

## 1. SUMARIO

Se realizó la inspección judicial, en el juicio verbal sumario 002- 2003, en la Cooperativa Valladolid, ciudad Joya de los Sachas, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, el 8 de septiembre del 2004. En esta diligencia he sido nombrado Perito por el Presidente de la Corte Superior de Nueva Loja.

Según las disposiciones emanadas por el Juez de la Causa, que constan en el Acta de la Inspección Judicial, escribo este informe para responder a las preguntas del Juez y de las partes y presentar mis conclusiones técnicas.

### 1.1. DESCRIPCION DEL SITIO

El lugar se encuentra ubicado a 300 km al noreste de Quito en la Región Amazónica del Ecuador, Ciudad Joya de los Sachas, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana. Desde Lago Agrio, hacia el Sur por carretera asfaltada se llega a la ciudad de Sacha en un viaje aproximado de una hora con treinta minutos. Este pozo es parte de los pozos que la Compañía Texaco operó (1970- 1990) en el denominado Campo Sacha. El pozo Sacha 94 tiene la siguiente ubicación geográfica:

**Elevación:** 270 msnm

**Coordenadas:** Longitud: 76°51'40'' W (aprox)  
Latitud: 00°15'43'' S (aprox)

#### 1.1.1. SISTEMA HIDROGRÁFICO

El sistema hidrográfico corresponde al denominado Bajo Oriente que pertenece a una extensa llanura amazónica casi plana.

Los Ríos principales que corren cerca del pozo Sacha 94 son: a 1 Km al norte el Río Jivino Negro que a su vez desemboca en el Río Jivino Rojo, y a 1.8 Km al Oeste el Río Sacha. Ambos Ríos se dirigen con dirección Sur-este y desembocan en el Río Napo, afluente a su vez del Río Amazonas. Ver mapa 1.

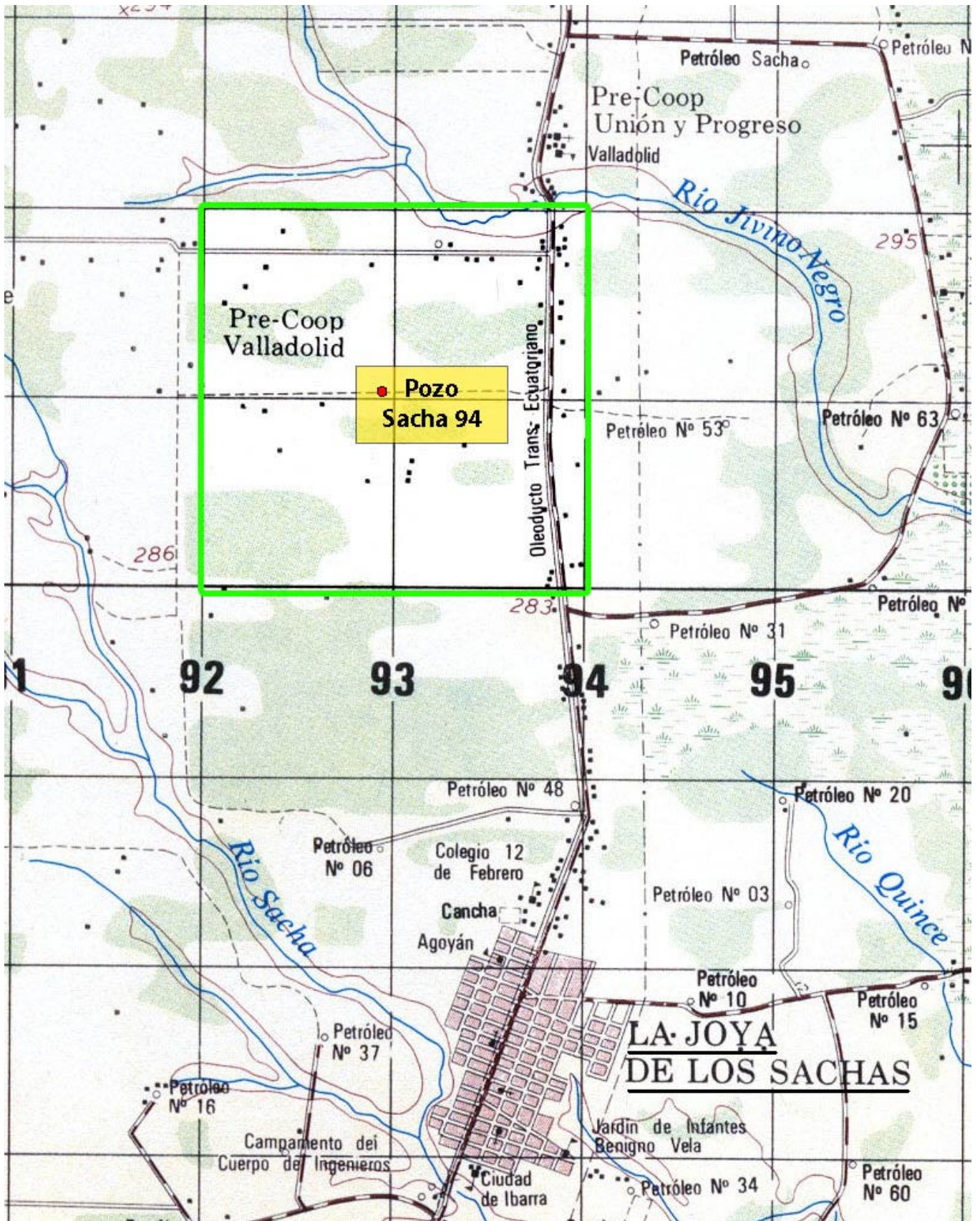
El área Sacha se encuentra dentro del dominio de la cuenca hidrográfica del río Sacha, afluente del río Napo en dirección Sureste.

#### 1.1.2. CLIMA Y VEGETACIÓN

El sitio Sacha se encuentra en una extensa llanura. Soporta el máximo lluvia de 2.000 a 4.000 mm por año. Su clima es muy húmedo, humedad relativa de 80°. Tiene una temperatura entre 25° C y 44° C, característico de un clima subtropical.

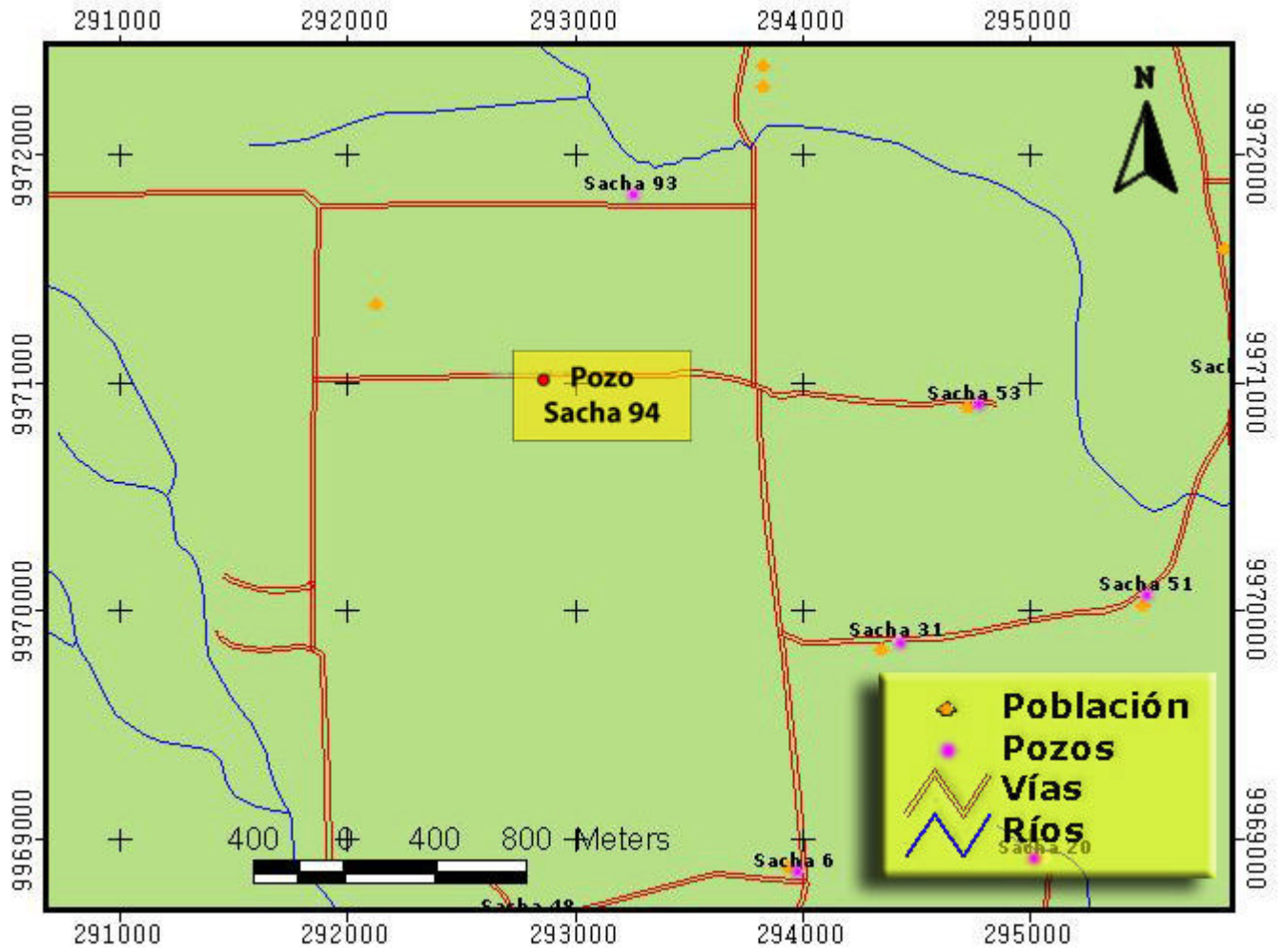
La vegetación encontrada en el sitio es de pastos y algunos árboles frutales.

Mapa 1. ACCESO AL POZO SACHA 94



Fuente: Carta Topográfica IGM

Mapa 2. HIDROLOGÍA DEL SITIO



## 2. REPORTE TÉCNICO SOBRE EL POZO SACHA 94

### 2.1. PERFORACIÓN DEL POZO

**Inicio de perforación:** Abril 8, 1981

**Fin de perforación:** Abril 26, 1981

**Profundidad total de perforación:** 9925 ft

**Formación:** Hollín

Para evaluar los impactos ambientales tenemos que conocer los productos químicos y las cantidades que utilizó TEXACO (Abril de 1981), por nivel de profundidad de perforación, que se detallan en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD		MATERIALES ADITIVOS UTILIZADOS	NUMERO DE SACOS	COSTO DE LODO	
	de (ft)	a(ft)			UNITARIO	TOTAL
	0	6282	MILGEL	156	20.92	3263.52
			DRISPAC	7	193.72	1356.04
			CAUSTIC	32	26.69	854.08
			UNI-CAL	17	37.90	644.30
			MD	35	53.33	1866.55
			LD-7	20	108	2160
	6282	8417	MILGEL	15	20.92	313.80
			DRISPAC	24	193.72	4649.28
			CAUSTIC	30	26.69	800.70
			UNI-CAL	25	37.90	947.50
			BARITE	120	13.14	1576.8
	8417	9925	MILGEL	26	20.92	543.92
			DRISPAC	33	193.72	6392.76
			CAUSTIC	37	26.69	972.73
			UNI-CAL	37	37.90	1402.30
			BARITE	470	13.14	6175.80

Fuente: File SAC 94 PETROPRODUCCIÓN

**Tabla 2. CONSOLIDACIÓN DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

QUÍMICOS Y MATERIALES DE PERFORACIÓN		
PRODUCTO	NUMERO DE SACOS TOTAL	COSTO TOTAL \$
MILGEL	197	4121,24
DRISPAC	64	12398.08
CAUSTIC	99	2627,51
UNI-CAL	79	2994,1
MD	35	1866.55
LD-7	20	2160
BARITE	590	7552,6

Fuente: File SAC 94 PETROPRODUCCIÓN

## 2.2. REACONDICIONAMIENTOS

Para evaluar los impactos ambientales es importante analizar los datos de los productos químicos que Texaco utilizó en varios trabajos de mantenimiento del pozo. En la tabla 3 hacemos un resumen de la información técnica reportada:

**Tabla 3. QUÍMICOS DE LAS OPERACIONES DE REACONDICIONAMIENTO**

FECHA	WORKOVER	OPERACIÓN	QUÍMICOS/MATERIALES USADOS	
			NOMBRE	CANTIDAD
81/09/14	01	Estimular con fracturamiento la formación Hollín	Controlan con agua salada tratada con morflo II MY-T-FRAC	3000 gls
81/10/07	02	Estimular con solventes la formación Hollín	<b>Tolueno</b> J-10 JP-1	24 bls 15 gls 60 bls
82/08/25	03	Instalar bomba eléctrica sumergible		
82/09/19	04	Inspección de daños en la instalación Centrilift y reparación	Controlan con agua salada de 8.6 LPG	
83/06/30	05	Reparar bomba Centrilift	Agua salada tratada con morflo II	No se registra dato

FECHA	WORKOVER	OPERACIÓN	QUÍMICOS/MATERIALES USADOS	
			NOMBRE	CANTIDAD
83/08/24	06	Reparar bomba Centrilift	Agua salada del washtank	8.4 #/gl
			<b>HCl (15%)</b>	574gls
			Acido regular para lodos	463 gls
85/01/28	07	Reparación bomba eléctrica sumergible	Controlan el pozo con agua del washtank	8.7#/ gl
86/09/06	08	Estimular con solventes y acidifican Hollín	Controlan el pozo con agua del washtank tratada con morflo ii	60 bls
			JP-1	60 bls
			Hyflo	400 gls
			<b>HCl (15%)</b>	400 gls
			<b>HF (3%), HCl (12%)</b>	400 gls
			NH <sub>4</sub> F	450
			<b>HCl (5%)</b>	300

Fuente: File SAC 94 PETROPRODUCCIÓN

**Tabla 4. CONSOLIDACIÓN DE QUÍMICOS DE WORKOVER**

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDADES
Morflo II		
MY-T-FRAC	3000	Gls
<b>Tolueno</b>	24	Bls
J-10	15	Gls
JP-1	120	Bls
<b>HCl (15%)</b>	1274	Gls
Acido regular para lodos	463	Gls
<b>HF (3%)</b>	400	Gls
<b>HCl (12%)</b>	400	Gls
NH <sub>4</sub> F	450	Gls

Fuente: File SAC 94 PETROPRODUCCIÓN

## 2.3. TRABAJOS TECNICOS DE LA INSPECCIÓN

En base a la observación, la descripción y el desarrollo de los trabajos de campo en los sitios cercanos a la plataforma SACHA 94, en los lugares que se denominan piscinas, se puede afirmar que existen varias evidencias de la contaminación ambiental producida por las actividades petroleras de la Chevrontexaco en el área de influencia de esta plataforma.

De acuerdo a los testigos obtenidos en las perforaciones de SA94-NW4 (**piscina 1**) y SA94-SW5 (**piscina 2**), donde operaban las piscinas de crudo, lodos de perforación y de agua de formación (agua con sales), se observa claramente que son zonas de relleno debido a que la secuencia estratigráfica del subsuelo no es homogénea. Además la presencia de limos arcillosos y arenosos contribuyó a la migración del petróleo tanto horizontal como verticalmente debido a la permeabilidad y porosidad de las mismas. El petróleo se dispersó en forma radial hacia los estratos inferiores del subsuelo.

En la piscina 1 los tramos en que se hallaron más evidencias de contaminación de petróleo esta a la profundidad entre 2.1 a 2.55 m; 2.75 m a 2.9 m ; 4.75 m a 4,85 m.

En la piscina 2, gran parte de la columna estratigráfica tiene evidencias de contaminación, así tenemos un tramo desde 1.7m hasta 3.85m de profundidad contaminados de petróleo.

La orientación de los sitios de perforación, para las Inspecciones Judiciales, es en base al cabezal de la plataforma del Pozo.

La contaminación con hidrocarburo es claramente observable en los dos sondajes de Piscina 1 y Piscina 2, especialmente en este último, en donde casi todos los estratos presentan contaminación.

Los sitios en donde se perforó fueron piscinas rellenadas y cubiertas con toda clase de materiales tales como arcillas, limos, material suelto, incluso con restos de troncos de árboles. Al parecer en estas piscinas se intentó una revegetación del sitio.

Debido a que estas perforaciones son de búsqueda de elementos contaminantes no se puede todavía delimitar con precisión el área de las piscinas.

La contaminación por petróleo en estas antiguas piscinas es en forma de vetillas y en forma de nódulos o concreciones. El petróleo que se extrajo en el Campo Sacha es crudo grado API intermedio, de gran movilidad, lo que permitió la migración de este hacia el subsuelo.

El nivel freático se encuentra a 1.7 m de profundidad. Bajo este nivel se encuentran limos arcillosos y arenosos lo que pudo ayudar a migrar la contaminación hacia los estratos inferiores.

En la piscina 2 no se llegó al nivel freático.

Todos los productos químicos utilizados en: la perforación, la extracción del crudo, pruebas de producción, etc., todavía están presentes, esto es más evidente en la época de verano, lo que contribuye al impacto sobre los ecosistemas frágiles.

**RECOMENDACIONES:**

- Realizar los análisis de laboratorio en las muestras tomadas durante la Inspección.
- Hacer perforaciones manuales o con STP para tomar muestras de suelo y agua de los sitios contaminados.

**2.4. TOMA DE MUESTRAS**

Para la Inspección Judicial de Sacha 94 se decidió utilizar el taladro de Impacto o Percusión SPT en las perforaciones, por considerar el más apropiado para el tipo de investigación que estamos realizando, ya que no permite el arrastre de los estratos superiores.

El objetivo principal de este estudio es detectar evidencias de daños a los componentes ambientales en la plataforma y área de influencia del pozo Sacha 94.

El sitio de la Inspección está en los alrededores de la plataforma del pozo Sacha 94 en donde se encuentran las piscinas tienen las siguientes coordenadas geográficas:

**Tabla 5. UBICACIÓN DE MUESTREOS**

SITIO INSPECCION	COORDENADAS GEOGRAFICAS	
08-09-2004		
<b>PISCINA 1</b> SA94-NW4	<b>latitud</b> 0° 1 ' 54.769065" S	<b>longitud</b> 76° 51' 49.11751" W
<b>PISCINA 2</b> SA94-SW5	<b>latitud</b> 0° 1 ' 57.092" S	<b>longitud</b> 76° 51' 48.894" W

**2.5. METODOLOGÍA DE MUESTREO**

Para éste trabajo de campo se usó taladro a percusión llamado SPT (Stándar Penetration Test), el cual consta de:

- Trípode (5m de altitud)
- Una polea
- Martillo para golpe de 65 Kg.
- Un motor a gasolina 8 HP
- Tubo porta testigos o cucharas de 0.85 m de longitud por 2 pulgadas de diámetro exterior para recuperar muestras no disturbadas. Total 15m de tubería.
- Varilla guía y cabeza de golpe.
- 12 m de cable manila



## **2.6. GEOLOGÍA DEL AREA SACHA 94**

La información de la geología local se la obtenido en base a dos perforaciones durante la Inspección Judicial.

### **2.6.1. PERFORACION SA94-NW4 PISCINA 1**

De acuerdo a lo observado en la perforación, se puede interpretar que la secuencia de las capas es irregular. Allí se tiene la presencia de arcillas café en tonos claros y oscuros, limos de color café con tonos grises arenosos, zona donde se advierte la presencia de contaminación con petróleo. También hay presencia de arenas de grano fino a medio.

La contaminación es evidente en la capa de limos arenosos con una coloración gris oscura y con un fuerte olor a petróleo crudo, especialmente en los tramos de 2.10 m. a 2.55 m; de 2.75 m a 2.90 m; y de 4.75 m a 4.85 m.

En base a la distribución irregular de las capas se aprecia que la zona de SA94-NW4 es un relleno -material depositado con equipo pesado - lo que posibilitó la migración del petróleo hacia los estratos inferiores del subsuelo (Registro de perforación 1).

### **DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA**

De 0.0 m a 0.85 m: suelo vegetal, material orgánico, arcilla café seca, arcilla limosa café.

De 0.85 m a 1.35 m: limo arenoso gris con pequeñas vetillas de petróleo.

De 1.35 m a 2.0 m: limo arcillo-arenoso café con vetillas de petróleo.

Nivel freático: 1.7 m.

De 2.1 m a 2.55 m: limo arcilloso-arenoso café-gris, con vetillas contaminadas con petróleo.

De 2.55 m a 3.05 m: limo arcilloso, arenoso, con vetillas saturado con petróleo.

De 3.05 m a 3.6 m: limo arcilloso café con tonos grises y vetillas de petróleo.





De 3.6 m a 3.95 m: tramo de arcillas grises

De 3.95 m a 4.85 m: limo arcilloso café, aceitoso, contaminado con petróleo.

De 4.85 m a 5.1 m: limo arcilloso café oscuro, algo húmedo.

(Ver Registro de perforación 1).

Tabla 6. REGISTRO DE PERFORACIÓN PISCINA 1

LOG-1		Proyecto: SACHA		Area:SA 94		Turno: día		Avance (m): 5,1		Nivel agua:1.7m			
Inicio: 08-09-04		SA94-NW4		Ángulo: 90		Rumbo:HW		Cota (msnm): 291.34		PISCINA 1			
Fin: 08-09-04		Coordenadas: 0° 15' 54.76906" S 76° 51' 49.11751" W						Equipo: PERCUTION					
Simbología:							Nivel agua		Muestra:				
							Muestra suelo						
							Contaminac.						
No. Maniob	Duración		Perforación		Golpes	Testigo (m)	Rec. (%)	Muestra	Profund. (m)	Simbología	Litología	Contaminación	
	De:	A:	De (m)	A (m)								Visible	No visible
1			0.0	0.2	17	0.85	100		0.0		Suelo vegetal, material orgánico.		
									0.2				
			0.2	0.45					0.45		Arcillas café marrón Arcillas limosas café. plástica, algo húmeda		
2			0.45	0.85	15	0.85	100		0.85				
			0.85	1					1.0		Limo arenoso gris con vetillas hidrocarburo		
			1	1.35					1.35		Limo arcillo arenoso café claro.		
3			1.35	1.7	10	0.85	100		1.7		nivel de agua		
											Limo arcilloso café gris con vetillas contaminado con hidrocarburo.	1.7	
									2.1				
4			1.7	2.55	12	0.85	100		2.55				
									2.75		Limo arcilloso arenoso con vetillas saturadas con hidrocarburo.	3.05	
									2.9				
			2.55	3.05					3.05		Limo arcilloso café con tonos grises, con vetillas.		
5			3.05	3.4	14	0.85	100		3.4		Tramo de arcilla gris		
			3.4	4					4.00		Limo arcilloso café contaminado con hidrocarburo, aceitoso	4	
									4.75				
									4.85				
									5.1				5.1

Realizado por: **Milton Reinoso**

## OBSERVACIONES

- El nivel freático se encuentra a 1.7 m de profundidad, y bajo este nivel se encuentran limos arcillosos y arenosos lo que pudo ayudar a migrar la contaminación hacia los estratos inferiores.
- En ésta piscina la contaminación es evidente, y según los datos de perforación, ésta piscina fue rellena y cubierta con todo tipo de material, incluso con troncos de árboles.
- Al parecer en ésta piscina no se realizó ningún tipo de remediación, ni tratamiento; simplemente se la relleno y cubrió con toda clase de materiales.
- La contaminación por hidrocarburo en esta antigua piscina es en forma de vetillas, y en forma de nódulos o concreciones. El petróleo que se extrajo en el Campo Sacha es crudo de grados API medio, de gran movilidad, lo que permitió la migración de este hacia el subsuelo.

### 2.6.2. PERFORACION SA94-SW5 PISCINA 2

Según lo observado en este sondeo se advierte la presencia de arcillas cafés, arcillas limosas cafés, limos arcillosos cafés, limos arenosos, arenas de grano medio de color verde, arenas café oscuro con óxidos, esto al final de la perforación.

La contaminación con petróleo se la puede apreciar claramente en la secuencia de arcillas limosas, limos arcillosos. La contaminación se presenta en forma vetillas, nódulos o concreciones de 1,0 cm diámetro en el tramo desde 1,7 m a 2,55 m de profundidad. En el tramo entre 2,55 m a 3,85 m la contaminación se presenta en las arcillas limosas y limo arcillosos en forma de vetillas con hidrocarburos, nódulos o concreciones de hasta 2,2 cm de diámetro. El olor a petróleo crudo es fuerte en todos los tramos perforados. Al final de la perforación, en la última maniobra, se percibe un olor a químico, y observo partículas o puntos blancos, que puede ser surfactantes.

### DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA

De 0.0 m a 0.85 m: arcilla café, arcilla limosa, limo arcilloso café.

0.85 m a 1.70 m: arcillo limoso café

1.70 m a 2.55 m: arcillo limoso café con un horizonte de arcilla café.

2.55 m a 3.40 m: arcillo-limoso café, arcilla café seca, plástica, limo arcilloso húmedo plástico.

3.40 m a 3.75 m: arcillo limoso húmedo.

3.75 m a 3.85 m: limo arcilloso húmedo.

3.85 m a 4.0 m: arena de grano medio verde

4.0 m a 4.25 m: limo arenoso café.

4.25 m a 4.51 m: arena verde.

4.51 m a 4.71 m : arena café con óxidos de hierro

4.71 m a 5.1 m: arcillo limoso café claro con óxidos.



## CONTAMINACIÓN

0.70 m a 0.85 m: limo arcilloso café contaminado con petróleo.

1.70 m a 2.55 m: contaminación en las arcillas limosas cafés con vetillas y residuos de petróleo con diámetro de 1 cm.

2.55 m a 3.15 m: contaminación en las arcillas limosas cafés en forma de vetillas y en raíces.

3.15 m a 3.85 m: contaminación en arcillas cafés, limos arcillosos cafés, arcillas limosas húmedas.

(Ver registro de perforación 2).

## OBSERVACIONES

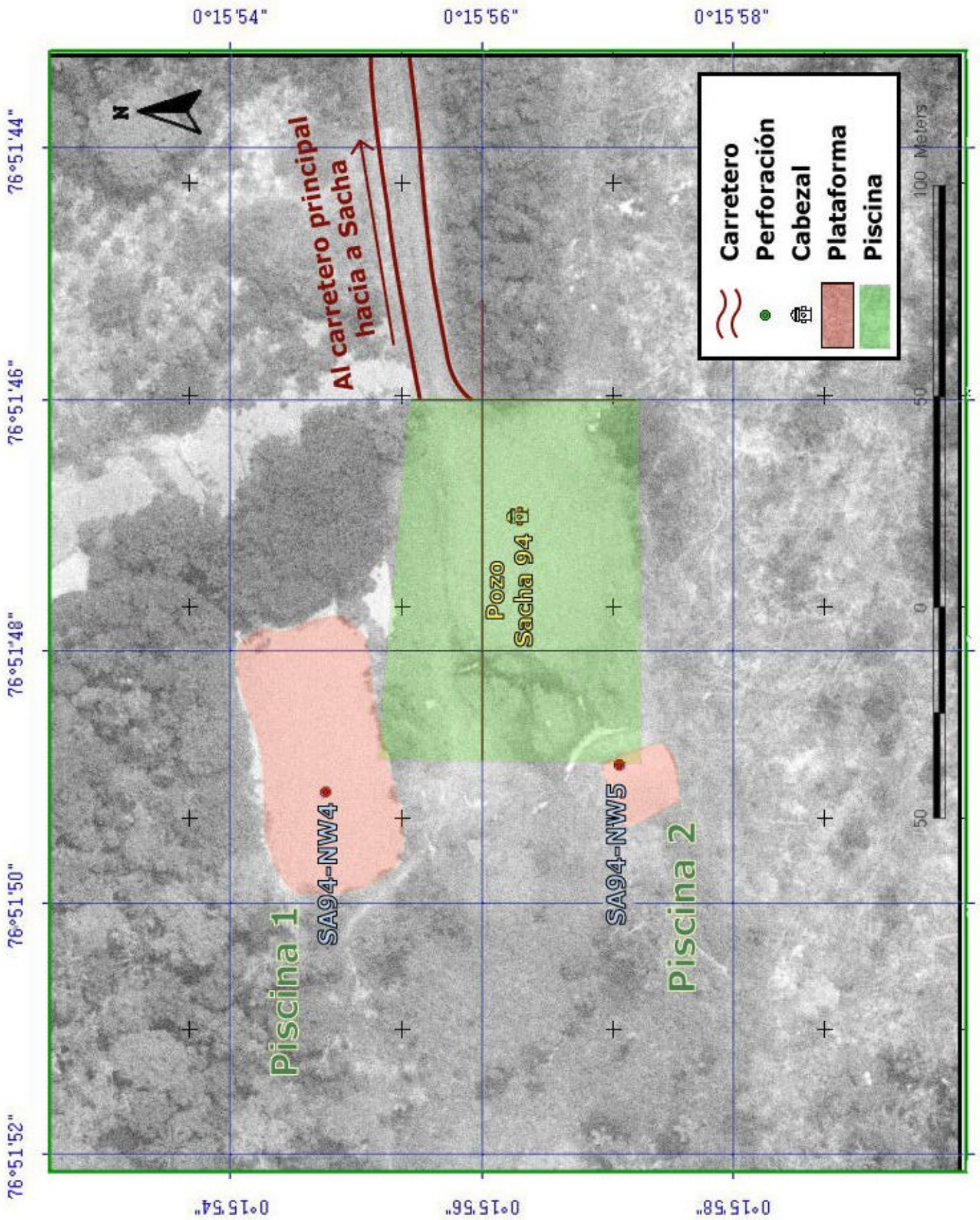
- En la piscina 2, gran parte de la columna estratigráfica tiene evidencias de contaminación. Así tenemos un tramo desde 1.7 m hasta 3.85 m de profundidad contaminados con petróleo.
- La contaminación por petróleo en esta piscina es en forma de vetillas, y en forma de nódulos o concreciones. El petróleo que se extrajo en el Campo Sacha es crudo de grado API intermedio, de gran movilidad, lo que permitió la migración de este hacia el subsuelo.
- En esta piscina no se encontró el nivel freático a pesar de que se perforó hasta 5.1 m.
- Al igual que la piscina 1, en esta piscina no se aprecia que se han realizado trabajos de remediación. Simplemente fueron rellenadas y cubiertas con material cercano a la plataforma.

## MUESTRAS

Se enviaron al laboratorio CESAQ – PUCE las siguientes muestras tomadas en el campo, durante la Inspección:

<b>CODIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PROFUNDIDAD m.</b>	<b>TIPO</b>
SA94-NW4	1 frasco	2.75-2.90	suelo
SA94-NW4	1 frasco	4.75-4.85	suelo
SA94-NW4	4 frascos 1lt	1.70	agua
SA94-SW5	1 frasco	2.20-2.55	suelo
SA94-SW5	1 frasco	2.95-3.15	suelo

Mapa 3. UBICACIÓN DE PISCINAS



### 3. ENSAYOS Y COMPARACIONES QUIMICAS

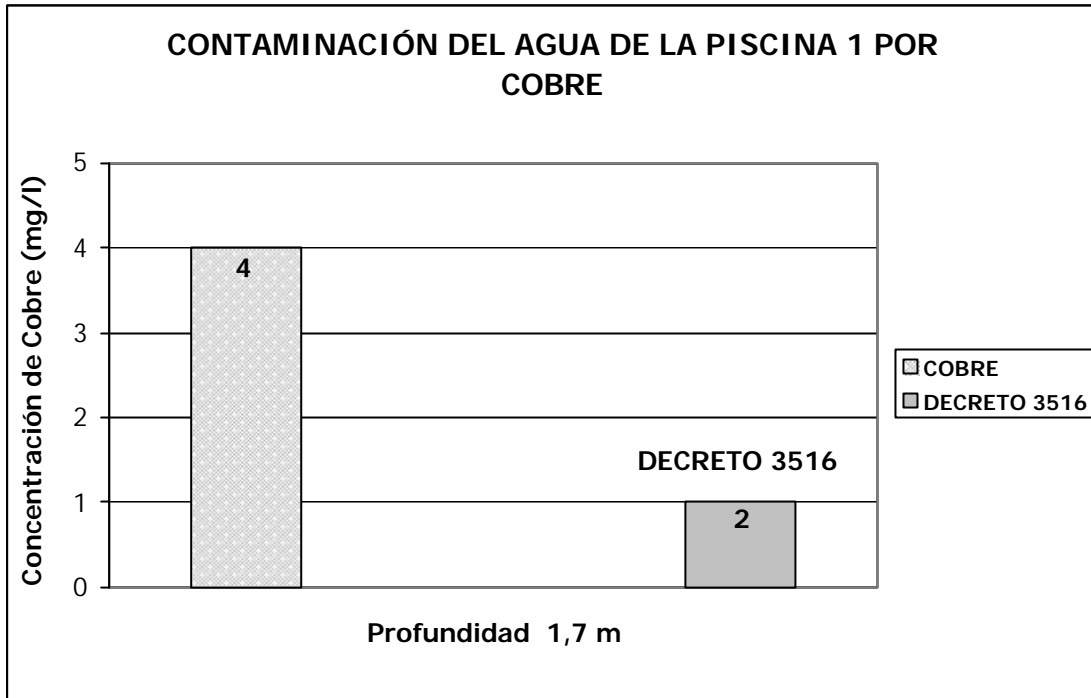
Las siguientes tablas (8, 9) muestran los resultados de los análisis en el laboratorio CESAQ – PUCE de agua y suelo, en muestra tomadas en las piscinas y su comparación con los estándares ecuatorianos.

**Tabla 8. ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA. PISCINA 1**

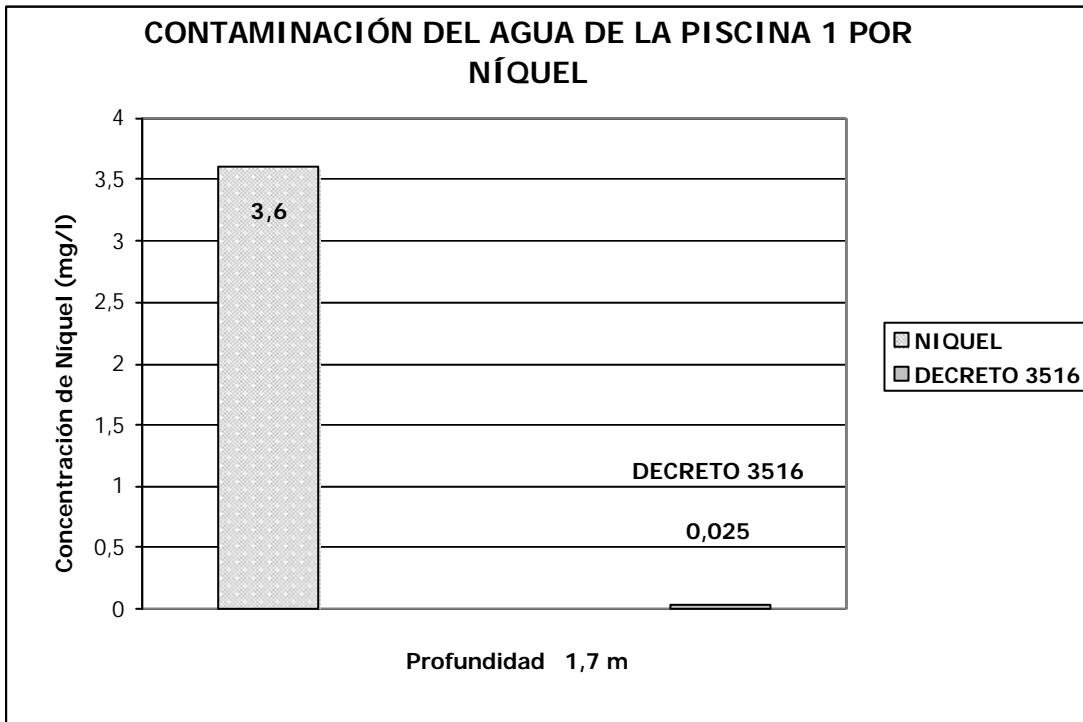
SACHA 94						
COORDENADAS GEOGRÁFICAS:		LATITUD: 0° 15' 54.769065" S		LONGITUD: 76° 51' 49.11751" W		
Unidad Concentración: mg/l	METODO	PISCINA 1	ESTANDARES ECUATORIANOS		EXCESO	
		AGUA	DECRETO No. 1215 Inmisión	DECRETO No. 3516	DECRETO No. 1215 Inmisión	DECRETO No. 3516
SA 94 NW4						
Profundidad: metros		1,7				
Fecha de Inspección:		08/09/2004				
<b>ANÁLISIS:</b>						
CLORUROS	SM 4500 Cl B	3		250		
CONDUCTIVIDAD uS/cm	SM 2510 B	76,3	< 170			
<b>METALES</b>						
BARIO	SM 3500 Ba	<0,01		1		
CADMIO	USEPA 7000	<0,1		0,001		
COBRE	USEPA 7000	4		1		3
NÍQUEL	USEPA 7000	3,6		0,025		143
ZINC	USEPA 7000	4,7		5		
PLOMO	USEPA 7000	1,5		0,05		29
CROMO VI	SM 3500 Cr	0,38		0,05		7
<b>HIDROCARBUROS DE PETROLEO TOTALES (TPHs)</b>						
TPHs			<0,5	0,5		
DRO	EPA 8015	<0,1				
GRO	EPA 8015	<0,1				
<b>BTEX</b>						
BENCENO	EPA 8260 B	<0,002		0,01		
TOLUENO	EPA 8260 B	<0,002				
ETILBENCENO	EPA 8260 B	<0,002				
XYLENO	EPA 8260 B	<0,002				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)</b>						
HAPs						
BENZO(a)PIRENO	EPA 8270	<0,0002		0,00001		
BENZO(b)FLUORANTENO	EPA 8270	<0,0002				
BENZO(k)FLUORANTENO	EPA 8270	<0,0002				
BENZO(g,h,i)PERILENO	EPA 8270	<0,0002				
FLUORANTENO	EPA 8270	<0,0002				
INDENO(1,2,3-c,d)PIRENO	EPA 8270	<0,0002				

Fuente: Resultados de Laboratorio CESAQ – PUCE. Anexo 5.

**Grafico 1. CONTAMINACION DEL AGUA CON COBRE, PISCINA 1**

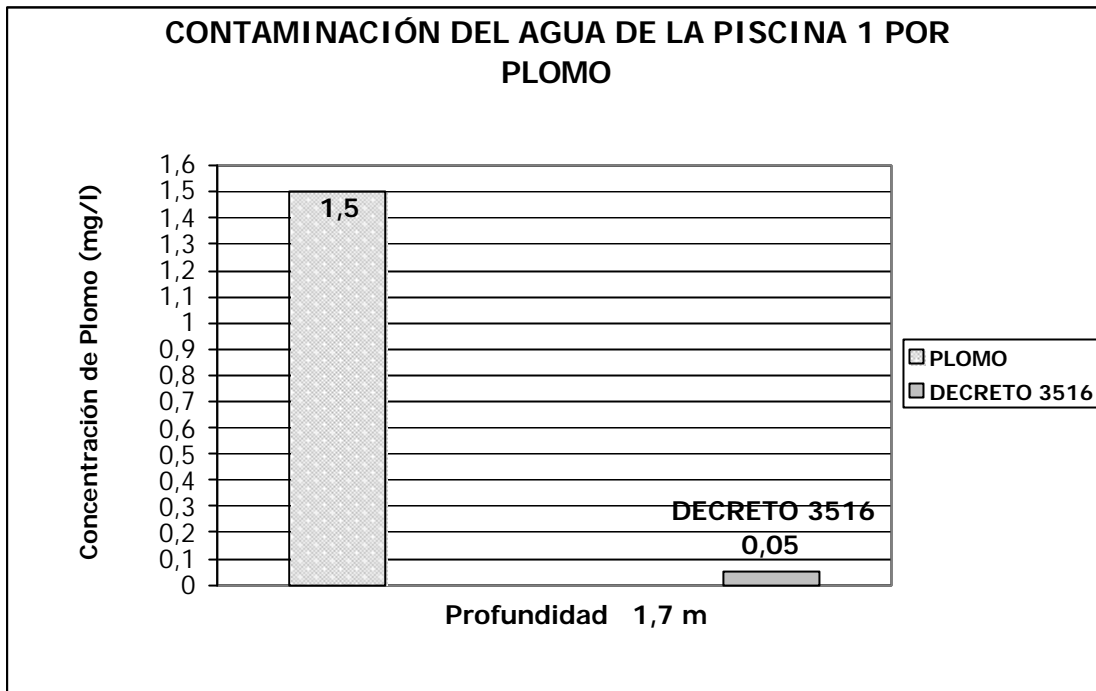


**Grafico 2. CONTAMINACION DEL AGUA CON NIQUEL, PISCINA 1**

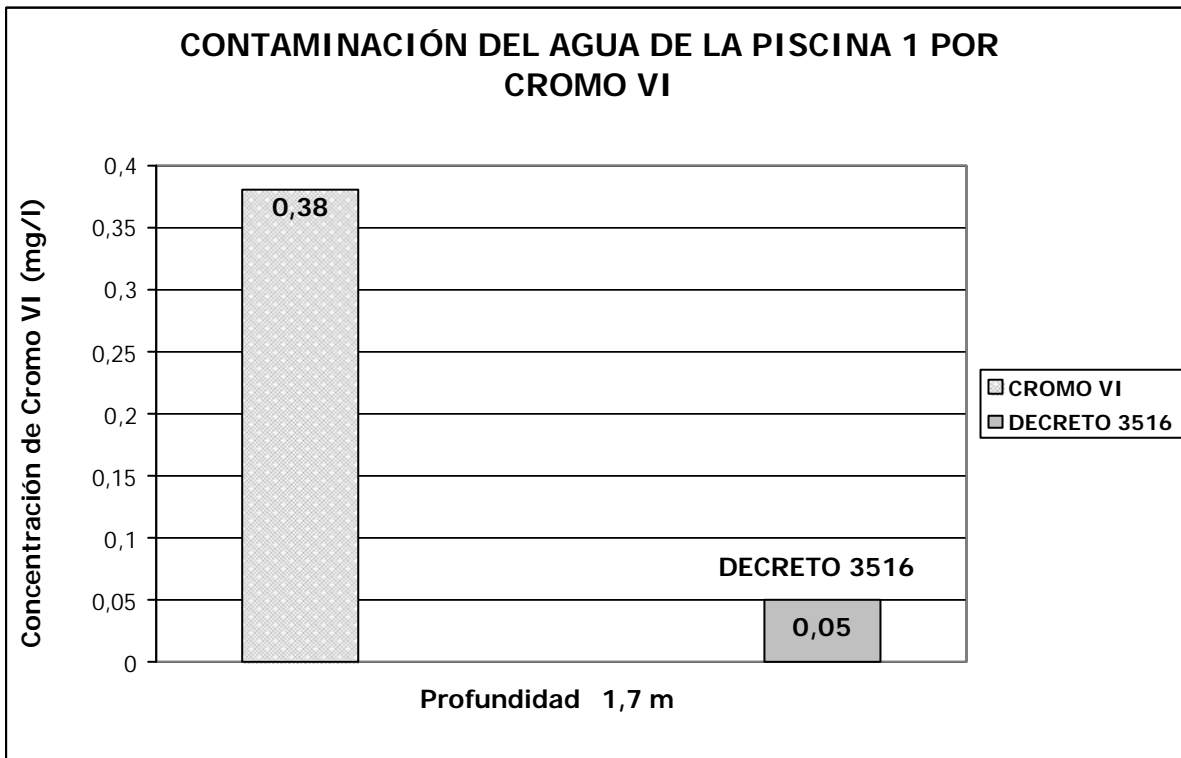




**Grafico 3. CONTAMINACION DEL AGUA CON PLOMO, PISCINA 1**



**Grafico 4. CONTAMINACION DEL AGUA CON CROMO VI, PISCINA 1**

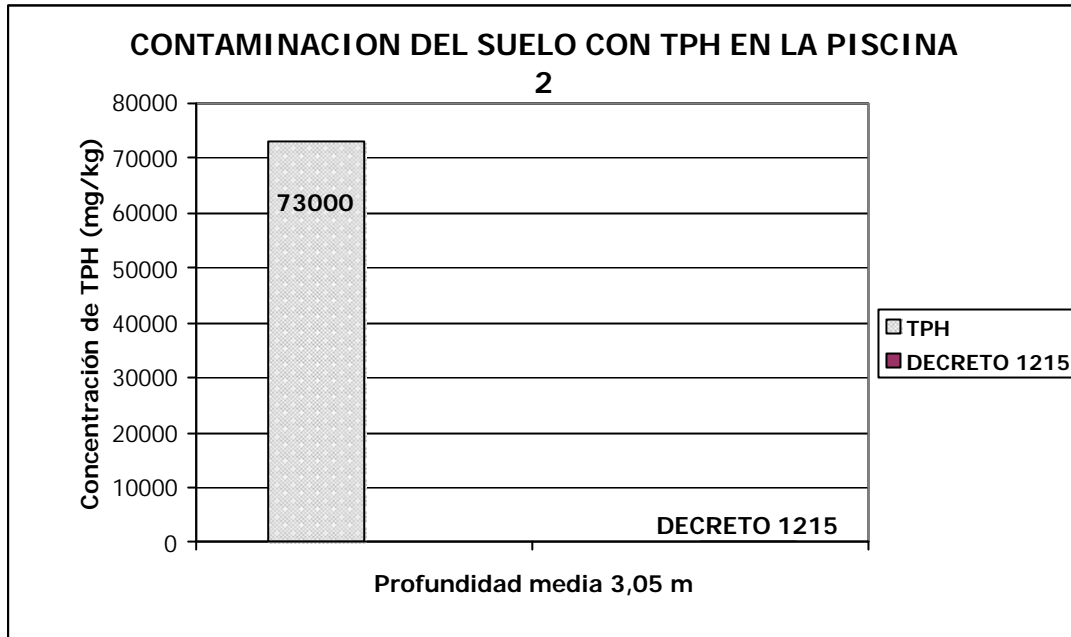


**TABLA 9. ANALISIS DE LA MUESTRA DE SUELO. PISCINA 2**

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:		LATITUD: 0° 15' 57.092" S		LONGITUD: 76° 51' 48.894" W			
Unidad Concentración: mg/kg	METODO	PISCINA 2		ESTANDARES ECUATORIANOS		EXCESO	
		SUELO		DECRETO No. 1215	DECRETO No. 3516	DECRETO No. 1215	DECRETO No. 3516
SA-94-SW-5		SA-94-SW-5					
Profundidad: metros		2,20 - 2,55	2,95 - 3,15				
Fecha de Inspección:		08/09/2004	08/09/2004				
ANÁLISIS:							
METALES							
<b>BARIO</b>	SM 3500 Ba	<0,1	<0,1		750		
<b>CADMIO</b>	USEPA 7000	<0,1	<0,1	<1	2		
<b>COBRE</b>	USEPA 7000	19,6	20		63		
<b>NÍQUEL</b>	USEPA 7000	6,5	10	<40	50		
<b>ZINC</b>	USEPA 7000	36,00	33,30		200		
<b>PLOMO</b>	USEPA 7000	16,4	10	<80	100		
<b>CROMO VI</b>	SM 3500 Cr	<0,1	<0,1		0,4		
HIDROCARBUROS DE PETROLEO TOTALES (TPHs)							
<b>TPHs</b>		840	<b>73000</b>	<1000		<b>72 veces</b>	
<b>DRO</b>	EPA 8015	840	73000				
<b>GRO</b>	EPA 8015	<50	<50				
BTEX							
<b>BENCENO</b>	EPA 8260 B	<0,005	<0,005		0,05		
<b>TOLUENO</b>	EPA 8260 B	<0,005	<0,005		0,1		
<b>ETILBENCENO</b>	EPA 8260 B	<0,005	<0,005		0,1		
<b>XYLENO</b>	EPA 8260 B	<0,005	<0,005		0,1		
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)							
<b>HAPs</b>				<1	<2		
<b>BENZO(a)PIRENO</b>	EPA 8270	<0,5	<0,5		0,10		
<b>BENZO(b)FLUORANTENO</b>	EPA 8270	<0,5	<0,5				
<b>BENZO(k)FLUORANTENO</b>	EPA 8270	<0,5	<0,5				
<b>BENZO(g,h,i)PERILENO</b>	EPA 8270	<0,5	<0,5				
<b>FLUORANTENO</b>	EPA 8270	<0,5	<0,5				
<b>INDENO(1,2,3-c,d)PIRENO</b>	EPA 8270	<0,5	<0,5				

Fuente: Resultados de Laboratorio CESAQ – PUCE. Anexos: 3 y 4.

**Grafico 5. CONTAMINACION DEL SUELO CON TPH, PISCINA 1**



### 3.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y SU COMPARACIÓN

#### SUELO

Los Hidrocarburos Totales De Petróleo (TPHs) se encuentran en el suelo de la piscina 2 con un exceso de 72 veces sobre la norma contenida en el Decreto No. 1215

#### AGUA

El Cobre se encuentra en el agua de la piscina 1 con un exceso de tres veces, el Níquel se encuentra con un exceso de 143 veces más, el Plomo se encuentra con un exceso de 29 veces más, el Cromo VI se encuentra con un exceso de 7 veces más sobre el valor límite permitido por la norma contenida en el Decreto No. 3516

## 4. PLAN DE REMEDIACIÓN DE CHEVRONTEXACO

La compañía operadora Texaco suscribió con el Gobierno Ecuatoriano el “*Contrato para la Ejecución de Trabajos de Remediación Medioambiental y Liberación sw Obligaciones, Responsabilidades y Demandas*”.

La Texaco contrató sus propios estudios ambientales con el consorcio americano: FUGRO – McCLELLAND, que incluía prácticas operativas, legislación, auditoría, criterios de remediación, etc. El Gobierno Ecuatoriano no tenía ningún estudio para el Memorando de Entendimiento que llegó a firmar con la operadora Texaco.

Este Memorando de Entendimiento, fue firmado entre el Ministerio de Energía y Minas y la Texaco (14 de diciembre de 1994), basándose en el Acuerdo 621 (Reglamento Ambiental para Actividades Hidrocarbúricas), el cual fue elevado a la categoría de Decreto 2982 (24 de agosto de 1995). Este Reglamento no disponía el control de tóxicos muy importantes, como: hidrocarburos totales, hidrocarburos policíclicos aromáticos, metales pesados, etc. Aplicaron el método de lixiviación de toxicidad TLCP, que no es recomendado para petróleo. Permitieron que las determinaciones de campo con equipos HACH, sean consideradas como definitivas en los análisis de muestras de suelo, lodos y agua.

La Compañía Woodward – Clyde Internacional, contratada por Texaco, se encargó de hacer el Reporte Final de la Remediación. En estas evaluaciones técnicas no intervino el Gobierno Ecuatoriano.

La ejecución del Plan de Remediación Ambiental (sus siglas en Inglés RAP), fue rechazado fuertemente por los ingenieros de Petroecuador, como lo comprueba el Memorando 342 – PAB – 96, enviado por el Jefe de la Unidad de Protección Ambiental al Presidente Ejecutivo de Petroecuador. También el General Patricio López Moreno, Presidente Ejecutivo de Petroecuador, el 16 de Julio de 1996, pidió correctivos inmediatos al Ministro de Energía y Minas, economista Jorge Pareja Cusalón, mediante el oficio 3733-AMB-96.

El Informe Técnico a la Comisión de Medio Ambiente del CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR, sobre el Plan de Acción de Reparación Ambiental para el Antiguo Consorcio Petroecuador – Texpet, del 12 de Marzo de 1996, también hizo serias denuncias sobre las actividades técnicas que se realizaban en el Plan.

Los documentos protocolizados que ha presentado CHEVRONTEXACO, como pruebas de remediación para el Pozo Sacha 94, comprueban todas estas afirmaciones. Además descubren procedimientos alterados y resultados contradictorios.

En los reportes del laboratorio se observa que la mayoría los ensayos químicos se realizan con equipos y kits de campo marca HATCH. No reportan las correlaciones de estas pruebas de campo con análisis de laboratorio (cromatografía, espectrometría, etc.). Es decir son determinaciones nada confiables.

#### 4.1. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS DOCUMENTOS PROTOCOLIZADOS.

Tomamos las actas presentadas por Chevrontexaco en la Inspección, de “aprobación –aceptación” y de los resultados analíticos de agua y suelo de las piscinas del pozo Sacha 94.

En Quito a los 22 días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y seis El Ing. Hugo Jara Román, SUBSECRETARIO DE PROTECCION AMBIENTAL; Sr. Ricardo Reis Veiga y Dr. Rodrigo Pérez en representación de TEXACO PETROLEUM COMPANY, proceden a suscribir el acta con el objeto de: (textual) “aprobar y aceptar las siguientes piscinas de conformidad con la cláusula 4.1 del CONTRATO PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE REMEDIACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y LIBERACIÓN DE OBLIGACIONES RESPONSABILIDADES Y DEMANDAS celebrado el 4 de mayo de 1995”. Se adjunta como anexo de las actas una lista de “piscinas”, dentro de la cual se incluye el pozo SACHA 94 y los correspondientes planes de reparación ambiental y resultados analíticos de agua y suelo.

En esta sección se evalúa la validez técnica de los trabajos de “Reparación Ambiental” a los que hacen alusión las actas mencionadas. Para este propósito se toma como base los datos indicados en los anexos de los informes relativos al cierre de las piscinas.

#### 4.2. PISCINA 1: RECURSO AGUA

**Tabla 10. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DESPUES DE LA REMEDIACIÓN SACHA 94 PISCINA 1**

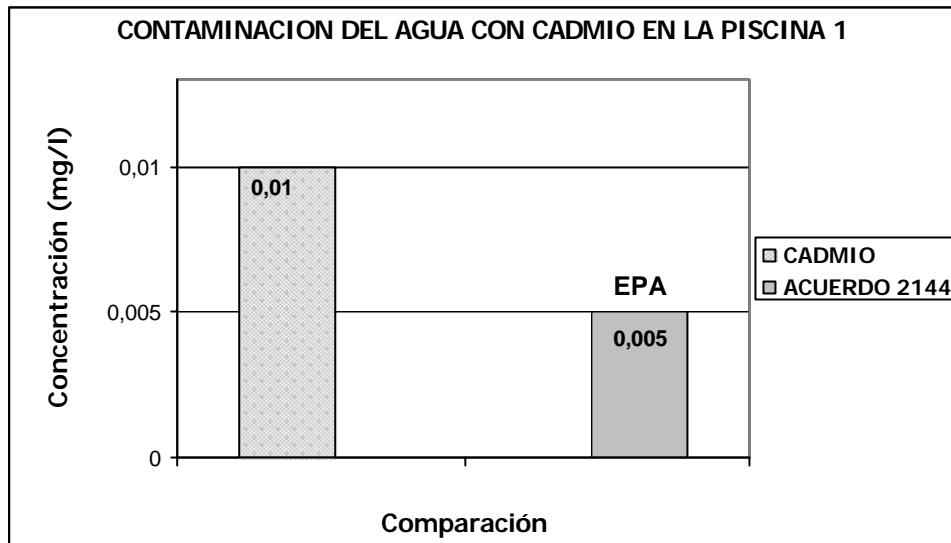
PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUA DESPUES DEL TRATAMIENTO 27-ago-96	ESTANDARES ECUATORIAN OS		PARAMETROS FUERA DE NORMA	
			2144	EPA	2144	EPA
Cadmio	mg/l	0.01	0.01*	0.005		+ 1 vez
Fenoles	mg/l	0.02	0.002*		+ 9 veces	
Plomo	mg/l	0.18	0.05*		+ 2.6 veces	
Níquel	mg/l	0.24	0.2**		+ 0.2 veces	
Oxígeno Disuelto	mg/l	2.50	> 6*		- 1.4 veces	

Fuente: Protocolizaciones Texaco Sacha 94, Foja 9203. Resultados analíticos de Agua, Pozo SA 94, Piscina 1, página 1, LABORATORIO ANALÍTICO DE SACHA, Universidad Central/Woodward-Clyde, TEXPET: REPARACION AMBIENTAL

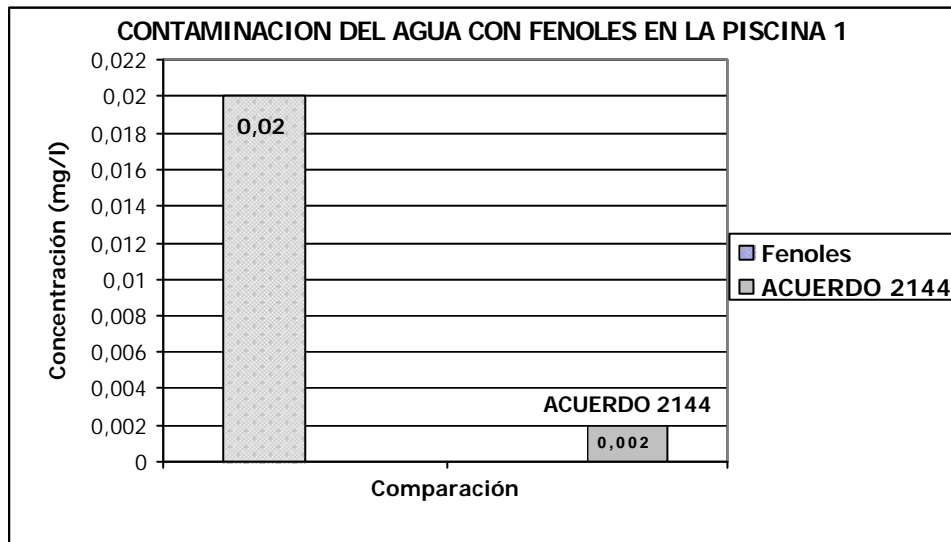
\* Art. 19.- Los criterios de calidad para las aguas de consumo humano y doméstico y que para su potabilización requieren sólo desinfección, Acuerdo 2144, Registro Oficial No.204, del 5 de junio de 1989.

\*\* Art. 20.- Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola, Acuerdo 2144, Registro Oficial No.204, del 5 de junio de 1989.

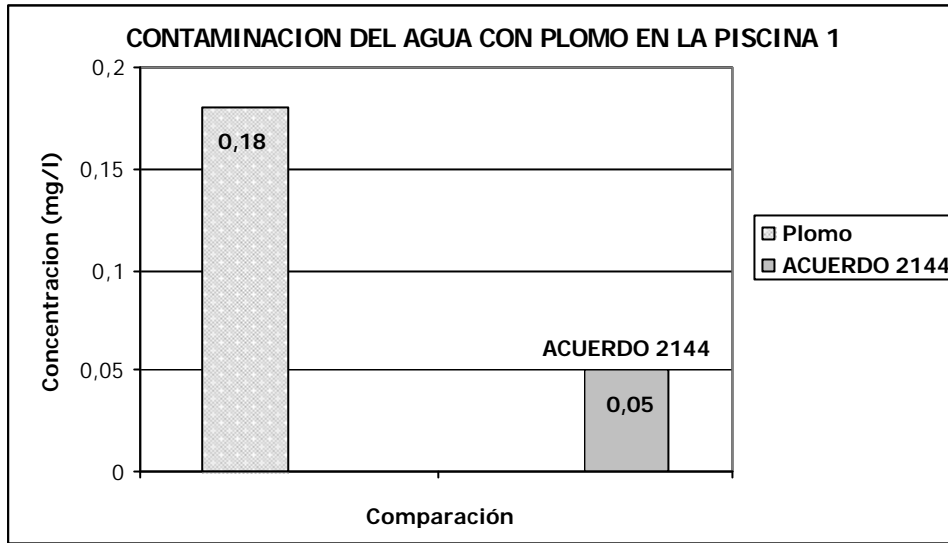
**Gráfico 6. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON CADMIO EN LA PISCINA 1**



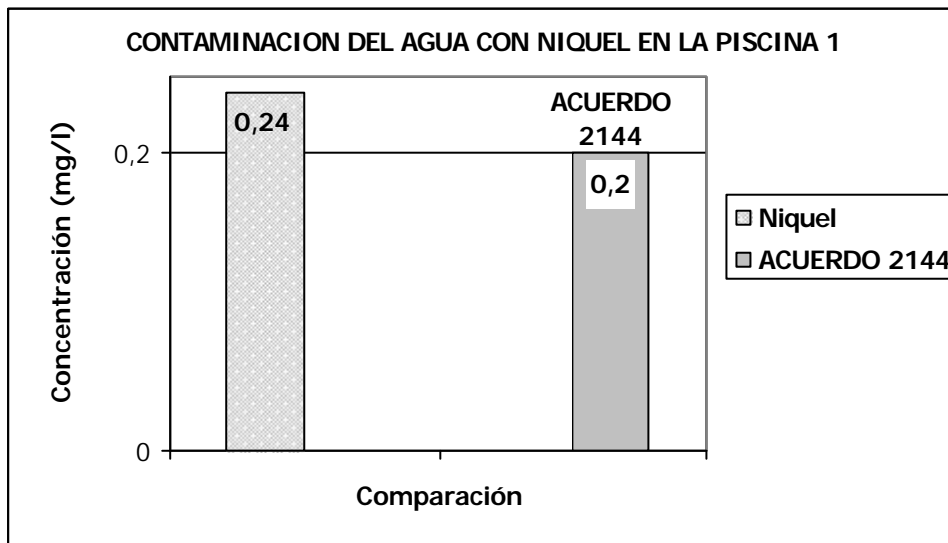
**Gráfico 7. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON FENOLES EN LA PISCINA 1**



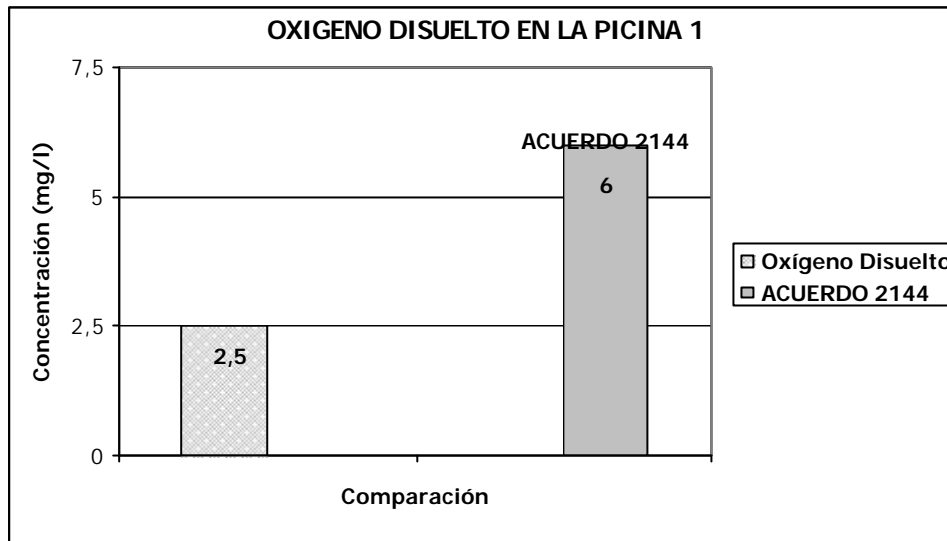
**Gráfico 8. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON PLOMO EN LA PISCINA 1.**



**Gráfico 9. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON NIQUEL EN LA PISCINA 1**



**Gráfico 10. OXIGENO DISUELTO EN LA PISCINA 1**



### AGUA

- Se reporta 1200 m<sup>3</sup> de agua contaminada la misma que fue tratada con el sistema PECS.
- Del análisis comparativo entre los resultados de reparación ambiental del agua de la piscina 1 del pozo Sacha 94 con el Decreto No. 2144, del Registro Oficial No 204, del 5 de Junio de 1989 vigente para la fecha en la que se realizó la remediación podemos concluir:
  - El valor reportado de Cadmio sobrepasa 1 vez el límite máximo permisible con respecto a EPA
  - El valor reportado de Fenoles sobrepasa 9 veces, Plomo sobrepasa en 2.6 veces, Níquel sobrepasa en 20 %, el límite máximo permisible con respecto al acuerdo 2144
  - El valor reportado de Oxígeno disuelto se encuentra 1.4 veces por debajo del valor mínimo permisible con respecto al acuerdo 2144
- No se reporta un parámetro muy importante para caracterizar aguas que han sufrido contaminación con hidrocarburos como es el caso de los Hidrocarburos de petróleo totales (TPH), y metales pesados como es el caso de Cromo VI y Bario (provenientes de los fluidos de perforación); pero que no estaban estipulados en la legislación vigente para el año en el que se realizó la remediación.

### SUELO

- No se reportan valores de TPH, sin embargo el valor reportado de TCLP después del tratamiento es < 5 mg/l.



- No se analizan parámetros importantes para caracterizar suelos contaminados, metales pesados tales como bario, cadmio, cobre, cromo VI, cromo total.
- Los métodos de análisis que se emplearon para el suelo fueron:

**Hidrocarburos Totales:** EPA Method 418.1

**TCLP:** USEPA Method 1311 modificado.

### LODO

- Se reporta 200 m<sup>3</sup> de lodo contaminado con un valor de TPH = 8.768 mg/kg el mismo que fue tratado con sistema PECS.
- No se reporta el valor de TPH en lodo después de tratamiento, sin embargo el valor reportado de TCLP después del tratamiento fue de <5 mg/kg.

Según los anexos fotográficos los trabajos de remediación ambiental se realizaron en base al método SER (surfactant enhanced recovery).

## 4.3. PISCINA 2: RECURSO AGUA

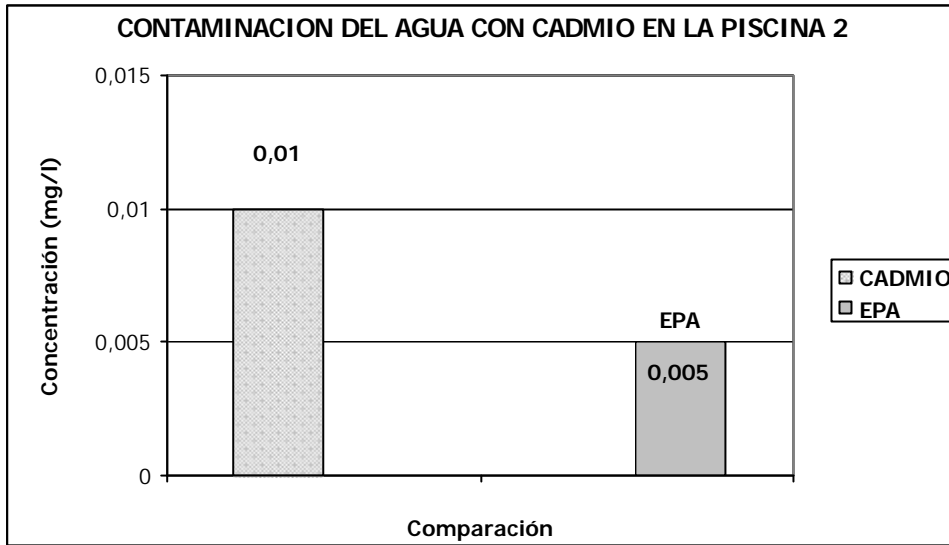
**Tabla 11. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DESPUES DE LA REMEDIACIÓN SACHA 94 PISCINA 2**

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUA DESPUES DEL TRATAMIENTO 27-ago-96	LEGISLACIÓN ECUATORIANA		PARAMETROS FUERA DE NORMA	
			2144	EPA	2144	EPA
Cadmio	mg/l	0.01	0.01	0.005		+ 1 vez
Fenoles	mg/l	0.01	0.002		+ 4 veces	
Oxígeno Disuelto	mg/l	2.10	> 6		- 1.9 veces	

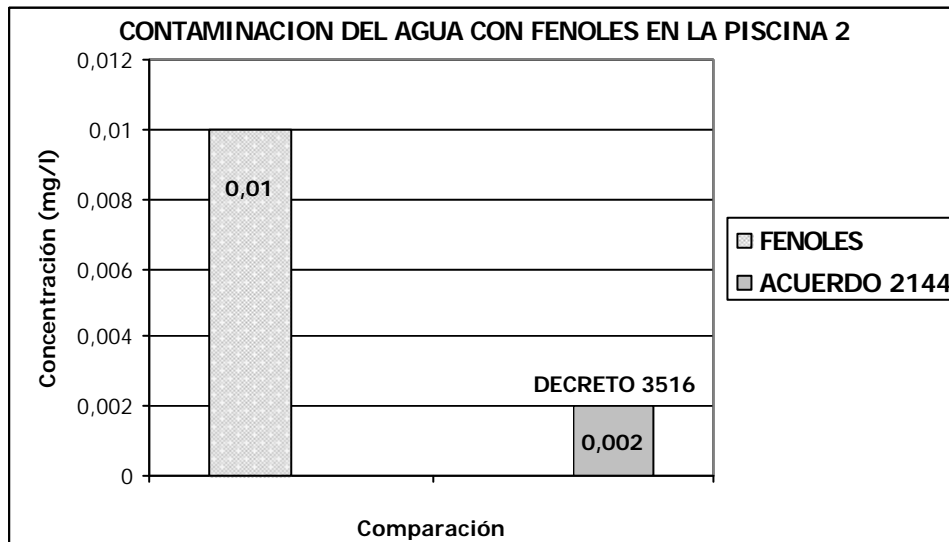
Fuente: Protocolizaciones Texaco Sacha 94, Foja 9218. Resultados analíticos de Agua, Pozo SA 94, Piscina 2, pagina 1, LABORATORIO ANALÍTICO DE SACHA, Universidad Central/Woodward-Clyde, TEXPET: REPARACION AMBIENTAL

\* Art. 19.- Los criterios de calidad para las aguas de consumo humano y doméstico y que para su potabilización requieren sólo desinfección, Acuerdo 2144, Registro Oficial No.204, del 5 de junio de 1989.

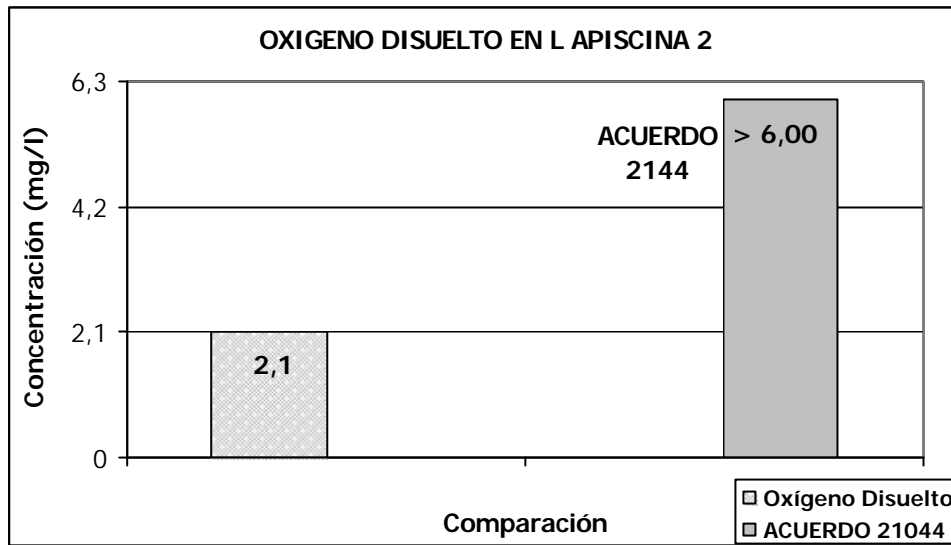
**Gráfico 11. CONTAMINACIÓN DE AGUA CON CADMIO, PISCINA 2**



**Gráfico 12. CONTAMINACIÓN DE AGUA CON FENOLES, PISCINA 2**



**Gráfico 13. OXIGENO DISUELTO, PISCINA 2**



**AGUA**

- Se reporta 700 m<sup>3</sup> de agua contaminada la misma que fue tratada con el sistema PECS.
- Del análisis comparativo entre los resultados de reparación ambiental del agua de la piscina 2 del pozo Sacha 94 con el Decreto No. 2144, del Registro Oficial No 204, del 5 de Junio de 1989 vigente para la fecha en la que se realizó la remediación podemos concluir:
  - El valor reportado de Fenoles sobrepasa 4 veces el límite máximo permisible con respecto al acuerdo 2144
  - El valor reportado de Oxígeno disuelto se encuentra 1.9 veces por debajo del valor mínimo permisible con respecto al acuerdo 2144
- No se reporta un parámetro muy importante para caracterizar aguas que han sufrido contaminación con hidrocarburos como es el caso de los Hidrocarburos de petróleo totales, (TPH), y metales pesados como es el caso de Cromo VI y Bario, cuyo origen se debe a que fueron utilizados formando parte de los aditivos de los lodos de perforación, pero que no estaban estipulados en la legislación vigente para el año en el que se realizó la remediación.

**SUELO**

- No se reportan valores de TPH, sin embargo el valor reportado de TCLP después del tratamiento es < 5 mg/l.

- No se analizan parámetros importantes para caracterizar suelos contaminados; metales pesados tales como bario, cadmio, cobre, cromo VI, cromo total.
- Los métodos de análisis que se emplearon para el suelo fueron:  
*Hidrocarburos Totales:* EPA Method 418.1  
*TCLP:* USEPA Method 1311 modificado.

#### **LODO**

- Se reporta 200 m<sup>3</sup> de lodo contaminado con un valor de TPH = 100 mg/kg el mismo que fue tratado con sistema PECS.
- No se reporta el valor de TPH en lodo después de tratamiento, sin embargo el valor reportado de TCLP después del tratamiento fue de <5 mg/kg.

Según los anexos fotográficos los trabajos de remediación ambiental se realizaron en base al método SER (surfactant enhanced recovery).

#### **4.4. PISCINA 3: RECURSO AGUA**

- Se reporta que la piscina 3 se encontraba SECA por lo que no necesitó ningún tratamiento con respecto al agua y por lo tanto también de acuerdo al RAP (Remedial Action Project).

#### **SUELO**

- Se reporta un valor de TPH = 1184 mg/kg después del tratamiento y una humedad relativa del 55 %.
- Cabe señalar que no se analizan parámetros importantes para caracterizar suelos contaminados, tales como bario, cadmio, cobre, cromo VI, cromo total.
- Los métodos de análisis que se emplearon para el suelo fueron:

*Hidrocarburos Totales:* EPA Method 418.1  
*TCLP:* USEPA Method 1311 modificado.

#### **LODO**

- No se reporta el volumen de lodo contaminado, sin embargo el valor de TPH en el PLAN DE REPARACIÓN AMBIENTAL es 622 mg/kg por lo que se determina que no necesita ninguna acción, mientras que en el reporte de cierre de la piscina se registra el mismo valor de TPH que para el suelo que es de 1184 mg/kg.

Según los anexos fotográficos los trabajos de remediación ambiental se realizaron en base al método SER (surfactant enhanced recovery).

#### 4.5. PISCINA 4: RECURSO AGUA

- Se reporta que la piscina 4 se encontraba SECA por lo que no necesitó ningún tratamiento con respecto al agua.

##### SUELO

- No se reporta contaminación del suelo en esta piscina
- Se reporta un valor de TPH < 200 mg/kg y un valor de TCLP < 5 mg/l como datos que corresponden a una piscina terminada y lista para certificación.
- La muestra de fondo en esta piscina se realizó a muy poca profundidad (10 centímetros) lo que hace difícil determinar si hubo contaminación en los estratos más profundos del suelo.
- Cabe señalar que no se analizan parámetros importantes para caracterizar suelos contaminados, tales como bario, cadmio, cobre, cromo VI, cromo total.
- Los métodos de análisis que se emplearon para el suelo fueron:

*Hidrocarburos Totales:* EPA Method 418.1

*TCLP:* USEPA Method 1311 modificado.

##### LODO

- Se reporta un valor menor a 5 mg/l, para el ensayo de TCLP.

#### 4.6. PISCINA 5: RECURSO AGUA

- Se reporta que la piscina 5 se encontraba SECA por lo que no necesitó ningún tratamiento con respecto al agua.

##### SUELO

- No se reporta contaminación del suelo en esta piscina
- Se reporta un valor de TPH < 100 mg/kg y un valor de TCLP < 5 mg/l como datos que corresponden a una piscina terminada y lista para certificación.

- La muestra de suelo en esta piscina se realizó a muy poca profundidad (10 centímetros) lo que hace difícil determinar si hubo contaminación en los estratos más profundos del suelo.
- Cabe señalar que no se analizan parámetros importantes para caracterizar suelos contaminados, tales como bario, cadmio, cobre, cromo VI, cromo total.
- Los métodos para resultados analíticos que se emplearon para el suelo fueron:

**Hidrocarburos Totales:** EPA Method 418.1

**TCLP:** USEPA Method 1311 modificado.

## **LODO**

- El valor reportado de TPH en lodo es de 100 mg/kg por lo que no se requiere ninguna acción.

## **4.7. AREAS JUNTO AL CABEZAL**

### **Sitio de muestreo: STOCKPILES**

Se trataron también cuatro áreas de suelo contaminado alrededor del cabezal denominadas A, B, C, D, con el sistema ECUAPET.

El sistema **EUAPET** según el RAP Volumen II, se resume como un lavado a presión de suelo con agua, para luego transportar el crudo recuperado y degradado a un lugar de almacenamiento. El tratamiento del agua utilizada para este fin se realizaba mediante coagulación / floculación y sedimentación. Finalmente el suelo se mezclaba con un producto llamado ECUPRO-95 en una proporción de 50 libras por cada metro cúbico de suelo.

Analizando el sistema de remediación denominado ECUAPET podemos concluir:

### **SUELO:**

- Se reportan 91 m<sup>3</sup> de suelo contaminado, sin embargo no se reporta el valor de TPH encontrado en las áreas antes del tratamiento, el valor reportado de TCLP después del tratamiento es < 5.
- Se reporta que la metodología realizada para muestrear el suelo fue por muestras compuestas y sin embargo no se reporta la profundidad.
- No se reportan valores de TPH, sin embargo el valor reportado de TCLP después del tratamiento es < 5 mg/l.
- No se analizan parámetros importantes para caracterizar suelos contaminados, tales como bario, cadmio, cobre, cromo VI, cromo total.

- Los métodos para resultados analíticos que se emplearon para el suelo fueron:

*Hidrocarburos Totales:* EPA Method 418.1

*TCLP:* USEPA Method 1311 modificado.

**CRUDO:**

- No se detalla el lugar ni los procedimientos de almacenamiento de crudo recuperado, tampoco se reportan los análisis que determinen que el crudo recuperado ya se encontraba degradado y en condiciones óptimas para su almacenamiento.

**AGUA:**

- No se reportan análisis que determinen que el agua que fue usada en el método con el sistema ECUAPET, recibió algún tratamiento posterior que establezca que la misma se encontraba dentro de los rangos permisibles de la legislación ambiental vigente de ese tiempo para descarga.

## 5. CONCLUSIONES

- 1) CHEVRONTEXACO usó para la perforación del pozo Sacha 94, químicos altamente tóxicos. Estos fueron vertidos en las dos piscinas aledañas al sitio de perforación sin tratamiento alguno. Durante 20 años no hicieron ningún tratamiento para eliminar esos tóxicos. Igual sucedió con los químicos tóxicos que esta operadora usó en los trabajos de mantenimiento (workover) del pozo.
- 2) Mediante los registros litológicos, los geólogos han reportado, en las dos piscinas, alta contaminación de petróleo.
- 3) En el Mapa No. 3 basado en fotografía del Instituto Geográfico Militar, Rollo 4495 R213 del 9 de Octubre de 1985, se observa una fosa en tierra (aproximadamente 200m por 25m), ubicada al noreste de la plataforma del pozo, que posiblemente fue una piscina. Esta fosa debe haber sido taponada sin ningún tratamiento ambiental.
- 4) Los ensayos de la CESAQ – PUCE, demuestran que en el agua están presentes metales pesados en altas concentraciones: Cobre (3 veces), Níquel (143 veces), Plomo (29 veces) y Cromo VI (7 veces). Tóxicos muy peligrosos para la salud humana, pueden producir cáncer.
- 5) La CESAQ – PUCE ha determinado presencia de TPH (72 veces más) en el suelo de la piscina 2.
- 6) El Plan de Remediación de Chevrontexaco, fue inadecuado o no fue suficiente. Esto se comprueba con sus propios reportes químicos. En el agua de la piscina 1 hay Cadmio (1 vez más), Fenoles (9 veces más), Plomo (2.6 veces más), Níquel (20% más). En el agua de la piscina 2 hay Cadmio (1 vez más), Fenoles (4 veces más).
- 7) Usan el método TCLP, cuando su remediación no les da ningún buen resultado, para hacer ensayos en el lixiviado (luego de la extracción) sin tóxicos. Este método no es aplicable para ensayos de petróleos.
- 8) Chevrontexaco uso estándares ecuatorianos para entregar las piscinas como remediadas, que no son suficientes para comprobar la eliminación de tóxicos. En estas normas ambientales, no se incluyeron Benceno, Tolueno, Xileno, Etilbenceno, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, y algunos metales pesados.
- 9) En la mayoría de los ensayos que hizo Chevrontexaco, usó equipos y kits de campo, de marca HACH, sin reportar el rango de seguridad y la correlación con equipos de laboratorio científico. Con estos ensayos de campo demostró su remediación, lo cual es incorrecto debido a las características de los métodos de campo.
- 10) La superficie de las piscinas 1 y 2, supuestamente remediadas por Chevrontexaco tienen 1940 m<sup>2</sup>. En este sitio se estima una profundidad de 8



metros el alcance de la migración de los tóxicos. El volumen de suelo contaminado sería de 15520 m<sup>3</sup>. Para eliminar los tóxicos de este volumen de suelo se requeriría una inversión de 15'520.000 de dólares. Falta calcular el suelo y agua contaminados que se encuentran fuera de las piscinas.

- 11) Este informe puede responder a todas las preguntas hechas por las dos partes durante la Inspección Judicial.

# INDICE

<b>1. SUMARIO.....</b>	<b>1</b>
1.1. DESCRIPCION DEL SITIO.....	1
1.1.1. SISTEMA HIDROGRÁFICO.....	1
1.1.2. CLIMA Y VEGETACIÓN.....	1
<b>2. REPORTE TÉCNICO SOBRE EL POZO SACHA 94.....</b>	<b>4</b>
2.1. PERFORACIÓN DEL POZO.....	4
2.2. REACONDICIONAMIENTOS.....	5
2.3. TRABAJOS TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN.....	7
2.4. TOMA DE MUESTRAS.....	8
2.5. METODOLOGÍA DE MUESTREO.....	8
2.6. GEOLOGÍA DEL ÁREA SACHA 94.....	9
2.7. PERFORACIÓN SA94-NW4 PISCINA 1.....	9
2.8. PERFORACIÓN SA94-SW5 PISCINA 2.....	11
<b>3. ENSAYOS Y COMPARACIONES QUIMICAS....</b>	<b>15</b>
3.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y SU COMPARACIÓN.....	19
<b>4. PLAN DE REMEDIACIÓN DE TEXPET.....</b>	<b>20</b>
4.1. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS DOCUMENTOS PROTOCOLIZADOS.....	21
4.2. PISCINA 1.....	21
4.3. PISCINA 2.....	25
4.4. PISCINA 3.....	28
4.5. PISCINA 4.....	29
4.6. PISCINA 5.....	29
4.7. ÁREA JUNTO AL CABEZAL.....	30
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>

Mapa 1. ACCESO AL POZO SACHA 94.....	2
Mapa 2. HIDROLOGÍA DEL SITIO.....	3
Mapa 3. UBICACIÓN DE PISCINAS.....	14
Tabla 1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN.....	4
Tabla 2. CONSOLIDACIÓN DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN.....	5
Tabla 3. QUÍMICOS DE LAS OPERACIONES DE REACONDICIONAMIENTO.....	5
Tabla 4. CONSOLIDACIÓN DE QUÍMICOS DE WORKOVER.....	6
Tabla 5. UBICACIÓN DE MUESTREOS.....	8
Tabla 6. REGISTRO DE PERFORACIÓN PISCINA 1.....	10
Tabla 7. REGISTRO DE PERFORACIÓN PISCINA 2.....	12
Tabla 8. ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUAS PISCINA 1.....	15
Tabla 9. ANÁLISIS DE LA MUESTRA DE SUELO PISCINA 2.....	18
Tabla 10. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DESPUES DE LA REMEDIACIÓN SACHA 94 PISCINA 1.....	21
Tabla 11. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DESPUES DE LA REMEDIACIÓN SACHA 94 PISCINA 2.....	25
Gráfico 1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON COBRE, PISCINA 1.....	16
Gráfico 2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON NIQUEL, PISCINA 1.....	16
Gráfico 3. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON PLOMO, PISCINA 1.....	17
Gráfico 4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON CROMO VI, PISCINA 1.....	17
Gráfico 5. CONTAMINACIÓN DEL SUELO CON TPH, PISCINA 1.....	19
Gráfico 6. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON CADMIO, PISCINA 1.....	22
Gráfico 7. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON FENOLES EN LA PISCINA 1.....	22
Gráfico 8. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON PLOMO EN LA PISCINA 1.....	23
Gráfico 9. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON NIQUEL EN LA PISCINA 1.....	23
Gráfico 10. OXIGENO DISUELTO EN LA PISCINA 1.....	24
Gráfico 11. CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON CADMIO, PISCINA 2.....	26
Gráfico 12. CONTAMINACIÓN DE AGUA CON FENOLES, PISCINA 2.....	26
Gráfico 13. OXIGENO DISUELTO, PISCINA 2.....	27