitoria y final de cutting de perforación”, Yacimiento Cañadón Perdido, 2010. JMB SA Ingeniería Ambiental.

– Metodología 2: Diagnóstico Ambiental CP: “Campamento Central”, Yacimiento Cañadón Perdido, 2005. Guillermo Mallinow Asociados SRL.

CAPSA:

– Metodología 3: Informe Ambiental del Proyecto “Cuttinera K-304, disposición transitoria y final de recortes de perforación” Yacimiento Diadema, 2010. Rufino Alberto Sanchez.

CAPEX S.A:

– Metodología 4: Informe de construcción de freáticos: Yacimiento Bella Vista Oeste, 2015 Perforaciones Golfo San Jorge SRL.

3.2.2-Trabajo a campo

Entre los meses de noviembre del 2022 a enero del 2023 se ejecutaron salidas a campo para realizar el reconocimiento del área de estudio de las operadoras relevadas (YPF S.A, CAPSA y CAPEX S.A).

- 1) Se coordinó con el personal de la empresa las fechas de relevamiento de campo.
- 2) Con la inspectora y evaluadora de la Dirección de Gestión de Minas e Hidrocarburos, se preparó:
 - ✓ Maletín con actas.
 - ✓ Elementos de protección personal (lentes de seguridad, botas con punta de acero, casco y mameluco).
 - ✓ GPS.
 - ✓ Mapa de repositorios y cuttineras.
 - ✓ Cámara fotográfica.
 - ✓ Fichas técnicas (ANEXO I). En las cuales se relevaron datos de las condiciones ambientales, fecha, horario, profundidad de freáticos, coordenadas geográficas, nombre de operadora, nombre de Yacimiento, cantidades de repositorios y cuttineras.

- 3) Salida a campo.

En campo se realizaron entrevistas al personal de la empresa.

Se fotografió el área de estudio para realizar el reconocimiento de la misma e identificar y georreferenciar los repositorios, cuttineras y freáticos del sitio.

Mediante actas se solicitó al personal de cada una de las operadoras, información respecto a:

- ✓ Planillas de ingreso y egreso de volumen de cutting.
- ✓ Planillas de ingreso de suelo empetrolado.
- ✓ Planilla con información del origen de residuo, empresa transportista habilitada con el correspondiente número de interno de transporte y nombre del chofer.
- ✓ Copia de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto de repositorios y cuttineras.
- ✓ Informes de pozos de monitoreo.

En las salidas a campo se relevaron tres operadoras, de las cuales se inspeccionaron un repositorio y una cuttinera por cada una. En total fueron tres repositorios y tres cuttineras.

3.2.3-Trabajo de gabinete:

Se unificó información del trabajo preliminar, de la salida a campo y de los informes técnicos provistos por la empresa, para que fuera comparable con el objeto en estudio. Con toda la información recopilada se condujo a la elaboración del informe final.

El proyecto se elaboró teniendo en cuenta además los requerimientos de la legislación nacional, provincial y municipal vigente.

4-Resultados y discusión

En este apartado se encuentran tablas diferenciadas por empresas, en las mismas se especifican las coordenadas de las instalaciones, fichas técnicas relevadas por empresas, gráficos con volumen de ingreso de suelo empetrolado pertenecientes a los repositorios, volumen de ingreso y egreso de cutting en cuttineras, profundidad y ubicación de freatímetros.

Es relevante que los freatímetros alcancen una profundidad de 30 metros como mínimo o bien que lleguen al nivel freático, además deben estar ubicados 1 (uno) aguas arriba y 2 (dos) aguas abajo para constatar mediante muestreos si el sitio se encuentra contaminado (Decreto 1.005/16). Coria, (2007), considera necesario la instalación de freatímetros, para verificar el impacto en aguas subterráneas y realizar análisis de laboratorio para verificar la presencia de hidrocarburos en las muestras de suelo y en la napa freática.

4.1-Georreferencias de repositorios, cuttineras y freatímetros por empresa

Empresa YPF S.A

Los datos mostrados en la tabla 1, detallan las coordenadas de los vértices y las coordenadas geográficas del repositorio correspondientes a la empresa y además se describen las coordenadas de los boxes, pertenecientes a la cuttinera de la misma empresa, y por último en la tabla 2 se presentan los nombres y coordenadas de los freatímetros de la zona.

Tabla 1-Coordenadas geográficas de repositorio y de cuttinera, correspondientes a la empresa YPF S.A (figura 2).

		WGS-84	
Repositorio YPF S.A	Nombre	Latitud Sur	Longitud Oeste
	Vértice 1	45°46'02,1"	67°35'48,6"
	Vértice 2	45°46'01,5"	67°35'45,7"
	Vértice 3	45°46'04,5"	67°35'46,8"
	Vértice 4	45°46'04,0"	67°35'44,3"
Cuttinera YPF S.A	Vértice 1	45°76'71,0"	67°59'63,2"
	Vértice 2	45°76'70,8"	67°59'60,6"
	Vértice 3	45°76'79,9"	67°59'56,2"
	Vértice 4	45°76'81,0"	67°59'62,8"

Tabla 2-Coordenadas geográficas de freatímetros, correspondientes a la empresa YPF S.A.

Freatímetros	WGS-84	
Nombre	Latitud Sur	Longitud Oeste
FRCP-1(F1)	45°46'0"	67°35'4"
FRCP-2(F2)	45°46'0"	67°35'4"
FRCP-3(F3)	45°46'0"	67°35'3"



Figura 2-Repositorio y cuttinera correspondiente a la empresa YPF S.A.

Empresa CAPSA

Los datos mostrados en la tabla 3, detallan las coordenadas de los vértices y las coordenadas geográficas del repositorio y además se describen las coordenadas de los boxes, pertenecientes a la cuttinera de la misma empresa, y por último en la tabla 4 se presentan los nombres y coordenadas de los freáticos de la zona.

Tabla 3-Coordenadas geográficas de repositorio (figura 3) y cuttinera (figura 4). correspondientes a la empresa CAPSA.

		WGS-84	
		Nombre	
		Latitud Sur	Longitud Oeste
Repositorio F-134 CAPSA	Vértice 1	45°44'33,7''	67°41'38,9''
	Vértice 2	45°44'36,4''	67°41'40,8''
	Vértice 3	45°44'40,0''	67°41'29,0''
	Vértice 4	45°44'37,7''	67°41'27,3''
	Vértice 1	45°45'34,6"	67°39'12,7"
Cuttinera K-304 CAPSA	Vértice 2	45°45'36,3"	67°39'12,9"
	Vértice 3	45°45'34,5"	67°39'20,1"
	Vértice 4	45°45'36,2"	67°39'20,1"

Tabla 4-Coordenadas geográficas de freaímetros (figura 3 y 4), correspondientes a la empresa CAPSA.

Freatímetros	WGS-84	
	Nombre	Latitud Sur
F1BVO	45°44'35,2"	67°41'35,5"
F2BVO	45°45'35,7"	67°39'32,9"
F3BVO	45°44'37,2"	67°41'35,5"
F4BVO	45°45'35,6"	67°39'1,0"



Figura 3- Repositorio correspondiente a la empresa CAPSA.

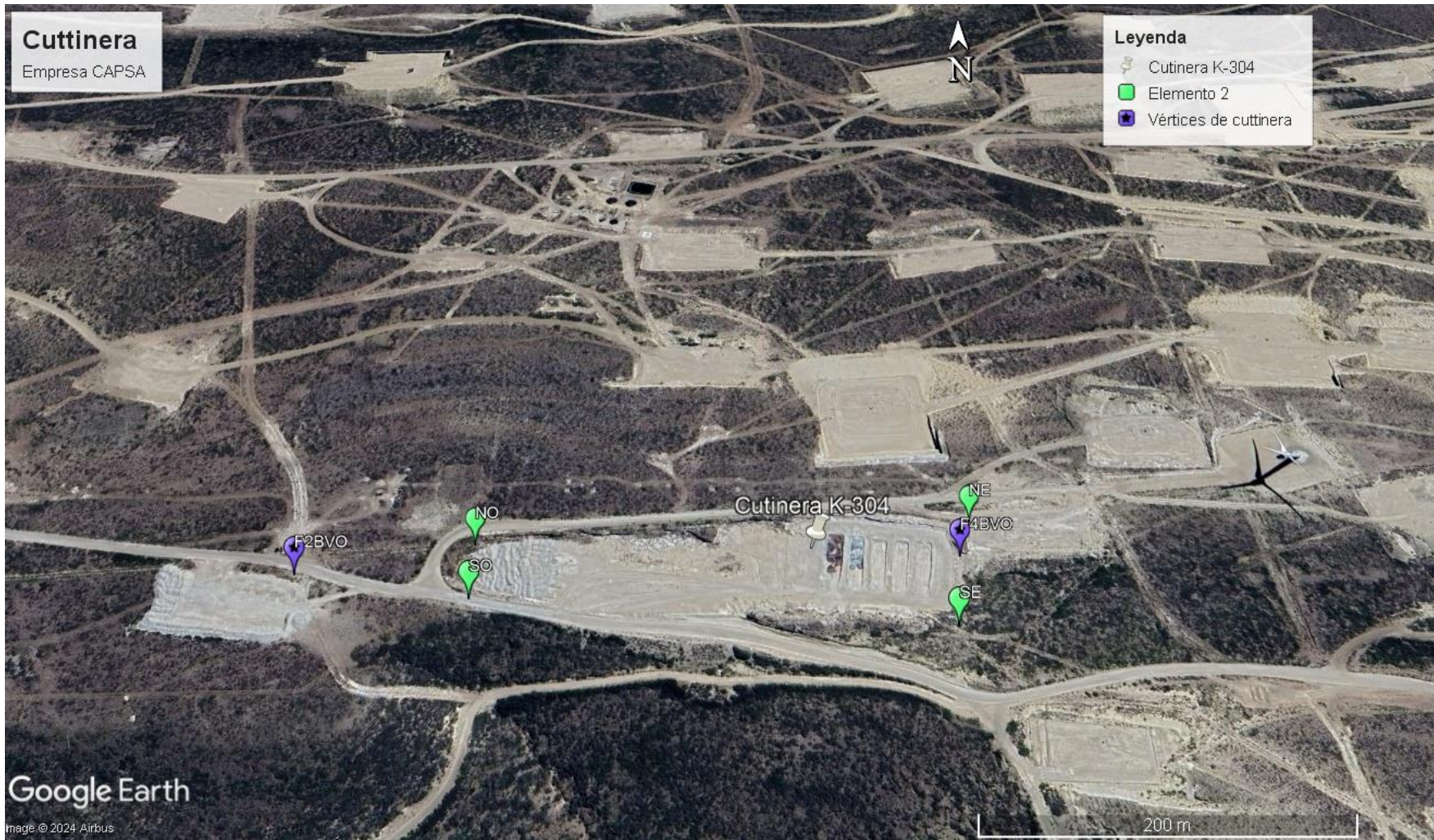


Figura 4- Cuttinera correspondiente a la empresa CAPSA.

Empresa CAPEX S.A

Los datos mostrados en la tabla 5, detallan las coordenadas de los vértices y las coordenadas geográficas del repositorio y además se describen las coordenadas de los boxes, pertenecientes a la cuttinera de la misma empresa, y por último en la tabla 6 se presentan los nombres y coordenadas de los freaímetros de la zona.

Tabla 5-Coordenadas geográficas de repositorio y cuttinera (figura 5), correspondientes a la empresa CAPEX S.A.

		WGS-84		
		Nombre	Latitud Sur	Longitud Oeste
Repositorio	CAPEX SA	Vértice 1	45°50'12,2''	67°40'51,4''
		Vértice 2	45°50'12,2''	67°40'48,7''
		Vértice 3	45°50'15,4''	67°40'51,7''
		Vértice 4	45°50'15,5''	67°40'49,4''
		Vértice 1	45°50'09,8"	67°40'57,4"
Cuttinera	CAPEX S.A	Vértice 2	45°50'10,4"	67°40'53,0"
		Vértice 3	45°50'11,6"	67°40'57,2"
		Vértice 4	45°50'12,0"	67°40'52,7"

Tabla 6-Tabla de Coordenadas geográficas de freatómetros (figura 5), correspondientes a la empresa CAPEX S.A.

Freatómetros	WGS-84	
Nombre	Latitud Sur	Longitud Oeste
F1BV2008(F1)	46°50'09,7"	67°40'57,7"
F2BV2008(F2)	46°50'14,3"	67°40'46,4"
F3BV2008(F3)	45°50'11,8"	67°40'49,6"
F4BV2008(F4)	45°50'14,1"	67°40'48,6"

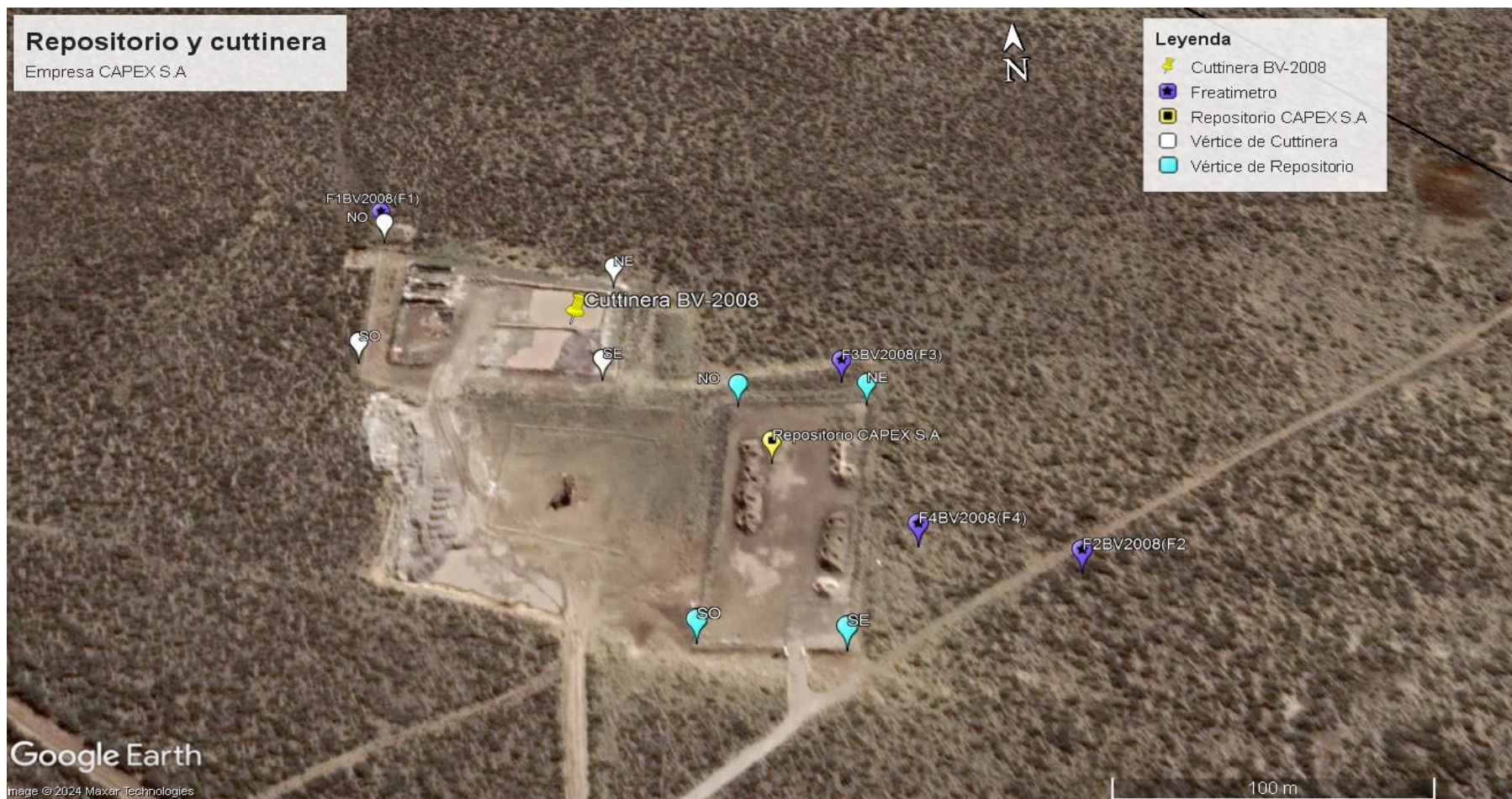


Figura 5- Repositorio y cuttineras correspondiente a la empresa CAPEX S.A.

4.2-Fichas técnicas de repositorios y cuttinera, diferenciados por empresas

4.2.1- YPF S.A

Una vez completadas todas las salidas a campo con la información necesaria de bibliografía correspondientes a los años 2020, 2021 y 2022, se obtuvieron los resultados exhibidos en la tabla 7, en la cual se indica el pretratamiento, el tratamiento, la operadora y el promedio de volumen de ingreso de suelo empetroado, perteneciente a los años mencionados anteriormente. En la tabla 8, se detallan las características de la cuttinera, la cantidad de boxes y volumen máximo de suelo empetroado, y la capacidad máxima de cutting por locación. Por último en la tabla 9, se detallan los nombres de freátímetros y sus respectivas profundidades.

Tabla 7- Ficha de descripción utilizadas para relevamiento de repositorios (ANEXO II), correspondientes a la empresa YPF S.A.

Empresa: YPF S.A				
Repositorio YPF S.A:		Repositorio de suelo empetroado		
Operadora	Pre-Tratamiento	Técnica de remediación	Volumen máximo de operatoria	Promedio de volumen de ingreso de suelo empetroado
Astoil S.A	Atenuación natural	Biopilas (Trapezoidal)	9000 m ³	678 m ³
Tiempo de remediación	Agregado de nutrientes	Residuo según Dto. 1.005/16	Muestreos	Disposición final material tratado
3 (Tres meses)	No	Materiales sólidos provenientes de las tareas de perforación de pozo	Compuesto y puntual	Locación B-337
Control de acceso	Sectores	Impermeabilización	Colección de lixiviados	Cartelería
Si (Tráiler)	Depósito de suelo empetroado, zona de tratamiento, material tratado	Compactación sin geo membrana	No	Si
Bacterias	Cerco perimetral	Maquinaria	Montículos de Biopilas	Clasificación de residuos
Autóctonas	Si	Dos camiones, una camioneta y una retroexcavadora	2 (Dos)	Si
Observaciones: Batea con residuos petroleros (figura 5 del ANEXO VII).				

Tabla 8- Ficha de descripción de cuttinera (ANEXO III), correspondientes a la empresa YPF S.A.

Empresa: YPF S.A				
Cuttinera YPF S.A	Playa de Secado (cuttinera)			
Operadora	Operatoria máxima de cuttinera	Volumen de ingreso	Muestras	Disposición final
Astoil S.A	900 m ³	800 m ³	Por cateo (compuesta y puntual)	Caminos
Box	Control de ingreso	Impermeabilización	Colección de lixiviados	Lodo
3 (Tres)	No	Compactación, sin geo membrana	No	Base agua
Cartelería	Cerco perimetral	Maquinaria		
Si	Si	No		
Observaciones: Sin observaciones.				

Tabla 9- Ficha de descripción de freatímetros, correspondientes a la empresa YPF S.A.

Freatímetros			
Nombre	Cartelería	Nombre del generador	Profundidad
FRCP-1	Si	Si	17,5 m
FRCP-2	Si	Si	16,5 m
FRCP-3	Si	Si	30,0 m

4.2.2- CAPSA

Una vez completadas todas las salidas a campo con la información necesaria de bibliografía, correspondientes a los años 2020, 2021 y 2022, se obtuvieron los resultados exhibidos en la tabla 10, en la cual se indica el pre tratamiento, el tratamiento, la operadora y el promedio de volumen de

ingreso de suelo empetrolado, perteneciente a los años mencionados anteriormente. En la tabla 11, se detallan las características de la cuttinera, la cantidad de boxes, el volumen máximo de suelo empetrolado y la capacidad máxima de cutting por locación. Por último en la tabla 12, se detallan los nombres de freatímetros y sus respectivas profundidades.

Tabla 10- Ficha de descripción utilizada para el relevamiento de repositorios, correspondientes a la empresa CAPSA.

Empresa: CAPSA				
Repositorio F-134 CAPSA		Repositorio de suelo empetrolado F-134		
Operadora	Pre-Tratamiento	Técnica de remediación	Volumen máximo de operatoria	Promedio de volumen de ingreso de suelo empetrolado
MIDA S.A	Atenuación natural	Biopila (Trapezoidal)	27000 m ³ (aproximadamente)	2130 m ³
Tiempo de remediación	Agregado de nutrientes	Residuo según Dto. 1.005/16	Muestreos	Disposición final material tratado
2-6 meses	Si	Materiales sólidos provenientes de las tareas de perforación de pozo	Por cateo muestreo completo y uno puntual	Cantera
Control de acceso	Sectores	Impermeabilización	Colección de lixiviados	Cartelería
No	Depósito de suelo empetrolado, zona de tratamiento, material tratado	Compactación de suelo	No	Si
Bacterias	Cerco perimetral	Maquinaria	Montículos de Biopilas	Clasificación de residuos
Exóticas	Si	Si	4 en tratamiento 6 para liberar	No
Observaciones: Zona para residuos provenientes de Workover (figura 18 del ANEXO VII).				

Tabla 11- Ficha de descripción de cuttinera, correspondientes a la empresa CAPSA.

Empresa: CAPSA				
Cuttinera K-304		Playa de Secado (cuttinera)		
Operadora	Operatoria máxima de cuttinera	Volumen de ingreso	Muestras	Disposición final
MIDA S.A	60 m ³ , por perforación (4 pozos)	240 m ³	Compuesto y puntual	Locación de pozo K-304 (presencia de boca de pozo)
Box	Control de ingreso	Impermeabilización	Colección de lixiviados	Lodo
5 (40 m por 8 metros)	No	Compactación y geo membrana	No	Base Agua
Cartelería	Cerco perimetral	Maquinaria		
Si	Si	No		
Observaciones: Sin observaciones.				

Tabla 12- Ficha de descripción de freatímetros, correspondientes a la empresa CAPSA.

Nombre	Cartelería	Nombre del generador	Profundidad
F1BVO	Si	Si	33,0 m
F2BVO	Si	Si	31,0 m
F3BVO	No	No	30,0 m
F4BVO	No	No	17,0 m

4.2.3- CAPEX S.A

Una vez finalizadas las salidas a campo con la información necesaria de bibliografía, correspondientes a los años 2021 y 2022, se obtuvieron los resultados exhibidos en la tabla 13, en la cual se indica el pre tratamiento, el tratamiento, la operadora y el promedio de volumen de ingreso de suelo empetrolado, perteneciente a los años mencionados anteriormente. En la tabla 14, se detallan las características de la cuttinera, la cantidad de boxes y el volumen máximo, y la capacidad máxima de cutting por locación. Por último en la tabla 15, se detallan los nombres de freátímetros y sus respectivas profundidades.

Tabla 13- Ficha de descripción utilizada para el relevamiento de repositorios (ANEXO IV), correspondientes a la empresa CAPEX S.A.

Empresa: CAPEX S.A				
Repositorio CAPEX S.A		Repositorio de suelo empetrolado BV-2008		
Operadora	Pre-Tratamiento	Técnica de remediación	Volumen máximo de operatoria	Promedio de volumen de ingreso de suelo empetrolado correspondientes a los años 2021 y 2022
MIDA S.A	Atenuación natural, segregación de clastos	Biopila (Trapezoidal)	2000 m ³	12 m ³
Tiempo de remediación	Agregado de nutrientes	Residuo según Dto. 1.005/16	Muestreos	Disposición final material tratado
3 (tres) meses	Si	Materiales sólidos provenientes de las tareas de perforación de pozo	Puntual y compuesto	Cantera
Control de acceso	Sectores	Impermeabilización	Colección de lixiviados	Cartelería
No	Zona de tratamiento, material tratado	Compactación	No	Si
Bacterias	Cerco perimetral	Maquinaria	Montículos de Biopilas	Clasificación de residuos
Conglomerado de bacterias autóctonas	Si	Si	3 Biopilas de 800 m ³ 4 acopios de suelo liberado	No
Observaciones: Sin observaciones.				

Tabla 14- Ficha de descripción de cuttinera (ANEXO V), correspondientes a la empresa CAPEX S.A.

Empresa: CAPEX S.A				
Cuttinera BV-2008		Playa de Secado (cuttinera)		
Operadora	Operatoria máxima de cuttinera	Volumen de ingreso	Muestras	Disposición final
MIDA S.A	800 m ³	600 m ³	Compuesto y puntual	En el predio
Box	Control de ingreso	Impermeabilización	Colección de lixiviados	Lodo
2 (dos)	No	Compactación y geo membrana	Si	Base agua
Cartelería	Cerco perimetral	Maquinaria		
Si	Si	No		
Observaciones: Sin observaciones.				

Tabla 15- Ficha de descripción de freatímetros, correspondientes a la empresa CAPEX S.A.

Nombre	Cartelería	Nombre del generador	Profundidad
F1BV2008	Si	Si	16,0 m
F2BV2008	Si	Si	15,0 m
F3BV2008	No	No	15,5 m
F4BV2008	Si	Si	31,3 m

Los residuos petroleros que ingresan a los repositorios y cuttineras se definen según lo establecido en el Decreto 1005/16, ya que son materiales sólidos generados en forma habitual como resultado de las tareas de perforación de pozo (recortes de perforación). Según datos proporcionados por la Autoridad de Aplicación, la empresa CAPSA recibe un promedio anual de 2.130 m³ de residuos

empetrolados, considerando los años 2020, 2021 y 2022. Luego la empresa YPF S.A, para los años 2020, 2021 y 2022 tiene un promedio de 678 m³/año y por último la empresa CAPEX S.A, es de 12 m³/año para el mismo período. Según datos de la Secretaría de Energía (2024), la producción de petróleo por día en el Yacimiento Diadema es de 1717 m³/día, en cambio en la empresa YPF S.A en el Yacimiento Cañadón Perdido es de 300 m³/día y en la empresa CAPEX S.A, en el campamento central Bella Vista Oeste es de 190 m³/día. Comparando la producción de petróleo por día y la generación de suelo empetrolado por empresa, teniendo en cuenta el trabajo de Spinelli (2020), resalta que la capacidad operatoria del repositorio es directamente proporcional a la producción de petróleo y por lo tanto a la generación de suelo empetrolado. En el presente trabajo la empresa CAPSA posee la mayor capacidad operatoria (27000 m³) y la mayor cantidad de ingreso de suelo empetrolado, debido a que la empresa realiza gestión unificada de acuerdo al artículo 2 del Decreto 1.456/11, el cual establece que si la empresa es titular de dos o más áreas contiguas, puede optar por una gestión unificada de residuos petroleros, por lo que recibe suelos empetrolados de distintas bases y se lo considera como un único yacimiento. La ventaja en la gestión unificada es que la empresa trata los residuos en un solo repositorio y en una sola cuttinera, por lo que realiza la gestión de residuos petroleros de distintas bases en un solo sitio. Esto evita la construcción de repositorios y cuttineras por base, por lo que elude el impacto en la flora y fauna del yacimiento.

Las empresas CAPEX S.A. e YPF S.A, no realizan gestión unificada de residuos petroleros, por lo tanto, los suelos empetrolados provienen de una sola base. Sin embargo, poseen ventaja en la distancia que recorre el transportista entre el repositorio y la cuttinera, al ser menor a 50 metros entre sí, el vehículo recorre menor distancia para llevar los residuos a tratar y en efecto se impacta en menor magnitud al ambiente con los gases provenientes de los vehículos que afectan a la atmósfera.

Los suelos empetrolados pertenecientes a CAPSA, requieren de mayor tiempo de remediación en comparación con las empresas YPF S.A y CAPEX S.A. La empresa CAPSA utiliza bacterias exóticas para el tratamiento, las cuales no están adaptadas a las condiciones climáticas (temperatura y viento) del sitio, por lo que cumplen su función pero en tiempos más lentos, en comparación con las bacterias autóctonas, las cuales se encuentran adaptadas al clima de la región, de acuerdo a Jaramillo (2010). El éxito de la biorremediación en derrames de petróleo depende de la disponibilidad de los microorganismos y su adaptación a los factores ambientales, la composición del aceite derramado, los medios mecánicos, tales como camión regador (riego y nutrición) y retroexcavadora (volteo para oxigenación), entre otros. La temperatura es fundamental según lo propuesto por Olivier y Magot (2005), debido a que se desarrolla una gran variedad de especies de

microorganismos capaces de oxidar hidrocarburos en temperaturas entre 25 °C y 30 °C. Además ensayos de laboratorio han demostrado que la biodegradación de hidrocarburos por microorganismos ha sido llevada a cabo de manera más eficiente con temperaturas en el intervalo de 20 a 35 °C (Stempvoort y Biggar 2008).

Con respecto a la ubicación de los freatómetros, el Decreto 1.005/16 dicta que deben estar ubicados 1 (uno) aguas arriba y 2 (dos) aguas abajo. De las tres empresas, solo CAPEX S.A, cumple con este requerimiento.

La instalación de freatómetros y que los mismos alcancen la napa freática es necesario como lo detalla Coria (2007), ya que se utiliza para la evaluación del estado ambiental del subsuelo, donde se puede analizar la dispersión de los contaminantes en el área y en sentido vertical. La construcción de al menos tres pozos monitores nivelados permite describir la dirección de escurrimiento freático y el muestreo del acuífero. La instalación no previene la contaminación ambiental, pero los estudios realizados revelan la necesidad de tomar acciones correctivas, por lo que se realizan ensayos hidráulicos que permiten conocer el subsuelo en general a efectos de seleccionar la mejor tecnología y adecuarla al lugar a remediar. Por tal motivo es necesario que los freatómetros alcancen la napa freática y que uno de ellos llegue a la profundidad de 30 metros. En la empresa CAPSA, dos de cuatro freatómetros cumplen con este requisito, sin embargo el Decreto 1.005/16, dicta que todos los freatómetros deberían alcanzar profundidad de 30 metros o bien que lleguen a la napa freática. Por lo que se debería requerir que las empresas cumplimenten las directrices de la normativa vigente.

4.3- Volúmenes de residuos de repositorios y cuttineras

4.3.1-Ingresos de suelo empetrolado de la empresa YPF S.A

Al analizar el volumen de ingreso de suelo empetrolado de los años 2020, 2021 y 2022, en el año 2020, se observó que el mayor ingreso se generó en la estación de verano, luego en los años 2021 y 2022, se pudo observar que el mayor ingreso fue en la estación de primavera (figura 6). Lo anterior estaría relacionado al aumento de temperatura, que ocasionaría la rotura de ductos y por lo tanto la generación de suelo empetrolado, producto de los derrames de petróleo (Laime, 2019).

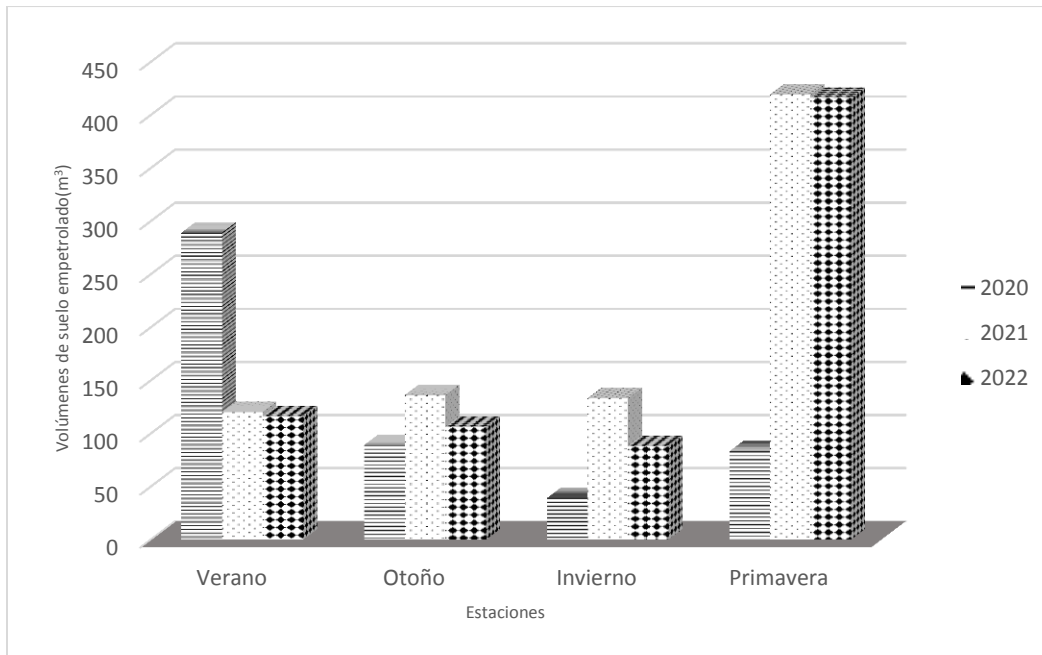


Figura 6- Comparación de volúmenes de suelo empetrolado correspondiente a la empresa YPF S.A.

4.3.2-Ingresos de suelo empetrolado de la empresa CAPSA

A continuación se comparan los ingresos de suelos empetrolados correspondientes a los años 2020, 2021 y 2022. Se observa que en el año 2022 se produce un incremento de ingreso de suelo empetrolado (figura 7), lo cual se puede deber a que ingresan de distintas bases, ya que realizan tratamiento unificado de residuos petroleros, según el artículo 2 del Decreto 1.456/11.

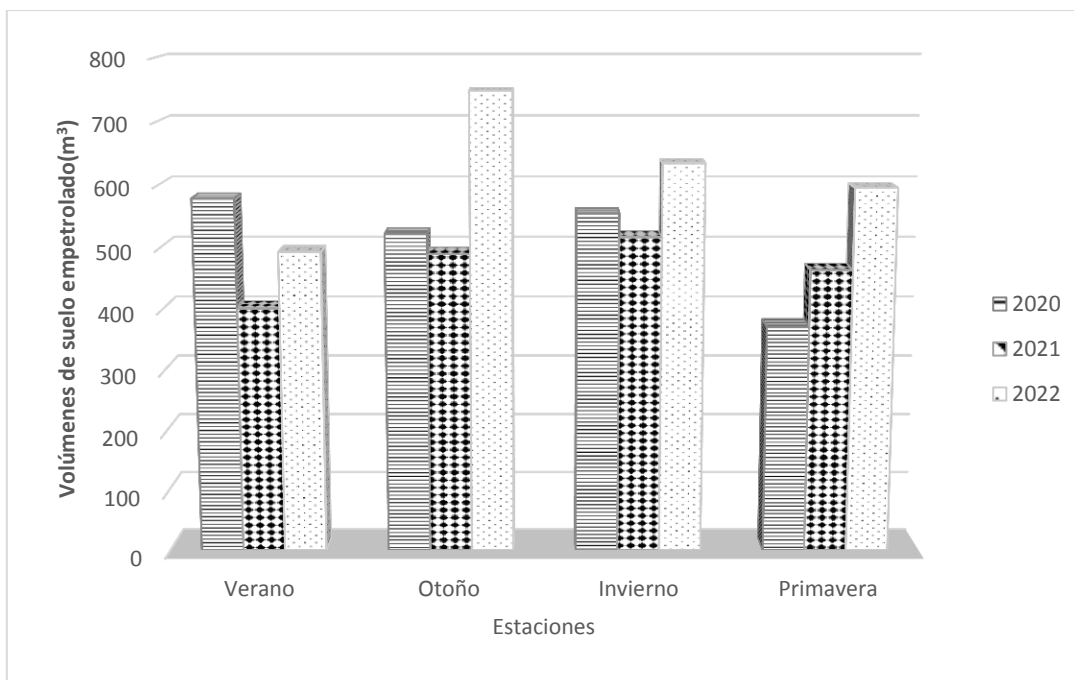


Figura 7- Comparación de volúmenes de suelo empetrolado correspondiente a la empresa CAPSA.

4.3.3- Ingresos de suelo empetrolado de la empresa CAPEX S.A

Una vez realizada la última salida a campo a la empresa, se obtuvo como resultado los datos que se encuentran en la figura 8, lo que permitió evaluar el ingreso de residuos petroleros en los años 2021 y 2022. Se aprecia que en el año 2022, incrementó el volumen de suelo empetrolado debido a que la empresa comenzó a operar en el año 2021 y se realizó el cambio de concesión. El área anteriormente pertenecía a Synopec, los residuos y pasivos generados previamente al año 2021 correspondientes a la anterior concesión, por lo que no son presentados ni relevantes en la presente práctica profesional, ya que el objetivo de estudio son los residuos petroleros provenientes de CAPEX S.A.

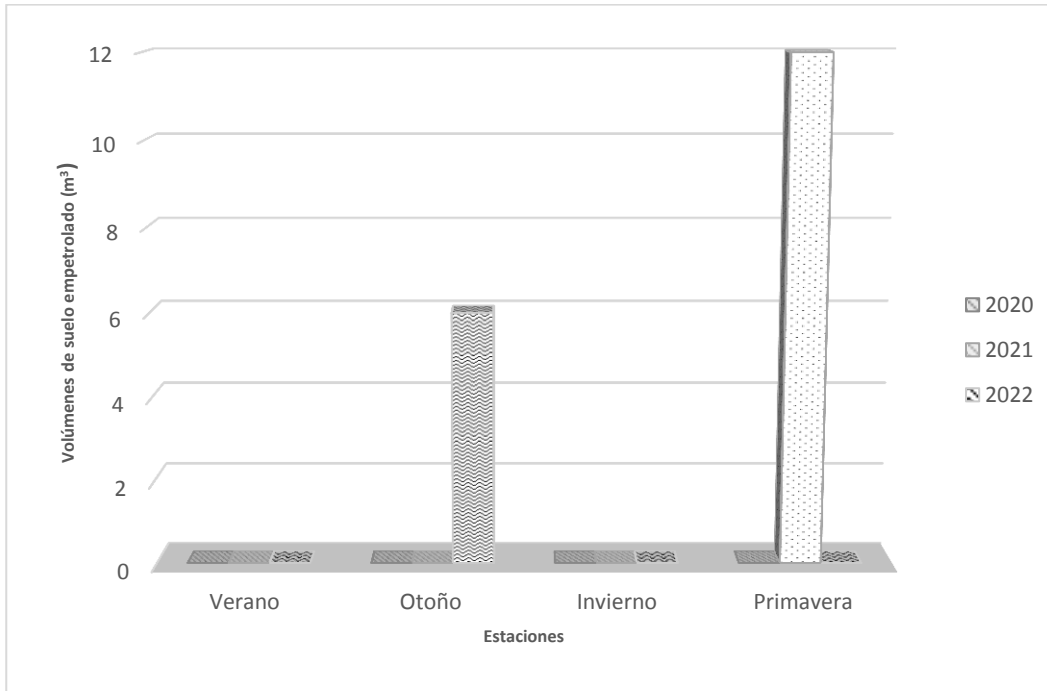


Figura 8- Comparación de volúmenes de suelo empetrolado correspondiente a la empresa CAPEX S.A.

La presente práctica profesional concuerda con las fuentes de generación de suelo empetrolado, como afirma Laime (2019) donde señala que los derrames se generan por corrosión en los oleoductos, en las estaciones en las cuales aumenta la temperatura. También los derrames son ocasionados por un manejo rutinario negligente (goteo de las tuberías y otra infraestructura, corrosión de la infraestructura), por accidentes y por atentados (Bravo, 2007).

Los factores que aceleran la velocidad de corrosión son la salinidad, el material del ducto, pH, humedad y la profundidad del pozo según lo expuesto por Laime (2019).

4.4-Fuentes de generación de suelo empetrolado y cutting

A continuación se detallan los aspectos e impactos ambientales y las etapas de construcción, operación/mantenimiento y abandono, en las que se generan los residuos empetrolados como se especifica en la tabla 16.

Tabla 16- Detalle de residuos petroleros y los impactos ambientales generados.

Residuos	Etapa del proyecto	Tarea/ Actividad	Aspectos identificados	Impactos ambientales identificados
Suelo empetrolado.	Construcción, operación y mantenimiento, abandono.	Acondicionamiento de locación (rotura o desperfectos del pozo, mediante corrosión); perforación (pérdida de hidrocarburo en boca de pozo y cañerías); extracción de hidrocarburo; desmontaje de instalaciones y contingencias ambientales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Derrame de hidrocarburos: rotura de ducto (por corrosión, aumento de presión, falla de material, paso de máquina vial sobre el mismo, etc). 2. En boca de pozo, falla en empaquetadura, rotura de elementos que conforman la boca de pozo. 3. Pérdidas en válvulas, conexiones, etc. 4. Rebalse de tanques. 5. Rebalse en tambores que contienen aceites usados Y8. 6. Fallas en la extracción de emulsiones Y9 del recinto de acopio de residuos petroleros (muro de contención). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contaminación del suelo. 2. Afectación a la comunidad. 3. Destrucción de hábitat de fauna. 4. Compactación de suelo. 5. Generación de residuos.

Residuos	Etapas del proyecto	Tarea/ Actividad	Aspectos identificados	Impactos ambientales identificados
CUTTING CON HIDROCARBURO: Materiales sólidos generados en forma habitual como resultado de las tareas de perforación de pozos (recortes de perforación) cuya concentración de contaminantes supere lo establecido en la Tabla 1 del ANEXO I del Decreto 1.005/16.	Construcción.	Perforación.	1-Contingencias ambientales 2. Generación de residuos petroleros.	1. Contaminación de agua superficial 2. Contaminación del suelo.
CUTTING: recortes de roca y lodo contaminado generados en forma habitual como resultado de las tareas de perforación de pozos (recortes de perforación).	Construcción.	Perforación.	1- Generación de residuos.	1. Pérdida de cobertura vegetal 2. Emisión de ruidos y vibraciones.

Residuos	Etapa del proyecto	Tarea/ Actividad	Aspectos identificados	Impactos ambientales identificados
RESIDUOS DE WORKOVER Semisólidos generados durante la intervención de equipos de torre durante la etapa de mantenimiento del pozo.	Operación y mantenimiento.	Contingencias ambientales.	1. Contingencias ambientales 2. Generación de residuos petroleros 3. Derrame de hidrocarburos.	1. Contaminación de agua superficial. 2. Contaminación del suelo.
Derrame de agua de producción/ inyección.	Operación y mantenimiento.	Perforación, extracción de hidrocarburo y contingencias ambientales.	1. Contingencias ambientales.	1. Contaminación de agua superficial. 2. Contaminación del suelo.

Se unifican conceptos en la presente práctica profesional con el trabajo de Mayorga-Mayorga (2022), el cual señala que los accidentes son causados por errores humanos y desperfectos en equipos, y que los accidentes se evitan con capacitaciones al personal y los desperfectos se previenen realizando mantenimientos correctivos a los equipos. Si se cumplimentara con lo mencionado anteriormente se podría reducir la cantidad de derrames en yacimiento.

5. Conclusión

Se pudieron relevar solo tres operadoras (YPF, S.A, CAPSA y CAPEX S.A) de las cinco que se encuentran en el ejido de Comodoro Rivadavia, ya que no se admitió el acceso al relevamiento a campo y al acceso de información de las cinco empresas. En cada operadora se identificó un repositorio y una cuttinera, que se encuentran al noroeste del ejido de Comodoro Rivadavia. Con respecto al volumen de residuos petroleros de los repositorios, la empresa CAPSA, es la que posee mayor capacidad operatoria debido a la gestión unificada de residuos petroleros que provienen de las bases, por lo tanto es la empresa que posee la mayor cantidad de residuos petroleros en tratamiento.

Los residuos petroleros presentan características correspondientes al primer apartado del Decreto Reglamentario. Son materiales sólidos generados de manera habitual en las tareas de perforación de pozo, además de los residuos que se generan por contingencias. A partir de lo antes expuesto la mayor procedencia de suelo empetrolado es por derrames de petróleo y por desperfectos de equipos, lo último estaría relacionado con el aumento de temperatura a mayor profundidad de pozo.

6. Recomendaciones

Del análisis realizado con los datos recabados del trabajo de gabinete y las salidas a campo, se recomienda:

- Que las empresas brinden información actualizada ante la autoridad de aplicación de la operatoria de residuos petroleros, junto con la memoria descriptiva y la calidad del agua del nivel freático.
- Que las empresas presenten un informe de resultados en el legajo de obra elaborado en tal efecto, el cual compruebe que la tasa de infiltración sea menor o igual al 1×10^{-6} cm /seg, según norma ASTM D 3385-03.
- Que las operadoras modifiquen los lugares de pozos de monitoreo, para que los mismos alcancen el nivel freático del agua, o que como mínimo lleguen a una profundidad de 30 (treinta) metros.

- Que la empresa CAPEX S.A, realice el saneamiento del pasivo proveniente de la pileta con hidrocarburo que se encuentra en el repositorio de suelos empetrolados BV-2008, la cual pertenecía a Synopec, se ilustra en la figura 33 del ANEXO VII.
- Que las operadoras relevadas realicen la limpieza general del área, implementando control riguroso sobre tratamiento de los residuos sólidos, debido a que se encuentran residuos dispersos en el área, como se muestra en las figuras 5, 13 y 18 del ANEXO VII.

7. Bibliografía:

Arellano, A. Andres, F. Molina Ayala, S. F. y Páez Flor, N. M. (2021). Estudio del comportamiento reológico de las soluciones acuosas con dos tipos de bentonita de la región andina utilizados para lodos de perforación. 30pp.

ASTM International Standard D 3385- 03. (2003). “Standard Test Method for Infiltration Rates of Soils in field using Double Ring Infiltrometer”.

Belini, C. y Rougier, M. (2008). El Estado empresario en la industria argentina. Conformación y crisis, Buenos Aires, Manantial. 45pp.

Bravo, E. (2007). Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad. *Acción ecológica*, 24(1), 35-42.

Coria, I. (2007). Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Centro de Altos Estudios Globales*, <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/ing/UAIS-IGA-600-001>, 20. Consultado el 28 de abril del 2022.

Decreto reglamentario 1.005/16. (2016). Residuos Petroleros. Chubut. [<http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2016/07/Decreto-1005-161.pdf>]. Consultado el 28 de abril del 2022.

Decreto reglamentario 1.456/11. Tratamiento de Residuos Petroleros. Chubut. (2011). [https://www.ecofield.net/Legales/Chubut/dec1456-11_CHU.htm]. Consultado el 28 de noviembre del 2021.

Domínguez, O. (2010). Informe de Auditoría Ambiental del Proyecto “Disposición transitoria y final de cutting de perforación”. Consulplan Argentina S.A. Chubut, Argentina. 16pp.

Felder, B. A. (1987). Evaluación de Formaciones en la Argentina. Secretaría de Energía. Ed. Schlumberger Educational Services, Buenos Aires, República Argentina. 318pp.

Huinchulef, M. E. (2010). Difusión de conocimientos y actividades de desarrollo social de empresas petroleras de la Cuenca del Golfo San Jorge (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes. 10pp. [<http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/185>]. Consultado el 28 de abril del 2022.

Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. (2009). Consideraciones ambientales para la construcción de locaciones y la gestión de lodos y recortes durante la Perforación de Pozos. Práctica recomendada. 31 pp. [https://www.iapg.org.ar/sectores/practicas/VF_PR_01.pdf]. Consultado el 28 de abril del 2022.

Iturbe Argüelles, R. Flores Torres, C. Chávez López, C. y Roldán Martín, A. (2002). Saneamiento de suelos contaminados con hidrocarburos mediante biopilas. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 3(1), 25-35.

Jaramillo, G. E. E. Paba, G. M. y Ospino, M. C. (2010). Aislamiento de bacterias potencialmente degradadoras de petróleo en hábitats de ecosistemas costeros en la Bahía de Cartagena, Colombia. *Nova*, 8(13).

Laime, E. (2019). Comportamiento a la corrosión de la tubería de revestimiento y producción de acero del 3 % de cromo por el contenido de dióxido de carbono aplicado al campo Bermejo, (Trabajo de grado Ingeniería petrolera). Universidad Mayor de San Andrés Bolivia, Facultad de Ingeniería. La Paz. 26pp.

Ley Nacional N°24.051. (1992). Residuos Petroleros. [<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm>]. Consultado el: 28 de noviembre del 2021.

Lucca, R. A. (2016). El petróleo en Venezuela: una historia global (Vol. 13). Editorial Alfa. 45pp.

Mallinow, G. (2005). Diagnóstico ambiental CP “Campamento Central”. Guillermo Mallinow y Asociados SRL Chubut, Argentina. 3pp.

Marni, C. (2015). Informe de construcción de freáticos “Cadena Custodia”. LABAC. Chubut, Argentina. 2pp.

Mayorga-Mayorga, H. S. y Reyes-Bueno, F. (2022). Análisis de Derrames de Petróleo en el Campo Ancón Mediante Sistemas de Información Geográfica. *Revista Politécnica*, 49(1), 53-60.

Ortuño Arzata, S. (2012). El mundo del petróleo: origen, usos y escenarios. Fondo de Cultura Económica. 16pp.

Olivier, B. y Magot, M. (2005). Petroleum Microbiology. ASM Press, Washington D.C., 365 pp.

Resolución N° 3.330. (2012). Evaluación de Impacto Ambiental. [<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4977/480/texact.htm>]. Consultado el: 25 de abril del 2024.

Risuleo, F. (2012). Historia del petróleo en Argentina. Área de Pensamiento Estratégico. Cámara Argentina de la Construcción, 1-57.

Sanchez, R. (2010). Informe ambiental del proyecto “Cuttinera K-304, disposición transitoria y final de recortes de perforación”. JMB S.A. Chubut, Argentina. 220pp.

Secretaría de Energía. (2024). Producción de petróleo promedio diaria por cuenca y yacimiento. [<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/planeamiento-energetico/panel-de-indicadores/superset-produccion-petroleo-prom-diaria-cuenca>]. Consultado el: 29 de junio del 2024.

Sierra Baena, M. A. (2000). Lecturas sobre lodos de perforación. Facultad de Minas, 19-20.

Spinelli, J. (2020). Propuestas de restauración de las áreas saneadas en el sector sur de la batería 3 del yacimiento hidrocarburífero 25 de Mayo-Medanito SE. Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 20-21.


Stempvoort, D.V. y Biggar, K. (2008). Potential for bioremediation of petroleum hydrocarbons in groundwater under cold climate conditions: a review. *Sci. Technol.* 53, 16-41.

Vizuite, R. Lascano, A. y Moreno, R. (2019). Análisis econométrico en la gravedad de un derrame petrolero y su contaminación ambiental. Caso de estudio: Campo Sacha-Ecuador. *Espacios*, 40 (18), 24-33.

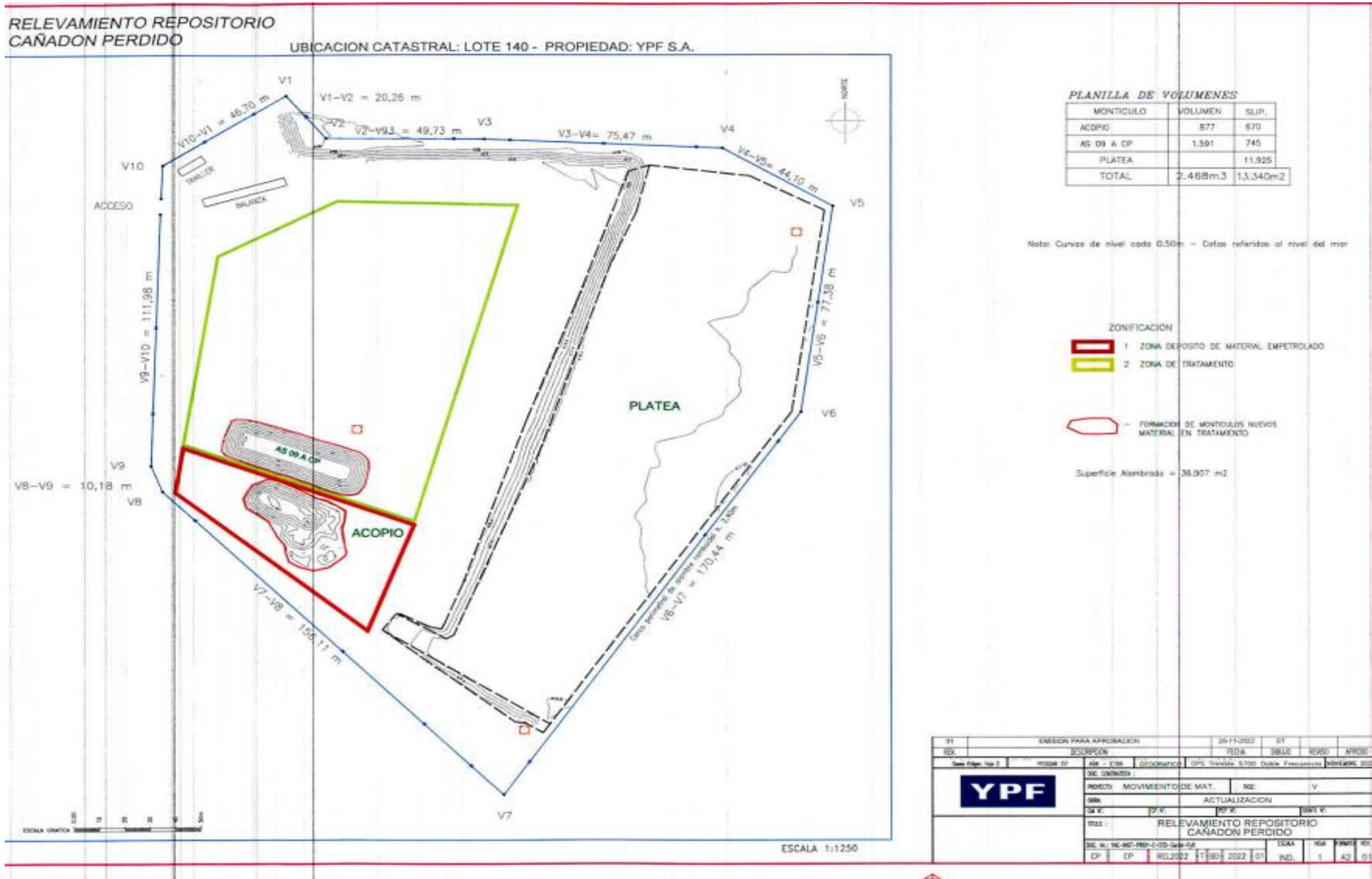
Zerna Guzman, M. Acuña, A. J. y Pucci, G. N. (2019). Lavado con solventes de fondos de tanques petroleros. *Asociación Ingeniería Sanitaria y Ambiental Argentina*, 135(2), 28-31.

8. ANEXOS

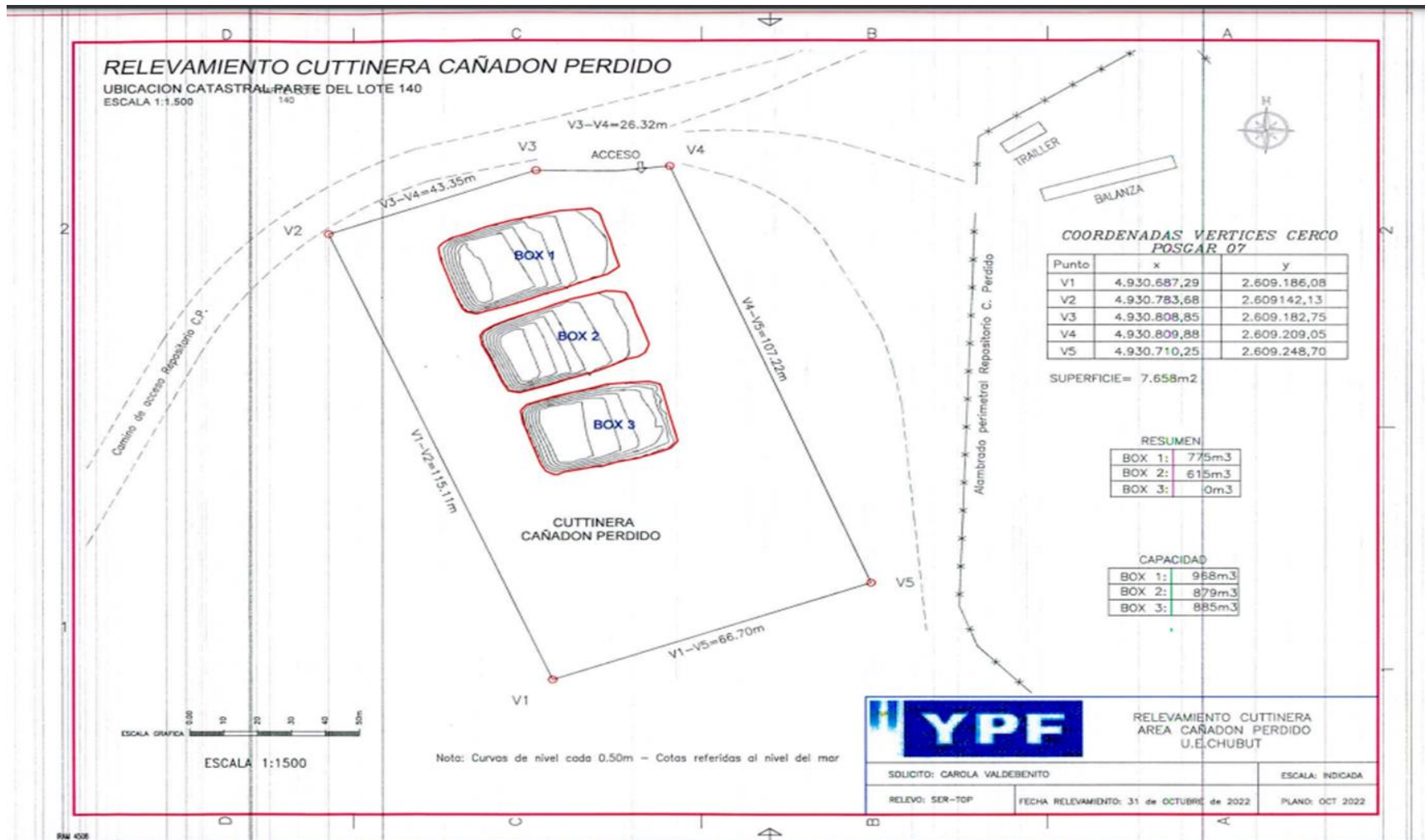
ANEXO I-Ficha utilizada en campo para relevamiento de información.

 Ficha Técnica			Fecha:
Empresa:			
Responsable:			
Yacimiento:			
Coordenadas:			
Fecha de Ingreso:		Volumen de Ingreso:	
Fecha de Egreso:		Volumen de Egreso:	
Transportista:			
Tratamiento:			
Repositorio:			
Cutinera:			
Observaciones:			

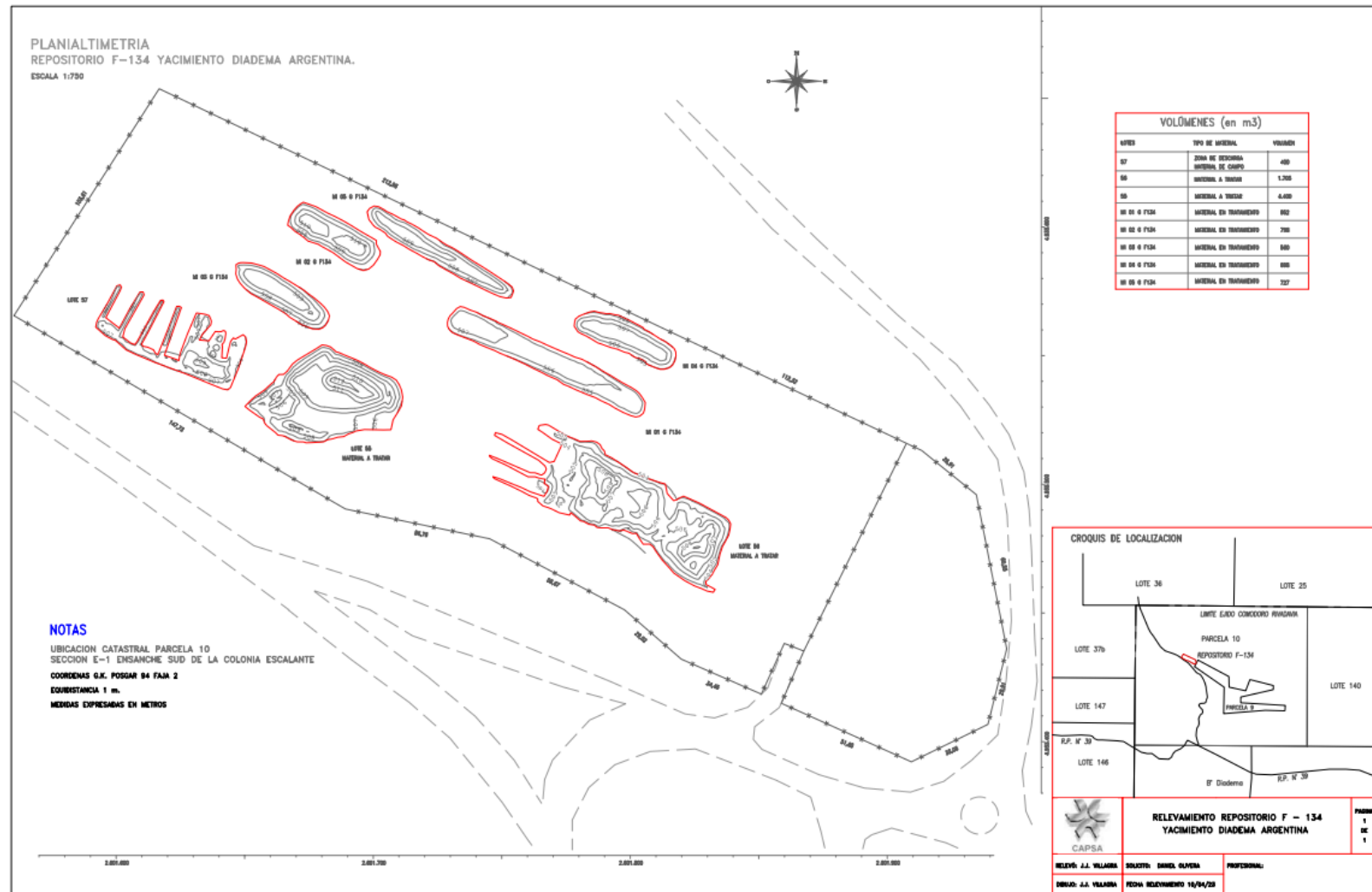
ANEXO II-Relevamiento de repositorio Cañadón Perdido.



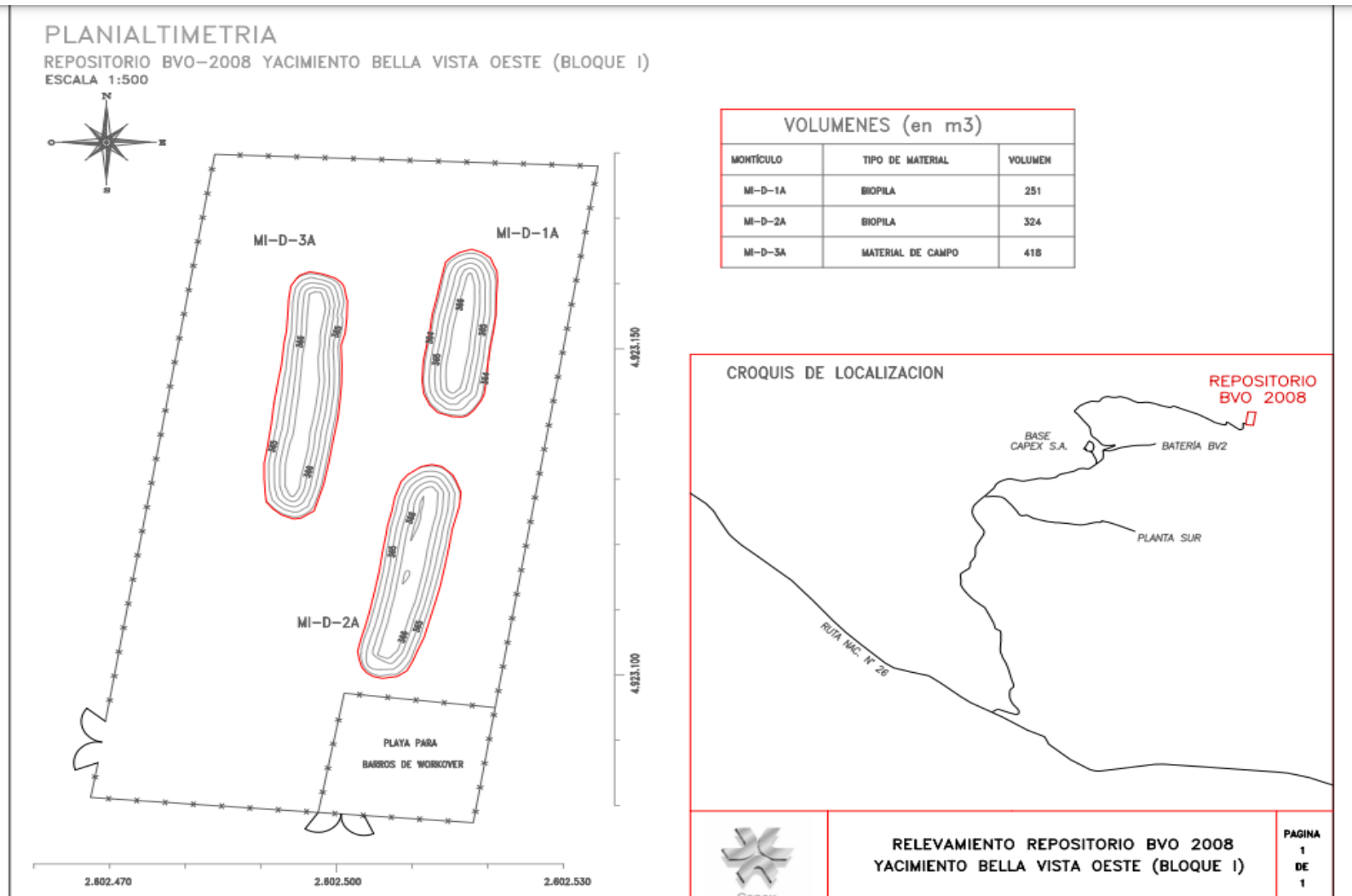
ANEXO III-Relevamiento de cuttinera Cañadón Perdido.



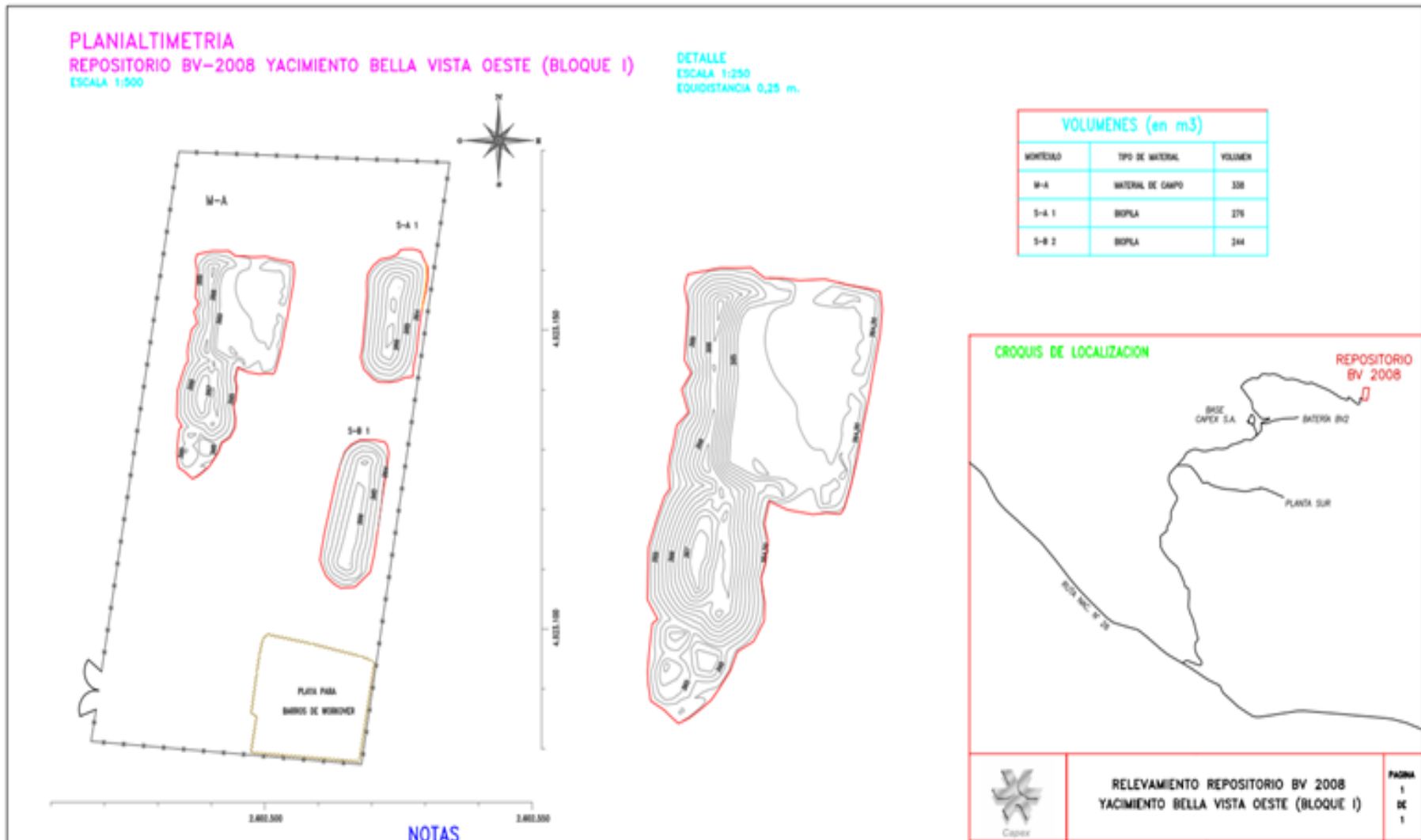
ANEXO IV-Relevamiento de repositorio Diadema.



ANEXO V-Relevamiento de repositorio Bella Vista Oeste.



ANEXO VI-Relevamiento de repositorio de Yacimiento Bella Vista Oeste.



ANEXO VII- Figuras de salida a campo.

YPF S.A



Figura 1 -Camino de ingreso



Figura 2-Clasificación de residuos



Figura 3-Cerco perimetral



Figura 4-Maquinaria y batea



Figura 5-Batea con residuos



Figura 6-Biopila

YPF S.A



Figura 7 -Biopila



Figura 8 -Freatímetro



Figura 9 -Ingreso a cuttinera



Figura 10 -Box 1 en cuttinera



Figura 11 -Box 2 en cuttinera



Figura 12-Box 3 en cuttinera

CAPSA



Figura 13-Cartería de ingreso



Figura 14-Cerco perimetral



Figura 15-Biopila



Figura 16-Acopio de material tratado



Figura 17-Montículo de suelo saneado



Figura 18-Restos de suelo con hidrocarburo en bolsa

CAPSA



Figura 13-Biopila con restos de residuos urbanos



Figura 14-Biopila



Figura 26-Malla para segregado de suelo



Figura 16-Acopio de material tratado



Figura 17-Maquinaria



Figura 18-Batea con residuos de workover

CAPSA



Figura 24-Porton y cercado de cuttiner



Figura 23-Carteria de cuttiner K-304



Figura 26-Box de cuttiner



Figura 25-Box de cuttiner K-438



Figura 28-Box de cuttiner K-447



Figura 27-Box de cuttiner K-448



Figura 29-Cartería y cercado perimetral



Figura 30-Cartería y cercado para residuo de workover



Figura 31-Biopila



Figura 32-Biopila



Figura 33-Restos de hidrocarburo



Figura 34-Geomembrana

CAPEX S.A



Figura 35-Cartería de ingreso



Figura 36-Box con vista de geomembrana



Figura 37-Restos de geomembrana



Figura 38-Box con geomembrana y revegetación



Figura 39-Cartería de freatímetros



Figura 40-Freatímetro