

Informe del Perito, Señor John A. Connor, P.E., P.G., D.E.E.

Inspección Judicial del Pozo Sacha-21

**Maria Aguinda y Otros vs. ChevronTexaco Corporation
Juicio No. 002-2003, Corte Superior de Justicia, Nueva Loja, Ecuador**

1.0 RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Presentación del Propósito

Yo, John A. Connor, he sido designado como perito por el Presidente de la Corte Superior de Justicia de Nueva Loja en Ecuador, en relación con el Caso No. 002-2003, Maria Aguinda y Otros vs. ChevronTexaco Corporation, para realizar investigaciones ambientales en representación de la Corte. Para el propósito de este caso, se están realizando una serie de inspecciones judiciales para evaluar las condiciones ambientales de un total de 122 propiedades en los campos petroleros ubicados en el área de la antigua Concesión de Petroecuador – Texpet en la Región Oriente de Ecuador.

El día 19 de agosto de 2004, el Presidente de la Corte inició la inspección judicial del sitio del pozo Sacha 21, ubicado en la ciudad de La Joya de Los Sachas en la Provincia de Orellana. Esta inspección judicial fue enfocada en los pedidos de información específicos contenidos en el Acta de Inspección Judicial emitida el día 19 de agosto por la Corte para el sitio del pozo Sacha 21, incluyendo el enfoque particular en: i) las acciones de remediación conducidas por parte de Texpet en este sitio en el año 1996, y ii) los presuntos impactos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados con las antiguas operaciones del Consorcio Petroecuador - Texpet en este sitio.

La Sección 1.0 de este informe resume el alcance del trabajo y las principales conclusiones de esta investigación. La Sección 2.0 provee información adicional acerca de los antecedentes relacionados con la historia del Consorcio Petroecuador – Texpet y del proyecto de remediación realizado por Texpet durante el período comprendido entre los años 1994 a 1998. La Sección 3.0 describe el trabajo de investigación que llevé a cabo con el fin de responder las preguntas técnicas planteadas por la Corte con respecto al sitio del pozo Sacha 21, incluyendo investigaciones históricas, actividades de muestreo en campo y pruebas de laboratorio. En la Sección 4.0 se presentan las respuestas técnicas detalladas a cada una de las preguntas planteadas por la Corte, tal como están documentadas en el Acta de Inspección Judicial emitida el día 19 de agosto de 2004 para el sitio del pozo Sacha 21. La Sección 5.0 provee un glosario de términos técnicos usados en este reporte. Mis conclusiones principales relacionadas con las condiciones ambientales actuales y la idoneidad de las acciones de remediación anteriores en este sitio están resumidas en la Sección 1.3 de este informe.

La información que sustenta mis respuestas, incluyendo las consultas proporcionadas por otros expertos en los campos de las ciencias ambientales, toxicología y química son

proporcionadas en los Apéndices A á U de este informe. El Apéndice V proporciona la documentación de todos los resultados de las pruebas de laboratorio y los registros relacionados con el Control de Calidad y Garantía (QA / QC – por sus siglas en inglés).

1.2 Calificaciones Personales y Experiencia

Soy el Presidente de Groundwater Services, Inc. (GSI), y tengo más de 24 años de experiencia profesional en ingeniería ambiental, con especialización en las áreas de investigación ambiental, evaluación de riesgos humanos y ecológicos, y el diseño e implementación de acciones de remediación. Soy un Ingeniero con Registro Profesional (P. E. – por sus siglas en inglés), Geo-Científico Profesional (P. G. – por sus siglas en inglés), y Diplomático de la Academia Estadounidense de Ingeniería Ambiental (D. E. E. – por sus siglas en inglés). Recibí una Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil de la Universidad de Stanford en 1979, y trabajé como Profesor en el Programa de Posgrado en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Houston. Por contrato con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA – por sus siglas en inglés) y la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM – por sus siglas en inglés), trabajé como Instructor Certificado para la Iniciativa Nacional de Capacitación y Entrenamiento en Acción Correctiva Basada en Riesgo (RBCA – por sus siglas en inglés), y he llevado a cabo capacitación y entrenamiento y/o asistido en el desarrollo de programas reglamentarios basados en riesgo en aproximadamente 15 estados en los Estados Unidos.

Soy el autor principal del programa “Herramientas para Acción Correctiva Basada en Riesgo (RBCA) para Fugas Descargas de Productos Químicos” (“RCBA Tool Kit for Chemical Releases”), uno de los programas de computación más ampliamente utilizados para la evaluación de de la remediación ambiental de sitios contaminados, en más de 21 países a nivel mundial. Además, soy el autor de numerosas publicaciones de carácter técnico relacionadas con la atenuación natural, migración y transformación química, evaluación de riesgos ambientales, y tecnologías para remediación, y he desarrollado y presentado programas de capacitación y entrenamiento técnico sobre estos temas en los Estados Unidos, Canadá y en el extranjero.

En mis 24 años de experiencia en el campo ambiental, he realizado personalmente investigaciones ambientales en numerosas instalaciones en campos petroleros en los Estados Unidos, Canadá y América Latina, incluyendo la evaluación de la migración y transformación de petróleo, la evaluación de los riesgos asociados con la salud humana o el medio ambiente, y la aplicación de las tecnologías de remediación apropiadas.

Para el propósito de esta Inspección Judicial, he solicitado la asistencia de otros expertos reconocidos en los campos de química ambiental, migración y transformación de petróleo, regulaciones y prácticas ambientales internacionales, composición de petróleo crudo, remediación ambiental y efectos sobre la salud humana, animales de corral y plantas por petróleo, agentes biológicos naturales y pesticidas. En los apéndices que acompañan este reporte, se incluye la información de soporte adicional aportada por estos expertos, incluyendo las calificaciones y experiencia de los autores.

1.3 Conclusiones Importantes

Los resultados de esta Inspección Judicial demuestran que Texpet concluyo la remediación de las piscinas del pozo Sacha 21 en 1996 en total acuerdo con los procedimientos y los lineamientos especificados en el Plan de Acción de Remediación y de manera consistente con las tecnologías y criterios técnicos vigentes a nivel mundial en esa época y que, en muchos casos, continúan vigentes aun hoy en día. Durante la reciente Inspección Judicial, se encontró que los subsuelos en las áreas de las piscinas remediadas por Texpet en 1996 y en otras áreas cercanas al pozo Sacha 21 contenían concentraciones moderadas de petróleo altamente degradado, el cual fue caracterizado mediante pruebas de laboratorio como insoluble, no volátil y esencialmente inmóvil dentro de la matriz del suelo. Este subsuelo no representa un riesgo para la salud humana o el medio ambiente debido a: i) la concentración y composición del petróleo degradado medida en estos subsuelos es tal que se cumple con los criterios de evaluación internacionales para remediación y protección de la salud, así que no se anticiparían efectos nocivos para humanos, animales o plantas aun si llegara a ocurrir una exposición, ii) la presencia de una capa de suelo limpio que cubre el subsuelo en las áreas mencionadas y que previene la exposición directa de seres humanos o animales al petróleo degradado. También en la cercanía de la plataforma, se encontró una capa de material asfáltico de composición esencialmente equivalente al asfalto de pavimento de carreteras, que no es biodisponible y no presenta ningún riesgo para los seres humanos, animales de corral o plantas.

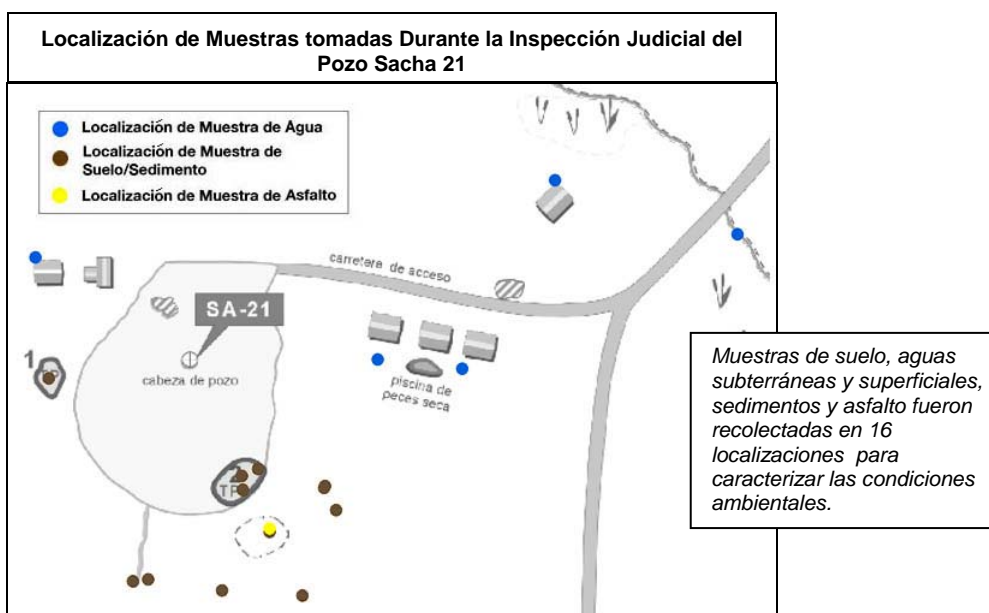
El muestreo y las pruebas del agua de 4 pozos de agua locales y un estero cercano también confirmó que no hay concentraciones detectables de componentes de petróleo en estas fuentes de agua y que cumplen con los lineamientos para agua de consumo emitidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Sin embargo, se encontraron niveles elevados de bacterias coliformes, que exceden los lineamientos mencionados, en todos los pozos de agua caseros, lo cual indica prácticas sanitarias deficientes pero que de ninguna manera está relacionado con actividades petroleras. Estas concentraciones de bacterias coliformes medidas son lo suficientemente altas para causar síntomas como diarrea, vomito, dolores de cabeza y otras enfermedades mas serias.

Los resultados del muestreo y análisis de la Inspección Judicial del pozo Sacha 21 muestran que hoy en día no hay evidencia de impacto sobre la salud humana, animales o plantas por las operaciones petroleras del Consorcio Petroecuador - Texpet ni por las piscinas remediadas por Texpet en 1996. Adicionalmente, la naturaleza del petróleo degradado, los procesos naturales de degradación, las condiciones de la zona y las características de los suelos arcillosos del lugar, asegura el decrecimiento continuo de las concentraciones de compuestos de petróleo y la ausencia de riesgos para la salud humana, animales o plantas.

A continuación se encuentra una discusión más amplia de cada una de las principales conclusiones de esta Inspección Judicial. En la Sección 4.0 se encuentran las respuestas detalladas a cada una de las preguntas técnicas planteadas por la Corte con respecto al sitio del pozo Sacha 21.

1.3.1 Alcance de la Inspección Judicial

Durante el periodo de agosto 19 a agosto 24 de 2004, se llevaron a cabo actividades de muestreo y pruebas ambientales en el sitio del pozo Sacha 21 por parte de dos equipos separados de inspección encabezados por dos expertos designados por la Corte, un equipo dirigido por mí y el otro dirigido por el Señor Charles Calmbacher y la Señorita Jennifer Bilbao. Con el fin de contestar las preguntas planteadas por la Corte, realice perforaciones y muestreo en 11 localizaciones en la vecindad del pozo Sacha 21 y remití 27 muestras de suelos para análisis de laboratorio para componentes de petróleo. Adicionalmente tome muestras de agua subterránea de un total de 4 pozos de agua y 1 estero localizados en un radio de 150 metros alrededor de la plataforma del pozo y remití las muestras a análisis de laboratorio para componentes de petróleo y otros indicadores de calidad del agua. Adicionalmente tome 1 muestra de material asfáltico de un área al sureste de la plataforma, y 1 muestra de sedimento del mismo estero de donde se tomo la muestra de agua superficial. Todas las actividades de campo y laboratorio fueron realizadas en conformidad con los procedimientos especificados en el Plan de Análisis y Plan de Muestreo; documentos de uso mandatario en este proyecto de acuerdo con los Términos de Referencia firmados por las dos partes y aprobado por la Corte.



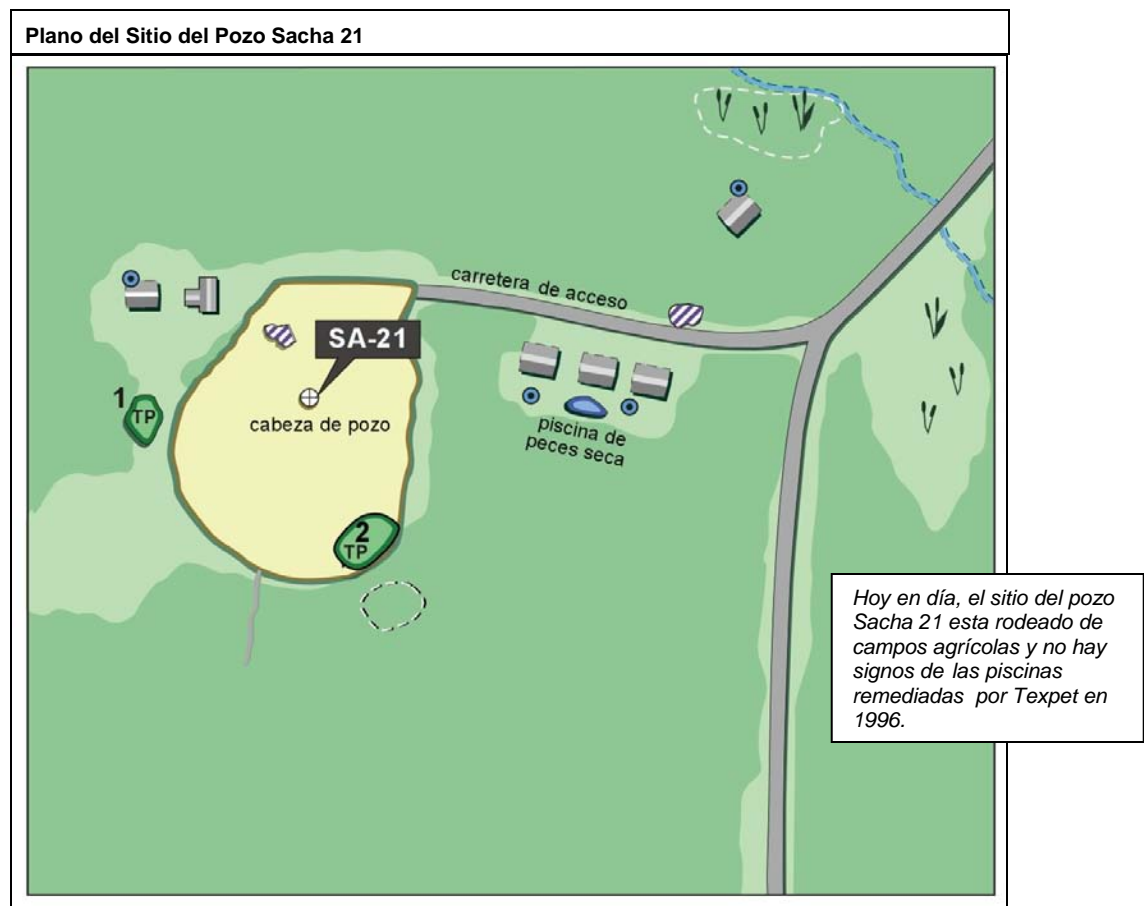
En la Sección 3.0 de este reporte, se encuentra una descripción mas detallada de todas las actividades llevadas a cabo durante esta Inspección Judicial. Los resultados de los análisis de campo y laboratorio se presentan en las Tablas 1 a 6 y en las Figuras 5 a 11.

1.3.2 Descripción del Sitio

El pozo Sacha 21 está ubicado en un área agrícola dentro del campo petrolero Sacha en la Provincia de Orellana en el Noreste del Ecuador (ver la Figura 1 que se encuentra al final de este reporte). El pozo fue perforado en el mes de octubre de 1971, y el día

de hoy, el sitio está compuesto de un pozo de petróleo inactivo en una plataforma abierta, de 0.5 hectáreas y cubierta de pasto alto, con una carretera de acceso que entra en la esquina noreste y con 5 casas ubicadas al borde de la plataforma y a ambos lados de la carretera (ver las Figuras 2 y 4). El pozo está afuera de servicio y todas las tuberías han sido desconectadas y quitadas del sitio. Tal como se muestra en la Figura 2, los terrenos circundantes han sido parcelados y desbrozados para usos agrícolas por los residentes locales y al presente constituyen terrenos de cultivo, campos abiertos de pastos y de crecimiento de bosques secundarios (ver a la Figura 2 e Imágenes de Detección Remota en el Apéndice A).

La revisión de las fotografías aéreas históricas del sitio del pozo Sacha 21 muestra que el desarrollo agrícola en el área ocurrió principalmente antes de 1990 y que las casas aledañas fueron construidas posteriormente a 1990 (ver las Figuras 3.1, 3.2, 3.3 y 3.5 correspondientes a los años 1975, 1976, 1990 y 2004). Hoy en día no se encuentran piscinas de petróleo abiertas en el sitio del pozo Sacha 21, y aun mas, los sitios de las piscinas remediadas por Texpet (ver Figura 4) están cubiertos con suelo firme y vegetación espesa, sin signo alguno de estas piscinas.



1.3.3 Condiciones Ambientales Actuales en el Sitio

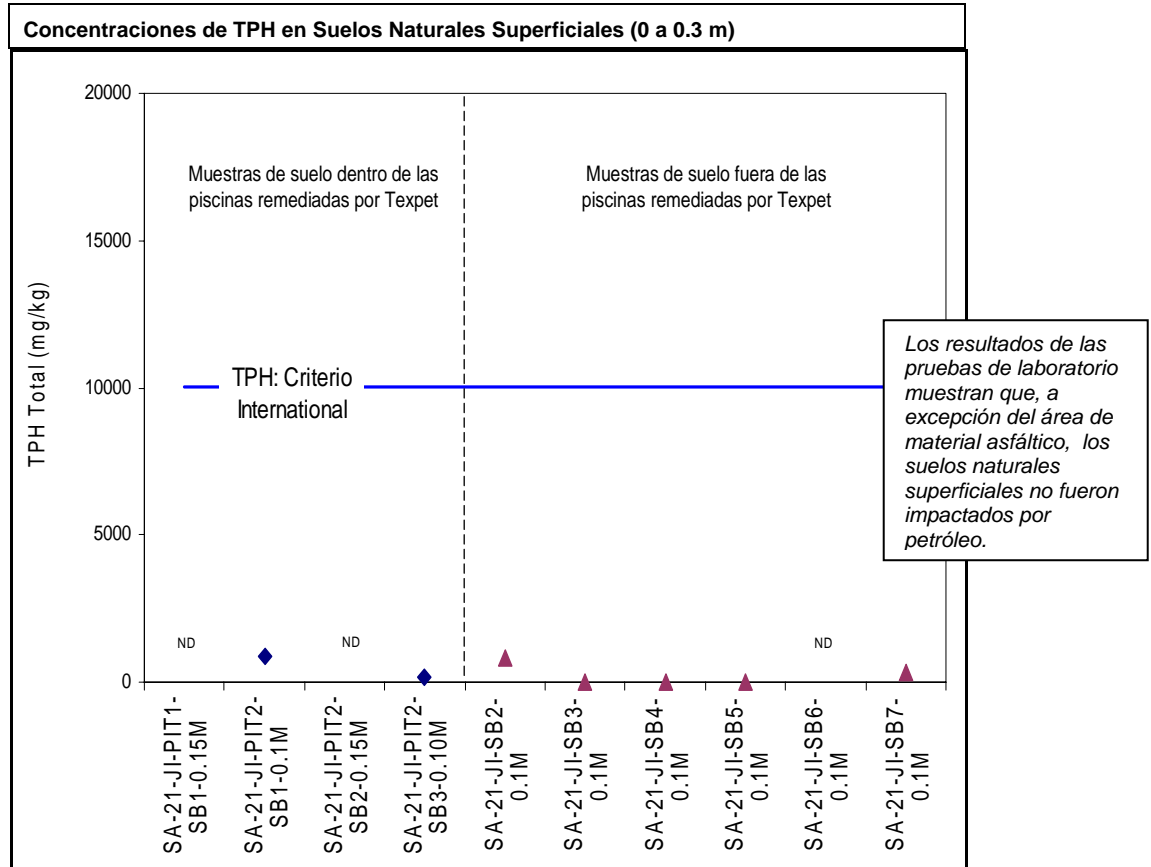
Los resultados de análisis de campo y laboratorio llevados a cabo durante esta Inspección Judicial proveen la siguiente información con respecto a las condiciones ambientales en la vecindad del pozo Sacha 21.

- a) Suelo Superficial:** Los suelos superficiales (entre 0 y 30 centímetros de profundidad) en el pozo Sacha 21 están compuestos de arcillas limosas y se encontraron limpios ya sea: i) sin ningún signo de decoloración, olor o una película de petróleo y b) con componentes de petróleo con niveles de concentración no detectables o que están significativamente por debajo de los criterios de evaluación internacionales aplicables. Tal como se muestra en la Figura 9 y las Tablas 2A, 2B, 3A, y 3B, los suelos de la superficie que contienen petróleo solamente se observaron en un área de unos 190 metros cuadrados al sureste de la plataforma, en donde se encuentra una capa de material asfáltico, dura y seca, de un espesor de 45 cm, en la superficie del terreno. Durante esta Inspección Judicial, recolecte un total de 11 muestras de suelo superficial (0 a 30 cm por debajo de la superficie del suelo) provenientes de 11 perforaciones, las cuales fueron enviadas al laboratorio para análisis de un amplio rango de componentes de petróleo con el fin de evaluar las condiciones del suelo.

Los resultados de estos análisis de laboratorio (ver las Tablas 2A, 2B, 3A y 3B que se encuentran al final de este reporte) son consistentes con las observaciones visuales y demuestran que el suelo superficial no contiene concentraciones significativas de petróleo (ver la Sección 4.2.8), con la excepción del área de material asfáltico mencionada anteriormente. En los suelos (excluyendo el asfalto), los principales componentes tóxicos del petróleo (es decir, benceno, etilbenceno, xileno y tolueno o "BTEX" y los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos o "PAHs") no están presentes a niveles detectables en ninguna de las muestras, excepto por unas trazas de tolueno con una concentración máxima de 0.013 mg/kg, más de 50,000 veces menor al criterio internacional para protección de la salud. Los Orgánicos en el Rango de la Gasolina (TPH como GRO en estos suelos están a niveles no detectables o vestigios, y los Orgánicos en el Rango del Diesel de TPH como DRO varían desde no detectables hasta 850 mg/kg. Estas bajas concentraciones de TPH son consistentes con los niveles de TPH que ocurren en forma natural en suelos limpios (ver el Apéndice G).

En las muestras recolectadas de la capa de material asfáltico al sureste de la plataforma, las concentraciones de BTEX no están presentes a niveles detectables (excepto por una traza de xileno con una concentración máxima de 0.005 mg/kg, más de 82,000 veces menor al criterio internacional para protección de la salud), y los PAHs están en concentraciones menores a los criterios internacionales, excepto por benzo(a)pireno. Sin embargo, desde el punto de vista toxicológico, la composición de este material es comparable a la del pavimento de carreteras, y de hecho, las concentraciones de casi todos los PAHs, incluyendo el benzo(a)pireno, medidas en esta muestra de material asfáltico están por debajo de los niveles presentes en el asfalto de carreteras. Aunque este asfalto tiene la apariencia de haber sido quemado, su composición química es consistente con un proceso natural

de degradación y no presenta evidencia química de combustión (ver el Apéndice P). Los análisis de laboratorio muestran que este material asfáltico consiste en un 100% de hidrocarburos pesados (C16 a C35), que no son móviles debido a su baja solubilidad y volatilidad. Aun mas, el asfalto es una masa sólida que no emite partículas de polvo, vapores o lixiviados, y es considerado como una masa inerte que no afecta el ambiente y no esta biodisponible para los seres vivos.



No existe evidencia alguna de afloramiento de petróleo crudo en las superficies de las dos piscinas incluidas en el programa de remediación de Texpet (Piscinas 1 y 2) en este momento o que hayan ocurrido posteriormente a la culminación del proyecto de remediación, como pudiera evidenciarse por la presencia de una mancha o una película de petróleo sobre la superficie del terreno. En muchos lugares, particularmente en climas húmedos tales como en la Región del Oriente, las películas o brillos naturales de las bacterias, causados comúnmente por la acción de oxidación de las bacterias y los compuestos orgánicos naturales, son con frecuencia visibles sobre el agua de lluvia acumulada en charcos sobre la superficie del terreno y puede ser confundida como evidencia de impactos de petróleo. Estas películas o brillos naturales de las bacterias pueden ser distinguidos fácilmente de las películas o brillos de petróleo mediante observaciones en el campo y los análisis de laboratorio. No observé dichas películas o brillos bacterianos en el pozo Sacha 21 durante la Inspección Judicial del mes de agosto del 2004; sin embargo, reportes de

“películas o brillos de petróleo” por parte de los residentes u otras personas no capacitadas para diferenciar las películas o brillos de petróleo y de las de bacterias deberán ser tomados con precaución hasta que se puedan realizar los análisis apropiados.

Conclusión: *No hay impactos en los suelos naturales superficiales en el área del pozo Sacha 21. Al sureste de la plataforma, se encuentra un área de material asfáltico, duro y seco, con composición equivalente a la del asfalto de pavimento*

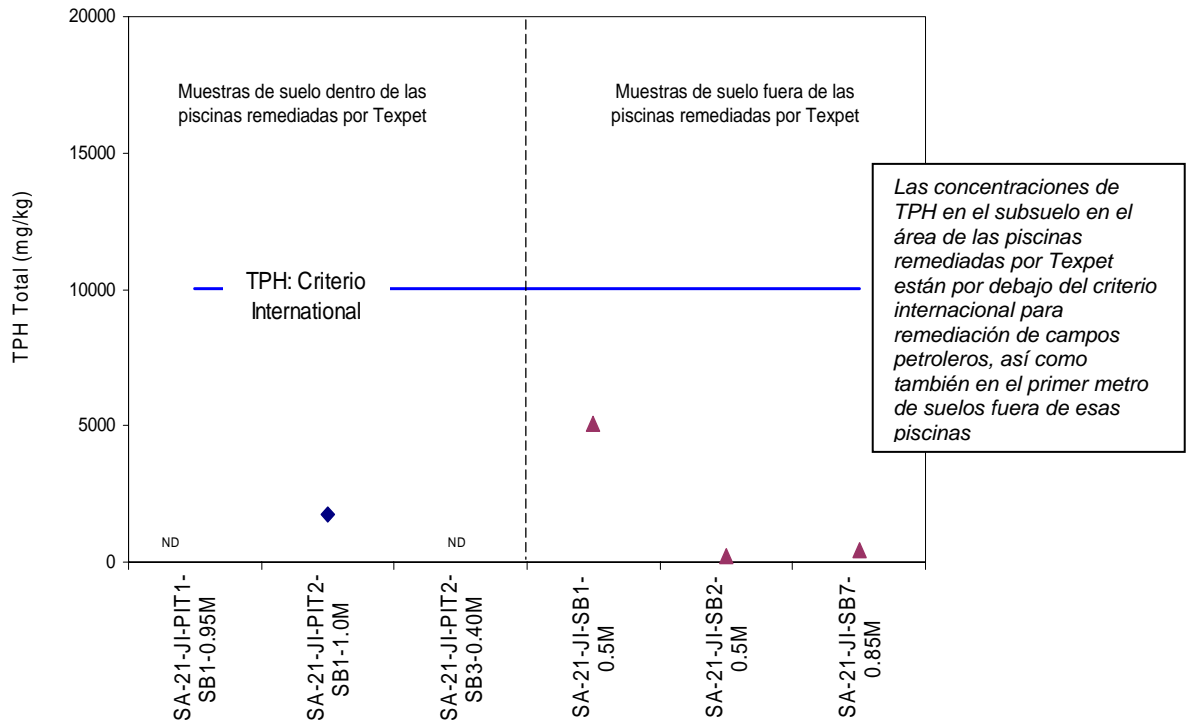
- b) Subsuelo:** El suelo en el sitio del pozo Sacha 21 consiste en una arcilla limosa en la superficie del terreno que se extiende hasta una profundidad mayor de 5 m, con capas intermedias delgadas de limo arcilloso y arena arcillosa. Tal como se indica en las Tablas 2A, 2B, 3A, y 3B, los subsuelos que contienen petróleo degradado están presentes en: a) las ubicaciones de las piscinas remediadas por Texpet en el año de 1996 (ver las Piscinas 1 y 2 en la Figura 10); b) en un área al este de la plataforma, en la ubicación de una plantación de café (ver las perforaciones SA-21-JI-SB7 y JI-SA21-SE4 en la Figura 10); y c) un área al sur de la plataforma en un antiguo canal de drenaje (ver las perforaciones SA-21-JI-SB2 y SA-21-JI-SB6 en la Figura 10). Durante la Inspección Judicial, recolecté un total de 17 muestras de subsuelo provenientes de 10 localizaciones en la vecindad del sitio del pozo Sacha 21 y remití estas muestras para análisis de laboratorio de un amplio rango de componentes del petróleo.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio muestran que las concentraciones de TPH en los suelos de las siguientes localizaciones varían en estos rangos: i) en el área de las piscinas remediadas por Texpet en 1996, de niveles de no-detectables (<3 mg/kg) hasta un máximo de 1,760 mg/kg, ii) fuera del área de las piscinas remediadas, en el primer metro de suelo debajo de la superficie (0.3 a 1.0 m), de 240 a 5,047 mg/kg y, iii) fuera del área de las piscinas remediadas por Texpet, a una profundidad mayor de un metro, de niveles no detectables (< 4 mg/kg) hasta 39,180 mg/kg. En todas estas concentraciones, el petróleo es un líquido inmóvil y es retenido en la matriz del suelo debido a los efectos de sorción y tensión capilar (vea la Sección 4.2.6.1 para un análisis más detallado). Además, las pruebas de laboratorio confirman que el petróleo está extremadamente degradado y consiste principalmente de hidrocarburos pesados (es decir, orgánicos del C16 a C35 representan del 65% al 100% de la masa de TPH), con los Orgánicos en el Rango de Gasolina (GRO: C6 a C10, que incluyen los compuestos de BTEX y otros compuestos de gasolina) agotados en más del 96% y los Orgánicos en el Rango de Diesel (DRO: C10 a C28) agotados en un 20% a 70% relativo al petróleo crudo fresco de Sacha (ver la Sección 4.2.7.2 para una discusión más detallada). El petróleo degradado presente en el subsuelo en el sitio del pozo Sacha 21 es relativamente insoluble y no-volátil, y por lo tanto no es propenso a migrar en el aire, agua superficial de escorrentía o flujos de agua subterránea. En los Apéndices H y P, se encuentra una discusión más detallada de la composición y características del transporte de estos compuestos del petróleo.

En relación con el petróleo crudo fresco, los procesos de degradación del subsuelo en el pozo Sacha 21 han tenido como efecto la reducción significativa de las

concentraciones de los principales componentes tóxicos del petróleo, es decir, benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) y hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs). Tal como se muestra en el Apéndice P, las concentraciones de los 16 compuestos de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) identificados como Contaminantes Prioritarios por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) son consumidos de un 57% a un 79% en el subsuelo con respecto a las concentraciones presentes en el petróleo crudo fresco de Sacha. En las piscinas remediadas, el benceno, etilbenceno y xileno no son detectables en ninguna de las muestras de suelos, y el tolueno solamente está presente en niveles muy bajos (ver las Tablas 2A y 2B). En las áreas fuera de las piscinas remediadas, la concentración de benceno no es detectable, mientras que el etilbenceno, xileno y tolueno están presentes en concentraciones muy bajas (ver las Tablas 3A y 3B). Sin embargo, todas las concentraciones de BTEX y PAHs medidas en las muestras de los suelos naturales en el pozo Sacha 21 son significativamente menores a las concentraciones que se han determinado como seguras para los seres humanos en contacto crónico diario, basados en los criterios internacionales de evaluación de riesgos (ver las Tablas 2A, 2B, 3A y 3B y los Apéndices J y K). Por lo tanto, el petróleo degradado contenido en estos subsuelos no presenta un riesgo a la salud humana.

Concentraciones de TPH en el Subsuelo (0.3 a 1 m)



Las pruebas de laboratorio muestran que, en el primer metro de profundidad (0 a 1 m), ninguna de las muestras de suelo contienen concentraciones de componentes de petróleo que excedan los criterios internacionales para remediación o para la protección de la salud humana. A más de un metro de profundidad, fuera de las

piscinas remediadas por Texpet en 1996, los niveles de TPH medidos en los subsuelos en 2 de 10 ubicaciones exceden el criterio internacional de TPH para remediación (10,000 mg/kg), pero estas 2 muestras cumplen con todos los criterios para protección de la salud humana (perforaciones JI-SA21-SE4, a una profundidad de 4.0 metros, y SA-21-JI-SB2, a una profundidad de 1.2 m; ver la Figura 10 y las Tablas 3A y 3B). Además, tal como se muestra en las Figuras 6 y 7, las concentraciones de petróleo medidas en los subsuelos de las piscinas remediadas por Texpet en el año de 1996 cumplen con los criterios de remediación aplicados de conformidad al Plan de Acción de Reparación para ese proyecto.

Conclusión: *El subsuelo no contiene líquidos del petróleo móviles libres. Los hidrocarburos de petróleo degradado están presentes en el subsuelo en concentraciones por debajo de los criterios de evaluación internacionales para la protección de la salud humana y no representan un riesgo para la salud humana.*

- c) **Agua Subterránea:** Durante esta Inspección Judicial, recolecte muestras de agua subterránea de un total de 4 pozos de suministro de agua existentes ubicados dentro de un radio de aproximadamente 100 metros alrededor de la plataforma del pozo Sacha 21. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio para el análisis de un amplio rango de componentes de petróleo y de parámetros de calidad del agua. Los resultados de estas pruebas demuestran que el agua de todos estos pozos cumple con los criterios aplicables para el agua de consumo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), con excepción de la concentración de bacterias coliformes (ver las Tablas 4A y 4B y las Sección 4.2.9 para mas información). Los niveles elevados de bacterias coliformes son atribuibles a la falta de buenas prácticas sanitarias, como por ejemplo la ausencia de sellos o tapas seguras en la superficie del pozo o la cercanía de tanques sépticos a los pozos de agua, y de ninguna manera están relacionados con las operaciones de los campos petroleros. Las concentraciones de componentes de petróleo en estos pozos de agua fueron no detectables y cumplieron con los estándares relevantes para agua de consumo, indicando que las operaciones petroleras no han impactado de manera adversa las fuentes de agua de consumo.



Durante la Inspección Judicial, el equipo de investigación encabezado por el Señor Calmbacher recolectó además muestras de agua subterránea directamente de las perforaciones en suelos con contenido de petróleo degradado. Estas muestras se veían extremadamente lodosas y tenían grandes cantidades de partículas de suelo aceitoso. Los análisis de laboratorio de una mezcla de agua y suelo como la descrita anteriormente no proveen una medida representativa de las verdaderas condiciones del agua subterránea ya que el petróleo sorbido en las partículas de suelo causa una sobreestimación de la presencia de petróleo en el agua misma. De hecho, los análisis de laboratorio de muestras del subsuelo en esta localización muestran que, dada la naturaleza no soluble en agua del petróleo degradado presente en el subsuelo, los lixiviados del suelo no podrían causar un impacto a la calidad del agua subterránea en exceso de los límites para agua de consumo establecidos por la USEPA y la OMS (ver el Apéndice H.2 para una discusión mas detallada).

Conclusión: *No hay evidencia de impacto para las aguas subterráneas por operaciones petroleras en este sitio. Sin embargo, bacterias coliformes, que son asociadas con practicas deficientes de sanidad y no relacionadas con actividades petroleras, están presentes en todos los pozos de suministro de agua locales a niveles que podrían causar efectos para la salud (por ejemplo, diarrea, vomito, fiebre, dolores de cabeza, así como enfermedades mas serias).*

- d) Agua Superficial:** Durante esta Inspección Judicial, recolecte unas muestras de agua superficial y sedimento de un estero localizado a una distancia aproximada de 150 m al este de la plataforma (ver la Figura 4). Estas muestras fueron enviadas al laboratorio para el análisis de un amplio rango de componentes de petróleo y de parámetros de calidad del agua. Los resultados de estas pruebas demuestran que el agua de este estero cumple con los criterios aplicables para el agua de consumo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y la

Organización Mundial de la Salud (OMS), con excepción de la concentración de bacterias coliformes (ver las Tablas 4A y 4B y las Sección 4.2.9 para mas información). La presencia de estas bacterias no esta relacionada con las actividades petroleras, sino con fuentes naturales (ver las Tablas 5A y 5B y la Figura 11). Adicionalmente, los análisis de la muestra de sedimentos tomada en este mismo estero demostraron que estos sedimentos no tienen evidencias de impacto por petróleo y cumplen con los criterios internacionales para suelos (ver Tablas 6A y 6B y Figura 9).

Los resultados de los análisis de suelos superficiales naturales (0 a 0.3 m) en el sitio del pozo Sacha 21 muestran que estos suelos contienen componentes de petróleo con niveles de concentración no detectables o significativamente por debajo de los criterios de evaluación internacionales, y por lo tanto no existe el potencial para que la escorrentía del agua de lluvia, que ha estado en contacto con estos suelos, impacte los cursos de agua cercanos (ver el Apéndice H.2 y la Sección 4.2.8.1).

Conclusión: *No existe evidencia de impactos a las aguas superficiales en este sitio. Aun más, no existe el potencial de impactos a estas agua por los suelos en el pozo Sacha 21.*

- e) **Aire:** Durante esta Inspección Judicial, no se notó evidencia alguna de olores u otras indicaciones de la emisión de vapores orgánicos provenientes de los suelos del pozo Sacha 21. Tal como se muestra en la Figura 9 y las Tablas 2A, 2B, 3A, y 3B, el petróleo residual asociado con las operaciones petroleras anteriores está limitado al petróleo degradado presente en los subsuelos que están cubiertos por medio de una capa de suelo limpio, sin evidencia visual de componentes de petróleo y que cumple con los criterios de evaluación internacionales. Mas aun, extensivos análisis de laboratorio de estos suelos muestran que el petróleo degradado está compuesto de hidrocarburos pesados no volátiles (compuestos C16 a C35 representan del 65% al 100% de la masa total del petróleo), sin fracciones orgánicas volátiles significativas (ver el Apéndice P). Igualmente, los análisis de la capa asfáltica muestran que esta consiste en un 100% de estos mismos compuestos pesados. Dada la ausencia de componentes orgánicos volátiles y la baja volatilidad del petróleo degradado presente, no hay emisión de vapores que puedan impactar la atmósfera.

Conclusión: *No existen impactos potenciales del aire provenientes de los suelos o el material asfáltico en este sitio.*

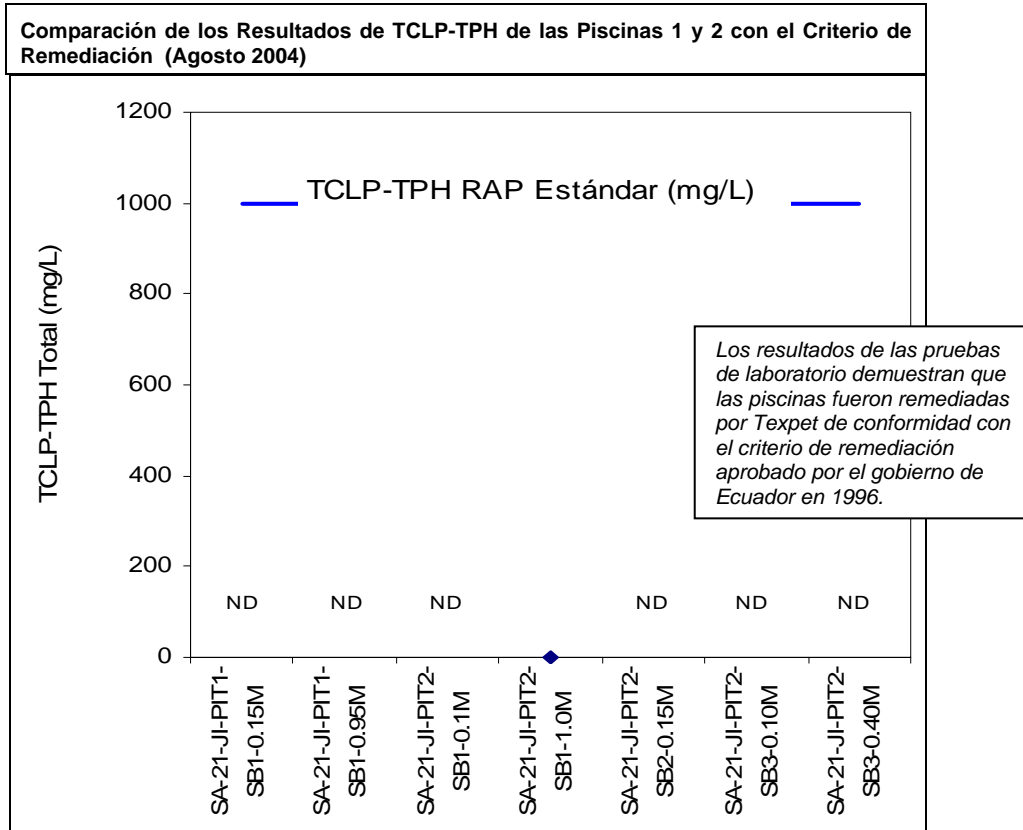
1.3.4 Terminación a Satisfacción del Programa de Remediación de Texpet

Con el fin de evaluar los trabajos de remediación llevados a cabo por Texpet en el sitio del pozo Sacha 21 en 1996, he revisado documentos históricos, incluyendo los reportes del proyecto y Actas gubernamentales asociadas, y he llevado a cabo actividades de perforación y muestreo en las localizaciones de las antiguas Piscinas 1 y 2 para evaluar las condiciones actuales. Los resultados de estas investigaciones muestran que Texpet realizo la remediación de las piscinas en el sitio del pozo Sacha 21 en total conformidad con los procedimientos y criterios especificados en el Plan de Acción de Remediación y

en una manera consistente con los criterios técnicos y la tecnología aplicable vigente a nivel mundial en esa época y en muchos caso vigentes aun hoy en día.

En las Piscinas 1 y 2, los principales pasos de remediación incluyeron: i) desbroce de la vegetación, ii) remoción de los desperdicios, iii) remoción y recuperación del petróleo crudo, iv) tratamiento del agua de las piscinas, según sea necesario para cumplir con los criterios del Acuerdo 621, antes de la descarga, v) tratamiento de los suelos y los sedimentos aceitosos para cumplir con los criterios de remediación aplicables por medio de estabilización en el sitio (Piscina 1) y lavado de suelos (Piscina 2), vi) relleno de las piscinas para establecer una capa de suelo limpio, y vii) re-vegetación del área de la antigua piscina con especies autóctonas. Con base en las inspecciones del sitio y evaluación de los resultados de las pruebas, se confirmó la correcta remediación de las Piscinas 1 y 2 en un Acta emitida por el gobierno del Ecuador en noviembre 22 de 1996. En las Secciones 4.2.2 y 4.2.3 de este reporte se encuentra una discusión detallada del programa de acción de remediación implementado por Texpet en el sitio del pozo Sacha 21.

Actualmente, las áreas de las piscinas remediadas por Texpet están cubiertas por terreno firme con vegetación espesa, sin ningún rastro de la existencia de las antiguas piscinas. Los suelos de la superficie en esta área están compuestos de arcilla limosa café firme sin signos de impactos de petróleo. Las perforaciones llevadas a cabo durante la Inspección Judicial establecieron que debajo de la capa de suelo limpio, hay una capa de arcilla limosa gris con contenido de petróleo degradado que corresponde al suelo remediado en la Piscina 2. Los análisis de los suelos de las dos piscinas confirmaron la conformidad con el criterio de remediación especificado en el Plan de Acción de Remediación, específicamente el TPH-TCLP <1,000 mg/L (es decir, el TPH del lixiviado de suelo preparado mediante el Procedimiento para medir la Característica de Toxicidad, TCLP por sus siglas en ingles). Los análisis llevados a cabo en 1996 inmediatamente después de concluir los trabajo de remediación mostraron que los niveles de TPH-TCLP en las muestras recolectadas de las dos piscinas remediadas por Texpet fueron no-detectables, es decir menores que 5 mg/L. Igualmente, los resultados de las muestras recolectadas durante la Inspección Judicial confirmaron el cumplimiento con el criterio de remediación, ya que los niveles de TCH-TCLP nunca fueron mayores que 0.48 mg/L en muestras provenientes de las Piscinas 1 y 2 (que es 2,000 veces menor que el criterio TPH-TCLP de 1,000 mg/L y que además cumple con los criterios internacionales de evaluación vigentes hoy en día). En las Secciones 4.2.2.4 y 4.2.2.5 de este reporte, se encuentra una discusión detallada de los resultados de la reciente investigación de las antiguas piscinas llevada a cabo como parte de esta Inspección Judicial.



La revisión de los estándares aplicables para remediación de piscinas en campos de petróleo en Ecuador y en otros países productores de petróleo durante la época del proyecto de remediación de Texpet (1994 a 1998) muestra que el criterio de remediación utilizado en el proyecto de remediación de Texpet fue mas estricto o equivalente a los estándares internacionales vigentes en ese tiempo, y en algunos casos, vigentes aun hoy en día. En nivel de acción que resultaba en el requerimiento de una acción de remediación para piscinas utilizado durante el proyecto de Texpet (TPH > 5,000 mg/kg en base a peso húmedo o aproximadamente 7,160 mg/kg en base a peso seco) era considerablemente menor que el usado en los Estados Unidos y otros países (por ejemplo, TPH > 10,000 mg/kg en base a peso seco) y al mismo tiempo constituía una base mas estricta para la remediación de piscinas. Al mismo tiempo, el límite utilizado por Texpet para la concentración de TPH permisible en un lixiviado de TCLP (1,000 mg/L) era mayor que el limite especificado para suelos remediados en los Estados Unidos y alrededor del mundo (10 mg/L). Sin embargo, durante el proyecto de remediación en 1996, la concentración de TPH medida nunca excedió el límite de detección de 5 mg/L en ninguna muestra de lixiviado de suelo proveniente de las piscinas de Sacha 21 (ver la Figura 6 y el Apéndice D). El valor máximo de TPH para lixiviado extraído por TCLP resultante de las pruebas llevadas a cabo durante la reciente Inspección Judicial en Agosto 2004 fue de 0.48 mg/L. Estos datos demuestran que los suelos remediados por Texpet cumplían con el criterio internacional de 10 mg/L para TCLP, aun cuando un límite más alto era permitido para el proyecto de remediación de Texpet. En la Sección 4.2.3 de este reporte, se encuentra una

discusión mas detallada del criterio de remediación aplicable durante el proyecto de remediación de Texpet y una comparación con los criterios internacionales.

Adicionalmente, las tecnologías de remediación empleadas por Texpet para la remediación de las Piscinas 1 y 2 en el sitio de pozo Sacha 21 han sido probadas y consideradas como efectivas en cientos de proyectos de remediación alrededor del mundo y han sido aprobadas y promovidas por agencias reguladoras como la USEPA (ver la Secciones 4.2.2.7 para una discusión mas detallada).

Conclusión: *Texpet completo la remediación de las piscinas en el sitio del pozo Sacha 21 en total conformidad con los procedimientos y criterios especificados en el Plan de Acción de Remediación aprobado por el gobierno del Ecuador, y en una manera consistente con los criterios técnicos y las tecnologías aplicables vigentes internacionalmente en esa época y, en muchos casos, vigentes aun hoy en día.*

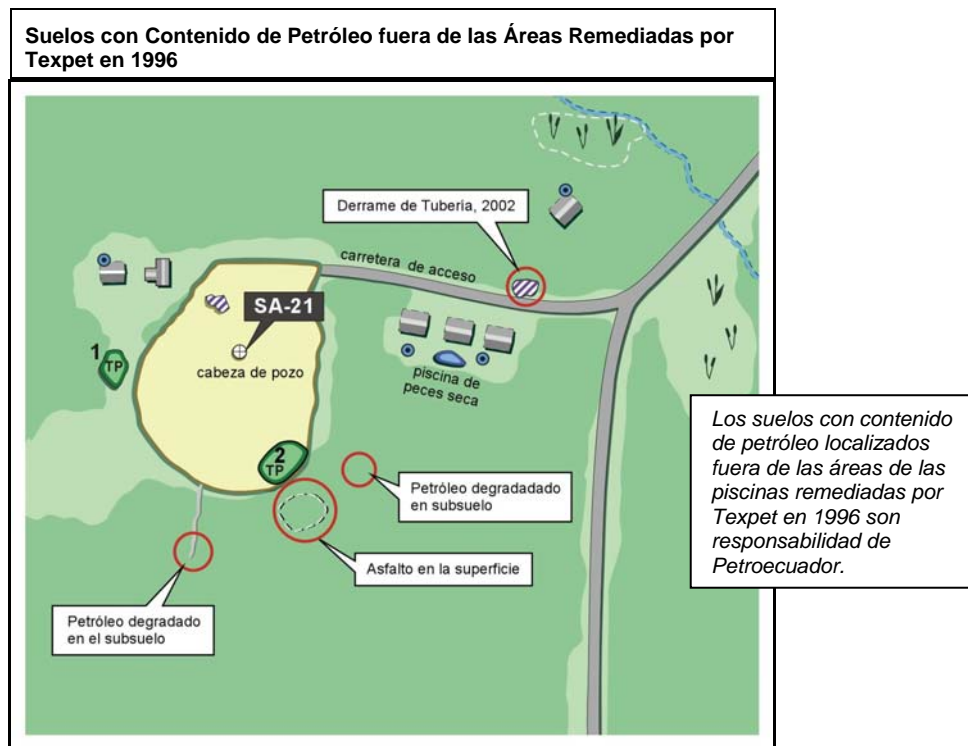
1.3.5 Petróleo en Áreas no Incluidas en el Proyecto de Remediación de Texpet

En el sitio del pozo Sacha 21 se encontró petróleo en suelos fuera de las áreas de las piscinas remediadas por Texpet, en las siguientes localizaciones específicas:

- **Derrame de la Tubería Ubicada al Norte de la Carretera de Acceso:** En el día 10 del mes de Agosto del 2002, según los registros de Petroecuador y reportes de los vecinos del lugar, debido a la falla de una válvula seccionadora de la tubería ubicada al norte de la carretera de acceso, hubo un derrame de 60 barriles de petróleo que afecto a los terrenos localizados a lo largo de la carretera de acceso. Petroecuador condujo una remediación del lugar que consistió en la excavación del suelo impactado que fue rellanado con piedras y material de construcción traído al lugar. Durante la Inspección Judicial, no se observo rastros visibles del derrame en la superficie en esta zona.
- **Subsuelos al Este de la plataforma:** Por debajo de una capa de suelo limpio de 0.9 metros de espesor, se detectó la presencia de subsuelo con contenido de petróleo altamente degradado en un área al este de la plataforma en una plantación de café (ver las perforaciones SA-21-JI-SB7 y JI-SA21-SE4 en la Figura 10).
- **Subsuelo al Sur de la Plataforma:** Por debajo de una capa de suelo limpio de 0.5 metros de espesor, se detectó la presencia de subsuelo con contenido de petróleo altamente degradado al sur de la plataforma en un posible canal de drenaje antiguo (ver la perforación SA-21-JI-SB2 en la Figura 10).
- **Capa de Material Asfáltico al Sureste de la Plataforma:** Inmediatamente al sureste de la plataforma, en un área de vegetación densa, se encontró una capa de material asfáltico, dura y seca, de un espesor de 0.45 m, en la superficie de la tierra en un área de unos 190 metros cuadrados (ver la Figura 9). Así mismo, debajo de esta capa se encontró petróleo degradado en el subsuelo.

El derrame de línea de flujo ocurrido en el 2002 fue la responsabilidad exclusiva de Petroecuador, quien es el dueño y operador de este campo petrolero. Se desconoce el

origen del petróleo y el asfalto encontrado en las demás áreas, ya que no hay ninguna evidencia tangible de derrames de petróleo o piscinas en estas ubicaciones en las fotografías aéreas históricas del año de 1975, de 1976, o de 1990 (ver las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3). Mas aun, estas áreas no fueron identificadas durante la inspección del lugar llevada a cabo antes del programa de remediación de Texpet de 1995 (ver el Esquema del Sitio Previo a la Remediación en el Apéndice C); no se requirió ninguna acción con respecto a estas áreas en el Plan de Acción de Reparación aprobado por el Gobierno del Ecuador (ver la Tabla 3.1 en el Apéndice C); y tampoco existen signos de piscinas o derrames en estas áreas en las fotografías tomadas en la época del proyecto de remediación de Texpet en 1996 (ver al Apéndice E). Al contrario, al este de la plataforma, las fotografías tomadas durante el proyecto de remediación en 1996 muestran la misma plantación de café que se encuentra ahí hoy en día y, al sureste de la plataforma, se ve la vegetación densa en el área donde, hoy en día, se encuentra la materia asfáltica. Estos datos demuestran que estas áreas no fueron parte del alcance de trabajo requerido en el programa de remediación de Texpet en este sitio y por lo tanto no eran responsabilidad de Texpet de acuerdo con los términos del Contrato del 4 de mayo de 1995. Por el contrario, e igual que el derrame del 2002, las áreas de los subsuelos al este y al sur de la plataforma del pozo, y el área de la capa de material asfáltico al sureste, son responsabilidad exclusiva de Petroecuador.



En aquellas ubicaciones en donde se detectó petróleo en el subsuelo, el espesor de la capa de suelo limpio varía entre 0.50 y 0.90 metros (ver la Figura 8), evitando la potencial exposición a los seres humanos o el ganado, el contacto con las corrientes de agua lluvia, o la liberación de vapores hacia el aire ambiental, a la del pavimento de carreteras y por lo tanto no presenta riesgo para la salud humana, o el bienestar de

animales y plantas. Mas aun, los resultados de las pruebas de laboratorio muestran que en el suelo superficial limpio no hay concentraciones de petróleo en exceso de los criterios de evaluación internacional para la remediación de campos petroleros y la protección de la salud humana. De igual manera, el material asfáltico es una masa sólida e insoluble que no contiene trazas de hidrocarburos ligeros y cuya composición es comparable, desde el punto de vista toxicológico, con la del asfalto de pavimento de carreteras, y, por lo tanto, no presenta riesgo para la salud humana, el bienestar de animales, ni para las y plantas (como se demuestra por la presencia de árboles y vegetación densa en esta área). En las Secciones 4.2.10.5, 4.2.11 y 4.3.3 de este reporte se encuentra una discusión más detallada de estas áreas.

Conclusión: *Las áreas con contenido de petróleo degradado en el subsuelo, el área de la capa de material asfáltico y la zona del derrame de línea de flujo, no fueron incluidas en el proyecto de remediación de Texpet y son responsabilidad exclusiva de Petroecuador. Además, debido a la composición física y química del petróleo degradado y la ausencia de mecanismos de exposición, las áreas donde se encuentra petróleo degradado en los subsuelos al este y sureste de la plataforma y el área de material asfáltico no representa un riesgo para la salud humana, animales o vegetación en el pozo Sacha 21 .*

1.3.6 Evaluación de Riesgos para la Salud Humana Ocasionados por las Actividades Petroleras Históricas

Se ha encontrado que el subsuelo contiene petróleo degradado en las áreas de las piscinas remediadas por Texpet en 1996 y en otras localizaciones en la vecindad del sitio del pozo Sacha 21, incluyendo un área de material asfáltico en la superficie. Sin embargo, la evaluación de las condiciones de estos suelo y este material asfáltico, de acuerdo con los procedimientos de evaluación de riesgos aprobados alrededor del mundo, muestran que no representan un riesgo para la salud humana por que: i) la composición y concentración del petróleo degradado y el asfalto contenido en este sitio no podría causar un impacto negativo para la salud humana, y ii) no hay un mecanismo activo de exposición humana.

Con respecto a las áreas donde se encontró petróleo degradado en los subsuelos, todas estas áreas están cubiertas por una capa de suelo limpio de mas de 0.5 metros de espesor, la cual sirve para prevenir el contacto humano directo con el petróleo degradado. Además el petróleo degradado es insoluble y no-volátil y por lo tanto no se puede diluir en aguas superficiales o subterráneas ni volatilizar en el aire, haciendo imposible una exposición para los seres humanos. Finalmente, no hay componentes de petróleo presentes en el suelo o agua subterránea (particularmente componentes BTEX y PAHs) en este sitio en concentraciones que pudieran tener un efecto toxico en los seres vivientes, aun si estuvieran diariamente expuestos a ellos. En la Sección 4.2.10.1, 4.3.2 y 4.3.3 de este reporte, se encuentra una discusión mas detallada de la toxicidad química, exposición de seres humanos y caracterización de riesgos en el sitio del Pozo Sacha 21.

Con respecto al área de materia asfáltica presente al sureste de la plataforma, esta no se encuentra cubierta por una capa de suelo limpio, pero es una masa sólida que no

emite partículas de polvo, vapores o lixiviados, y es considerado como una masa inerte que no afecta el ambiente y no esta biodisponible para los seres vivos. Debido a la ubicación y las características físicas y químicas de la capa de material asfáltico, no existen rutas de exposición humana, incluyendo los mecanismos de contacto directo, inhalación, ingestión o lixiviación a aguas de consumo, que puedan resultar en efectos nocivos para la salud. Como se demuestra por los resultados de los análisis de laboratorio, desde el punto de vista toxicológico, la composición del material asfáltico es comparable a la del asfalto de pavimento de carreteras y no presenta riesgos para la salud humana.

Conclusión: *Las condiciones ambientales asociadas con las operaciones petroleras históricas en el sitio del pozo Sacha 21 no representan riesgos de efectos adversos para la salud de las personas que habitan en esta área.*

1.3.7 Evaluación de Riesgos para los Animales o la Vegetación Ocasionados por las Actividades Petroleras Históricas

En el sitio del pozo Sacha 21, el contacto potencial de los animales con el petróleo degradado en los subsuelos se evita por la presencia de una capa de suelo limpio (ver la Sección 4.2.8 y 4.3.1) que se encuentra sobre el área de las piscinas remediadas por Texpet y sobre otras áreas donde también se encuentra petróleo degradado en el subsuelo. En la ausencia de exposición a estos subsuelos, un impacto potencial para el ganado, aves de corral y otros animales salvajes no puede ocurrir. De igual forma, el material asfáltico presente al sureste de la plataforma tampoco representa un riesgo para los animales de corral, otros animales o plantas, ya que, aun estando expuesto en la superficie del terreno, este material es considerado como una masa inerte que no afecta el ambiente debido a que no emite partículas de polvo, vapores o lixiviados. Tampoco existen mecanismos para los impactos sobre los peces u otras especies acuáticas en esta ubicación ya que los resultados del análisis del agua superficial recolectada del estero al este de la plataforma demostraron que esta libre de contaminación por componentes de petróleo y no hay potencial de impacto por los subsuelos del pozo Sacha 21.

Además, las concentraciones de petróleo degradado medidas en el primer metro del suelo (0 a 1.0 m) en el pozo Sacha 21 son significativamente mas bajas que las concentraciones que han sido determinadas como seguras al contacto y la ingestión inadvertida por el ganado o las aves de corral. Los chanchos (cerdos) pueden estar expuestos a suelos que contengan más de 19,000 mg/kg de petróleo crudo fresco sin sufrir efectos perjudiciales, mientras que las concentraciones seguras de petróleo crudo fresco en los suelos para el ganado y los pollos son de más de 44,000 y 50,000 mg/kg, respectivamente (ver el Apéndice S de este reporte). Petróleo degradado, tal como el que está presente en los subsuelos en el pozo Sacha 21, es menos peligroso que el petróleo crudo fresco. En consecuencia, aún si el ganado o las aves de corral estuviesen expuestos a los suelos con contenido de petróleo en este sitio, no se espera que ocurriese daño alguno.

Durante la Inspección Judicial, no se observaron indicaciones de daños vegetativos en las áreas sobre las piscinas remediadas por Texpet o cualquier otra ubicación en este

sitio. Las investigaciones también han mostrado que el petróleo crudo no es dañino para las plantas en concentraciones TPH por debajo de los 10,000 mg/kg en el suelo (ver el Apéndice T). Aún a concentraciones iniciales en el rango del 1% al 5% (es decir, concentraciones TPH de 10,000 hasta 50,000 mg/kg en el suelo), se ha observado que el crecimiento de las plantas se recupera dentro de un ciclo de crecimiento. Estudios recientes han mostrado que los hidrocarburos pesados, tales como los que están presentes en los subsuelos en el pozo Sacha 21, tienen menos efectos sobre la germinación de las plantas que los hidrocarburos ligeros. En consecuencia, dada la ausencia de concentraciones de TPH en exceso de 10,000 mg/kg en el primer metro del subsuelo (donde crecen las raíces principales de cultivos nativos como el café) y la composición y características del petróleo altamente degradado en subsuelos más profundos, no se anticiparían impactos a las plantas. La capa de material asfáltico ubicada al este de la plataforma, no puede tener efectos nocivos sobre las plantas, como se demuestra por el abundante crecimiento de vegetación en la zona.

Conclusión: *Dada la composición y concentración del petróleo degradado contenido en el subsuelo, la presencia de una capa de suelo limpio, las características físicas y químicas del material asfáltico, las condiciones ambientales asociadas con operaciones históricas del campo petrolero no presentan un riesgo nocivo para los animales de corral o la vegetación en el sitio del pozo Sacha 21.*

1.3.8 No Hay Bases Técnicas Para las Demandas por Daños Alegados por los Demandantes

En la base de datos de demandas de los Demandantes recopilada por el Señor Roberto Bejarano en el año de 2003, se reportan varios reclamos presentados por los propietarios respecto a los daños supuestamente causados por las operaciones históricas del pozo petrolero en Sacha 21. Estos reclamos incluyen impactos sobre los pozos de agua, pérdidas de ganado y aves de corral, pérdidas de las cosechas, y efectos a la salud relacionados con las piscinas remediadas por Texpet en 1996. Las condiciones observadas en este sitio no justifican estas acusaciones, ya que: i) la naturaleza y la concentración del petróleo degradado presente en el subsuelo no causan daños al ganado, las plantas o la salud humana en el evento de un contacto, ii) no existe exposición a hidrocarburos de petróleo en la superficie del terreno y no existen descargas de petróleo provenientes de las piscinas cerradas, iii) no existe un mecanismo para que los humanos o el ganado entren en contacto rutinario con el petróleo degradado presente en los subsuelos, iv) el asfalto, que cubre un área de menos de 0.02 hectáreas (y no de 2 hectáreas como es alegado por uno de los demandantes), no causa daños al ganado, las plantas o la salud humana, v) no existe, en efecto, evidencia de alteración vegetal en esta área, y vi) tal como se discute en mayor detalle en la Sección 4.2.9, los resultados de los análisis muestran que los pozos de agua caseros en esta área no contienen componentes de petróleo y que cumplen con los lineamientos para agua de consumo establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Sin embargo, efectos adversos para la salud humana como diarrea, vomito, fiebre dolores de cabeza y otras enfermedades mas serias podrían ser el resultado del consumo de aguas con un alto contenido de bacterias coliformes que es el caso en todos los pozos de agua caseros en la cercanía del pozo Sacha 21. Estas concentraciones elevadas de bacterias coliformes indican prácticas sanitarias deficientes (por ejemplo la ausencia de sellos o tapas seguras en la superficie del pozo o la cercanía de tanques sépticos a los pozos de agua, etc.) pero que de ninguna manera están relacionadas con actividades petroleras. El consumo de agua proveniente de un pozo casero con contenido de bacterias coliformes como el observado durante esta investigación podría resultar en serios efectos adversos para la salud, incluyendo algunos de los que los residentes han reportado de acuerdo con la base de datos de reclamos preparada por el Señor Bejarano.

Conclusión: *Los reclamos hechos por los demandantes acerca de los supuestos daños causados por el Consorcio Petroecuador - Texpet no tienen respaldo a la luz de la información técnica recolectada en esta Inspección Judicial del sitio del pozo Sacha 21. Sin embargo el análisis de los pozos de agua locales indica que efectos nocivos para la salud tales como diarrea, vomito, fiebre dolores de cabeza y otras enfermedades mas serias podrían ser el resultado del consumo de aguas con un alto contenido de bacterias coliformes. Esta contaminación es causada por prácticas sanitarias deficientes pero de ninguna manera esta relacionada con actividades petroleras.*