



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

INFORME N° 00001-2016-OEFA/DE-SDCA-CEAI



A : FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Subdirector de Evaluación de la Calidad Ambiental (e)

De : FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Coordinador de Evaluaciones Ambientales Integrales

ROBERTS MEDINA CÁCERES
Tercero Evaluador

RAÚL SANTOS RAMÍREZ
Tercero Evaluador

ZULAY GUILLERMO PACCORI
Tercero Evaluador

Asunto : Informe de Identificación de sitios contaminados en el Lote 8, ámbito de la cuenca baja del Marañón (Locación Yanayacu y el Oleoducto Corrientes – Saramuro), ejecutado en octubre de 2014, mayo y julio de 2015.

Fecha : Lima, 07 ENE 2016

2016-101-000778

I. INFORMACIÓN GENERAL

a.	Zona	Ámbito de la cuenca baja del Marañón			
b.	Ámbito de influencia	Locación Yanayacu y Oleoducto Corrientes – Saramuro, distrito de Urarina y Parinari, provincia y departamento de Loreto.			
c.	Problemática de la zona	Presunta contaminación de agua, suelo y sedimento por actividad de hidrocarburos de Pluspetrol Norte S.A.			
d.	¿A pedido de qué se realizó la actividad?	PLANEFA 2015			
e.	¿Se realizó en el marco de un espacio de diálogo, mesa de diálogo o mesa de desarrollo?	SI		NO	X

II. OBJETO

1. Evaluar la calidad ambiental de los componentes agua superficial, sedimento y suelo en la Locación Yanayacu y el Oleoducto Corrientes – Saramuro, área de influencia de la actividad de hidrocarburos de Pluspetrol Norte S.A.

III. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2. El análisis se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1 referido al Informe Identificación de sitios contaminados en el Lote 8, ámbito de la cuenca baja del Marañón (Locación Yanayacu y el Oleoducto Corrientes – Saramuro), ejecutado en octubre de 2014, mayo y julio de 2015, que se adjunta y forma parte del presente Informe.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

IV. CONCLUSIÓN

- Mediante el presente Informe, se recomienda la revisión y aprobación del Informe "Identificación de sitios contaminados en el Lote 8, ámbito de la cuenca baja del Marañón (Locación Yanayacu y el Oleoducto Corrientes – Saramuro), ejecutado en octubre de 2014, mayo y julio de 2015, que obra como anexo.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Coordinador de Evaluaciones
Ambientales Integrales
Dirección de Evaluación

ROBERTS MEDINA CÁCERES
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación

RAÚL SANTOS RAMÍREZ
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación

ZULAY GUILLERMO PACCORI
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación

Lima, 17 DIC. 2015

Visto el Informe N° 00001 -2016-OEFA/DE-SDCA-CEAI y habiéndose verificado que se encuentra enmarcado dentro de la función evaluadora, así como su coherencia lógica; la Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Subdirector de Evaluación de la Calidad Ambiental (e)
Dirección de Evaluación

Lima, 17 DIC. 2015

Visto el Informe N° 00001 -2016-OEFA/DE-SDCA-CEAI, y en atención a la recomendación de la Coordinación de Evaluaciones Ambientales Integrales, así como de la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

GIULIANA PATRICIA BECERRA CELIS
Directora de la Dirección de Evaluación
Dirección de Evaluación



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



**INFORME DE IDENTIFICACIÓN DE SITIOS
CONTAMINADOS EN EL LOTE 8, ÁMBITO
DE LA CUENCA BAJA DEL MARAÑÓN
(LOCACIÓN YANAYACU Y EL
OLEODUCTO CORRIENTES –
SARAMURO)**

COORDINACIÓN DE EVALUACIONES
AMBIENTALES INTEGRALES

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Enero de 2016



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

INDICE

1.0	INTRODUCCIÓN	8
1.1	Antecedentes	8
1.2	Objetivos	13
1.3	Alcance de Estudio.....	13
1.4	Área de Estudio.....	13
2.0	MÉTODOS.....	14
2.1	Identificación de sitios contaminados.....	14
2.1.1	Puntos de muestreo en el Sector 1: Locación Yanayacu y Oleoducto Yanayacu - Saramuro	14
2.1.2	Puntos de muestreo en el Sector 2: Oleoducto Corrientes – Saramuro	16
2.1.3	Parámetros y estándar de comparación.....	17
2.2	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL	18
2.2.1	Componente Agua.....	18
2.2.2	Componente Sedimento.....	20
2.2.3	Componente Hidrobiología.....	22
3.0	RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS	23
3.1	Resultados de análisis de calidad de suelo	23
3.1.1	Hidrocarburos Totales de Petróleo – TPH.....	24
3.1.2	Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares - HAP	25
3.1.3	Cromo VI.....	30
3.1.4	Mercurio Total	30
3.1.5	Arsénico Total	33
3.1.6	Bario Total.....	37
3.1.7	Cadmio Total.....	41
3.1.8	Plomo Total.....	45
3.1.9	Cloruros.....	49
3.1.10	Boro.....	51
3.1.11	Cobalto.....	55
3.1.12	Estaño	59
3.1.13	Potasio	62
3.1.14	Talio	67
3.2	Sitios Contaminados Identificados en el sector 1: Locación Yanayacu y Oleoducto Yanayacu - Saramuro	70
3.3	Sitios Contaminados Identificados en el sector 2: Oleoducto Corrientes – Saramuro	71
4.0	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL.....	72
4.1	Calidad de Agua Superficial.....	72
4.1.1	Parámetros <i>in situ</i>	73
4.1.2	Parámetros Físicoquímicos, orgánicos y metales	77
4.2	Calidad de Sedimento.....	91
4.2.1	Parámetros orgánicos y metales	92
4.3	Hidrobiología - Fitoplancton	101
4.3.1	Lagunas LPAC 1,3 y LPAC 5	101
	Lagunas LPAC 1,3.....	102



2
RK
RJK



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Lagunas LPAC 5.....	104
4.3.2 Bajal Yanayacu	106
5.0 CONCLUSIONES	109
5.1 Identificación de Sitios Contaminados	109
5.2 Evaluación de la Calidad Ambiental.....	110
5.2.1 Calidad de Agua Superficial	110
5.2.2 Calidad de Sedimento	111
5.2.3 Hidrobiología - Fitoplancton.....	111
6.0 RECOMENDACIÓN	112
7.0 ANEXOS.....	112



2
Rk
RA



INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción ligera (F1) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 26
Gráfico 3-2: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción ligera (F1) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 26
Gráfico 3-3: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción media (F2) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 27
Gráfico 3-4: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción media (F2) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 27
Gráfico 3-5: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción pesada (F3) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 28
Gráfico 3-6: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción pesada (F3) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 28
Gráfico 3-7: Resultado de análisis de Benzo (a) pireno comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 29
Gráfico 3-8: Resultado de concentración de Cromo VI comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 31
Gráfico 3-9: Resultado de concentración de Cromo VI comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 31
Gráfico 3-10: Resultado de concentración de Mercurio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 32
Gráfico 3-11: Resultado de concentración de Mercurio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 32
Gráfico 3-12: Resultado de concentración de Arsénico comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 34
Gráfico 3-13: Resultado de concentración de Arsénico comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 34
Gráfico 3-14: Resultado de Arsénico Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 35
Gráfico 3-15: Resultado de Arsénico Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 36
Gráfico 3-16: Resultado de concentración de Bario comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 38
Gráfico 3-17: Resultado de concentración de Bario comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 38
Gráfico 3-18: Resultado de Bario Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 39
Gráfico 3-19: Resultado de Bario Soluble por la metodología de Tessier en Oleoducto Corrientes – Saramuro. 40
Gráfico 3-20: Resultado de concentración de Cadmio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 42
Gráfico 3-21: Resultado de concentración de Cadmio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en Oleoducto Corrientes - Saramuro. 42
Gráfico 3-22: Resultado de Cadmio Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 43
Gráfico 3-23: Resultado de Cadmio Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 44
Gráfico 3-24: Resultado de concentración de Plomo comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu. 46
Gráfico 3-25: Resultado de concentración de Plomo comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 46
Gráfico 3-26: Resultado de Plomo Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 47
Gráfico 3-27: Resultado de Plomo Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro. 48



Handwritten initials and numbers: 21, B.S., P.A.



Gráfico 3-28: Resultado de concentración de Cloruros comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu. 50
Gráfico 3-29: Resultado de concentración de Cloruros comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 50
Gráfico 3-30: Resultado de concentración de Boro comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu. 52
Gráfico 3-31: Resultado de concentración de Boro comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 52
Gráfico 3-32: Resultado de Boro Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 53
Gráfico 3-33: Resultado de Boro Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 54
Gráfico 3-34: Resultado de concentración de Cobalto comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu. 56
Gráfico 3-35: Resultado de concentración de Cobalto comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 56
Gráfico 3-36: Resultado de Cobalto Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 57
Gráfico 3-37: Resultado de Cobalto Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 58
Gráfico 3-38: Resultado de concentración de Estaño comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu. 60
Gráfico 3-39: Resultado de concentración de Estaño comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 60
Gráfico 3-40: Resultado de Estaño Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 61
Gráfico 3-41: Resultado de concentración de Potasio comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu. 63
Gráfico 3-42: Resultado de concentración de Potasio comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 64
Gráfico 3-43: Resultado de Potasio Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu. 65
Gráfico 3-44: Resultado de Potasio Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 66
Gráfico 3-45: Resultado de concentración de Talio comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 68
Gráfico 3-46: Resultado de Talio Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes - Saramuro. 69
Gráfico 4-47: Resultados de pH de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 75
Gráfico 4-48: Resultados de oxígeno disuelto de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 76
Gráfico 4-49: Resultados de conductividad de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 76
Gráfico 4-50: Resultados de TPH de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 78
Gráfico 4-51: Resultados de HAP de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 79
Gráfico 4-52: Resultados de Aceites y Grasas en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 80
Gráfico 4-53: Resultados de sulfuros en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 80
Gráfico 4-54: Resultados de cloruros en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 81
Gráfico 4-55: Resultados de TSS de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 82



Handwritten initials: Z, RS, PJ



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-56: Resultados de cobre en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 83
Gráfico 4-57: Resultados de zinc en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 84
Gráfico 4-58: Resultados de arsénico en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 85
Gráfico 4-59: Resultados de selenio en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 86
Gráfico 4-60: Resultados de cadmio en la laguna PAC 1,3, laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 87
Gráfico 4-61: Resultados de bario de la laguna PAC 1,3, laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 88
Gráfico 4-62: Resultados de talio en la laguna PAC 1,3, laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 89
Gráfico 4-63: Resultados de plomo en la laguna PAC 1,3, laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 90
Gráfico 4-64: Resultados de hierro en la laguna PAC 1,3, laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. 91
Gráfico 4-65: Resultados de análisis de TPH comparados con la Guía de los Países Bajos. 93
Gráfico 4-66: Resultado de análisis de cadmio (Cd) comparados con la Norma Canadiense (CEQG) 94
Gráfico 4-67: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal cadmio. 95
Gráfico 4-68: Resultado de análisis de cobre (Cu) comparados con la Norma Canadiense (CEQG) 96
Gráfico 4-69: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal cobre. 97
Gráfico 4-70: Resultado de análisis cromo (Cr) comparados con la Norma Canadiense (CEQG) 97
Gráfico 4-71: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal cromo 98
Gráfico 4-72: Resultado de análisis plomo (Pb) comparados con la Norma Canadiense (CEQG) 99
Gráfico 4-73: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal plomo 99
Gráfico 4-74: Resultado de análisis zinc (Zn) comparados con la Norma Canadiense (CEQG)... 100
Gráfico 4-75: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal zinc. 101
Gráfico 4-76: Número de especies y densidad de fitoplancton en la Laguna LPAC 1,3 103
Gráfico 4-77: Distribución de taxones mayores de fitoplancton en la Laguna LPAC 1,3 104
Gráfico 4-78: Número de especies y densidad de fitoplancton en la Laguna LPAC5 105
Gráfico 4-79: Distribución de taxones mayores de fitoplancton en la Laguna LPAC 5 106
Gráfico 4-80: Número de especies y densidad de fitoplancton en los puntos BY y QH 107
Gráfico 4-81: Distribución de taxones mayores de fitoplancton en los puntos BY y QH 108



2

PK
P.H.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Puntos de muestreo identificados como críticos en el Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA (intervención realizada del 12 al 16 de setiembre de 2013) 10

Tabla 1-2: Puntos de muestreo identificados como críticos en el Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA (intervención realizada los días 27 y 28 de junio de 2014) 12

Tabla 2-1: Ubicación de los puntos de muestreo en la Locación Yanayacu..... 15

Tabla 2-2: Ubicación de los puntos de muestreo en el Oleoducto Corrientes – Saramuro 16

Tabla 2-3: Parámetros considerados en el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo 17

Tabla 2-4: Descripción y coordenadas de los puntos de muestreo de agua superficial en el Yacimiento Yanayacu de Pluspetrol Norte S.A. 18

Tabla 2-5: Características del Multiparámetro utilizado 18

Tabla 2-6: Método de Análisis y Límites de Cuantificación Empleados por el Laboratorio, así como los Estándares de Calidad Ambiental para agua superficial 19

Tabla 2-7: Parámetros de TPH totales según Norma Canadiense y Guía de los Países Bajos 21

Tabla 3-2: Parámetros analizados y número de puntos de muestreo de suelos 24

Tabla 3-3: Sitios contaminados identificados en la Locación Yanayacu..... 70

Tabla 3-4: Sitios contaminados identificados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro 71

Tabla 4-1: Resultados de los Parámetros in situ de las Lagunas PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajjal Yanayacu del Lote 8 73

Tabla 4-2: Especies y densidad (células/mL) de fitoplancton en la Laguna LPAC 1,3 y LPAC 5 . 102

Tabla 4-3: Índices comunitarios en relación al fitoplancton de la Laguna LPAC 1,3 103

Tabla 4-4: Índices comunitarios en relación al fitoplancton de la Laguna LPAC5 105

Tabla 4-5: Especies y densidad (células/mL) de fitoplancton en ambientes lóticos. 107

Tabla 4-6: Índices comunitarios en relación al fitoplancton de los puntos BY y QH..... 108



2
px
Rt



1.0 INTRODUCCIÓN

1. La exploración y explotación de hidrocarburos con fines industriales en el Perú tuvo su origen en 1863, año en el que se realizó la primera perforación de un pozo petrolero en territorio nacional, y hasta la fecha estas actividades se han concentrado —principalmente— en la costa norte, selva central, selva norte y selva sur¹.
2. A pesar de la antigüedad de las actividades hidrocarburíferas, la regulación ambiental nacional es reciente, y si bien ahora se cuenta con instrumentos normativos fortalecidos para hacer frente a los nuevos retos que las actividades económicas presentan día a día, en el pasado, esta regulación era insuficiente o inexistente.
3. Como consecuencia de la falta de normas ambientales y de una entidad encargada de velar por su cumplimiento, las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos realizadas varias décadas atrás han dejado huella en los suelos del Perú. A modo de ejemplo, y en el marco de las acciones para la identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos, en el año 2002 Perupetro S.A. efectuó un estudio documental que registró 8 944 pozos abandonados a nivel nacional².
4. Esta situación no es ajena a la del Lote 8, cuya población local percibe que existe deterioro significativo de ríos, cochas, lagunas y quebradas por la actividad petrolera como producto del vertido de aguas de producción a los ríos y quebradas por más de 30 años,³ y afectación a los suelos por los constantes derrames de crudo ocurridos dentro del referido lote.⁴
5. Considerando esta problemática, el presente informe tiene por finalidad presentar los resultados de las acciones de monitoreo ambiental del componente suelo realizado dentro del área de concesión del Lote 8, ámbito de la cuenca baja del Marañón, a fin de identificar los sitios contaminados por la actividad de hidrocarburos y evaluar la calidad del agua, sedimentos e hidrobiología.



2

R.H.
D.H.

1.1 Antecedentes

6. En el año 1971, se dio inicio a la fase de exploración del Lote 8 con el descubrimiento del campo Corrientes (Pozo 1-X), ubicado en el departamento de Loreto donde operaba la empresa Petróleos del Perú (en adelante, PETROPERÚ S.A.), y la perforación de otros pozos en las Locaciones de Capirona - Pavayacu, Yanayacu, Valencia-Nueva Esperanza y Chambira.

¹ Defensoría del Pueblo, 2015, Informe Defensorial 171: ¡Un llamado a la remediación!: avances y pendientes en la gestión estatal frente a los pasivos ambientales mineros e hidrocarburíferos, pág. 93.

² PERUPETRO, 2002 Informe Final de pasivos ambientales – Estudio de pozos ATA, APA y DPA (memorandum N° PESP-371,2002).

³ El vertido del agua de producción a quebradas y cochas en el Lote 8, se inicia en el año 1971, con la explotación de crudo por la empresa Petróleos del Perú PETROPERÚ, la cual concluyó el 2008, en el que Pluspetrol Norte S.A. da a conocer la reinyección del 100% de agua de producción en el Lote 8. (Informe Ambiental Anual 2012).

⁴ Para el año 2013 Pluspetrol Norte S.A. reporto al OEFA más de 22 derrames de crudo para el Lote 8 (Reporte preliminar de Emergencias Ambientales del OEFA 2013).



7. El 20 de julio de 1996⁵, Petróleos del Perú S.A. (en adelante, PETROPERÚ) cedió el total de su participación en el "Contrato de Licencia para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 8 - Selva", a favor de las empresas Pluspetrol Perú Corporation Sucursal del Perú, Korea Petroleum Development Corporation Sucursal Peruana, Daewoo Corporation Sucursal Peruana, y Yokong Limited Sucursal Peruana⁶.
8. Pluspetrol Peru Corporation Sucursal del Perú (Pluspetrol Peru Corporation S.A.), a través de una escisión parcial celebrada el 1 de mayo de 2002, transfirió todos los activos, obligaciones y cuentas patrimoniales vinculadas a las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en el contrato de licencia por el Lote 8, a la nueva sociedad Pluspetrol Norte S.A.
9. El 21 de junio de 2002, Pluspetrol Perú Corporation S.A. comunicó a Perupetro S.A. la escisión realizada, en virtud de la cual, los activos y responsabilidades escindidas se transferían a Pluspetrol Norte S.A., a título universal; asumiendo así todos los derechos y obligaciones derivados del contrato de concesión. Ello, de conformidad con el numeral 2.1 de la cláusula segunda de la modificación del contrato, aprobado por Decreto Supremo N° 048-2002-EM, cuyo texto es el siguiente:

"CLAUSULA SEGUNDA

2.1 En virtud de la escisión parcial PLUSPETROL NORTE S.A., otorga todas las garantías y asume todos los derechos, responsabilidades y obligaciones de PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A. derivadas del CONTRATO (...)"

10. Por tanto, dado que a través del contrato de concesión —y sus modificatorias— se realizó la transferencia de derechos y obligaciones escindidos a favor de Pluspetrol Norte S.A. sin limitantes de causalidad o temporalidad, dicha empresa se subrogó como único responsable respecto de los impactos ambientales que se hubieren generado en el referido Lote antes de la transferencia; y de aquellos impactos producidos con posterioridad a dicha transferencia.
11. En el año 2006, mediante Resolución Ministerial N° 760-2006-MEM/AEE⁷, se aprobó el Plan Ambiental Complementario (PAC⁸) para el Lote 8, en el que la empresa Pluspetrol asume el compromiso de reinyectar el 100% de las aguas de producción.

⁵ El referido contrato fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 030-96-EM, publicado en el diario oficial "El Peruano" el 22 de julio de 1996.

⁶ Mediante Decreto Supremo N° 028-2002-EM del 5 de setiembre de 2002 se modificó el contrato mencionado, especificando el porcentaje de participación de cada una de dichas empresas, estando conformado el contratista en la siguiente proporción:

- Pluspetrol Perú Corporation S.A.60%
- Korea National Oil Corporation, Sucursal peruana20%
- Daewoo International Corporation, Sucursal Peruana ...11 2/3 %
- SK Corporation, Sucursal Peruana8 1/3 %

No obstante ello, los Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) para realizar actividades en el Lote 8, fueron aprobados solo a favor de Pluspetrol Norte S.A., siendo esta empresa la única que viene operando en dicho lote.

⁷ Resolución Ministerial N° 760-2006-MEM/AEE del Ministerio de Energía y Minas, de fecha 05 de diciembre de 2006.

⁸ Los Planes Ambientales Complementarios (PAC), se originaron a fin de complementar los compromisos asumidos dentro de los instrumentos de gestión ambiental (PAMA, PMA y otros) e identificar y recuperar las áreas degradadas dentro de algunas actividades extractivas.

e identifica 27 sitios contaminados a remediar en las Locaciones Corrientes, Pavayacu - Capirona, Valencia - Nueva Esperanza y Yanayacu.

12. Posteriormente, mediante Resolución Suprema N° 200-2012-PCM⁹, se creó la "Comisión Multisectorial adscrita a la Presidencia del Consejo de Ministros, encargada de analizar, diseñar y proponer medidas que permitan mejorar las condiciones sociales y ambientales de las comunidades ubicadas en las cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto" (en adelante, La **Comisión Multisectorial**)¹⁰.
13. La Comisión Multisectorial estuvo conformada por dos grupos de trabajo: el grupo de trabajo social y el grupo de trabajo ambiental (del cual formó parte el OEFA)¹¹. Como parte acciones de este último grupo, el OEFA realizó el primer monitoreo ambiental participativo de la calidad de suelos, agua superficial y efluente doméstico en la Locación Yanayacu y el derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.
14. Este primer ingreso fue realizado del 12 al 16 de setiembre de 2013, y sus resultados fueron presentados mediante Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA. En esta primera evaluación se logró identificar los siguientes puntos críticos:

Tabla 1-1: Puntos de muestreo identificados como críticos en el Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA (intervención realizada del 12 al 16 de setiembre de 2013)

N°	Descripción	Código	Parámetro que excede la Norma	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 M	
				Este	Norte
1	Puntos de muestreo en el Derecho de Vía del Oleoducto Yanayacu – Saramuro	S03	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈) Fracción (C ₂₈ -C ₄₀), Arsénico, Cadmio, Plomo	508 712	9 470 965
2		S04	Cadmio Plomo	506 629	9 463 981
3		S06	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈) Fracción de hidrocarburos (C ₂₈ -C ₄₀), Bario, Cadmio, Plomo	507 927	9 468 333
4		S07	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈) Fracción de hidrocarburos (C ₂₈ -C ₄₀), Cadmio	507 894	9 468 227
5		S08	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈) Fracción de hidrocarburos (C ₂₈ -C ₄₀), Bario, Cadmio, Plomo	507 773	9 467 831
6		S09	Cadmio, Plomo	507 403	9 466 593
7		S10	Bario, Cadmio, Plomo	506 987	9 465 197
8		S12	Bario, Cadmio, Plomo	506 283	9 462 847

⁹ Resolución Suprema N° 200-2012-PCM de la Presidencia del Consejo de Ministros, de fecha 28 de junio de 2012.

¹⁰ La Comisión Multisectorial estuvo conformada por la Presidencia del Consejo de Ministros – PCM, quien la presidió; el Ministerio del Ambiente – MINAM, Ministerio de Agricultura – MINAGRI, Ministerio de Cultura, Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social – MIDIS, Ministerio de Educación – MINEDU, Ministerio de Economía y Finanzas – MEF, Ministerio de Energía y Minas – MINEM, Ministerio de Salud – MINSA, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Gobierno Regional de Loreto, Autoridad Nacional del Agua – ANA, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – OSINERGMIN, PERUPETRO S.A., y la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA.

¹¹ El grupo de trabajo ambiental se encontró presidido por el Ministerio del Ambiente – MINAM, e integrado por el Ministerio de Energía y Minas – MINEM, la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – OSINERGMIN, y la Autoridad Nacional del Agua – ANA.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Nº	Descripción	Código	Parámetro que excede la Norma	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 M	
				Este	Norte
9	Puntos de muestreo en la Locación: Yanayacu	S14	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario, Plomo	506 069	9 462 170
10		S15	Bario, Cadmio, Plomo	506 020	9 462 163
11		S16	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈)	506 057	9 462 150
12		S17	Bario, Plomo	506 048	9 462 126
13		S19	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario, Cadmio, Plomo	506 000	9 459 403
14		S22	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario	506 009	9 459 564
15		S24	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario, Cadmio, Plomo	506 073	9 459 515
16		S27	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Fracción de hidrocarburos (C ₂₈ -C ₄₀)	506 169	9 459 674
17		S29	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈)	506 289	9 459 942
18		S34	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario	506 355	9 460 119
19		S31	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈)	506 502	9 460 110
20		S32	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario	506 516	9 460 138
21		S33	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈) Fracción de hidrocarburos (C ₂₈ -C ₄₀), Bario, Plomo	506 421	9 460 126
22		S35	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario, Plomo	506 332	9 460 181
23		S37	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Bario	506 494	9 460 210
24		S38	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈)	506 392	9 460 259
25		S39	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈) Fracción de hidrocarburos (C ₂₈ -C ₄₀)	506 349	9 460 279
26	S52	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈), Cadmio	505 548	9 460 840	
27	S59	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈)	505 219	9 461 035	

Fuente: Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA

15. El 15 de mayo de 2014 el Ministerio del Ambiente - MINAM, declaró en Emergencia Ambiental (**DEA**) la parte baja de la cuenca del río Marañón, mediante la Resolución Ministerial N° 136-2014-MINAM que aprueba el Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la atención de la emergencia ambiental antes referida.
16. Con posterioridad a la ejecución de este monitoreo, el 31 de marzo de 2014, mediante Resolución Suprema N° 119-2014-PCM, se creó la Comisión Multisectorial denominada "Desarrollo de las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón" (en adelante, la **Comisión**), en cumplimiento del compromiso asumido por la PCM con los representantes de la Federación Indígena Quechua del Pastaza (FEDIQUEP), Federación de Comunidades Nativas del Corrientes (FECONACO), Asociación Cocama de Desarrollo y Conservación San Pablo de Tipishca (ACODECOSPAT) y Federación de Comunidades Nativas del Tigre (FECONAT).
17. La finalidad de la Comisión es proponer medidas que permitan mejorar las condiciones sociales y ambientales de las poblaciones de las cuencas en los distritos de Pastaza, Andoas, Tigre, Trompeteros, Urarinas y Parinari, a efectos de favorecer el desarrollo integral de las cuencas y apoyar la implementación de los proyectos de desarrollo públicos y/o privados. En el marco de dicha Comisión de Desarrollo se realizó el primer monitoreo ambiental participativo de calidad de suelos en el terminal Yanayacu y el tramo final del Oleoducto Corrientes - Saramuro del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



2
RS
RA



18. Dicho monitoreo fue realizado el 27 y 28 de junio de 2014, y sus resultados fueron presentados mediante Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA. En esta evaluación se logró identificar los siguientes puntos críticos:

Tabla 1-2: Puntos de muestreo identificados como críticos en el Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA (intervención realizada los días 27 y 28 de junio de 2014)

N°	Descripción	Código	Parámetro que excede la Norma	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 M	
				Este	Norte
1	Puntos de muestreo en el terminal Yanayacu	S01	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈)	509 664	9 475 910
2		S06	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈) Fracción de hidrocarburos (C ₂₈ -C ₄₀)	509 662	9 476 129
3	Ubicado en el tramo final del Oleoducto Corrientes - Saramuro, a 10 m de la zona externa de la estación 1 de PETROPERÚ S.A.	S11	Fracción de hidrocarburos (C ₁₀ -C ₂₈)	508 740	9 478 560

Fuente: Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA

19. En el marco de la Comisión de Desarrollo, el 10 de marzo de 2015, se suscribió un acta (en adelante, el **Acta de Lima**) entre los representantes de FEDIQUEP, FECONACO, ACODECOSPAT, FECONAT, PCM (a través del Alto Comisionado de la Oficina Nacional de Diálogo y Sostenibilidad), un representante del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, el **OEFA**) y otras autoridades; en dicho documento se consigna una Matriz de Acciones para el Desarrollo de las Cuatro (04) Cuencas. El texto consignado en el ítem 12, referido al **Lote 8**, expresa lo siguiente:

"OEFA se encuentra elaborando la evaluación y monitoreo de suelos correspondiente al referido lote, en la cuenca del Marañón, cuyos resultados permitirán notificar al operador responsable del lote los sitios impactados y dar inicio al proceso de elaboración y aprobación del respectivo Plan de descontaminación de Suelos"¹².



20. A fin de culminar el trabajo de identificación de sitios contaminados en el Lote 8 conforme a lo referido en el Acta de Lima, el OEFA realizó un segundo monitoreo ambiental en la Locación Yanayacu, oleoducto Yanayacu - Saramuro, Terminal Yanayacu, y en el tramo final del Oleoducto Corrientes - Saramuro del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A., en las siguientes fechas: (i) Locación Yanayacu y oleoducto Yanayacu - Saramuro: del 27 de octubre al 05 de noviembre de 2014; (ii) Terminal Yanayacu y tramo final del oleoducto Corrientes - Saramuro: del 15 al 21 de mayo de 2015; con la finalidad de realizar acciones destinadas a la identificación de sitios contaminados, considerando los puntos críticos descritos en el Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA y el Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA, respectivamente.
21. Adicionalmente, en el Oleoducto Corrientes - Saramuro se realizó la identificación de sitios contaminados del 15 al 21 de mayo de 2015, a efectos de complementar una evaluación que comprenda todo el ámbito del Lote 8.

¹² Ítem 12 de la Matriz de acciones, anexo al Acta del 10 de marzo de 2015.



1.2 Objetivos

22. Identificar sitios contaminados (suelo) generados por la actividad de hidrocarburos en el Lote 8, ámbito de la cuenca baja del Maraón (Locación Yanayacu, Oleoducto Yanayacu – Saramuro y Oleoducto Corrientes – Saramuro) de Pluspetrol Norte S.A.
23. Interpretar los resultados de calidad ambiental de los componentes agua superficial, sedimento e hidrobiología (fitoplancton) en la Laguna PAC 5 y Laguna PAC 1,3, que están contempladas en el Plan Ambiental Complementario (PAC) del Lote 8 de la empresa Pluspetrol Norte S.A., así como en la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu ubicados en el tramo del Derecho de Vía del Oleoducto Yanayacu – Saramuro.

1.3 Alcance de Estudio

24. Mediante el presente informe se busca evaluar aquellos componentes en el Lote 8 (ámbito de la cuenca baja del Maraón), que podrían verse influenciados por actividades cuya fiscalización son de competencia directa del OEFA.¹³
25. La identificación de sitios contaminados en el componente suelo generados por la actividad de hidrocarburos se realizó en dos sectores del área evaluada:
 - Locación Yanayacu, Oleoducto Yanayacu – Saramuro y Terminal Yanayacu; considerando para ello los puntos de muestreo (denominados puntos críticos) que excedieron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo de Uso Agrícola en al menos un parámetro, los cuales se encuentran descritos en el Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA y el Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA.
 - Oleoducto Corrientes – Saramuro; considerando para ello los puntos de muestreo establecidos sobre la base de los reportes de emergencias ambientales emitidos por Pluspetrol Norte S.A.¹⁴

26. Asimismo, como respuesta al Acta de Reunión de Trabajo realizada en Iquitos el 26 de julio de 2013, se realizó la evaluación ambiental de los componentes agua superficial, sedimento e hidrobiología en las lagunas contempladas en el Plan Ambiental Complementario - PAC del Lote 8, denominadas Laguna PAC 1,3 y Laguna PAC 5, así como en la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu.

1.4 Área de Estudio

27. El área evaluada se encuentra en la Intercuenca Media, Media Baja y Baja del Maraón, donde se encuentra la Locación Yanayacu y el Oleoducto Corrientes –

¹³ Reglamento de la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental – SINEFA, Artículo 24.- Alcance de la Función Evaluadora a efectos de brindar soporte técnico para las acciones de fiscalización ambiental que le han sido transferidas, así como para las acciones de supervisión a las EFA en su condición de ente rector del SINEFA. La información que se genera como consecuencia de ella sirve de sustento para el inicio de las acciones de supervisión, ya sea directa o a través de las EFA.

¹⁴ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, 2014 – D. Reporte preliminar de Emergencias Ambientales del Lote 8, recuperado el 14 de mayo de 2014 de dirección electrónica lfajardo@oefa.gob.pe.

Saramuro del Lote 8, en los distritos Urarinas y Parinari de la provincia y departamento de Loreto (*ver Mapa en el Anexo F*).

2.0 MÉTODOS

28. Para lograr los objetivos establecidos en el Plan de Trabajo de Identificación de Sitios Contaminados, se inició con trabajos en gabinete que consistieron en la recopilación de información del yacimiento Yanayacu y el Oleoducto Corrientes - Saramuro, elaboración del plan de trabajo, análisis de la geología regional y la elaboración de los mapas de ubicación de los puntos de muestreo a través de la herramienta SIG. En ese sentido, se estableció la siguiente metodología de acuerdo a los dos objetivos planteados: identificación de sitios contaminados y evaluación de la calidad ambiental.

2.1 Identificación de sitios contaminados

29. La metodología utilizada para la identificación de sitios contaminados fue la descrita en la guía para muestreo de suelos, muestreo de identificación aprobada por Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM; adicionalmente se consideró indicios y hechos verificados en campo tales como:

- (i) Presencia de vegetación muerta;
- (ii) Áreas con fluidos oleosos o fluidos de color iridiscente¹⁵;
- (iii) Características organolépticas¹⁶;
- (iv) Presencia de suelo posiblemente removido en un intento de remediación y otros.

2.1.1 Puntos de muestreo en el Sector 1: Locación Yanayacu y Oleoducto Yanayacu - Saramuro

30. Para la identificación de sitios contaminados del Locación Yanayacu y Oleoducto Yanayacu - Saramuro se ingresó en dos oportunidades, como se detalla a continuación:
31. El segundo ingreso a la Locación Yanayacu para la identificación de sitios contaminados (en el componente suelo) se realizó del 27 de octubre al 05 de noviembre de 2014; en dicho monitoreo se obtuvieron sesenta (60) puntos de muestreo. Dicho monitoreo se realizó en base a los veintisiete (27) puntos de muestreo de suelos ya identificados en el primer ingreso realizado en el año 2013 y que excedieron los ECA para Suelo de Uso Agrícola en al menos un parámetro (Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA)¹⁷ (*ver Tabla 2-1*).

¹⁵ Iridiscente que muestra o refleja los colores del arcoíris. Definición en <http://www.wordreference.com/definicion/iridiscente>

¹⁶ Organoléptica, propiedad de un cuerpo que se puede percibir por los sentidos. Definición en <http://www.wordreference.com/definicion/organoléptica>

¹⁷ Informe de Monitoreo Ambiental Participativo de Calidad de Suelos, Agua Superficial y Efluente Doméstico en la cuenca del Río Marañón, yacimiento Yanayacu y Derecho de Vía del Oleoducto Yanayacu-Saramuro (Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.).



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Tabla 2-1: Ubicación de los puntos de muestreo en la Locación Yanayacu.

Descripción	Puntos críticos identificados en el Informe N° 20-2014-OEFA/DE-SDCA	Código de los puntos evaluados	Coordenadas UTM – WGS 84 Zona 18M		Altitud (msnm)
			Norte	Este	
Derecho de vía del oleoducto Yanayacu – Saramuro.	S03	S25-A	9 470 962	508 703	108
		S25-B	9 470 975	508 710	102
		S25-C	9 470 980	508 731	102
		S25-D	9 470 970	508 737	102
Derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro. Zona de derrame de crudo en pleno trabajo de remediación.	S06, S07	S27-A	9 468 217	507 890	102
		S27-B	9 468 337	507 927	104
		S27-C	9 468 261	507 989	105
		S27-D	9 468 223	507 982	102
Derecho de vía del oleoducto Yanayacu – Saramuro.	S08	S29-A	9 467 836	507 779	103
		S29-B	9 467 824	507 784	105
Derecho de vía del oleoducto Yanayacu – Saramuro.	S09	S30-A	9 466 598	507 409	102
		S30-B	9 466 586	507 406	102
Derecho de vía del oleoducto Yanayacu – Saramuro.	S10	S31-A	9 465 204	506 993	102
		S31-B	9 465 188	506 991	103
Quebrada Winston.	S04	S26-A	9 463 985	506 633	106
		S26-B	9 463 974	506 625	107
Derecho de vía del oleoducto Yanayacu – Saramuro.	S12	S32-A	9 462 842	506 277	105
		S32-B	9 462 842	506 280	105
		S32-C	9 462 859	506 282	104
		S32-D	9 462 859	506 289	102
Plataforma 38X	S14, S15, S16, S17	S33-A	9 462 212	506 078	104
		S33-B	9 462 217	506 018	102
		S33-C	9 462 132	506 008	100
		S33-D	9 462 127	506 060	104
Lado oeste de la plataforma 60X.	S19	S-37 ^a	9 459 354	505 939	102
		S-37B	9 459 232	505 911	101
		S-37C	9 459 465	506 011	101
		S-37D	9 459 366	506 067	98
Al sur de la plataforma 60X.	S22, S24	S38-A	9 459 548	506 020	105
		S38-B	9 459 550	506 034	103
		S38-C	9 459 562	506 077	106
Derecho de vía de la Plataforma 60X.	S27, S29, S34	S41-A	9 459 594	506 137	105
		S41-B	9 459 598	506 130	103
		S41-C	9 459 749	506 202	104
		S41-D	9 460 063	506 329	104
		S41-E	9 460 067	506 320	104
		S41-F	9 460 122	506 327	102
Norte y Noreste de la Plataforma 32X.	S31, S32, S33	S43-A	9 460 101	506 499	108
		S43-B	9 460 114	506 467	108
		S43-C	9 460 094	506 523	111
		S43-D	9 460 146	506 483	103
		S44-A	9 460 103	506 411	106
		S44-B	9 460 086	506 439	108
		S44-C	9 460 116	506 442	103
		S44-D	9 460 125	506 414	104
Sur de la Plataforma 32X (Km. 1165 del derecho de vía).	S35	S46-A	9 460 185	506 315	101
		S46-B	9 460 150	506 317	104
		S46-C	9 460 148	506 336	105
Este y Sureste de la Plataforma 32X.	S37, S38, S39	S49-A	9 460 240	506 506	112
		S49-B	9 460 201	506 492	106
		S49-C	9 460 246	506 331	106
		S49-D	9 460 316	506 327	106
HP de la Batería 3, PAC 1 y 3 del Yacimiento Yanayacu.	S52	S50-A	9 460 829	505 495	109
		S50-B	9 460 808	505 547	107
		S50-C	9 460 849	505 735	112
		S50-D	9 460 866	505 726	105
Prolongación PAC 5	S59	S-51A	9 461 018	505 241	109
		S-51B	9 461 004	505 248	108
		S-51C	9 461 006	505 201	113
		S-51D	9 461 049	505 195	104

Fuente: Elaboración Propia.



2
RHS
RHS

**2.1.2 Puntos de muestreo en el Sector 2: Oleoducto Corrientes – Saramuro**

32. Para la identificación de sitios contaminados del Oleoducto Corrientes – Saramuro, se ingresó en dos oportunidades, las que se detallan a continuación:

- (i) El primer ingreso se realizó del 15 al 21 de mayo de 2015, en el que se logró obtener un total de cuarenta y uno (41) puntos de muestreo.
- (ii) El segundo ingreso se realizó del 13 al 27 de julio de 2015, en el que se obtuvieron doce (12) puntos de muestreo en base a los tres (03) puntos identificados en el primer monitoreo realizado en el año 2014 y que excedieron los ECA para Suelo en al menos un parámetro (Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA) (ver Tabla 2-2).

Tabla 2-2: Ubicación de los puntos de muestreo en el Oleoducto Corrientes – Saramuro

Descripción	Puntos críticos	Código de los puntos evaluados	Coordenadas UTM – WGS 84 Zona 18M		Altitud (msnm)
			Norte	Este	
Muestra de suelo tomada bajo la tubería de la Progresiva 156.27.	S01*	S1-A	9 475 915	509 670	104
		S1-B	9 475 911	509 673	104
		S1-C	9 475 912	509 664	104
		S1-D	9 475 911	509 665	104
Tomado al costado del depósito donde se observa kit de emergencia y generador inoperativo.	S06*	S6-A	9 476 138	509 666	108
		S6-B	9 476 130	509 670	108
		S6-C	9 476 132	509 659	108
		S6-D	9 476 126	509 650	108
Ubicado en el tramo final del oleoducto Corrientes – Saramuro, a 10 metros de la zona externa de la Estación 1 de PETROPERÚ S.A.	S11*	S11-A	9 478 562	508 750	90
		S11-B	9 475 561	508 752	90
		S11-C	9 478 564	508 757	90
		S11-D	9 478 565	508 752	90
Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	Km. 32+592	MSPAT1-A	9 546 964	485 484	134
		MSPAT1-B	9 547 054	485 486	134
		MSPAT1-C	9 547 015	485 454	134
		MSPAT1-D	9 547 037	485 445	134
Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	Km. 37+020	MSPAT2-A	9 543 245	487 325	133
		MSPAT2-B	9 543 220	487 331	133
		MSPAT2-C	9 543 240	487 317	133
		MSPAT2-D	9 543 222	487 320	133
Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	Km. 47+278	MSPAT3-A	9 534 284	491 596	132
		MSPAT3-B	9 534 176	491 642	132
		MSPAT3-C	9 534 167	491 608	132
		MSPAT3-D	9 534 207	491 558	132
		MSPAT3-E	9 534 217	491 602	132
Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	Km. 51+875	MSPAT4-A	9 530 005	493 320	129
		MSPAT4-B	9 530 022	493 357	129
		MSPAT4-C	9 530 031	493 349	129
		MSPAT4-D	9 530 029	493 319	129
Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	Km. 56+957	MSPAT5-A	9 525 207	494 771	130
		MSPAT5-B	9 525 173	494 751	130
		MSPAT5-C	9 525 178	494 782	130
		MSPAT5-D	9 525 146	494 782	130
Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	Km. 57+062	MSPAT6-A	9 525 041	494 761	130
		MSPAT6-B	9 524 054	494 801	130
		MSPAT6-C	9 524 959	494 823	130
		MSPAT6-D	9 525 077	494 793	130
Oleoducto T1 Corrientes - Saramuro	Km. 60+344	MSPAT7-A	9 522 380	496 236	125
		MSPAT7-B	9 522 380	496 243	125
		MSPAT7-C	9 522 369	496 249	125
		MSPAT7-D	9 522 372	496 238	125

Fuente: Elaboración Propia.

* Puntos críticos identificados en el Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA



2

EFA
EFA



2.1.3 Parámetros y estándar de comparación

- 33. La selección de parámetros de calidad de suelo estuvo determinada por la actividad extractiva presente en la zona, es así que se consideraron los siguientes parámetros: hidrocarburos fracción ligera (F1), hidrocarburos fracción media (F2), hidrocarburos fracción pesada (F3), metales totales por ICP - MS, cromo hexavalente, pH en pasta, hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP) y extracción secuencial de metales pesados por la metodología de Tessier.
- 34. Los resultados de análisis de las muestras de suelo obtenidos fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Asimismo, se realizó una comparación adicional, con los valores de referencia y valores de fondo descritos en el Informe N° 022-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI. Ver Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Parámetros considerados en el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo

N°	Parámetros	ECA
		Suelo Agrícola (mg/Kg)
1	C ₅ -C ₁₀	200
2	C ₁₀ -C ₂₈	1200
3	C ₂₈ -C ₄₀	3000
4	Benzo (a) pireno	0,1
5	Cromo VI	0,4
6	Arsénico	50
7	Bario	750
8	Cadmio	1,4
9	Mercurio	6,6
10	Plomo	70

Fuente: Elaboración Propia.



2

Rs
Rt

2.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

35. Para la evaluación de la calidad ambiental en los componentes agua, sedimento e hidrobiología, se tomaron muestras en nueve (09) puntos, distribuidos de la siguiente manera: tres (03) en la Laguna PAC 5, cuatro (04) en la Laguna PAC 1,3, uno (01) en la quebrada Huishto Yanayacu y uno (01) en el bajjal Yanayacu (ver Tabla 2-4).

Tabla 2-4: Descripción y coordenadas de los puntos de muestreo de agua superficial en el Yacimiento Yanayacu de Pluspetrol Norte S.A.

Código	Descripción	Coordenadas UTM/WGS 84 Zona 18 M		
		Este	Norte	Altitud (msnm)
LPAC 1,3-1	Laguna PAC 1,3	505 756	9 460 917	106
LPAC 1,3-2	Laguna PAC 1,3	505 696	9 460 984	107
LPAC 1,3-3	Laguna PAC 1,3	505 710	9 461 038	108
LPAC 1,3-4	Laguna PAC 1,3	505 796	9 460 960	108
LPAC 5-1	Laguna PAC 5	505 312	9 461 188	107
LPAC 5-2	Laguna PAC 5	505 322	9 461 067	105
LPAC 5-3	Laguna PAC 5	505 273	9 461 102	104
QH-01	Quebrada Huishto Yanayacu, 10 m aguas abajo del derecho de vía del ducto.	506 643	9 464 000	106
BY - 01	Bajjal Yanayacu, 50 m aguas arriba de la confluencia con el río Marañón	509 630	9 476 072	101

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.1 Componente Agua

36. Para la toma de muestras de agua superficial se consideró el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial, aprobado por la Autoridad Nacional de Agua mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA.
37. En cuanto, a la conservación y preservación de las muestras de agua superficial se siguió el procedimiento establecido por el Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C., el cual se encuentra acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (en adelante INACAL), y que fue responsable del análisis de las muestras.
38. La temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto fueron registrados usando un equipo llamado Multiparámetro WTW, modelo Multi 340i. Este equipo fue previamente calibrado por un laboratorio acreditado por el INACAL, siendo las características las que se muestran en la Tabla 2-5. El certificado de calibración del equipo Multiparámetro WTW, modelo Multi 340i se encuentra en el Anexo H.

Tabla 2-5: Características del Multiparámetro utilizado

Equipo	Parámetros	Unidad	Rango o Límite de Cuantificación	Fecha de Calibración
Multiparámetro portátil WTW Multi 340i	Temperatura	°C	-10 a 55	Noviembre, 2013
	pH	Unidades de pH	0 a 14	
	Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	0 - 19,99	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	0 -19,99	

Fuente: Elaboración Propia.

39. Las muestras de agua superficial para el análisis de aceites y grasas e hidrocarburos totales de petróleo (TPH) se tomaron de la superficie del cuerpo de agua en sentido



contrario a la corriente, debido a que tienden a flotar en ella por ser compuestos de menor densidad. Durante la colecta de las muestras se manipularon los frascos de manera apropiada para evitar la formación de burbujas.

40. Las botellas y preservantes para la toma de muestras de agua superficial fueron proporcionadas por el Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C. Asimismo, se utilizó un material distinto para cada botella (plástico, vidrio ámbar, etc.) dependiendo del parámetro a analizarse. Cabe señalar, que se debe distinguir las botellas destinadas a la colecta de las muestras de agua superficial para el análisis de metales, ya que estas botellas reciben un lavado especial para eliminar trazas que puedan haberse generado en la fabricación de las mismas. Dichas muestras se almacenaron permanentemente en posición vertical en un cooler con bolsas de hielo en gel con el fin de mantenerlas a una temperatura de 4°C. Las muestras de agua superficial para el análisis correspondiente fueron remitidas al Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C., con las respectivas cadenas de custodia.
41. Los resultados reportados por el laboratorio fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, correspondiente a la Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático, para Lagos y Lagunas y ríos de la Selva). En cuanto, a los parámetros no contemplados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - Agua, se compararon referencialmente con los estándares de la Guía Canadiense de la Calidad Ambiental (CEQG)¹⁸ para la Protección de la Vida Acuática en el Ámbito Continental.
42. En el caso, del parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) se utilizó referencialmente la Norma Oficial Ecuatoriana 2002, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua la cual considera 0,5 mg/L como límite máximo permisible.
43. Los métodos de análisis empleados por el Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C, así como los límites de cuantificación y Estándares de Calidad Ambiental de comparación para cada parámetro figuran en la Tabla 2-6.



2

Tabla 2-6: Método de Análisis y Límites de Cuantificación Empleados por el Laboratorio, así como los Estándares de Calidad Ambiental para agua superficial

Parámetro	Método de Referencia	Límite de Cuantificación (mg/L)	ECA Agua Categoría 4		CEQG (mg/L)	
			Lagos y Lagunas	Ríos de Selva	Corto plazo	Largo plazo
Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500 Cr-B	0,02	0,05	0,05	---	---
Fenoles	EPA 420,1 1999	0,0010	0,001	0,001	---	---

¹⁸ CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines): Valores Guía para la Protección de la Vida Acuática (Aguas Continentales).

Corto plazo:

Los valores guía de exposición a corto plazo se emplean para estimar los efectos graves y para proteger a la mayoría de las especies contra la letalidad durante eventos intermitentes y transitorios (por ejemplo eventos de derrames en ambientes acuáticos receptores, poco frecuentes sustancias no persistentes o de corta vida).

Largo plazo:

Los valores guía de exposiciones a largo plazo, están diseñados para proteger contra los efectos negativos durante exposiciones indefinidas.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Parámetro	Método de Referencia	Límite de Cuantificación (mg/L)	ECA Agua Categoría 4		CEQG (mg/L)	
			Lagos y Lagunas	Ríos de Selva	Corto plazo	Largo plazo
Sulfuros de hidrógeno (H ₂ S) Indisociable	EPA 376.2 1999SM 4500 S2- H, 21St Edition. 2005	0,002	0,002	0,002	---	---
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	EPA 8015 C, febrero de 2007	0,20	Ausencia	Ausencia	---	---
Aceites y grasas	EPA 1664, febrero 2010	1	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	---	---
Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF	3	<=25	<=25-400	---	---
Cloruros	EPA 325.3 1999	1	---	---	640	120
Boro total y disuelto (B)	EPA 200.8, Revisión 5.4 1999	0,0012	---	---	29	1,5
Níquel total y disuelto (Ni)		0,0004	0,025	0,025		
Cobre total y disuelto (Cu)		0,0001	0,02	0,02		
Zinc total y disuelto (Zn)		0,0002	0,03	0,3		
Arsénico total y disuelto (As)		0,0004	0,01	0,05		
Selenio total y disuelto (Se)		0,0002	---	---	---	0,001
Molibdeno total y disuelto (Mo)		0,0002	---	---	---	0,073
Plata total y disuelto (Ag)		0,0002	---	---	---	0,0001
Cadmio total y disuelto (Cd)		0,0002	0,004	0,004	---	---
Bario total y disuelto (Ba)		0,0004	0,7	1	---	---
Mercurio total y disuelto (Hg)		0,0001	0,0001	0,0001	---	---
Talio total y disuelto (Tl)		0,0003	---	---	---	0,0008
Plomo total y disuelto (Pb)		0,0002	0,001	0,001	---	---
Uranio total y disuelto (U)		0,0003	---	---	0,033	0,015
Hierro total y disuelto (Fe)		0,0031	---	---	---	0,3

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.2 Componente Sedimento

44. La evaluación de la calidad ambiental del componente sedimentos incluyó el análisis de los siguientes parámetros: granulometría, hidrocarburos totales de petróleo (TPH), hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP), metales totales, cromo hexavalente y extracción secuencial de metales pesados por la metodología de Tessier¹⁹.

¹⁹ La metodología de especiación secuencial química propuesta por Tessier (1979), reproduce las condiciones fisicoquímicas sobre matrices ambientales, considerando cinco fases que definen asociaciones de los metales pesados a los diversos constituyentes del suelo con distintas energías de enlace; dicho método se aplica de forma secuencial sobre la misma porción de muestra.

El esquema de Tessier (1979) consiste en la aplicación de extractantes selectivos en una secuencia, para determinar las formas de la solubilidad decreciente de los elementos metálicos.

Extracción	Fracción	Fundamento
Extracción 5 (F5)	Fracción Residual	Son metales ligados a los minerales, formando parte de sus estructuras cristalinas. La liberación de metales de esta fase, en un período razonable de tiempo es ciertamente improbable.



45. Las muestras de sedimentos se tomaron siguiendo el procedimiento para el muestreo de aguas y sedimentos elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia. Asimismo, se tomaron en cuenta las recomendaciones del laboratorio AGQ Perú S.A.C., para la preservación y conservación de las muestras.
46. El muestreo de sedimentos se llevó a cabo utilizando un Barreno *River Side*, de 1,2 m de longitud, al que se acoplaron hasta tres (03) extensiones de 1,5 m cada una, dependiendo de la pendiente de la quebrada y profundidad de las lagunas evaluadas.
47. Los sedimentos colectados para el análisis del parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) fueron colocados en frascos de vidrio ámbar y para el análisis de Metales fueron colectados en bolsas de plástico con cierre hermético. Ambos tipos de muestra se colocaron en un cooler con bolsas de hielo en gel. Cada frasco o bolsa contenía aproximadamente 1 kg de sedimentos, los cuales fueron remitidos al Laboratorio AGQ Perú S.A.C. para su análisis respectivo.
48. Para la interpretación de los resultados obtenidos por el laboratorio, se utilizaron referencialmente los Estándares de Calidad Ambiental Canadiense (CEQG, 2002)²⁰; dicha norma presenta un estándar científico adecuado para observar efectos biológicos adversos en sistemas acuáticos; y para el parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) se utilizó la Guía de los Países Bajos (The New Dutchlist, 2000)²¹ como se puede ver en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7: Parámetros de TPH totales según Norma Canadiense y Guía de los Países Bajos

Parámetro	Guía de los Países Bajos		Norma Canadiense (CEQG) ²²	
	A	B	ISQG	PEL
Arsénico	---	---	5,9	17
Cadmio	---	---	0,6	3,5
Cromo	---	---	37,3	90
Cobre	---	---	35,7	197
Mercurio	---	---	0,17	0,486
Plomo	---	---	35	91,3
Zinc	---	---	123	315
HTP (mineral oil)	50	5000	---	---

Fuente: Elaboración Propia.

Extracción (F4)	4	Metales ligados a la materia orgánica	Estos metales representan la fracción que se liberaría al pasar a condiciones oxidantes. Un caso típico es la deposición de los sedimentos anóxicos sobre superficies en contacto con la atmósfera.
Extracción (F3)	3	Metales asociados a Óxidos de hierro (Fe) y manganeso (Mn).	Los metales presentes en esta fase pasarán al agua en aquellas zonas donde el sedimento se encuentre bajo condiciones reductoras. Estos óxidos son sustancias de alto poder de adsorción y son termodinámicamente inestables en condiciones anóxicas (valores bajos de potencial redox).
Extracción (F2)	2	Metales ligados a Carbonatos	Se considera que los metales unidos a esta fase se liberarán al descender el pH de los sedimentos, al disolverse los metales precipitados en forma de carbonatos.
Extracción (F1)	1	Metales en forma de Iones Intercambiables	Éstos pueden ser fácilmente liberados de los sistemas acuáticos por pequeños cambios ambientales.

²⁰ Los Estándares de Calidad Ambiental Canadiense (CEQG, 2002) establecen dos tipos de valores: (i) ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines), que corresponde a límites por debajo de los cuales no se presentan efectos biológicos adversos y (ii) PEL (Probable Effect Level), que corresponden a concentraciones sobre las cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia.

²¹ Guía de los Países Bajos:
HTP: Hidrocarburos Totales de Petróleo
Valores óptimo u objetivos (Optimum or Target Values)
Valores de acción o intervención (Action or Intervention values)

2.2.3 Componente Hidrobiología

49. La colecta de las muestras para el análisis de fitoplancton cuantitativo se desarrolló tomando la muestra de manera directa, siguiendo las recomendaciones establecidas por el Laboratorio AGQ Perú S.A.C. Las muestras antes referidas fueron colocadas en frascos de polietileno de 1000 ml debidamente etiquetados con información del punto de muestreo (código, nombre del colector, fecha, entre otros).
50. Las muestras mencionadas anteriormente fueron preservadas con lugol al 1% (0,5 mL/100 mL de muestra) y fijados con formol al 10% para luego ser derivados al laboratorio acreditado para su respectivo análisis.
51. La interpretación de resultados se realizó en base a la composición y abundancia (densidad) de las especies registradas, permitiendo ser utilizados a través de medidas de diversidad para cuantificar el grado de heterogeneidad; así también se empleó material bibliográfico científico específico sobre las especies encontradas.
52. A continuación se detallan los análisis realizados:

- **Densidad:** Se define como el número total de individuos colectados en un área de muestreo determinada, en el caso del fitoplancton se expresa como el número de células/mL.
- **Riqueza Específica (S):** Es el número de especies encontradas en una muestra. Es el descriptor más simple de la estructura comunitaria.
- **Índice de Shannon (H')**: El índice de diversidad de Shannon (H') es un método ampliamente usado para calcular la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres, se expresa como:

$$H = -\sum_i^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

donde:

H : índice de diversidad de especies,

S : número de especies,

p_i : proporción del total de la muestra perteneciente a su especie.

- **Índice de Equidad de Pielou:** El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Magurran and McGill, 2011²³). Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies tienen la misma cantidad de individuos.

$$J = H' / H'_{max}$$

donde:

J : índice de equidad de Pielou,

²³ Magurran, A. E. and B. J. McGill (Eds.). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press, 2011.



2

RE
RE



H' : índice de diversidad de Shannon-Wiener,
 H'_{max} : $\ln(S)$,
 S : número de especies.

- **Riqueza de Margalef:** Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988²⁴ citado por UNMSM-MHN, 2014)²⁵ se expresa como:

$$d = (S - 1) / \ln N$$

donde:

d : índice de riqueza,
 S : número de géneros en la muestra,
 N : número total de individuos en la muestra.
 Es cero cuando hay una sola especie.

- **Diversidad Verdadera:** Permite obtener una interpretación intuitiva y fácilmente comparable de la diversidad de especies, siendo la unidad de medición el número efectivo de especies (Moreno *et al.*, 2011)²⁶.

$${}^1D = \exp(H')$$

donde:

1D : diversidad verdadera,
 H' : índice de Shannon.

La conversión de índices en diversidad verdadera facilita la interpretación de resultados.

- **Composición de Taxones Mayores o Frecuencia:** Se calculó en base al número de individuos de cada división, siendo la contribución en porcentaje con respecto al número total de individuos en cada muestra.

3.0 RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS

3.1 Resultados de análisis de calidad de suelo

53. El presente capítulo describe los resultados de la identificación de sitios contaminados (en el componente suelo) generados por la actividad de hidrocarburos en el Lote 8, ámbito de la cuenca baja del Marañón (Locación Yanayacu y el

²⁴ Magurran, A.E.. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, 1988.

²⁵ Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. Métodos de Colecta, Identificación y Análisis de Comunidades Biológicas: Plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. 2014.

²⁶ Moreno, C.; Barragán, F.; Pineda, E.; Pavón, N. Análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1249-1261, 2011.



Oleoducto Corrientes – Saramuro). El detalle de los resultados se presenta en el *Anexo I*.

54. Para el análisis de resultados se utilizó el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo de uso Agrícola aprobado por Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Cabe señalar, que el referido estándar de calidad solo presenta valores para hidrocarburos fracción F1 (C₅-C₁₀), hidrocarburos fracción F2 (C₁₀-C₂₈), hidrocarburos fracción F3 (C₂₈-C₄₀) y los metales: arsénico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cromo VI (Cr VI), mercurio (Hg) y plomo (Pb). Los análisis de laboratorio se detallan en la *Tabla 3-2*.
55. Aquellos parámetros no considerados en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo fueron comparados a manera referencial con los valores de nivel de fondo y nivel de referencia determinados en el Informe N° 022-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI, que se encuentra en el *Anexo K*, la cual determina dichos valores para dos Asociaciones de Suelo del departamento de Loreto.

Tabla 3-1: Parámetros analizados y número de puntos de muestreo de suelos

Parámetro analizado	Puntos en la Locación Yanayacu	Puntos en el Oleoducto Corrientes – Saramuro	Total
TPH - F1 (C ₅ - C ₁₀)	60	41	101
TPH - F2 (C ₁₀ - C ₂₈)	60	41	101
TPH - F3 (C ₂₈ - C ₄₀)	60	41	101
Cromo VI	60	41	101
pH en pasta	-	41	41
Cloruros	18	41	59
Azufre total	-	41	41
Metales totales por ICP - MS	60	41	101
Granulometría	18	-	18
Extracción secuencial por la metodología de Tessier	18	32	50
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares	18	1	19

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.1 Hidrocarburos Totales de Petróleo – TPH

- Fracción ligera – F1 (C₅ – C₁₀):

56. En la Locación Yanayacu, de los sesenta (60) puntos de muestreo, solamente el punto de código S27-D excedió el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola en la Fracción ligera (F1) con una concentración de 5 065 mg/Kg (*ver Gráfico 3-1*).
57. En el Oleoducto Corrientes – Saramuro, solamente el punto de código MSPAT1-C excedió el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola en la Fracción ligera (F1) con una concentración de 219 mg/Kg (*ver Gráfico 3-2*).

- Fracción media – F2 (C₁₀ – C₂₈):

58. En la Locación Yanayacu, de los sesenta (60) puntos de muestreo, solamente treinta y seis (36) puntos excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola en la Fracción media (F2), registrándose la mayor concentración en el punto de código S27-C con 224934 mg/Kg (*ver Gráfico 3-3*).





59. En el Oleoducto Corrientes – Saramuro, veintidós (22) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola en la Fracción media (F2), registrándose la mayor concentración en el punto de código MSPAT5-C con 165263 mg/Kg (*ver Gráfico 3-4*).
- **Fracción pesada – F3 (C₂₈ – C₄₀):**
60. En la Locación Yanayacu, de los sesenta (60) puntos de muestreo, solamente diecinueve (19) puntos excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola en la Fracción pesada (F3), registrándose la mayor concentración en el punto de código S27-C con 134 843 mg/Kg (*ver Gráfico 3-5*).
61. En el Oleoducto Corrientes – Saramuro, catorce (14) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola en la Fracción pesada (F3), registrándose la mayor concentración en el punto de código MSPAT5-C con 69 386 mg/Kg.
62. Cabe señalar que en los puntos (S1-A, S1-B, S1-C, S1-D, S6-A, S6-B, S6-C y S6-D) no se logró evidenciar suelo con hidrocarburos para las fracciones ligera (F1), media (F2) y pesada (F3) para el segundo ingreso (el primer ingreso fue en el año 2014, el cual se encuentra plasmado en el informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA), por lo que se presume que los hidrocarburos evidenciados durante el primer ingreso fueron removidos (*ver Gráfico 3-6*).



3.1.2 Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares - HAP

63. De los sesenta (60) puntos de muestreo, ubicados en la Locación Yanayacu solamente en un (01) punto de código S43-A excedió el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola, registrándose una concentración de 0,253 mg/Kg para Benzo(a) pireno (*ver Gráfico 3-7*).
64. El punto de muestreo ubicado en el Oleoducto Corrientes – Saramuro presentó valores por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio.

2



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-1: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción ligera (F1) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

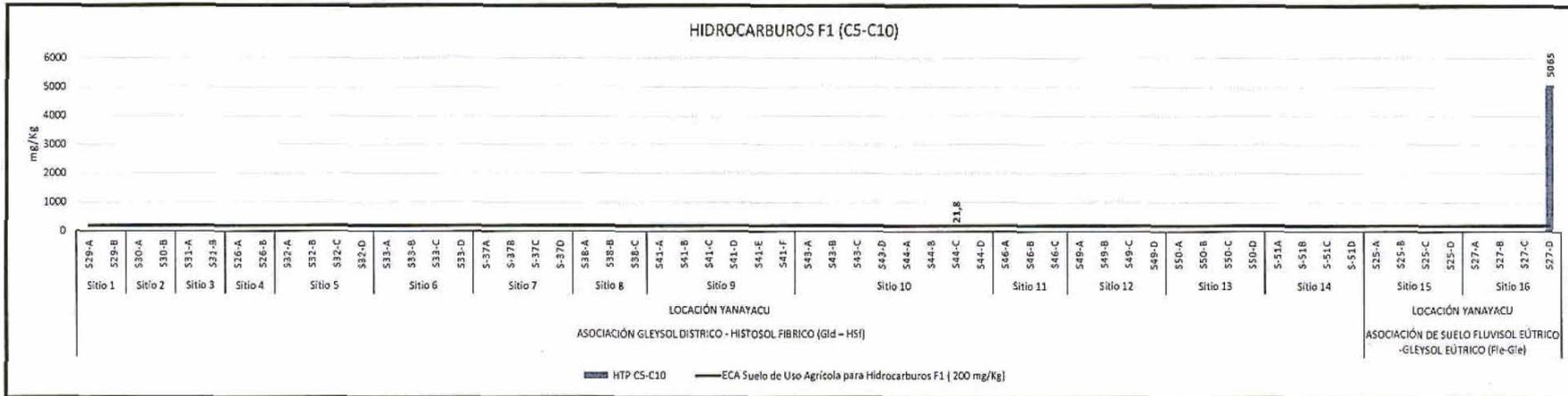
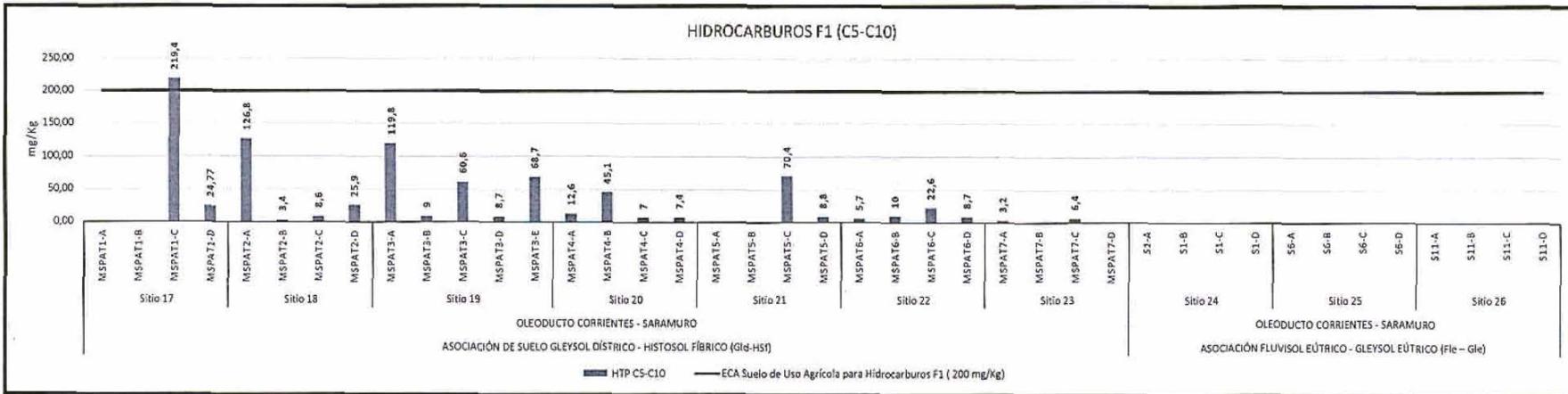


Gráfico 3-2: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción ligera (F1) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-3: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción media (F2) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

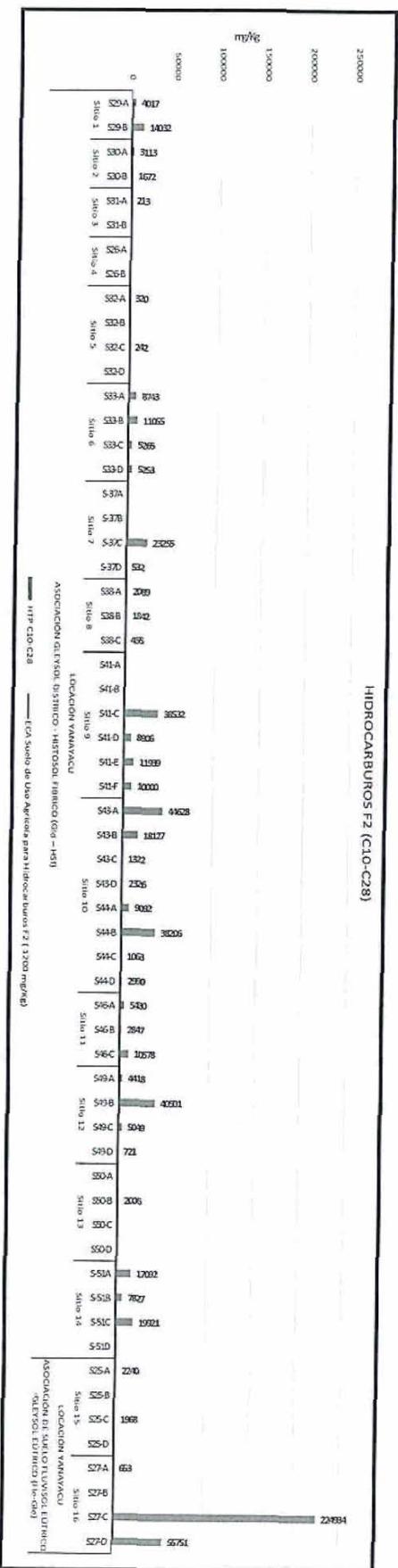
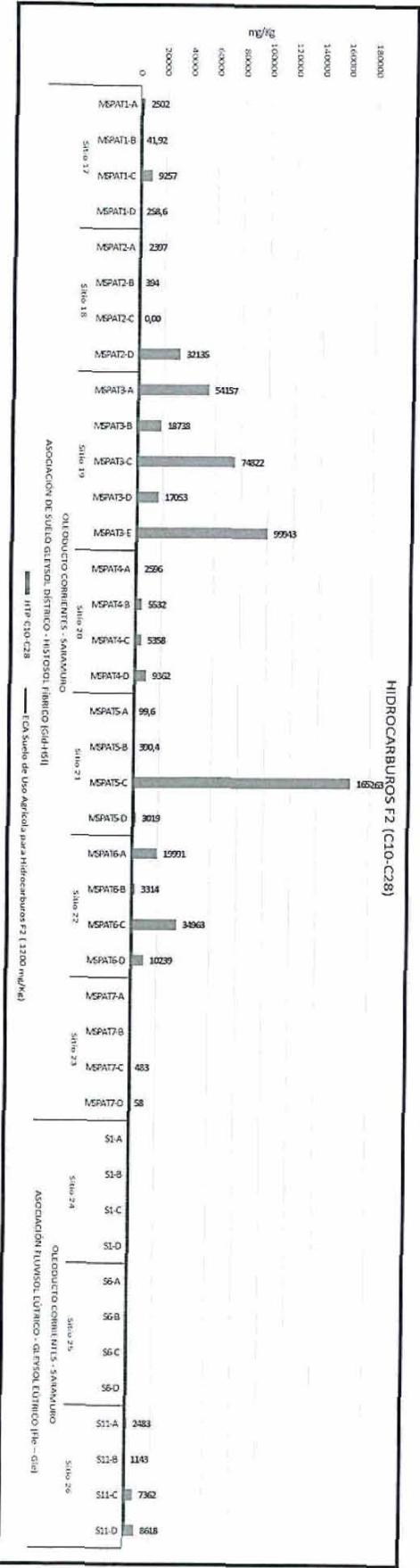


Gráfico 3-4: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción media (F2) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-5: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción pesada (F3) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

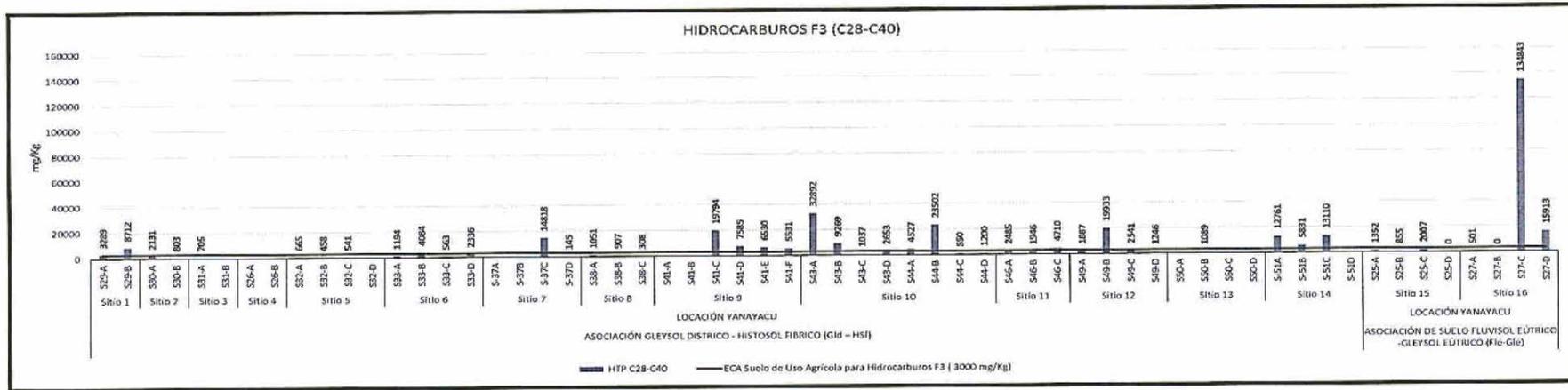
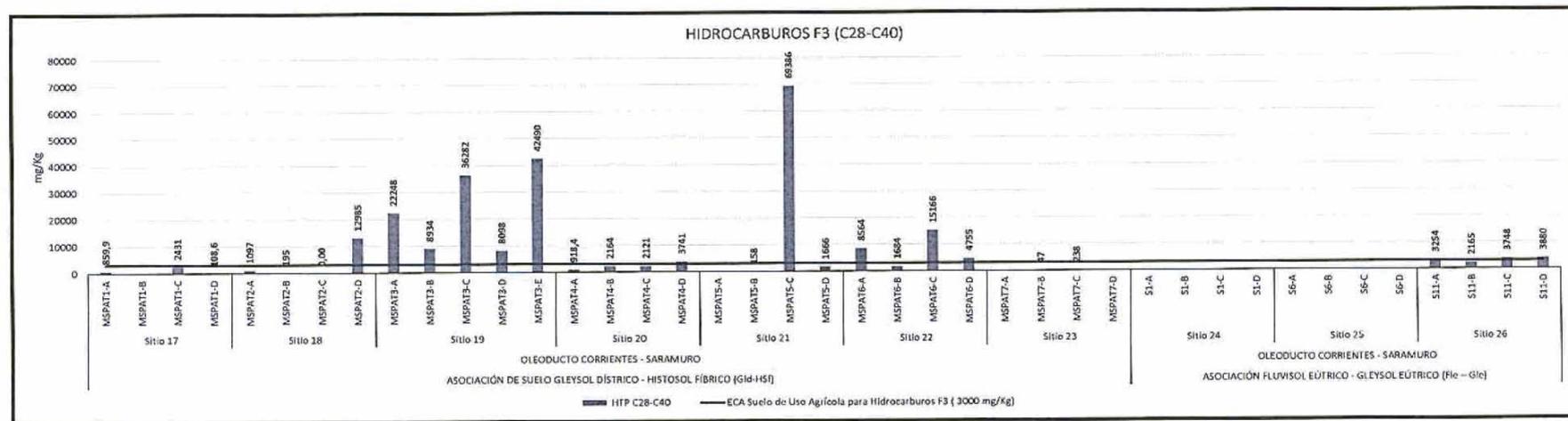


Gráfico 3-6: Resultado de análisis de hidrocarburos fracción pesada (F3) comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





PERÚ

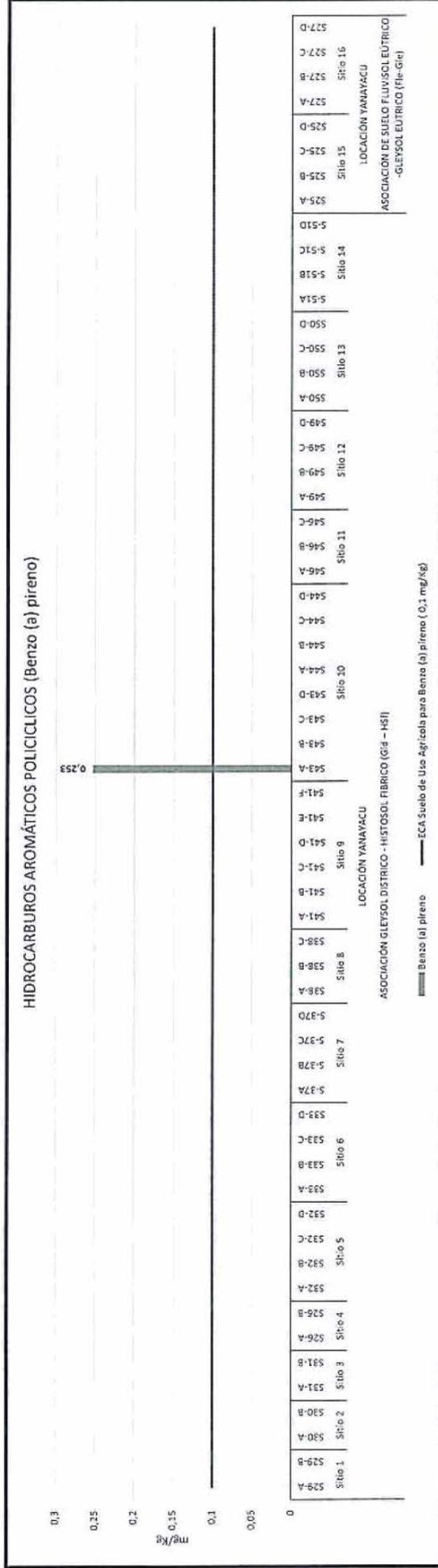
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-7: Resultado de análisis de Benzo (a) pireno comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.





3.1.3 Cromo VI

65. Las concentraciones de cromo VI en cuarenta y uno (41) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (*ver Gráfico 3-8*).
66. Las concentraciones de cromo VI en los cuarenta y uno (41) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio acreditado (*ver Gráfico 3-9*).

3.1.4 Mercurio Total

67. Las concentraciones de mercurio en todos los puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio acreditado, excepto en los puntos S25-A, S30-A, S44-D, S46-B y S46-C que presentaron concentraciones por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (*ver Gráfico 3-10*).
68. Las concentraciones de mercurio en diez (10) de los cuarenta y uno (41) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio acreditado, mientras que los treinta y un (31) puntos restantes presentaron concentraciones por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (*ver Gráfico 3-11*).



2

RS
ST

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-8: Resultado de concentración de Cromo VI comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

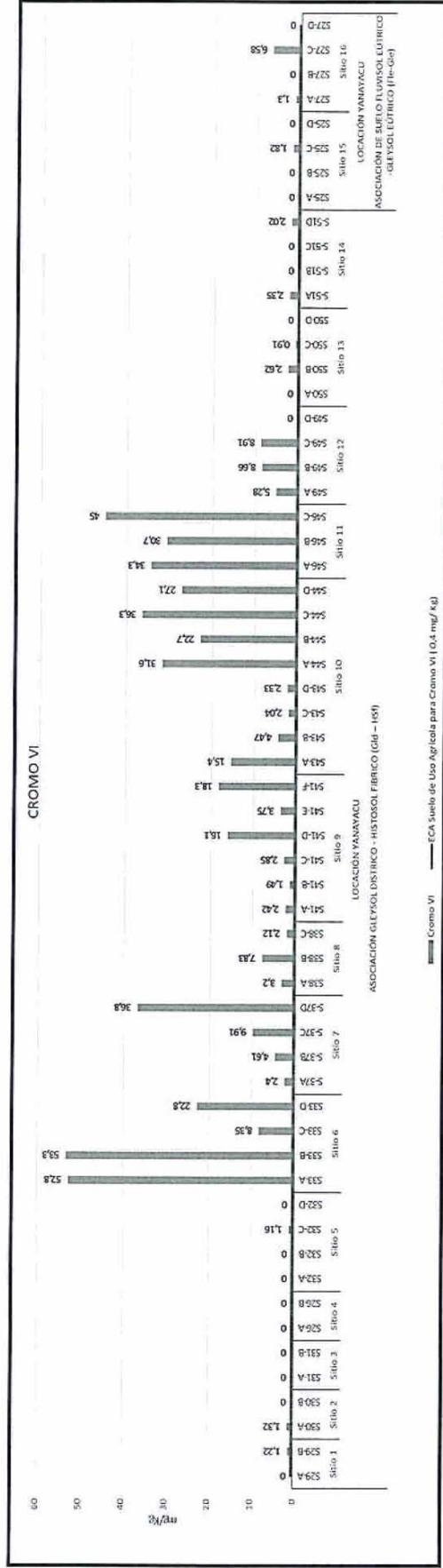
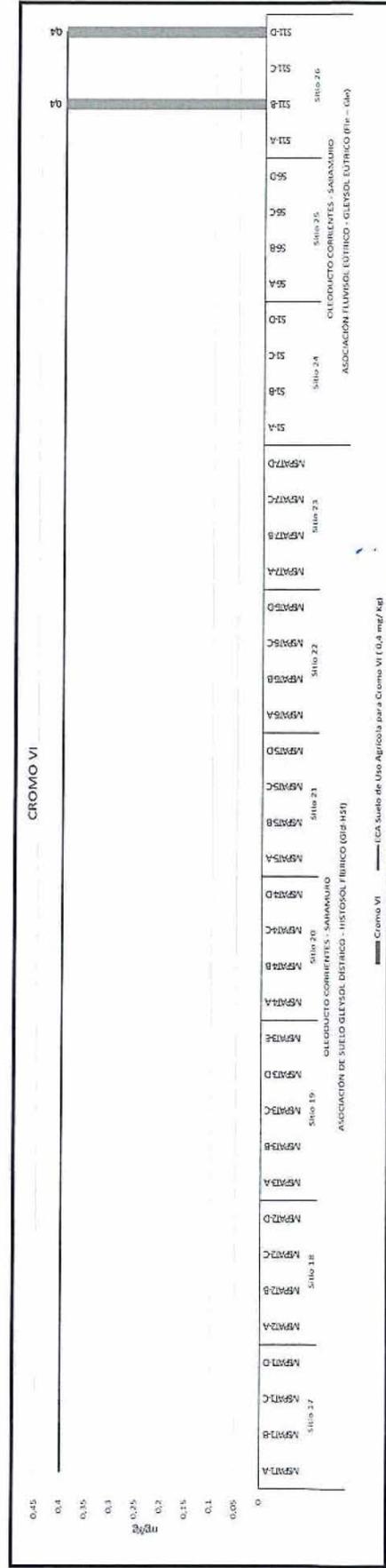


Gráfico 3-9: Resultado de concentración de Cromo VI comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-10: Resultado de concentración de Mercurio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

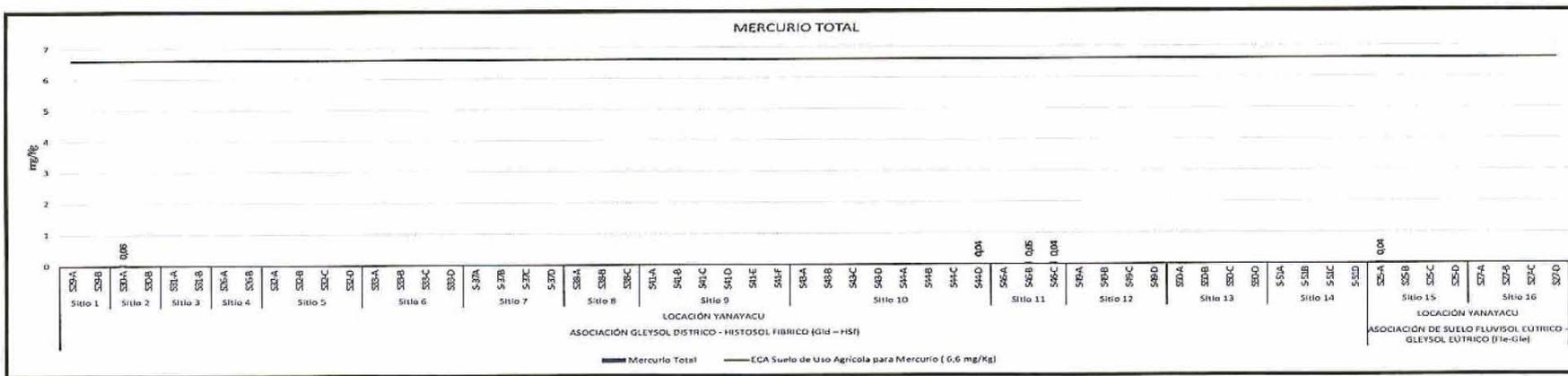
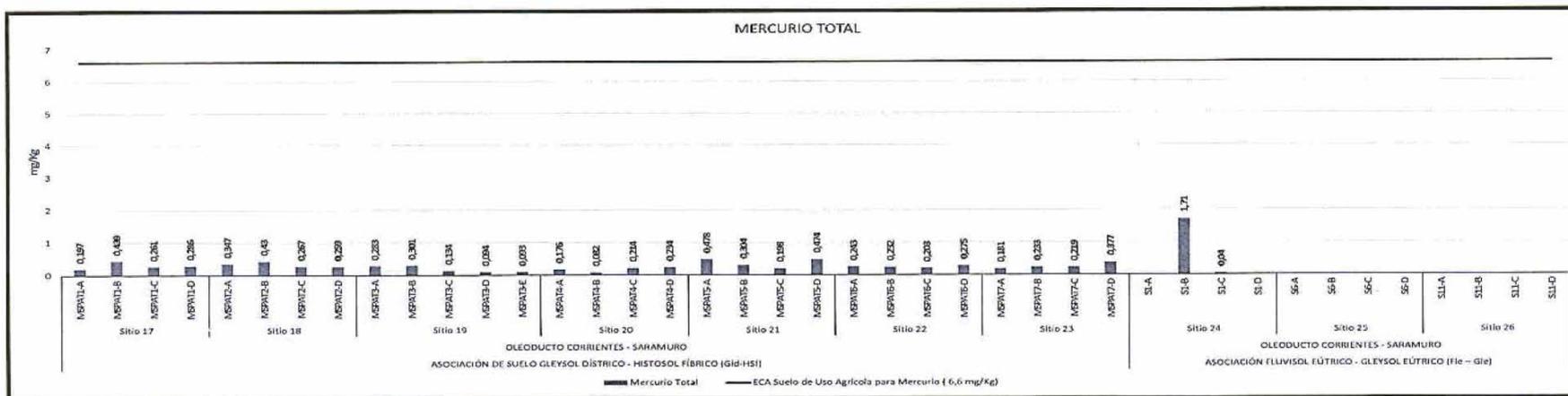


Gráfico 3-11: Resultado de concentración de Mercurio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.



3.1.5 Arsénico Total

69. Las concentraciones de arsénico en los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio acreditado, excepto en los puntos S25-A, S25-C, S29-A, S29-B, S30-A, S30-B y S49-B que se encontraron por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (*ver Gráfico 3- 12*).
70. Las concentraciones de arsénico en treinta y siete (37) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo en el Oleoducto Corrientes – Saramuro se encontraron por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola. Solamente cuatro (04) puntos de muestreo de código MSPAT2-C, MSPAT2-D, MSPAT6-A y MSPAT6-D con concentraciones de 82,2 mg/Kg, 67,3 mg/Kg, 146 mg/Kg y 6360 mg/Kg respectivamente excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (*ver Gráfico 3- 13*).

Biodisponibilidad del Arsénico

71. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el arsénico está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual, ligada a los minerales) seguida de la fracción 4 (asociado a la materia orgánica) y finalmente la fracción 3 (asociado a óxidos de hierro y manganeso), así también la fracción 1 (ligado a iones intercambiables) y la fracción 2 (ligado a carbonatos) alcanzaron valores no significativos (*ver Gráfico 3- 14*).
72. Los resultados de especiación química en los veintinueve (29) de los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro indicaron que el arsénico está asociado principalmente a la fracción 2 (ligado a carbonatos) y que puede ser biodisponible si desciende el pH; mientras que la fracción 3 (asociado a óxidos de hierro y manganeso), fracción 4 (asociado a materia orgánica) y fracción 5 (fracción residual, ligada a los minerales) se encontraron por debajo del límite de cuantificación del laboratorio acreditado (*ver Gráfico 3- 15*).



Z

RJS
RJS



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-12: Resultado de concentración de Arsénico comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

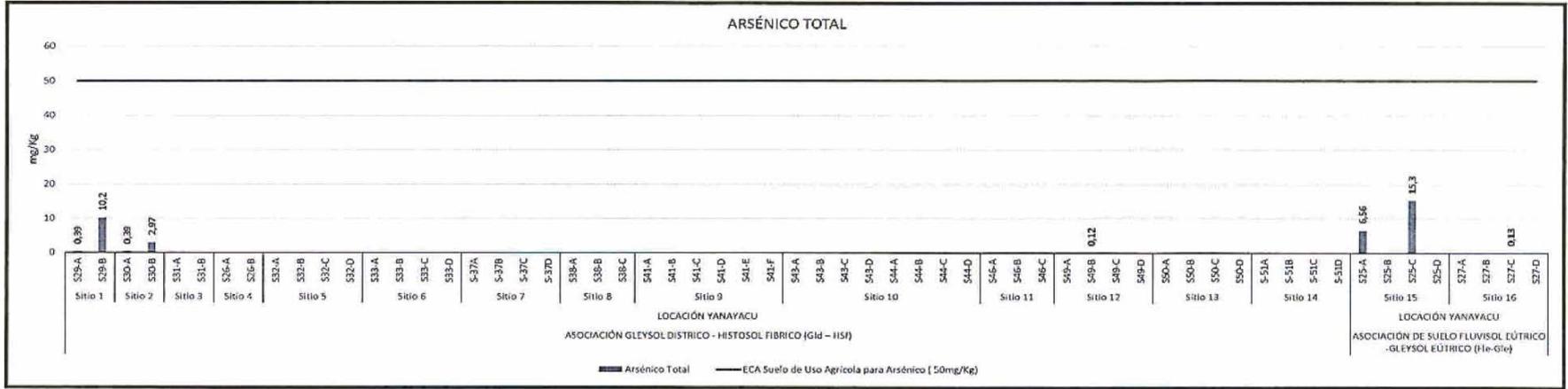
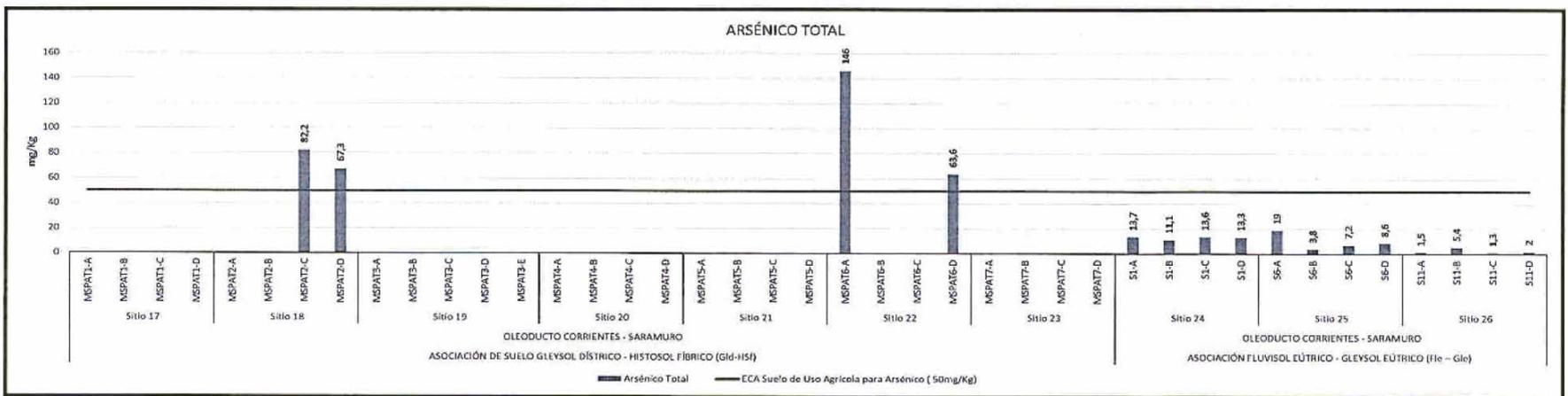


Gráfico 3-13: Resultado de concentración de Arsénico comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





PERÚ

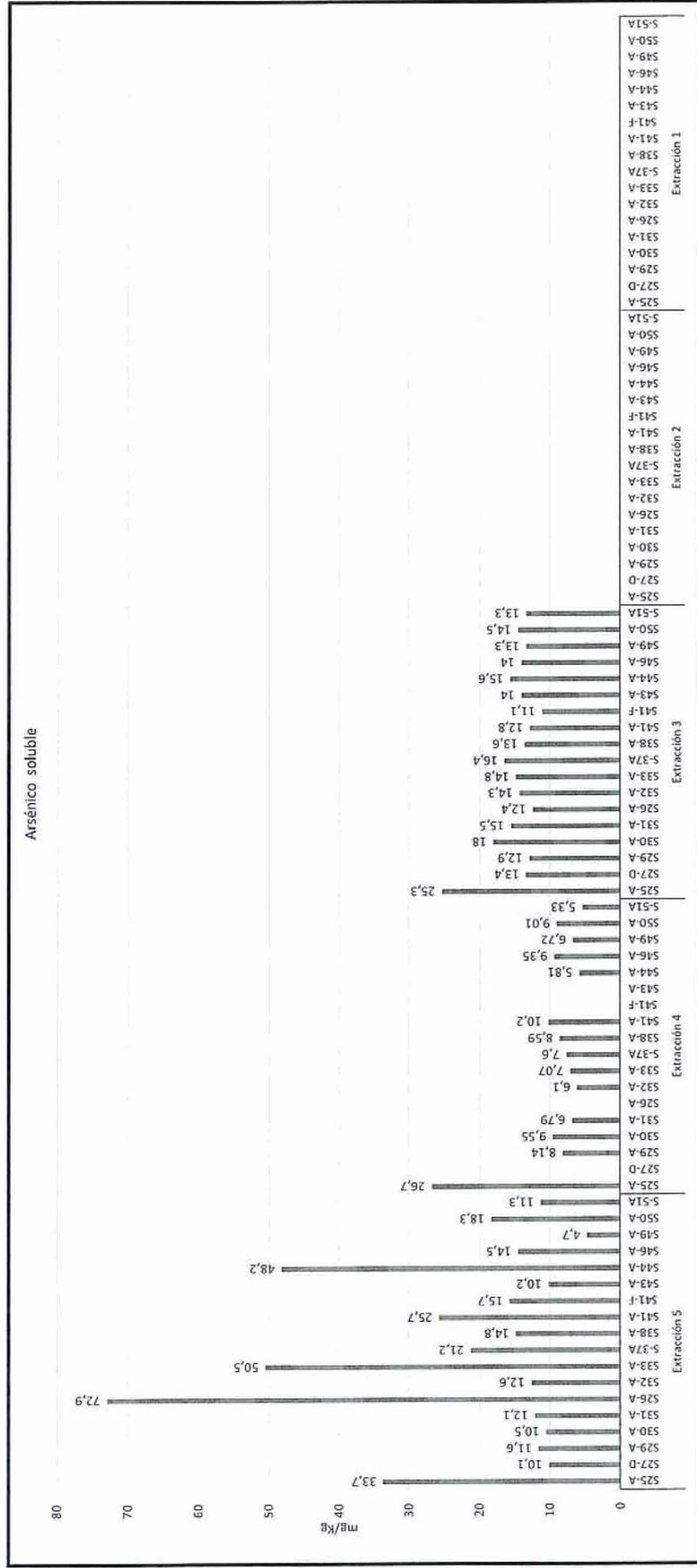
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-14: Resultado de Arsénico Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.



2
RHS
RHS



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

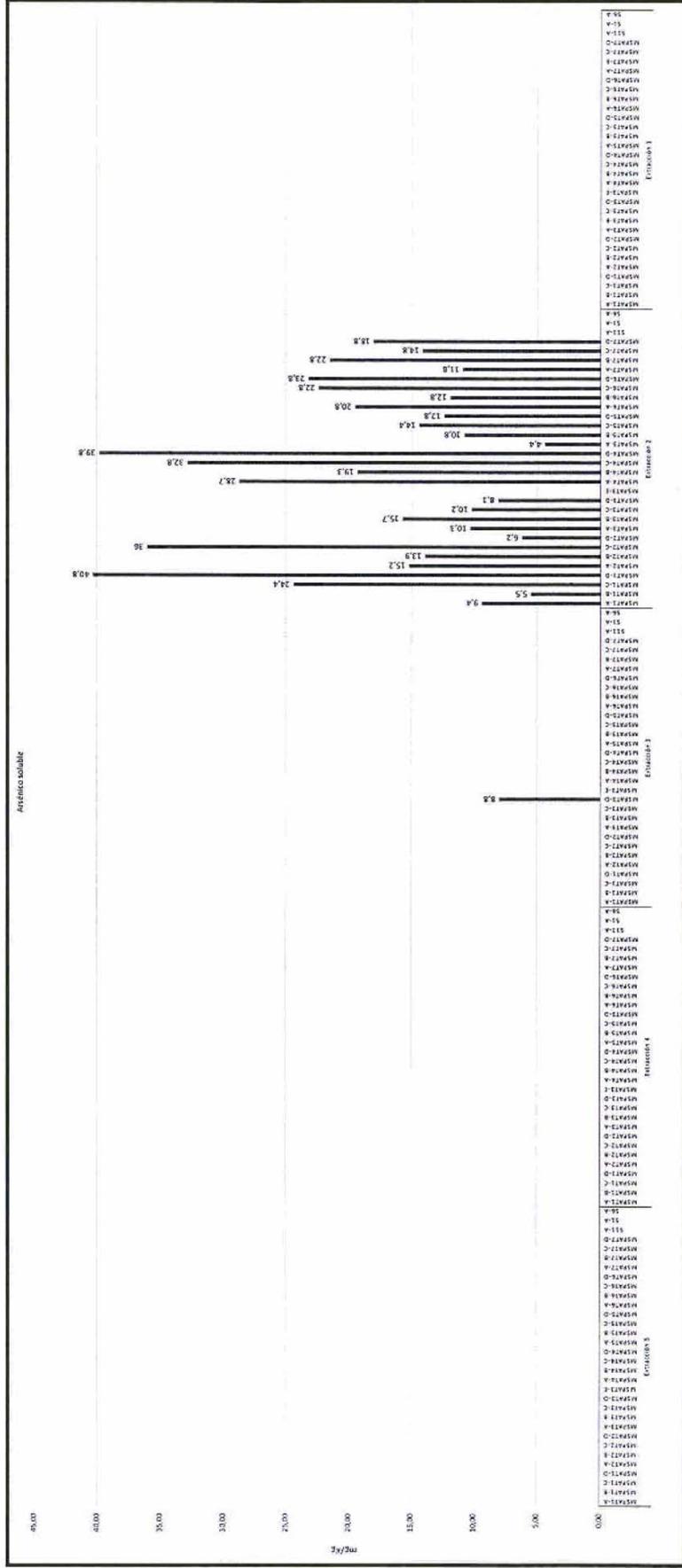
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

2

Rts
RF

Gráfico 3-15: Resultado de Arsénico Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





3.1.6 Bario Total

73. Las concentraciones de bario en catorce (14) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (ver Gráfico 3- 16).
74. Las concentraciones de bario en los cuarenta y un (41) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes - Saramuro se encontraron por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (ver Gráfico 3- 17).

Biodisponibilidad del Bario

75. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el bario está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual ligado a minerales), mientras que la fracción 4 (asociado a la materia orgánica), la fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso), fracción 2 (asociado a carbonatos) y la fracción 1 (en forma de iones intercambiables) presentaron bajas concentraciones (ver Gráfico 3- 18).
76. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro indicaron que el bario se encontró principalmente en la fracción 1 (en forma de ion intercambiable) seguida de la fracción 2 (asociado a carbonatos), la fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso), la fracción 4 (asociado a la materia orgánica) y la fracción 5 (fracción residual ligado a minerales) como se puede observar en el Gráfico 3- 19.



2

RTS
RST



PERÚ
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-16: Resultado de concentración de Bario comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

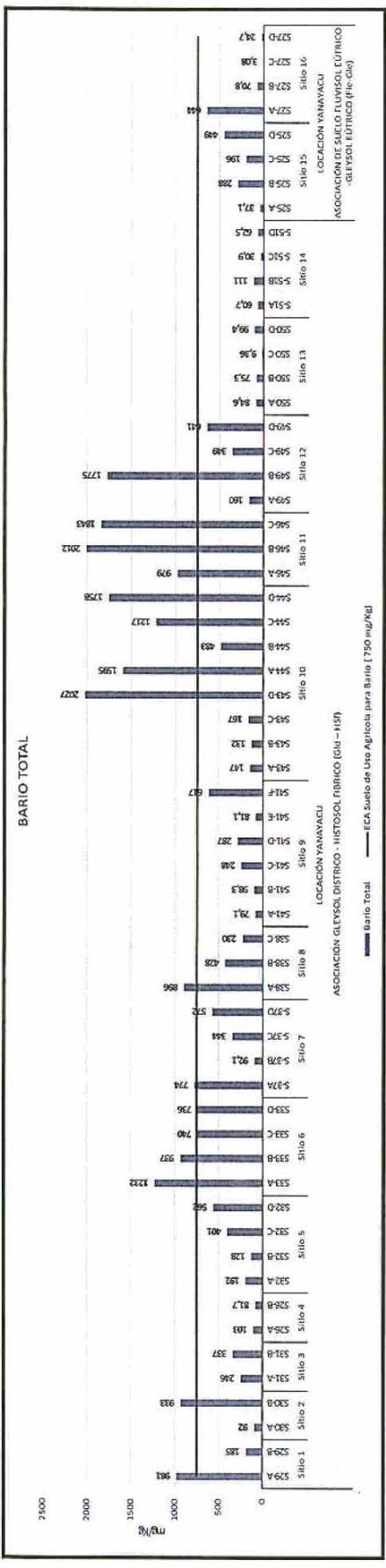
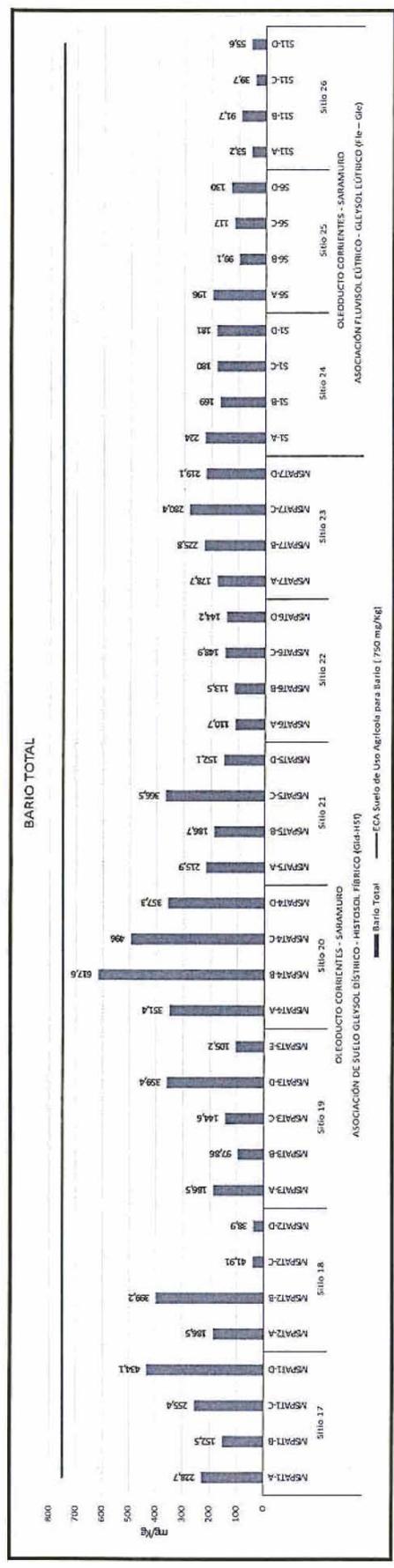


Gráfico 3-17: Resultado de concentración de Bario comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





PERÚ

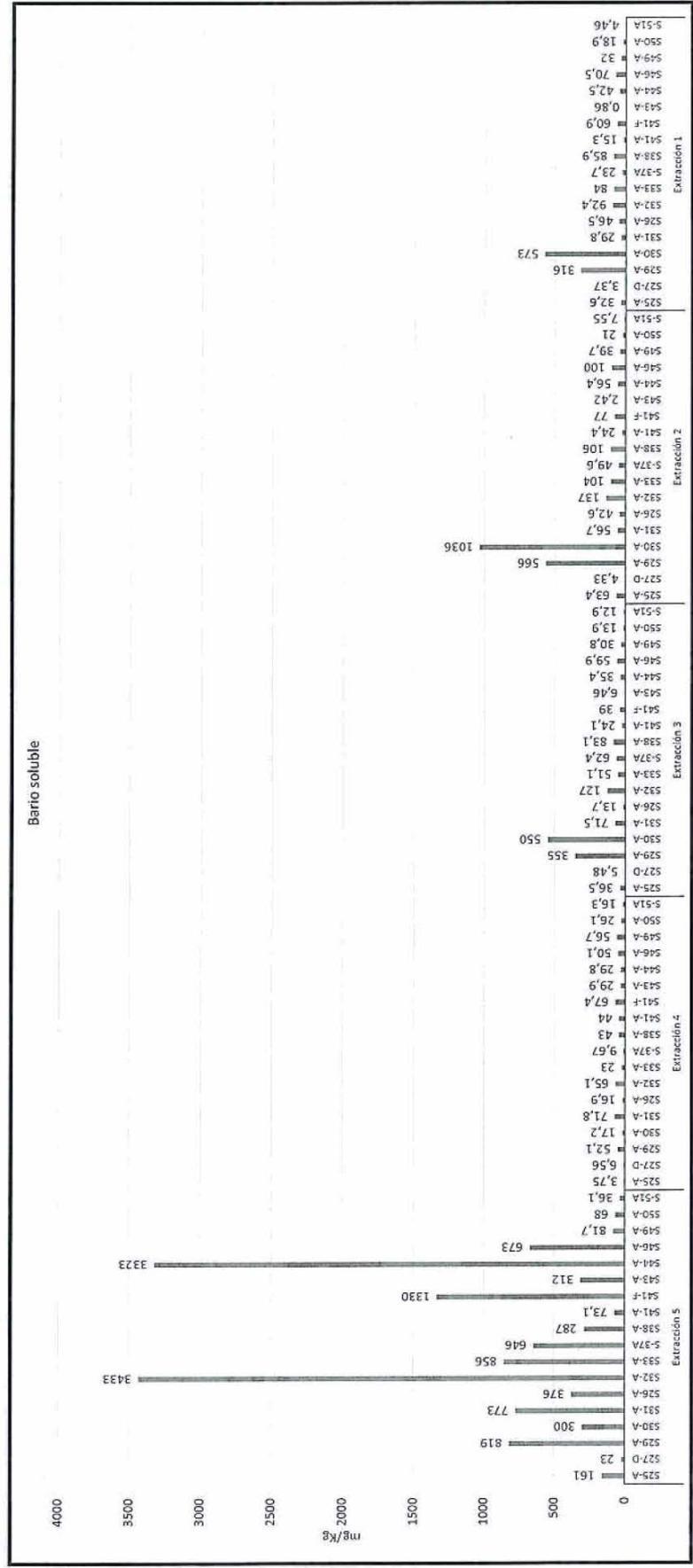
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-18: Resultado de Barrio Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.





3.1.7 Cadmio Total

77. Las concentraciones de cadmio en quince (15) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (*ver Gráfico 3- 20*).
78. Las concentraciones de cadmio en veintisiete (27) de los cuarenta y uno (41) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (*ver Gráfico 3- 21*).

Biodisponibilidad del Cadmio

79. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el cadmio está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual ligada a minerales), seguida de la fracción 4 (asociado a la materia orgánica), mientras que la fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso), fracción 2 (asociado a carbonatos) y fracción 1 (en forma de ión intercambiable) presentaron bajas concentraciones (*ver Gráfico 3- 22*).
80. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro indicaron que el cadmio se encuentra por debajo del límite de cuantificación del laboratorio acreditado; excepto en el punto MSPAT2-D que se encontró en la fracción 4 (asociado a la materia orgánica) como se puede observar en el *Gráfico 3- 23*.



2

RS
[Handwritten signature]



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-20: Resultado de concentración de Cadmio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

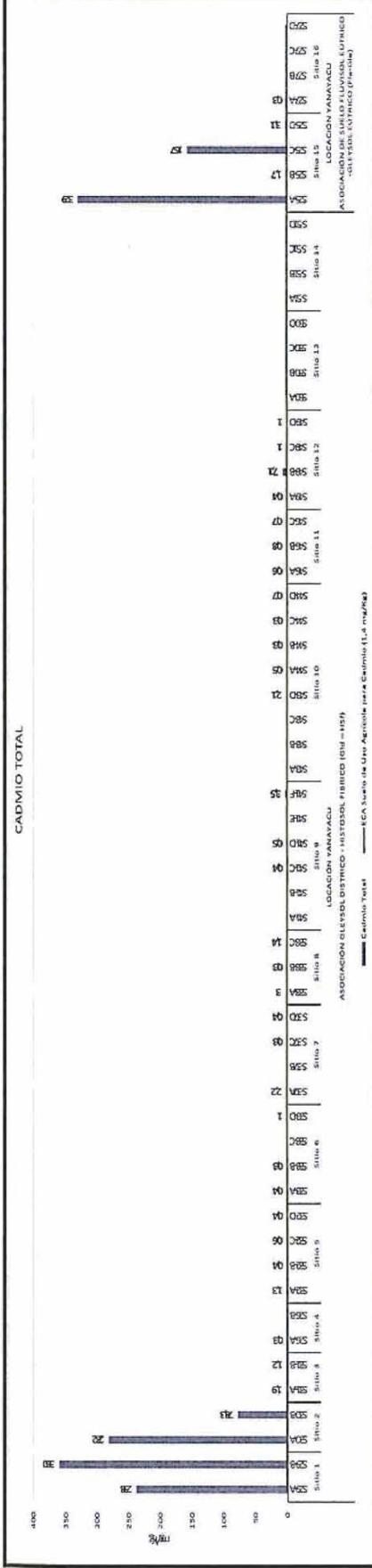
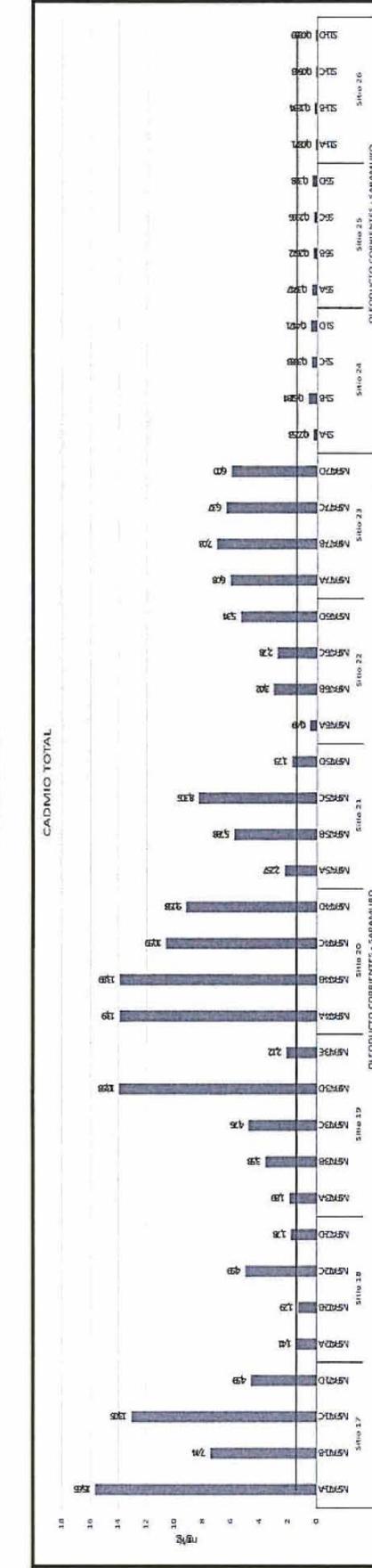


Gráfico 3-21: Resultado de concentración de Cadmio comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en Oleoducto Corrientes - Saramuro.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

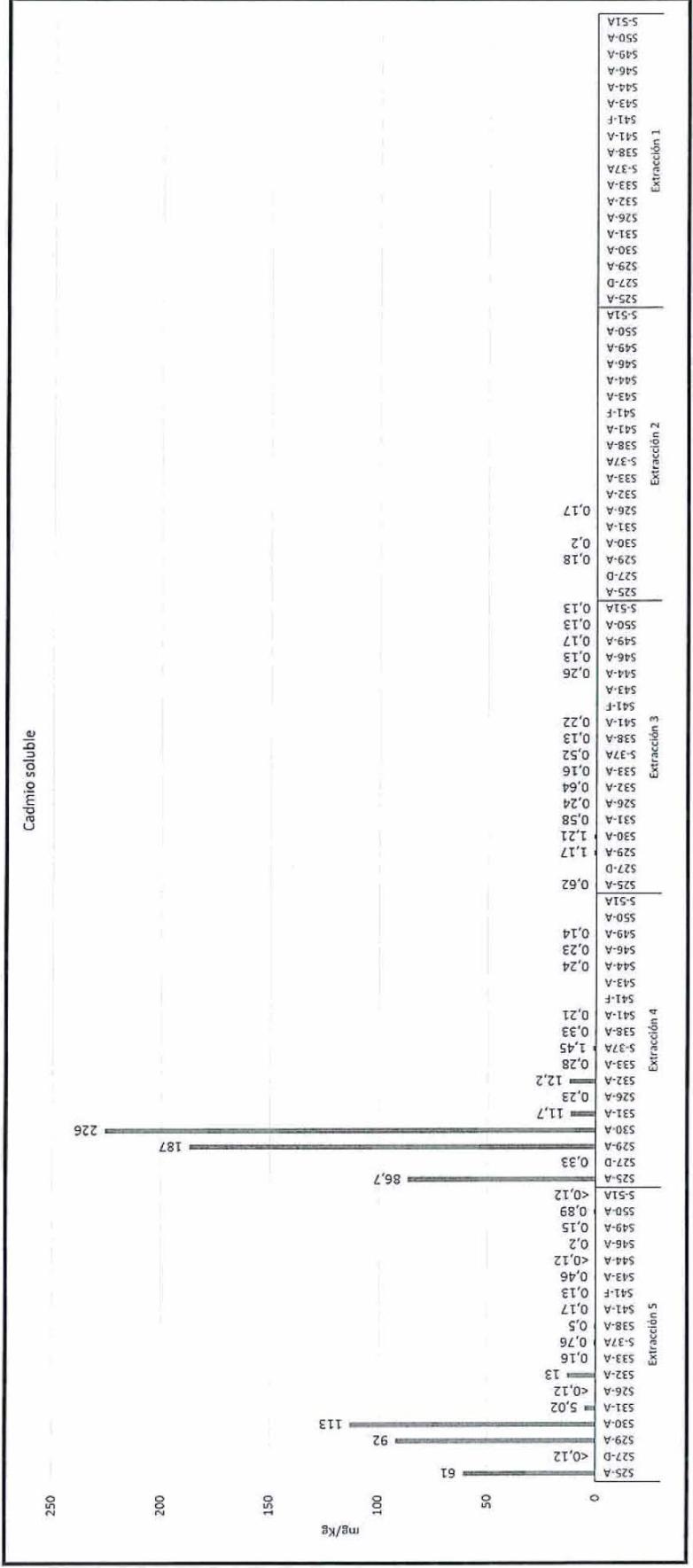
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

2
RHS
RHS

Gráfico 3-22: Resultado de Cadmio Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.





3.1.8 Plomo Total

81. Las concentraciones de plomo en catorce (14) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (ver Gráfico 3- 24).
82. Las concentraciones de plomo en cuatro (04) de los cuarenta y uno (41) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio acreditado mientras que los demás puntos presentaron concentraciones por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Suelo de Uso Agrícola (ver Gráfico 3- 25).

Biodisponibilidad del Plomo

83. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el plomo está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual ligada a minerales), seguida de la fracción 4 (asociado a la materia orgánica), fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso); mientras que la fracción 2 (asociado a carbonatos) y la fracción 1 (en forma de ión intercambiable); presentaron bajas concentraciones (ver Gráfico 3- 26).

84. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro presentaron bajas concentraciones en las cinco fracciones (ver Gráfico 3- 27).



2

RHS
RHS

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-24: Resultado de concentración de Plomo comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en la Locación Yanayacu.

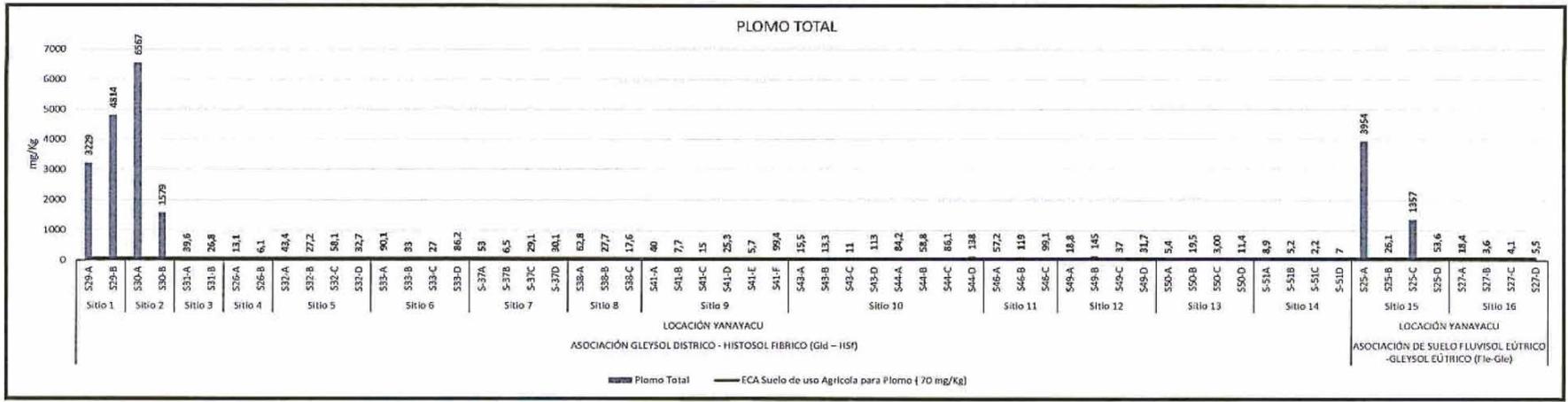
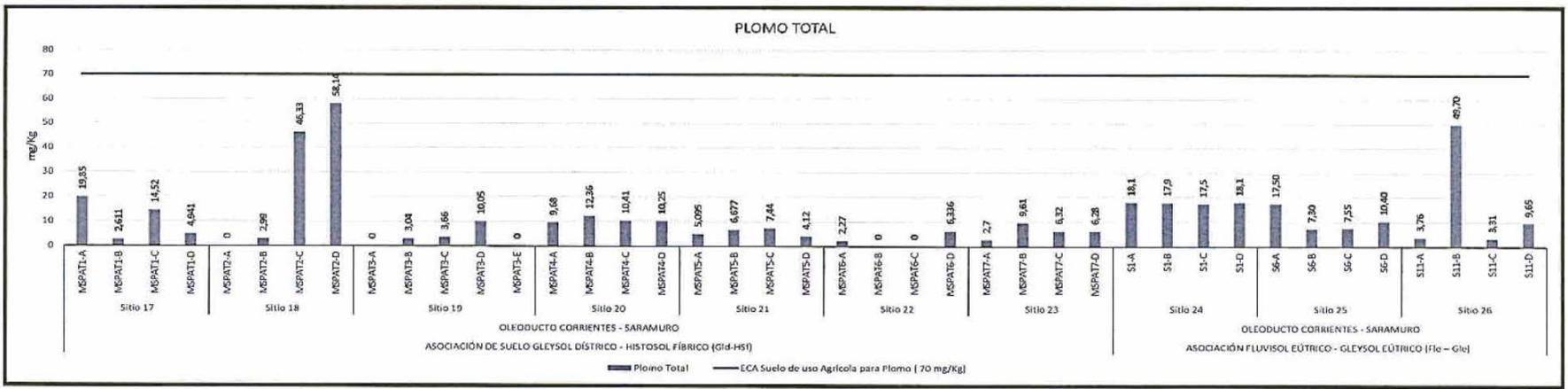


Gráfico 3-25: Resultado de concentración de Plomo comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola en el Oleoducto Corrientes - Saramuro.





PERÚ

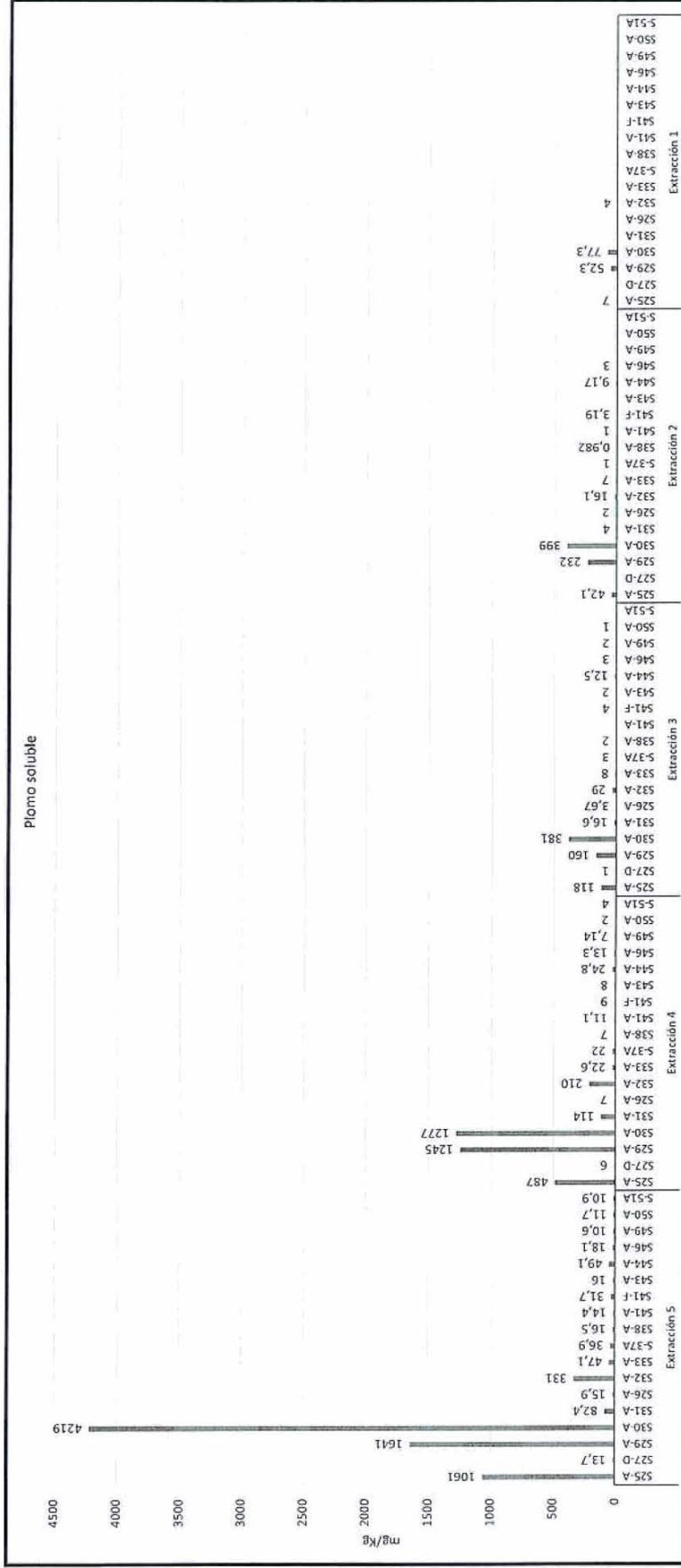
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-26: Resultado de Plomo Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

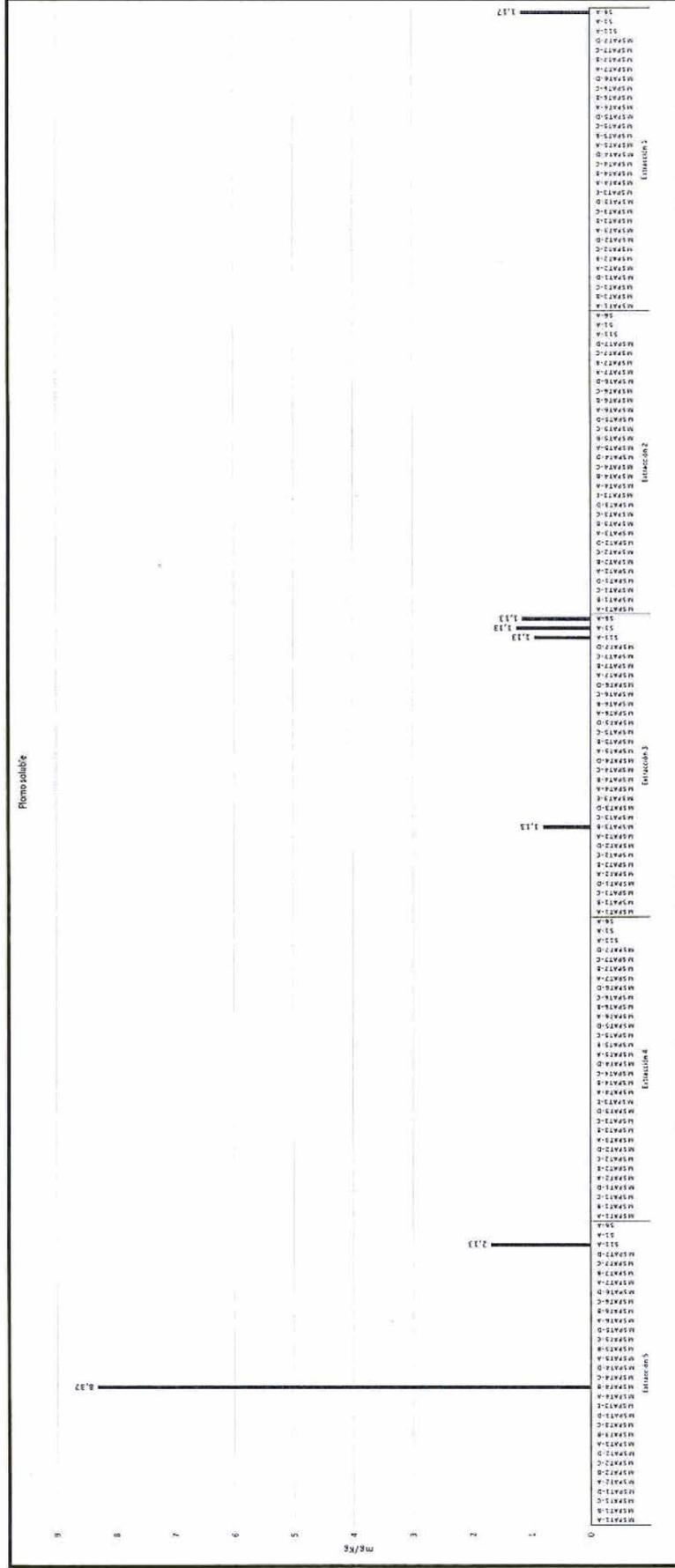
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

2
R/S
R/S

Gráfico 3-27: Resultado de Plomo Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





3.1.9 Cloruros

85. Las concentraciones de cloruros en diecisiete (17) de sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu, excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelo Gleysol Distrito – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico (ver Gráfico 3- 28).
86. Las concentraciones de cloruros en treinta (30) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo del Oleoducto Corrientes – Saramuro excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelo Gleysol Distrito – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico (ver Gráfico 3- 29).



2

RS
RH



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-28: Resultado de concentración de Cloruros comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu.

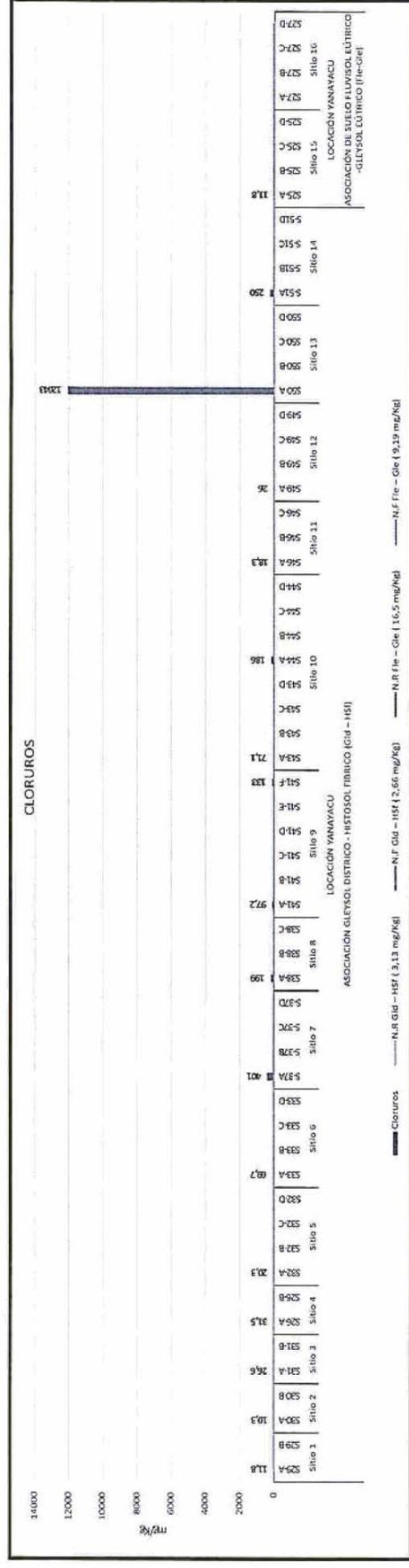
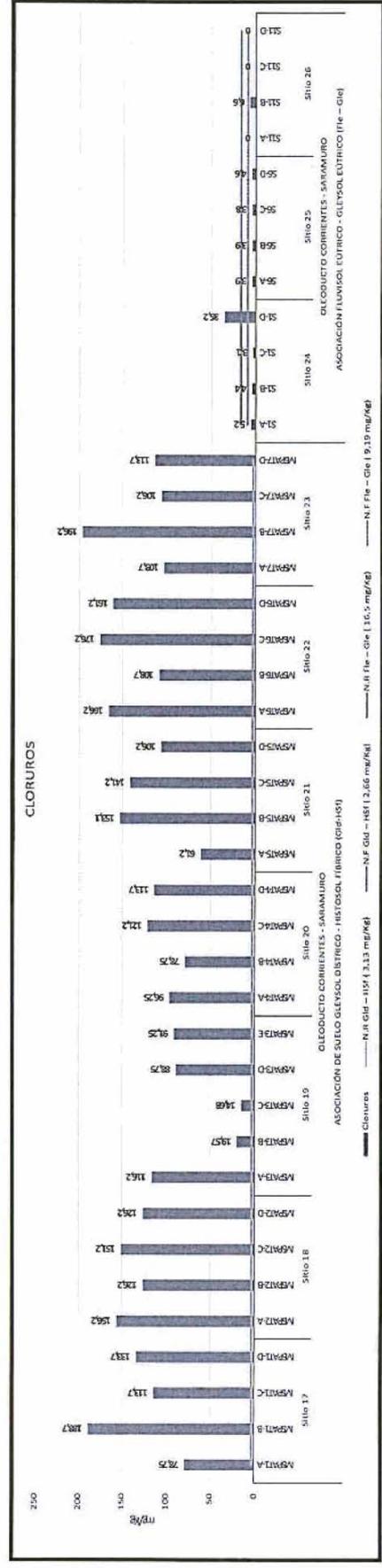


Gráfico 3-29: Resultado de concentración de Cloruros comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro.





3.1.10 Boro

87. Las concentraciones de boro en cinco (05) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelo Gleysol Dístico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo del límite de cuantificación del laboratorio acreditado (*ver Gráfico 3- 30*).
88. Las concentraciones de boro en treinta y siete (37) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo del Oleoducto Corrientes – Saramuro excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelo Gleysol Dístico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo de dicho valor (*ver Gráfico 3- 31*).

Biodisponibilidad del Boro

89. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el boro presentó bajas concentraciones en las cinco (05) fracciones (*ver Gráfico 3- 32*).
90. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro indicaron que el boro se encuentra en el siguiente orden de abundancia: fracción 5 (fracción residual ligada a minerales), fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso), fracción 1 (en forma de ión intercambiable), fracción 2 (asociada a carbonatos) y la fracción 4 (asociado a la materia orgánica), alcanzando valores significativos en las cinco fracciones (*ver Gráfico 3- 33*).



2

pts
P.H.



14/04

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-30: Resultado de concentración de Boro comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu.

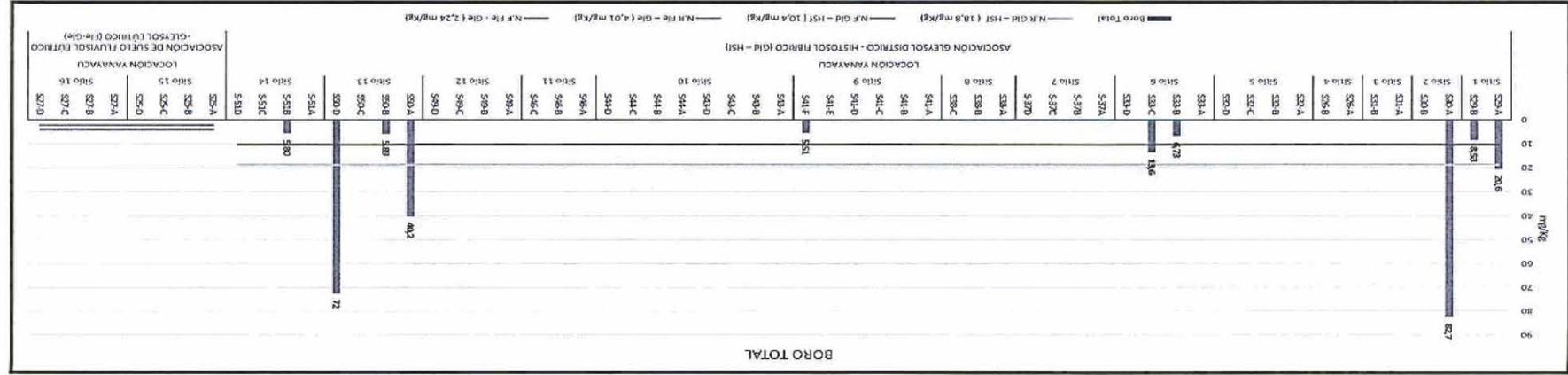
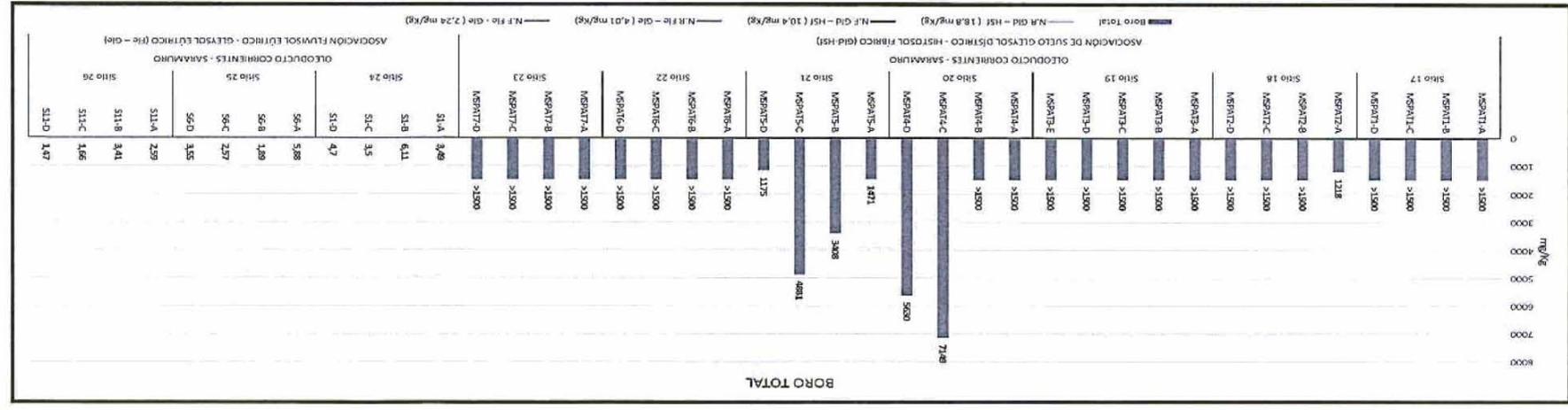
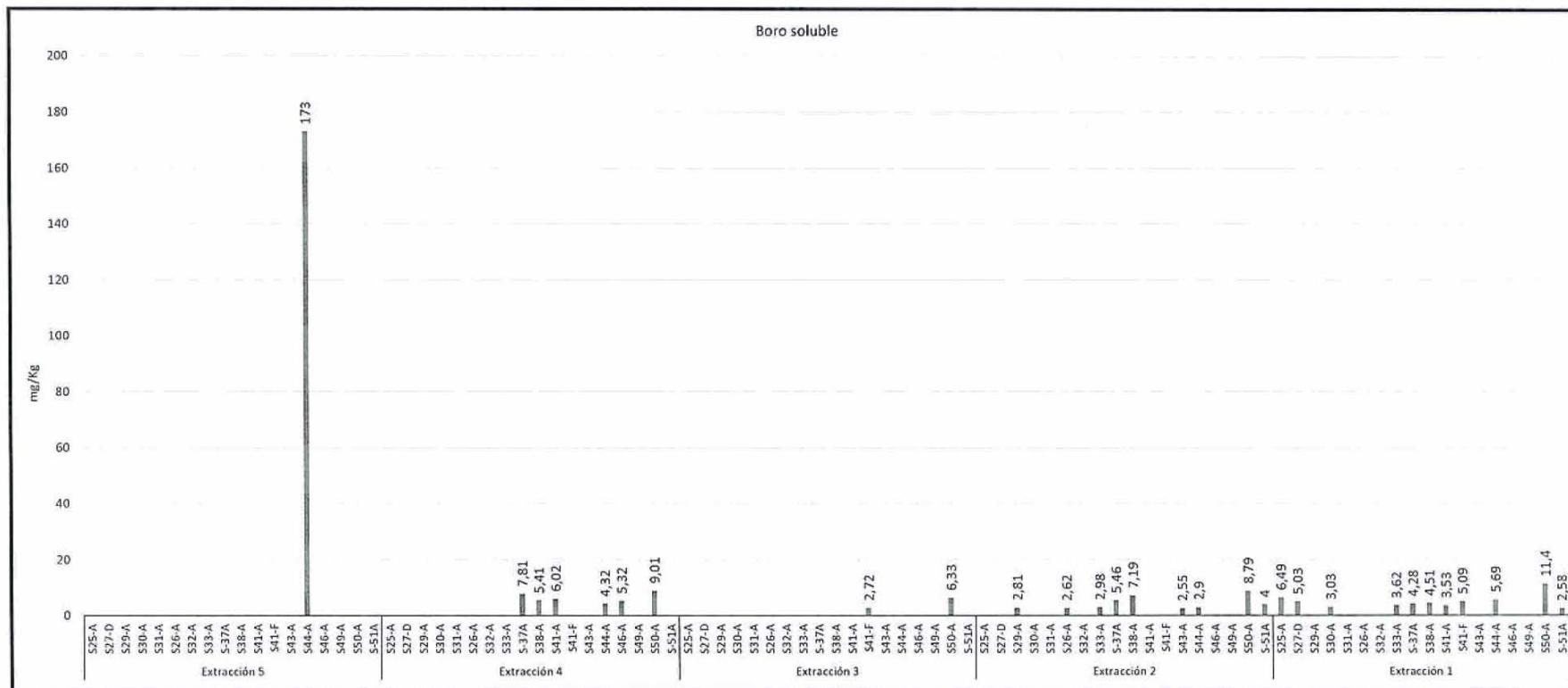


Gráfico 3-31: Resultado de concentración de Boro comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-32: Resultado de Boro Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.





PERÚ

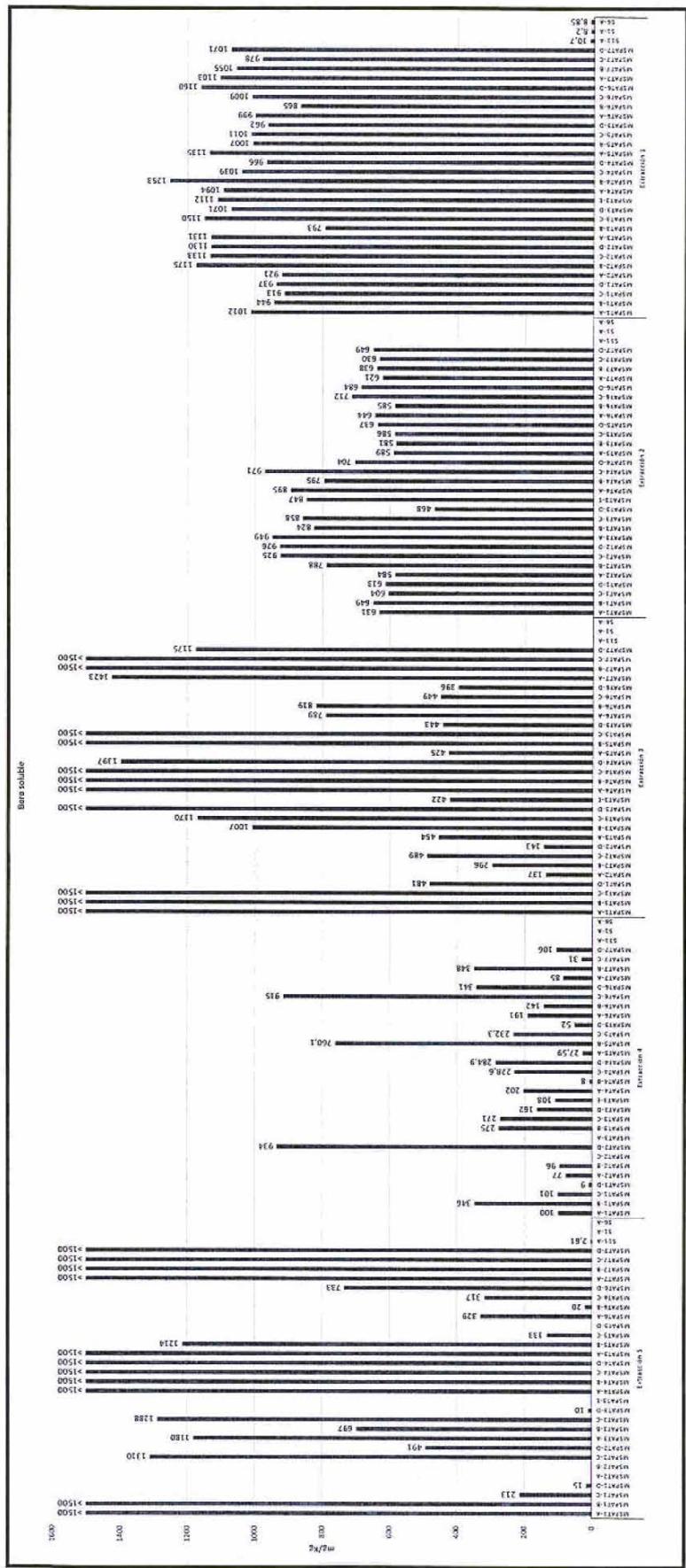
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-33: Resultado de Boro Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.



3.1.11 Cobalto

91. Las concentraciones de cobalto en cuarenta (40) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelos Gleysol Dístico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo de dicho valor (*ver Gráfico 3- 34*).
92. Las concentraciones de cobalto en treinta y uno (31) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo del Oleoducto Corrientes – Saramuro excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelos Gleysol Dístico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo de dicho valor (*ver Gráfico 3- 35*).

Biodisponibilidad del Cobalto

93. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el cobalto está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual ligada a minerales); fracción 4 (asociado a la materia orgánica) y fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso). La fracción 1 (en forma de ión intercambiable) y la fracción 2 (asociado a carbonatos) que son biodisponibles registraron valores por debajo del límite de cuantificación del laboratorio acreditado (*ver Gráfico 3- 36*).

- 2
pts
A
1.
94. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro indicaron que el cobalto se encuentra en el siguiente orden de abundancia: fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso), fracción 4 (asociado a la materia orgánica), fracción 1 (en forma de ión intercambiable) y fracción 5 (fracción residual ligada a minerales), mientras que en la fracción 2 (asociada a carbonatos) registró valores por debajo del límite de cuantificación del laboratorio (*ver Gráfico 3- 37*).



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-34: Resultado de concentración de Cobalto comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu.

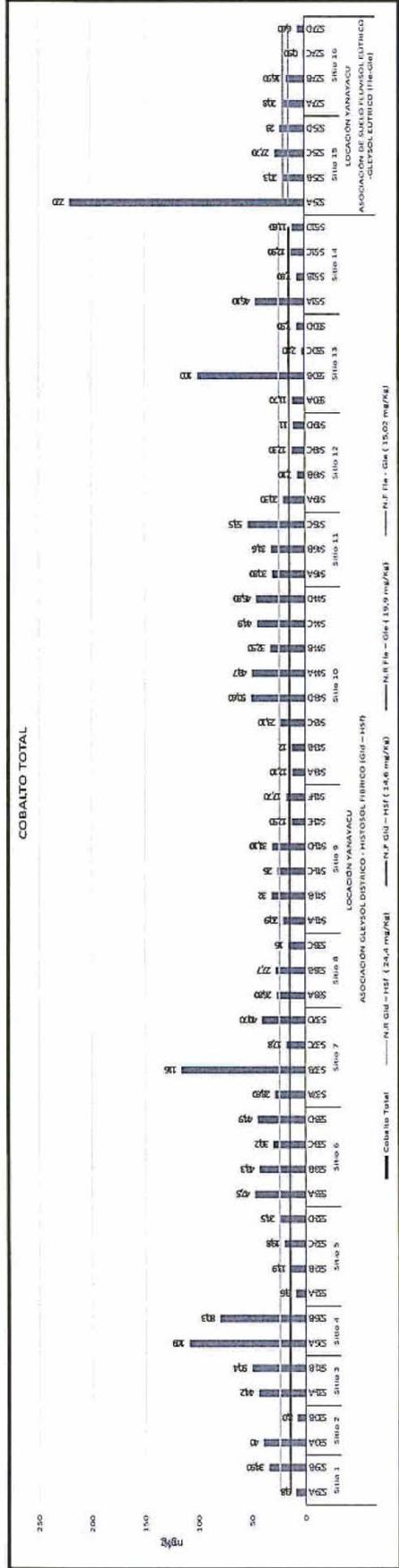
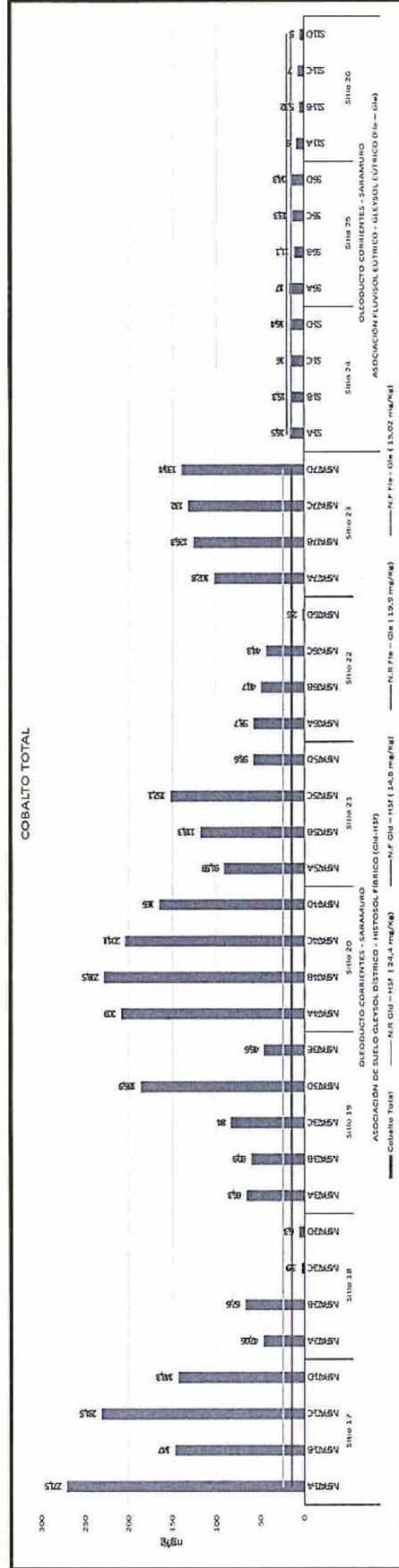


Gráfico 3-35: Resultado de concentración de Cobalto comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro.





2
RHS
[Signature]

PERÚ

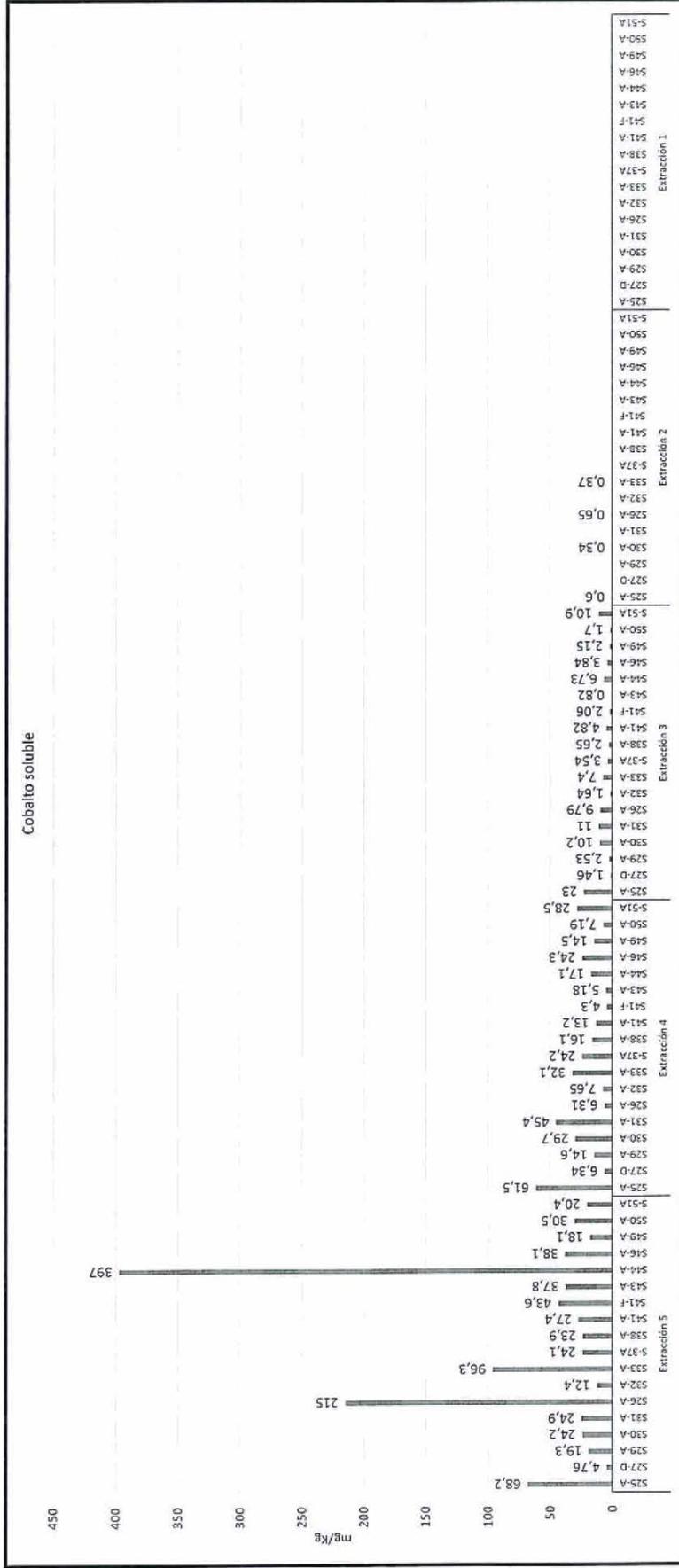
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

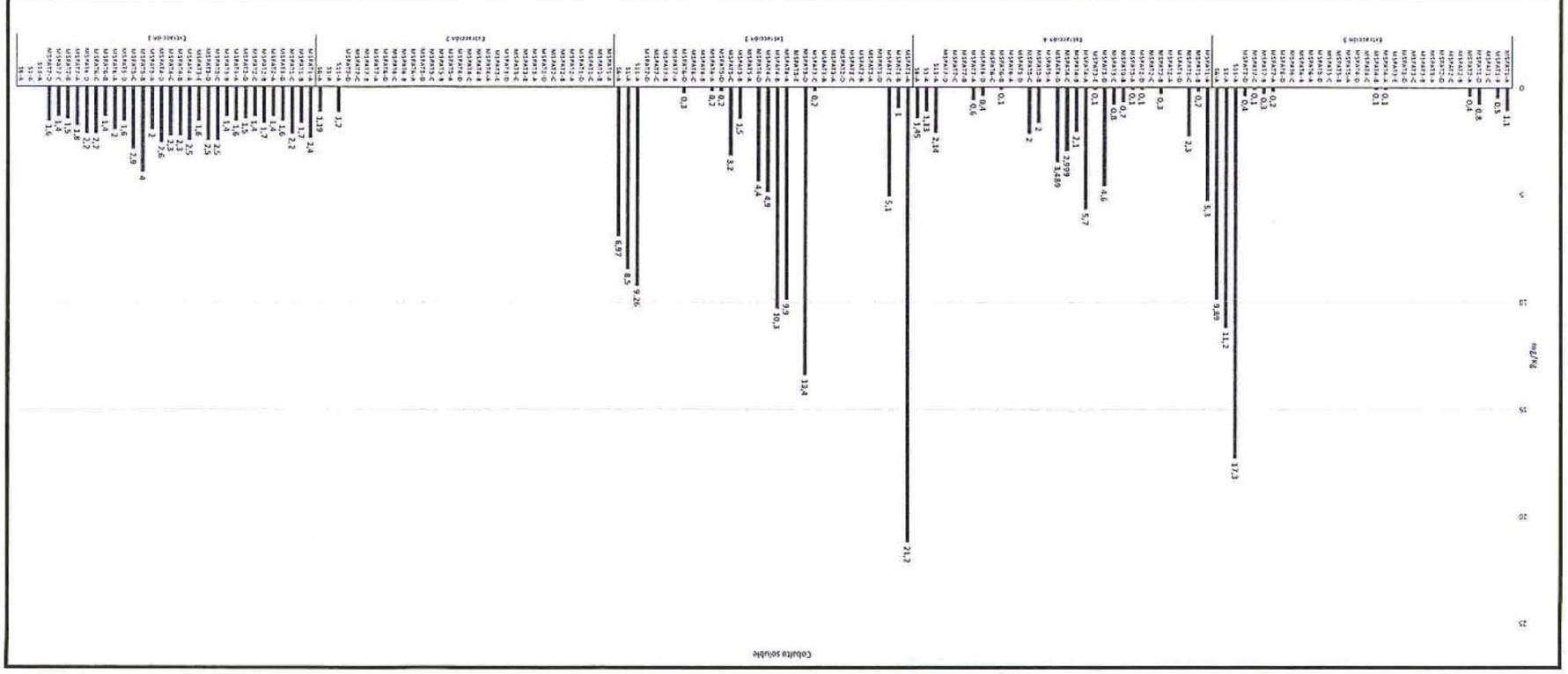
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-36: Resultado de Cobalto Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-37: Resultado de Cobalto Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.



3.1.12 Estaño

95. Las concentraciones de estaño en veinticuatro (24) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelos Gleysol Dístico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo del límite de cuantificación del laboratorio acreditado (*ver Gráfico 3- 38*).
96. Las concentraciones de estaño en treinta y tres (33) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo el Oleoducto Corrientes – Saramuro excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelos Gleysol Dístico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo de dicho valor (*ver Gráfico 3- 39*).

Biodisponibilidad del estaño

97. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el estaño está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual ligada a minerales) y fracción 4 (asociado a la materia orgánica); mientras que la fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso), fracción 2 (asociado a carbonatos) y la fracción 1 (en forma de ión intercambiable) registraron valores por debajo del límite de cuantificación del laboratorio acreditado (*ver Gráfico 3- 40*).
- 2/ 98. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro registraron valores por debajo del límite de cuantificación del laboratorio acreditado.



2/



PERÚ

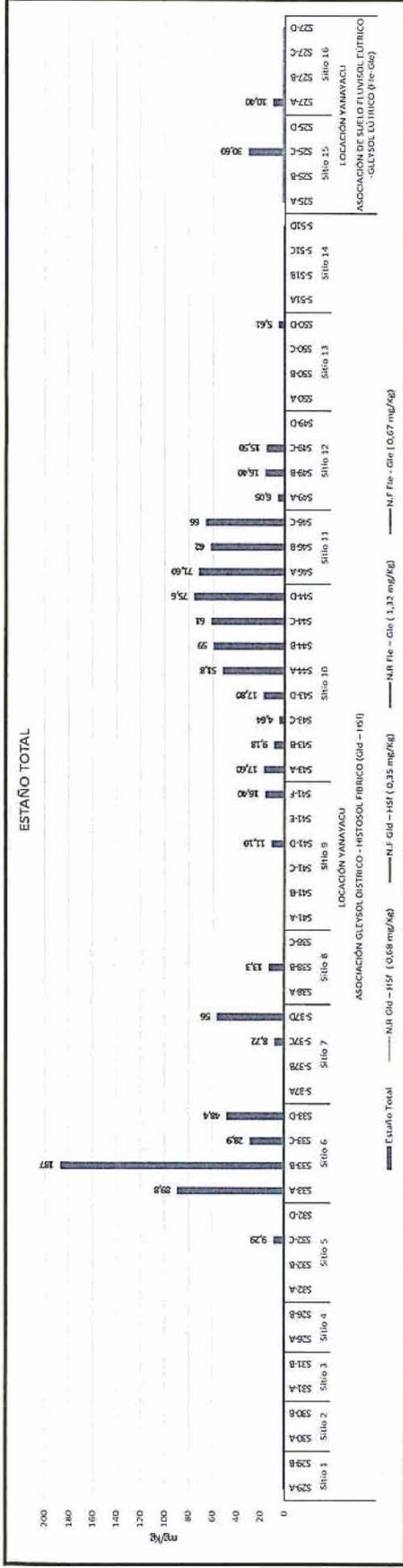
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-38: Resultado de concentración de Estaño comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu.





PERÚ

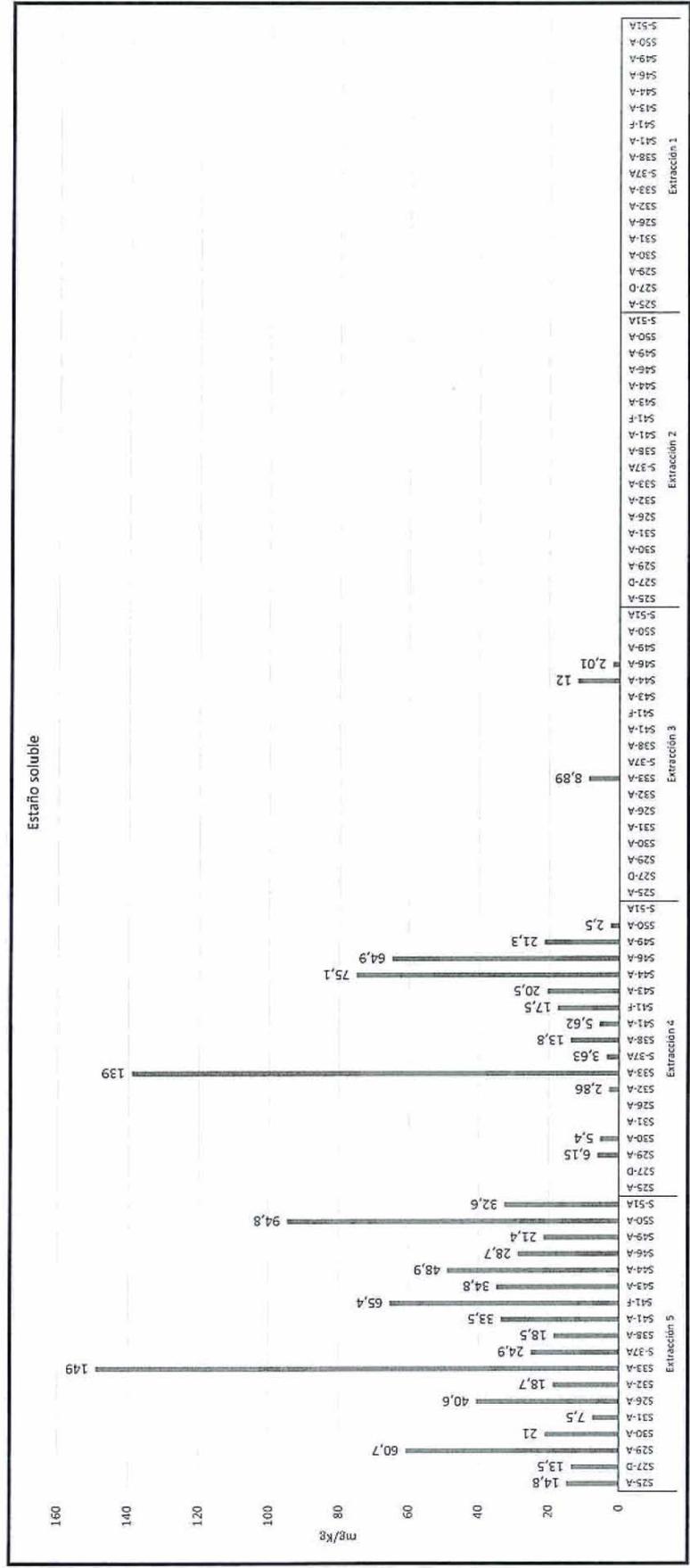
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-40: Resultado de Estaño Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.



2
R/S
R/S

3.1.13 Potasio

99. Las concentraciones de potasio en quince (15) de los sesenta (60) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelos Gleysol Dístrico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo de dichos valores (*ver Gráfico 3- 41*).
100. Las concentraciones de potasio en treinta y cinco (35) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo del Oleoducto Corrientes – Saramuro excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelos Gleysol Dístrico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo de dicho valor (*ver Gráfico 3- 42*).

Biodisponibilidad del Potasio

101. Los resultados de especiación química en los dieciocho (18) puntos de muestreo ubicados en la Locación Yanayacu indicaron que el potasio está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual ligada a minerales) y en menor proporción a la fracción 1 (en forma de ión intercambiable) y la fracción 2 (asociado a carbonatos). Mientras que la fracción 4 (asociado a la materia orgánica) y fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso) registraron valores por debajo del método de análisis de laboratorio (*ver Gráfico 3- 43*).



2

102. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro indicaron que el potasio se encuentra en el siguiente orden de abundancia: fracción 5 (fracción residual ligada a minerales), fracción 4 (asociado a la materia orgánica) y fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso). Mientras que la fracción 1 (en forma de ión intercambiable) y la fracción 2 (asociado a carbonatos) registraron valores por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio (*ver Gráfico 3- 44*).

R/S
D/S



PERÚ

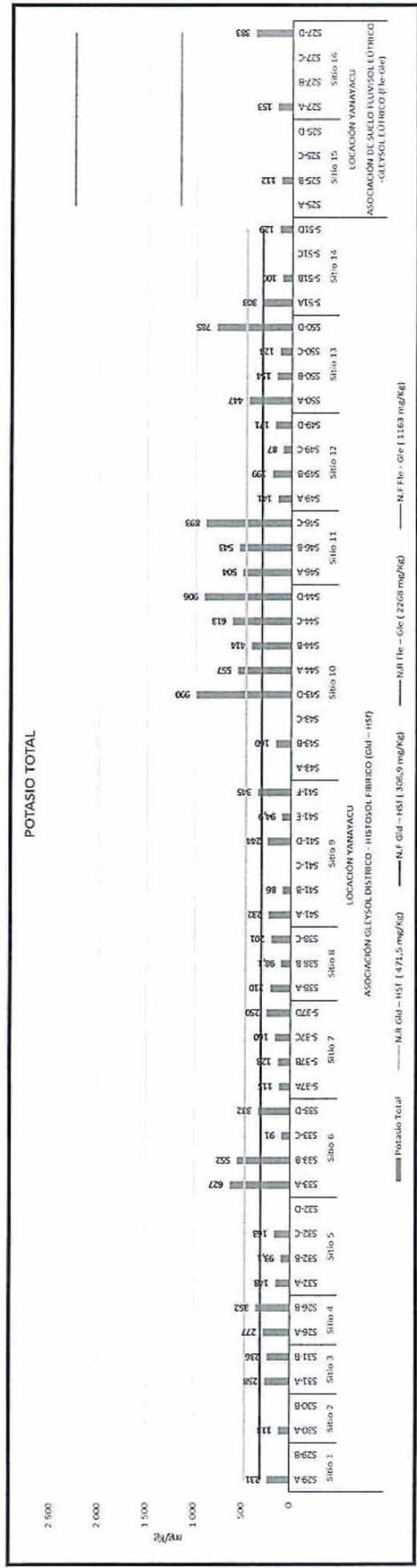
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-41: Resultado de concentración de Potasio comparados con los niveles de referencia y de fondo en la Locación Yanayacu.





PERÚ

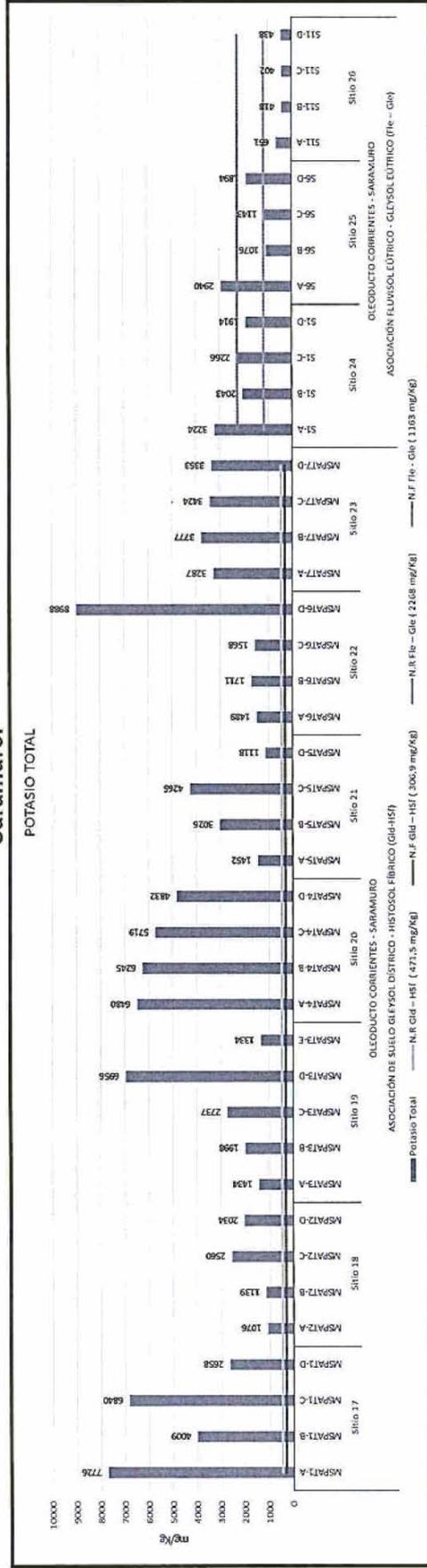
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-42: Resultado de concentración de Potasio comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro.





PERÚ

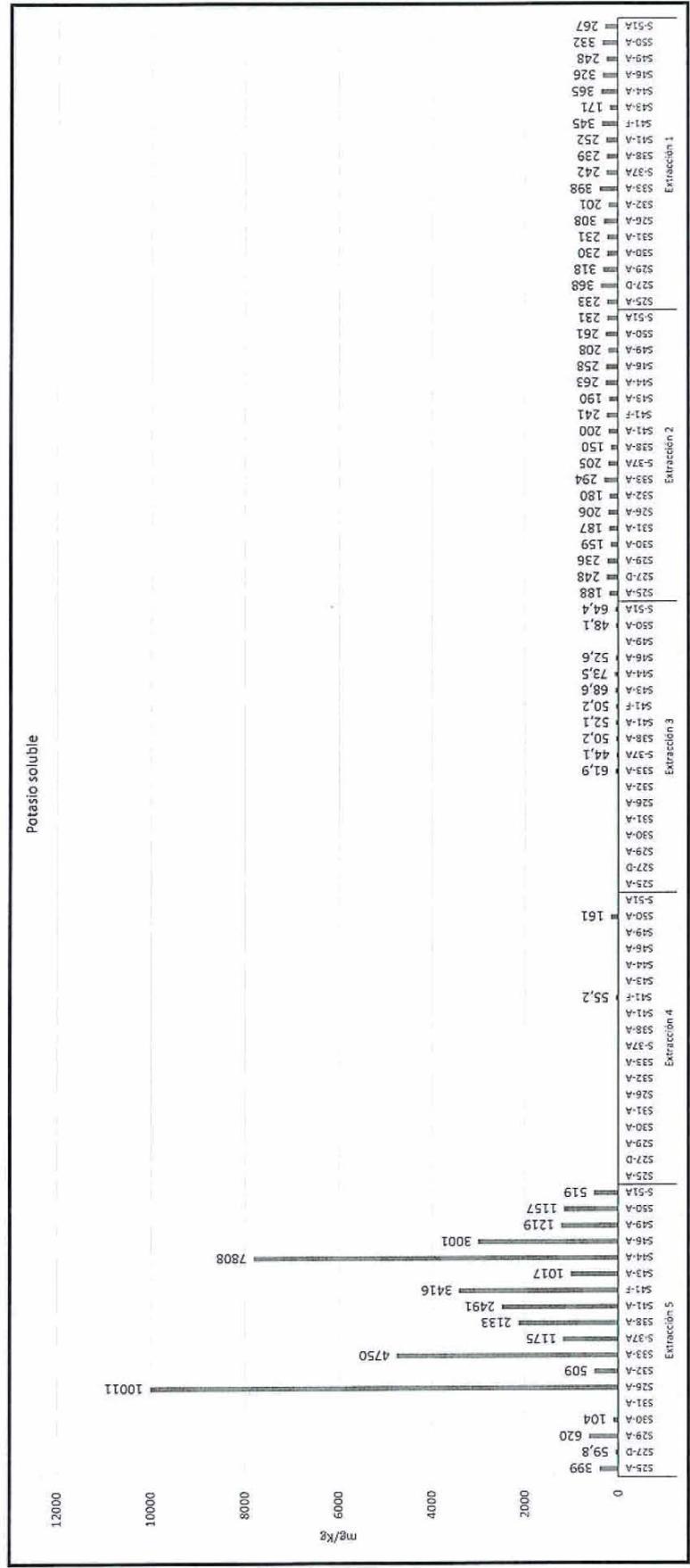
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-43: Resultado de Potasio Soluble por la metodología de Tessier en la Locación Yanayacu.



2
pts
H



PERÚ

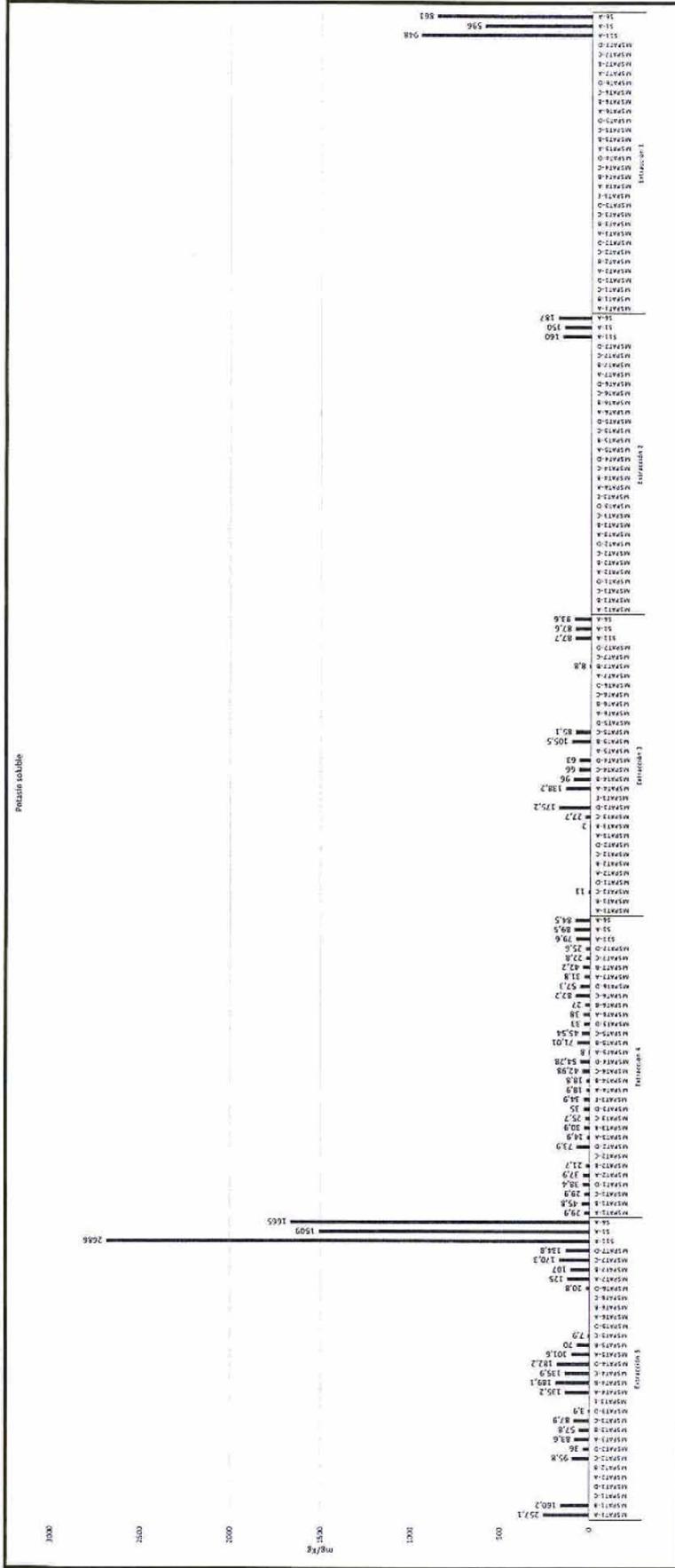
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-44: Resultado de Potasio Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





3.1.14 Talio

103. Las concentraciones de talio en treinta y uno (31) de los cuarenta y un (41) puntos de muestreo del Oleoducto Corrientes – Saramuro excedieron el valor de nivel de referencia y de nivel de fondo de las asociaciones de suelos Gleysol Dístrico – Histosol Fibrico y Fluvisol Eutrico – Gleysol Eutrico. Los demás puntos se encontraron por debajo de dicho valor (*ver Gráfico 3- 45*).

Biodisponibilidad del Talio

104. Los resultados de especiación química en los treinta y dos (32) puntos de muestreo ubicados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro indicaron que el talio se encontró en el siguiente orden de abundancia: fracción 3 (asociado a los óxidos de hierro y manganeso), fracción 4 (asociado a la materia orgánica) y fracción 5 (fracción residual ligada a minerales), Mientras que la fracción 1 (en forma de ion intercambiable) y la fracción 2 (asociado a carbonatos) registraron valores por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio (*ver Gráfico 3- 46*).



2

RJS
RJS



PERÚ

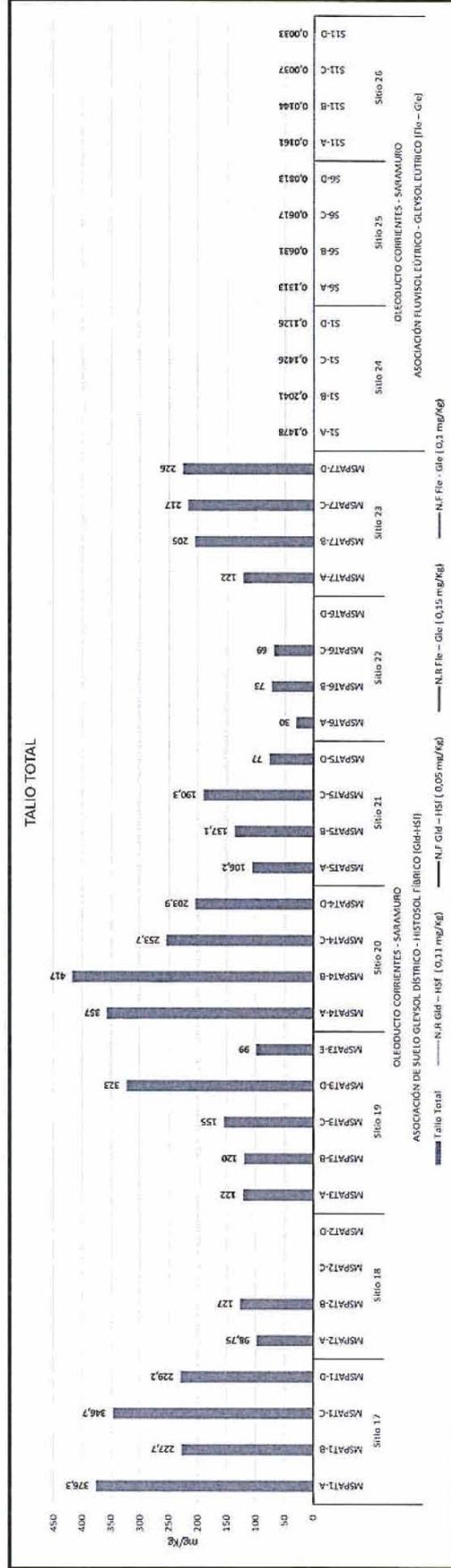
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-45: Resultado de Talio comparados con los niveles de referencia y de fondo en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





PERÚ

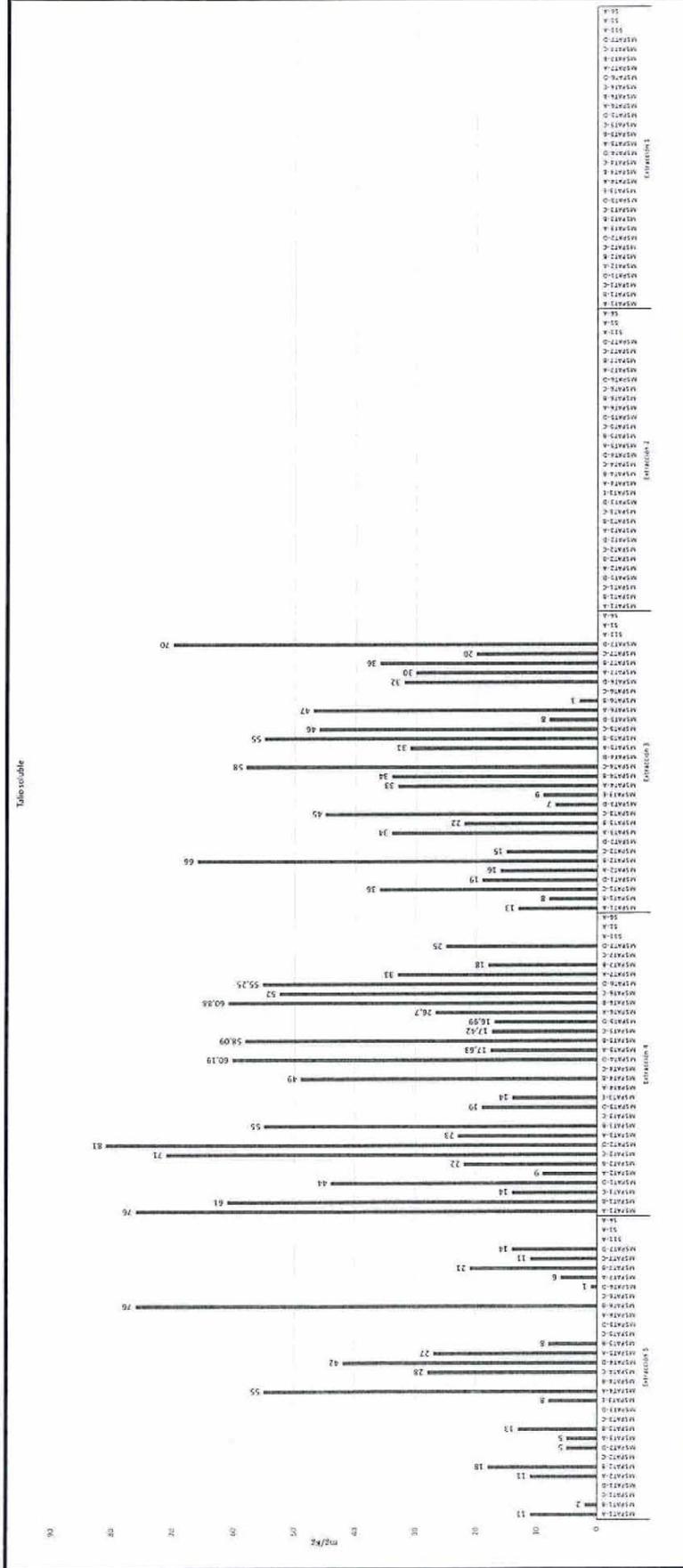
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 3-46: Resultado de Talio Soluble por la metodología de Tessier en el Oleoducto Corrientes – Saramuro.





"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

3.2 Sitios Contaminados Identificados en el sector 1: Locación Yanayacu y Oleoducto Yanayacu - Saramuro

105. Con los veintisiete (27) puntos críticos evaluados en la primera intervención del OEFA en la Locación Yanayacu, se logró identificar dieciséis (16) sitios contaminados, cuyas áreas fueron delimitadas mediante la interpretación de resultados de calidad de suelo presentados en el ítem anterior.

Tabla 3-2: Sitios contaminados identificados en la Locación Yanayacu

Código del Sitio Contaminado	Puntos de muestreo	Fecha de monitoreo	Descripción del punto	Ubicación geográfica en UTM WGS 84 Zona 18 M		Área del Sitio Contaminado (m ²)
				Este	Norte	
CM-SC-09	S25-A	29/10/2014	Toma de muestra en el derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro.	508 703	9 470 962	429,45
	S25-B	29/10/2014		508 710	9 470 975	
	S25-C	29/10/2014		508 731	9 470 980	
	S25-D	29/10/2014		508 737	9 470 970	
	S03	12/09/2013		508 712	9 470 965	
CM-SC-10	S27-A	29/10/2014	Toma de muestra en el derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro. Zona de derrame de crudo en pleno trabajo de remediación.	507 890	9 468 217	7 270,83
	S27-B	29/10/2014		507 927	9 468 337	
	S27-C	29/10/2014		507 989	9 468 261	
	S27-D	29/10/2014		507 982	9 468 223	
	S06	12/09/2013		507 927	9 468 333	
	S07	12/09/2013		507 894	9 468 227	
CM-SC-11	S29-A	29/10/2014	Toma de muestra en el derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro.	507 779	9 467 836	206,58
	S29-B	29/10/2014		507 784	9 467 824	
	S08	12/09/2013		507 773	9 467 831	
CM-SC-12	S30-A	29/10/2014	Toma de muestra en el derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro.	507 409	9 466 598	171,35
	S30-B	29/10/2014		507 406	9 466 586	
	S09	12/09/2013		507 403	9 466 593	
CM-SC-13	S31-A	29/10/2014	Toma de muestra en el derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro.	506 993	9 465 204	227,58
	S31-B	29/10/2014		506 991	9 465 188	
	S10	12/09/2013		506 987	9 465 197	
CM-SC-14	S26-A	29/10/2014	Toma de muestra en la quebrada Huishto	506 633	9 463 985	179,84
	S26-B	29/10/2014		506 625	9 463 974	
	S04	12/09/2013		506 629	9 463 981	
CM-SC-15	S32-A	30/10/2014	Toma de muestra en el derecho de vía del oleoducto Yanayacu - Saramuro.	506 277	9 462 842	138,08
	S32-B	30/10/2014		506 280	9 462 842	
	S32-C	30/10/2014		506 282	9 462 859	
	S32-D	30/10/2014		506 289	9 462 859	
	S12	12/09/2013		506 283	9 462 847	
CM-SC-16	S33-A	30/10/2014	Toma de muestra en la Plataforma 38X del Yacimiento Yanayacu.	506 078	9 462 212	4 799,38
	S33-B	30/10/2014		506 018	9 462 217	
	S33-C	30/10/2014		506 008	9 462 132	
	S33-D	30/10/2014		506 060	9 462 127	
	S14	13/09/2013		506 069	9 462 170	
	S15	13/09/2013		506 020	9 462 163	
	S16	13/09/2013		506 057	9 462 150	
	S17	13/09/2013		506 048	9 462 126	
CM-SC-17	S-51A	30/10/2014	Toma de muestra en la prolongación PAC 5 del Yacimiento Yanayacu.	505 241	9 461 018	1 517,41
	S-51B	30/10/2014		505 248	9 461 004	
	S-51C	30/10/2014		505 201	9 461 006	
	S-51D	30/10/2014		505 195	9 461 049	
	S59	16/09/2013		505 219	9 461 035	
CM-SC-18	S50-A	30/10/2014	Toma de muestra a 100 m. de HP de la Batería 3, PAC 1 y 3 del Yacimiento Yanayacu.	505 495	9 460 829	6 219,64
	S50-B	30/10/2014		505 547	9 460 808	
	S50-C	30/10/2014		505 735	9 460 849	
	S50-D	30/10/2014		505 726	9 460 866	
	S 52	16/09/2013		505 548	9 460 840	
CM-SC-19	S49-A	31/10/2014	Este y Sureste de la Plataforma 32X.	506 506	9 460 240	7 070,45
	S49-B	31/10/2014		506 492	9 460 201	
	S49-C	31/10/2014		506 331	9 460 246	
	S49-D	31/10/2014		506 327	9 460 316	
	S37	14/09/2013		506 494	9 460 210	
	S38	15/09/2013		506 392	9 460 259	
	S39	15/09/2013		506 349	9 460 279	
CM-SC-20	S46-A	31/10/2014	A 40 m. Sur de la Plataforma 32X (Km. 1165 del derecho de vía).	506 315	9 460 185	767,27
	S46-B	31/10/2014		506 317	9 460 150	
	S46-C	31/10/2014		506 336	9 460 148	



2
RJS
RJA



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Código del Sitio Contaminado	Puntos de muestreo	Fecha de monitoreo	Descripción del punto	Ubicación geográfica en UTM WGS 84 Zona 18 M		Área del Sitio Contaminado (m ²)
				Este	Norte	
CM-SC-21	S35	14/09/2013	Norte y Noreste de la Plataforma 32X.	506 332	9 460 181	3 647,15
	S43-A	31/10/2014		506 499	9 460 101	
	S43-B	31/10/2014		506 467	9 460 114	
	S43-C	31/10/2014		506 523	9 460 094	
	S43-D	31/10/2014		506 483	9 460 146	
	S32	14/09/2013		506 516	9 460 138	
	S31	14/09/2013		506 502	9 460 110	
	S33	14/09/2013		506 421	9 460 126	
	S44-A	31/10/2014		506 411	9 460 103	
	S44-B	31/10/2014		506 439	9 460 086	
	S44-C	31/10/2014		506 442	9 460 116	
S44-D	31/10/2014	506 414	9 460 125			
CM-SC-22	S41-A	31/10/2014	Derecho de vía de la Plataforma 60X.	506 137	9 459 594	9 001,72
	S41-B	31/10/2014		506 130	9 459 598	
	S41-C	31/10/2014		506 202	9 459 749	
	S41-D	31/10/2014		506 329	9 460 063	
	S41-E	31/10/2014		506 320	9 460 067	
	S41-F	31/10/2014		506 327	9 460 122	
	S27	14/09/2013		506 169	9 459 674	
	S29	14/09/2013		506 289	9 459 942	
CM-SC-23	S34	14/09/2013	Al sur de la plataforma 60X.	506 355	9 460 119	1 868,90
	S38-A	31/10/2014		506 020	9 459 548	
	S38-B	31/10/2014		506 034	9 459 550	
	S38-C	31/10/2014		506 077	9 459 562	
	S22	14/09/2013		506 009	9 459 564	
CM-SC-24	S24	14/09/2013	Toma de muestra en el lado oeste de la plataforma 60X.	506 073	9 459 515	13 575,73
	S-37 ^a	31/10/2014		505 939	9 459 354	
	S-37B	31/10/2014		505 911	9 459 232	
	S-37C	31/10/2014		506 011	9 459 465	
	S-37D	31/10/2014		506 067	9 459 366	
	S19	14/09/2013		506 000	9 459 403	

Fuente: OEFA, octubre 2014


 Puntos de monitoreo en octubre de 2014

 Puntos de monitoreo realizados en la primera intervención del OEFA (Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA)

3.3 Sitios Contaminados Identificados en el sector 2: Oleoducto Corrientes – Saramuro

106. En el caso del Oleoducto Corrientes – Saramuro, se logró identificar ocho (08) sitios contaminados por la actividad de hidrocarburos, los cuales se detallan en la Tabla 3-3, con sus respectivas áreas delimitadas.

Tabla 3-3: Sitios contaminados identificados en el Oleoducto Corrientes – Saramuro

Código del Sitio Contaminado	Puntos de muestreo	Fecha de monitoreo	Descripción del punto	Ubicación geográfica en UTM WGS 84 Zona 18 M		Área del Sitio Contaminado (m ²)
				Este	Norte	
CM-SC-01	MSPAT1-A	17/05/2015	Km. 32+592 del Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	485 484	9 546 964	2 261,54
	MSPAT1-B	17/05/2015		485 486	9 547 054	
	MSPAT1-C	17/05/2015		485 454	9 547 015	
	MSPAT1-D	17/05/2015		485 445	9 547 037	
CM-SC-02	MSPAT2-A	17/05/2015	Km. 37+020 del Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	487 325	9 543 245	314,89
	MSPAT2-B	17/05/2015		487 331	9 543 220	
	MSPAT2-C	17/05/2015		487 317	9 543 240	
	MSPAT2-D	17/05/2015		487 320	9 543 222	
CM-SC-03	MSPAT3-A	18/05/2015	Km. 47+278 del Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	491 596	9 534 284	3 982,17
	MSPAT3-B	18/05/2015		491 642	9 534 176	
	MSPAT3-C	18/05/2015		491 608	9 534 167	
	MSPAT3-D	18/05/2015		491 558	9 534 207	
CM-SC-04	MSPAT4-A	18/05/2015	Km. 51+875 del Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	493 320	9 530 005	762,73
	MSPAT4-B	18/05/2015		493 357	9 530 022	
	MSPAT4-C	18/05/2015		493 349	9 530 031	

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Código del Sitio Contaminado	Puntos de muestreo	Fecha de monitoreo	Descripción del punto	Ubicación geográfica en UTM WGS 84 Zona 18 M		Área del Sitio Contaminado (m ²)
				Este	Norte	
CM-SC-05	MSPAT4-D	18/05/2015	Km. 56+957 del Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	493 319	9 530 029	1 195,39
	MSPAT5-A	18/05/2015		494 771	9 525 207	
	MSPAT5-B	18/05/2015		494 751	9 525 173	
	MSPAT5-C	18/05/2015		494 782	9 525 178	
	MSPAT5-D	18/05/2015		494 782	9 525 146	
CM-SC-06	MSPAT6-A	18/05/2015	Km. 57+062 del Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	494 761	9 525 041	34 483,02
	MSPAT6-B	18/05/2015		494 801	9 524 954	
	MSPAT6-C	18/05/2015		494 823	9 524 959	
	MSPAT6-D	18/05/2015		494 793	9 525 077	
CM-SC-07	MSPAT7-A	19/05/2015	Km. 60+344 del Oleoducto T1 Corrientes-Saramuro	496 236	9 522 380	145,29
	MSPAT7-B	19/05/2015		496 243	9 522 380	
	MSPAT7-C	19/05/2015		496 249	9 522 369	
	MSPAT7-D	19/05/2015		496 238	9 522 372	
CM-SC-08	S11-A	16/07/2015	Ubicado en el tramo final del Oleoducto Corrientes – Saramuro, a 10 metros de la zona externa de la Estación 1 de PETROPERÚ S.A.	508 750	9 478 562	81,87
	S11-B	16/07/2015		508 752	9 475 561	
	S11-C	16/07/2015		508 757	9 478 564	
	S11-D	16/07/2015		508 752	9 478 565	
	*S11	28/06/2014		508 740	9 478 560	

Fuente: OEFA, mayo y julio 2015

- Puntos de muestreo realizados durante la identificación de sitios contaminados en mayo y julio de 2015
- *Puntos de muestreo realizados en la primera intervención del OEFA (Informe N° 735-2014-OEFA/DE-SDCA)

107. La presencia de hidrocarburos y metales en los suelos contaminados de la Locación Yanayacu estaría relacionada a derrames procedentes de antiguas actividades en la zona, ya que la empresa Pluspetrol Norte S.A., en su memoria anual 2013, dio a conocer que en el año 2009 inició la reinyección del 100% de aguas de producción, por lo que se podría inferir que las aguas de producción no era reinyectadas anteriormente.



2 4.0 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

RHS 4.1 Calidad de Agua Superficial

108. El presente capítulo presenta los resultados acompañados de un análisis de la calidad ambiental del componente agua superficial correspondiente a la evaluación realizada en octubre de 2014 en la Laguna PAC 1,3 y Laguna PAC 5, situadas en la Locación Yanayacu (Lote 8), ubicadas en el distrito de Parinari de la provincia y departamento de Loreto. El detalle de los resultados se presenta en el *Anexo I*.

109. Asimismo, se realizó un análisis de la evaluación realizada en la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu situados en el Derecho de Vía del Oleoducto Yanayacu – Saramuro ubicados en los distritos de Parinari (quebrada Huishto Yanayacu) y Urarinas (bajial Yanayacu) de la provincia y departamento de Loreto.

110. La calidad ambiental del componente agua superficial se evaluó teniendo en cuenta la siguiente información:

- (i) los resultados del análisis de un conjunto de parámetros físicos y químicos,
- (ii) datos obtenidos en campo durante el monitoreo,
- (iii) Instrumentos de Gestión Ambiental de la empresa Pluspetrol e informes técnicos de diversas instituciones, y



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

(iv) la comparación de los resultados de análisis con los Estándares de Calidad Ambiental nacionales e internacionales.

111. La toma de muestras se realizó siguiendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, de fecha 06 de abril de 2011 y los procedimientos para la conservación y preservación de las muestras de acuerdo a lo establecido por los laboratorios debidamente acreditados ante INACAL.
112. El Perú cuenta con Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA - Agua), los cuales fueron fijados a través del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. En este sentido, para la evaluación de la calidad ambiental del componente agua superficial, se consideraron como valores de control los establecidos en los ECA-Agua, siendo de aplicación la Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva y Lagos y Lagunas²⁷.
113. Asimismo, se consideró como referente complementario la Guía de Calidad Ambiental Canadiense, 2007: "Valores Guía para la Protección de la Vida Acuática para Aguas Continentales" para aquellos parámetros no considerados en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático para Ríos de Selva y Lagos y Lagunas.
114. En los puntos de muestreo de agua superficial, se realizaron las mediciones de los siguientes parámetros: temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica; mientras que los análisis de los parámetros físicoquímicos fueron realizados en los laboratorios AGQ Perú S.A.C. e Inspectorate Services Perú S.A.C.²⁸

4.1.1 Parámetros *in situ*

115. Los resultados de medición de los parámetros *in situ* en los puntos de muestreo considerados para la presente evaluación han sido comparados con los ECA para Agua Categoría 4, los cuales se presentan en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Resultados de los Parámetros *in situ* de las Lagunas PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8

Parámetro	ECA Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático para Lagos y Lagunas	Código	Laguna PAC 5		Laguna PAC 1,3		ECA Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático para Ríos de Selva	Bajial Yanayacu	Quebrada Huishto Yanayacu	
			Fecha de muestreo	31/10/2014	31/10/2014	30/10/2014		30/10/2014	02/11/2014	29/10/2014
			Unidad	LPAC 5-1	LPAC 5-3	LPAC 1,3-2		LPAC 1,3-4	BY-01	QH-01
pH	6,5-8,5	Unidades de pH	4,17	4,78	6,35	4,46	6,5-8,5	7,17	6,52	
Temperatura		°C	30,9	29,6	28	30,7	32,0	29,5		

- 27 Según Informe Técnico N° 002-2013-ANA-DGCRH-VIG/ELCG la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu, no se encuentran clasificados en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA "Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos-Costeros" pero se consideraron a dichos cuerpos de agua como Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva y Lagos y Lagunas", debido a los usos actuales que se le viene dando a dichos cuerpos de agua.
- 28 Los Laboratorios AGQ Perú S.A.C. e Inspectorate Services Perú S.A.C, se encuentran debidamente acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Parámetro	ECA Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático para Lagos y Lagunas	Código	Laguna PAC 5		Laguna PAC 1,3		ECA Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático para Ríos de Selva	Bajial Yanayacu	Quebrada Huishto Yanayacu	
			Fecha de muestreo	31/10/2014	31/10/2014	30/10/2014		30/10/2014	02/11/2014	29/10/2014
			Unidad	LPAC 5-1	LPAC 5-3	LPAC 1,3-2		LPAC 1,3-4	BY-01	QH-01
Conductividad		uS/cm	1983	1799	3700	2200		109,3	120,7	
Oxígeno disuelto	>=5	mg/L	3,35	0,79	1,70	3,00	>=5	0,39	8,28	

Fuente: Elaboración Propia.

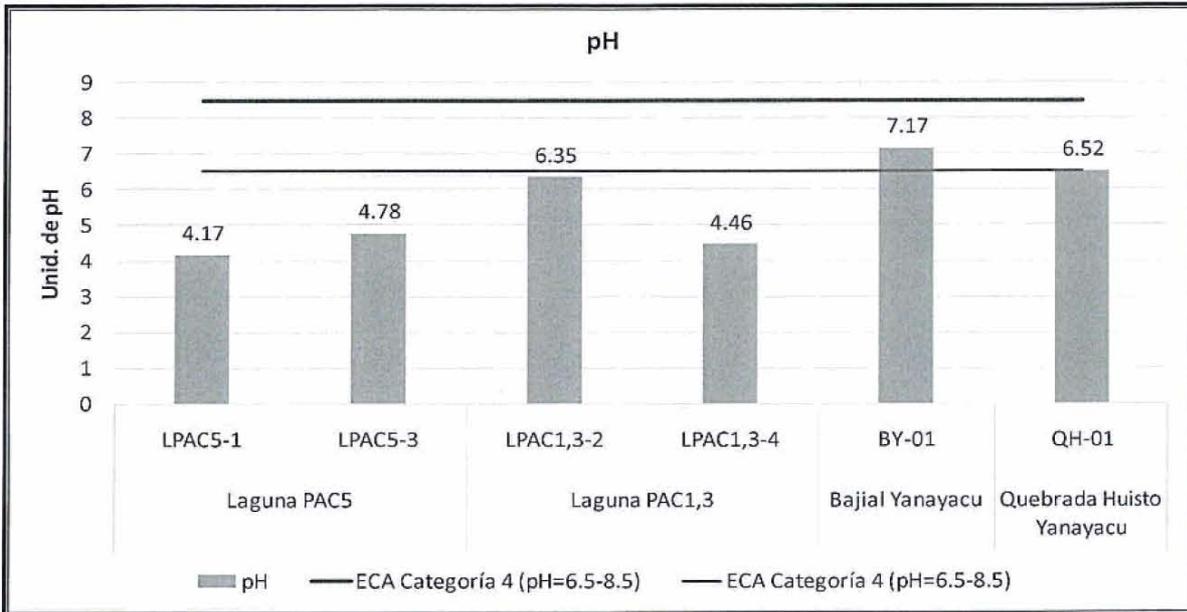
4.1.1.1 pH

116. Las aguas superficiales de las lagunas PAC 5 y PAC 1,3 se encuentran ligeramente ácidas, conforme a los valores de pH obtenidos en las mediciones realizadas en campo, (4,17 para el punto LPAC 5-1; 4,78 para el punto LPAC 5-3; 6,35 para el punto LPAC 1,3-2 y 4,46 para el punto LPAC 1,3-4). Estos valores se encuentran fuera del rango establecido en los ECA para Agua de la Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas.
117. En cuanto a los valores de pH obtenidos en las mediciones realizadas en campo para la quebrada Huishto Yanayacu (punto BY-01 con 7,17) y bajial Yanayacu (punto QH-01 con 6,52) estos se encontraron dentro del rango establecido por los ECA para Agua de la Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva.
118. El pH ácido en las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3), se presenta naturalmente por su condición de cuerpos de aguas lénticas y porque contienen en sus sedimentos abundante materia orgánica que al sufrir el proceso de descomposición provoca que el pH de las lagunas sea ácido. Sin embargo, la presencia de hidrocarburos en la superficie del agua y en los sedimentos podría haber traído como consecuencia que los valores de pH sean aún más ácidos.
- 2 119. Cabe señalar, que la empresa Pluspetrol incorporó a dichas lagunas (PAC 5 y PAC 1,3) en su Instrumento de Gestión Ambiental denominado Plan Ambiental Complementario para el Lote 8, aprobado por Resolución Ministerial N° 760-2006-MEM/AE.
120. Los valores de pH registrados en la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu se encuentran dentro del rango establecido en los ECA para Agua, Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para río de Selva.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-47: Resultados de pH de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.2 Oxígeno Disuelto

121. Las aguas superficiales de las lagunas PAC 5 y PAC 1,3 presentaron bajas concentraciones de oxígeno disuelto, obtenido en las mediciones realizadas en campo (3,35 mg/L en la estación LPAC 5-1; 0,79 mg/L en la estación LPAC 5-3; 1,7 mg/L para la estación LPAC 1,3-2 y 3 mg/L para la estación LPAC 1,3-4); encontrándose por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas.

122. Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) podría estar relacionado a la presencia de hidrocarburos en la superficie del agua; situación que estaría evitando la interacción del agua con el oxígeno atmosférico y la entrada de la luz solar al fondo de la laguna, impidiendo de ésta manera que las plantas acuáticas realicen el proceso de fotosíntesis. De otro lado, la quebrada Huishto Yanayacu (Estación QH-01) presentó buenas condiciones de oxigenación para ríos de Selva, encontrándose los valores dentro de los estándares establecidos en los ECA para Agua – Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva, debido a que es un cuerpo de agua con corrientes continuas que permite la interacción del agua con el oxígeno atmosférico para que las plantas acuáticas realicen el proceso de fotosíntesis sin ningún problema.

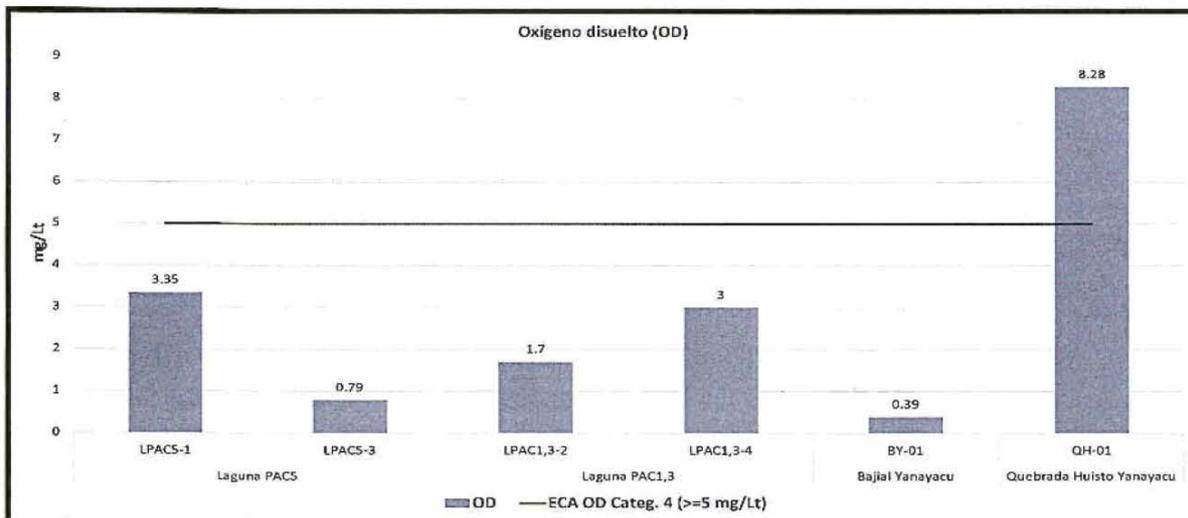
123. Por el contrario, en el bajial Yanayacu (Estación BY-01), las concentraciones de oxígeno disuelto son menores a los establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva; esto debido a que dicho cuerpo de agua tiene flujo lento (cuerpo de agua casi estancado) y porque presenta abundante materia orgánica en el fondo del cuerpo de agua proveniente de los sedimentos ribereños.



2
 PJS
 PJS

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-48: Resultados de oxígeno disuelto de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

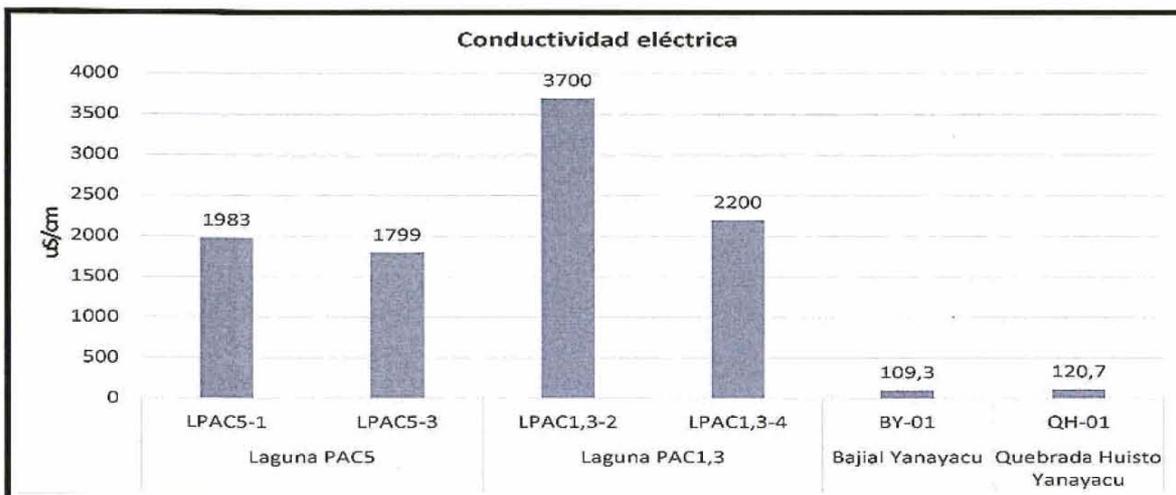
4.1.1.3 Conductividad

124. Las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) presentaron altos valores de Conductividad Eléctrica, obtenidos en las mediciones realizadas en campo (1983 uS/cm para el punto de muestreo LPAC 5-1; 1799 uS/cm para el punto de muestreo LPAC5 -3; 3700 uS/cm para el punto de muestreo LPAC 1,3-2 y 2200 uS/cm para el punto LPAC 1,3-4), mientras que la quebrada Huishto Yanayacu presentó un valor de 120,7 uS/cm y el bajial Yanayacu un valor de 109,3 uS/cm, logrando identificarse variaciones muy marcadas entre los valores encontrados en las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu.



2

Gráfico 4-49: Resultados de conductividad de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.



4.1.2 Parámetros Fisicoquímicos, orgánicos y metales

4.1.2.1 Hidrocarburos Totales de Petróleo – TPH (C₁₀ – C₄₀)

125. Durante el monitoreo realizado en las aguas superficiales de las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) se evidenció presencia de un líquido viscoso por encima de la superficie del agua con características similares a hidrocarburos, situación que fue corroborada con los resultados de los análisis obtenidos por el laboratorio para el parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo (54,96 mg/L para el punto de muestreo LPAC 5-1; 6,42 mg/L para el punto de muestreo LPAC 5-3; 1606,83 mg/L para el punto de muestreo LPAC 1,3-2 y 256,43 mg/L para el punto de muestreo LPAC 1,3-4). Por lo que dichos valores exceden los límites establecidos en la Norma Ecuatoriana, utilizada referencialmente.
126. Cabe señalar, que las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) han sido incorporadas por la empresa Pluspetrol dentro de su Plan Ambiental Complementario aprobado por Resolución Ministerial N° 760-2006-MEM/AAE.
127. En cuanto a la quebrada Huishto Yanayacu se encontró Hidrocarburos Totales de Petróleo con concentraciones de 0,83 mg/L, excediendo los valores establecidos en la Norma Ecuatoriana, utilizada referencialmente. La presencia de hidrocarburos en la quebrada, se debería a la presencia de este elemento en los suelos identificados como contaminados (Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA), ubicados a 30 metros aproximadamente del punto de muestreo QH-01, los cuales estarían siendo arrastrados por el agua de lluvia hacia la quebrada.
128. El bajial Yanayacu presentó concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo por debajo del límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio acreditado.

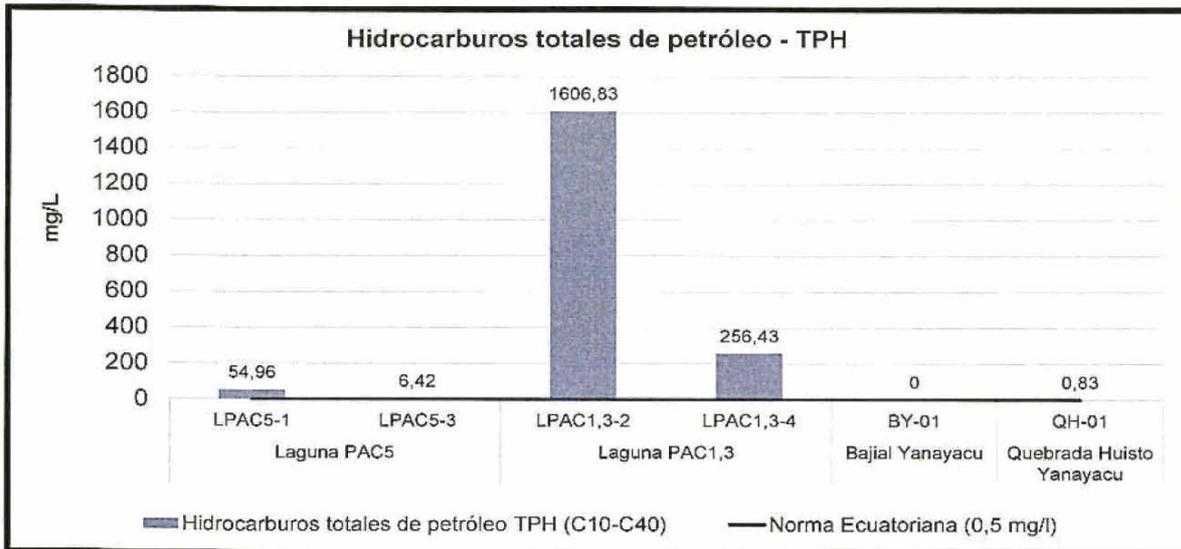


Z

RJS
OH

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

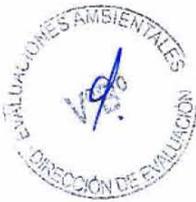
Gráfico 4-50: Resultados de TPH de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.2 Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares - HAP

129. Las lagunas PAC 5 y PAC 1,3 presentaron altas concentraciones de Naftaleno²⁹, cuyos valores exceden los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas. Dicho elemento (Naftaleno) forma parte del grupo de los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, los cuales se forman por la incineración incompleta del petróleo, el carbón, el gas, la madera, la basura y otras sustancias orgánicas, lo cual estaría relacionado a la actividad hidrocarbúrfica desarrollada en la zona. De otro lado, en la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu, no se consideró el análisis de HAP, motivo por el cual en el presente informe no se realizó la evaluación respectiva.

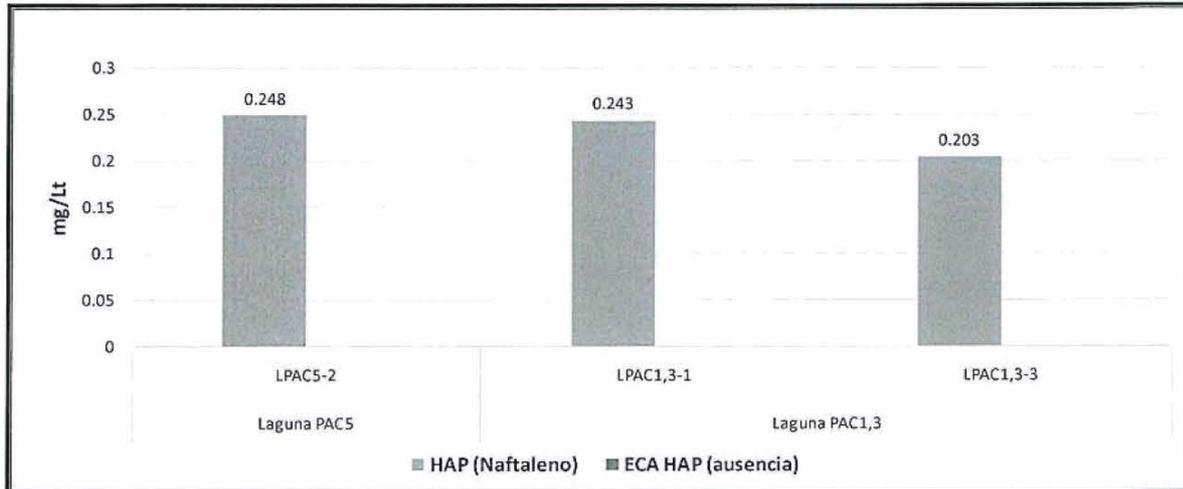


2
R/S
R/S

²⁹

Según la hoja informativa sobre sustancias peligrosas de la EPA, el Naftaleno debe tratarse como una sustancia carcinogénica por lo que debe evitarse su exposición con las personas. <http://ssfe.itorizaba.edu.mx/ntec13/webext/secure/hoja/RTK%20COMPLETO/MSDS%20NAFTALENO%20RTK.pdf>. Consultada en setiembre de 2015.

Gráfico 4-51: Resultados de HAP de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.3 Aceites y Grasas

130. Las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3), la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu presentaron valores altos de aceites y grasas (169 mg/L para el punto de muestreo LPAC 5-1; 458 mg/L para el punto de muestreo LPAC 5-2; 11,6 mg/L para el punto de muestreo LPAC 5-3; 1800 mg/L para el punto de muestreo LPAC 1,3-1; 2462 mg/L para el punto de muestreo LPAC 1,3-2; 252,4 mg/L para el punto de muestreo LPAC 1,3-3; 360,2 mg/L para el punto de muestreo LPAC 1,3-4; 15,9 mg/L para el punto de muestreo BY-01 y 5,3 mg/L para el punto de muestreo QH-01).

131. En dichos puntos de muestreo, los valores de aceites y grasas obtenidos exceden el valor establecido en los ECA para Agua, Categoría 4, "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas y ríos de Selva. Cabe señalar, que la presencia de aceites y grasas en las aguas superficiales de las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) y la quebrada Huishto Yanayacu, se encontraría relacionado a la presencia de hidrocarburos identificados en los mismos puntos de muestreo.

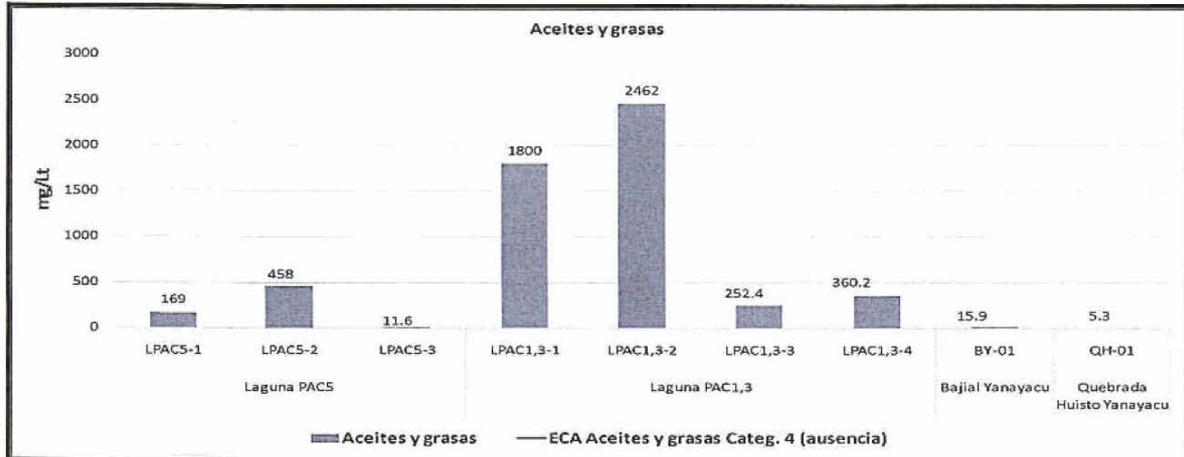
132. La presencia de aceites y grasas en el bajial, podría deberse a que, por éste recorre el ducto que transporta el crudo de la Locación Yanayacu al terminal, teniendo un recorrido de 17 kilómetros y en el que se logró identificar cinco (05) puntos de muestreo de suelos con valores de TPH por encima de los ECA para Suelo de Uso Agrícola (Informe N° 020-2014-OEFA/DE-SDCA).



2
RHS
OJA

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-52: Resultados de Aceites y Grasas en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajal Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.

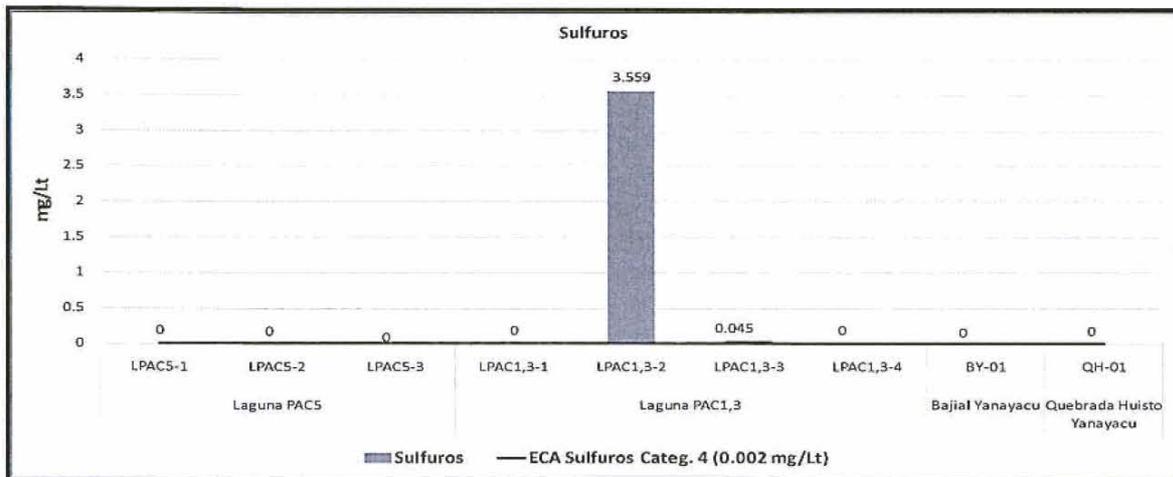


Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.4 Sulfuros

133. Los puntos de muestreo de la Laguna PAC 5, la quebrada Huishto Yanayacu y el bajal Yanayacu presentaron concentraciones de sulfuros por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio, mientras que la Laguna PAC 1,3 presentó valores por encima de los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas, en los puntos: LPAC 1,3-2 y LPAC 1,3-3. Cabe señalar, que la Laguna PAC 1,3 fue incorporada por la empresa Pluspetrol dentro su Plan Ambiental Complementario 2006 como un sitio a remediar.

Gráfico 4-53: Resultados de sulfuros en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajal Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.



2
A. J. P. S.

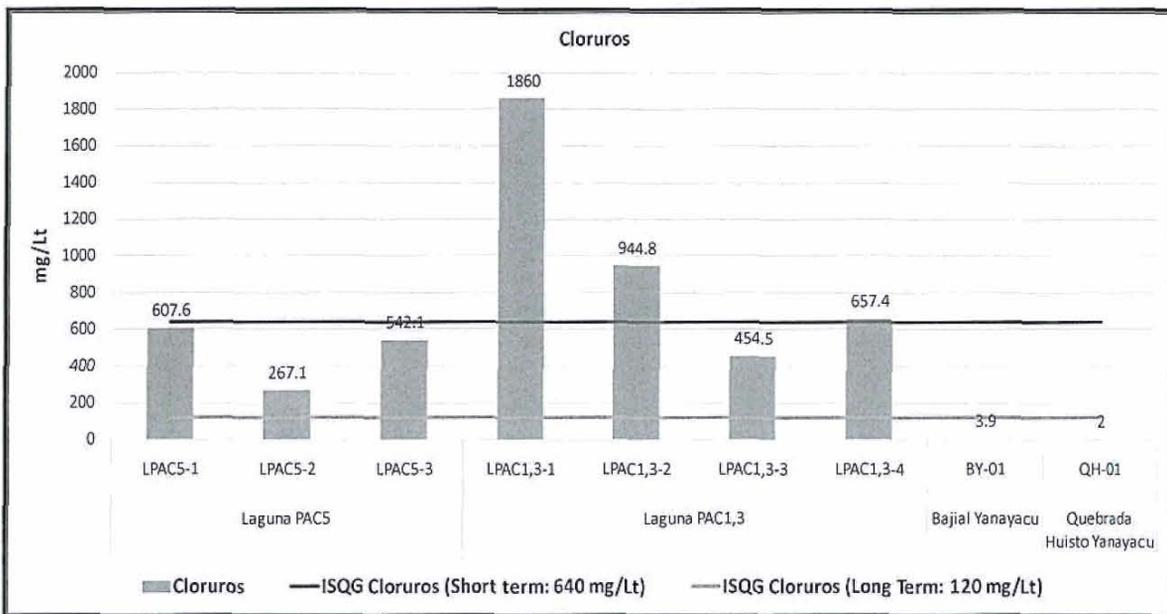
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

4.1.2.5 Cloruros

- 134. Las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) presentaron altas concentraciones de cloruros de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio (607,6 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-1; 267,1 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-2; 542,1 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-3; 1860 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-1; 944,8 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-2; 454,5 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-3 y 657,4 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-4), excediendo los valores establecidos en la Guía de Calidad Ambiental Canadiense, 2007: "Valores Guía para la Protección de la Vida Acuática para Aguas Continentales" a largo plazo, utilizada de manera referencial.
- 135. La quebrada Huishto y el bajial Yanayacu presentaron bajas concentraciones de cloruros de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio (3,9 mg/L para el punto de muestreo BY-01 y 2 mg/L para el punto de muestreo QH-01), los cuales no exceden los valores establecidos en la Guía de Calidad Ambiental Canadiense, 2007: "Valores Guía para la Protección de la Vida Acuática para Aguas Continentales", utilizada referencialmente.

136. Cabe señalar, que la presencia de cloruros en las aguas superficiales de las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3), se encontrarían relacionados a la presencia de hidrocarburos en las aguas de dichas lagunas PAC.

Gráfico 4-54: Resultados de cloruros en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.6 Sólidos Totales Suspendidos

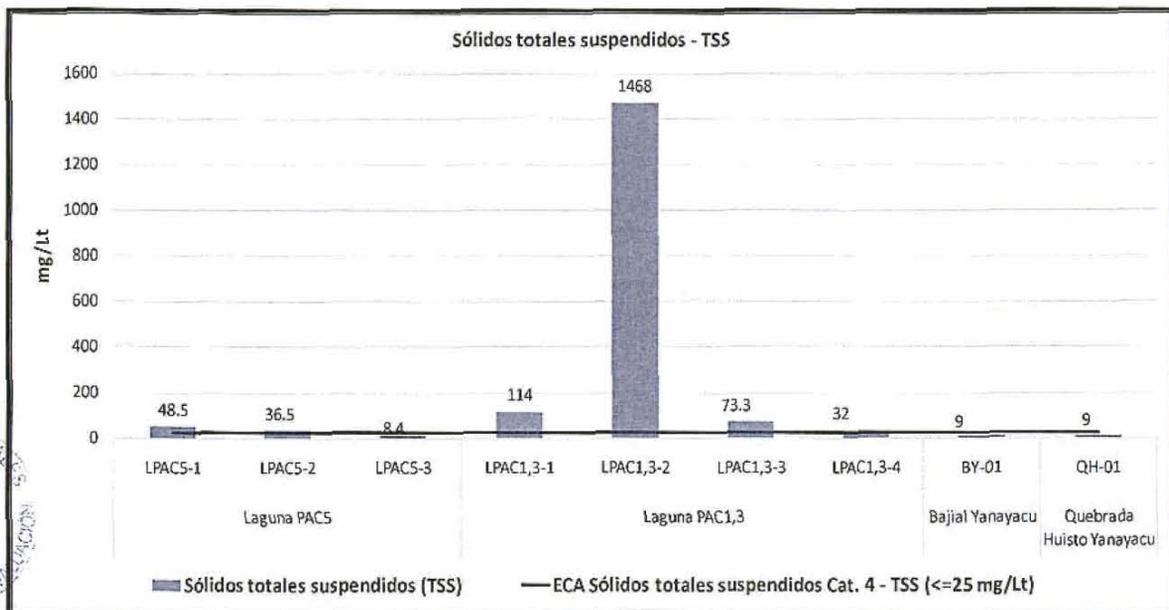
137. Las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) presentaron altas concentraciones de sólidos totales suspendidos - TSS de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

(48,5 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-1; 36,5 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-2; 114 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-1; 1468 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-2; 73,3 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-3 y 32 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-4), excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4, "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas; excepto en el punto de muestreo LPAC 5-3, que presentó valores por debajo de la referida norma.

138. La quebrada Huishto Yanayacu y el bajjal Yanayacu presentaron bajas concentraciones de sólidos totales suspendidos de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio (9 mg/L para el punto de muestreo BY-01 y 9 mg/L para el punto de muestreo QH-01), los cuales no excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4, "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva.

Gráfico 4-55: Resultados de TSS de la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajjal Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.7 Cobre Total

139. La Laguna PAC 1,3, en el punto de muestreo LPAC 1,3-2³⁰ presentó altas concentraciones de cobre total (0,0238 mg/L), excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático para Lagos y Lagunas"; mientras que los puntos de muestreo LPAC 1,3-1 (0,0016 mg/L), LPAC 1,3-3 (0,0021 mg/L) y LPAC 1,3-4 (0,0013 mg/L) de la referida laguna presentaron

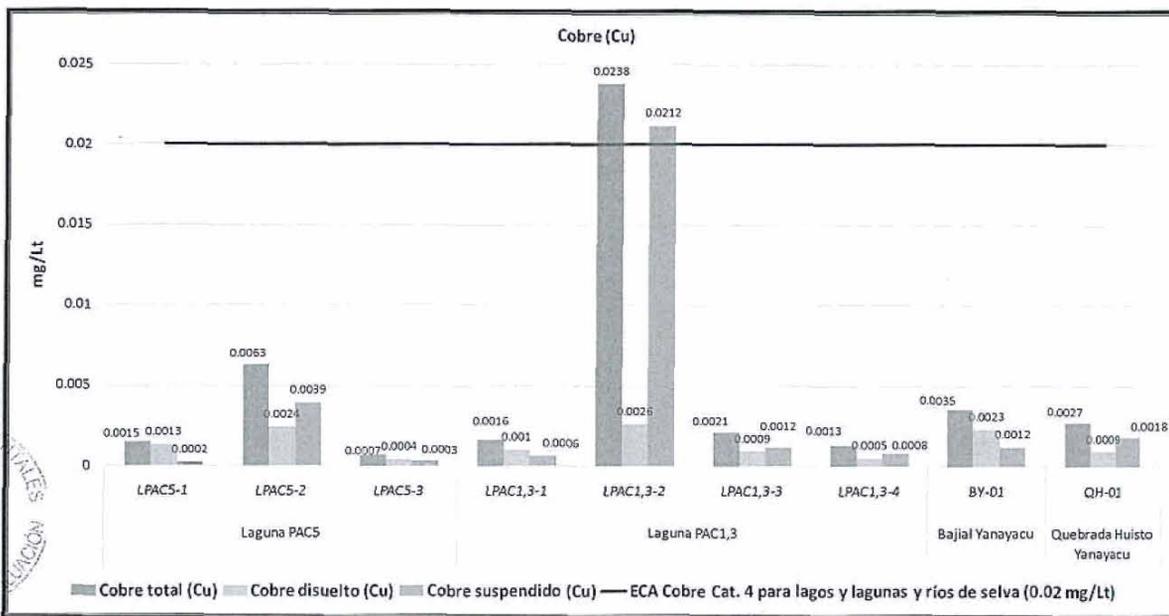
³⁰ Presentó la más alta concentración de TPH en agua superficial (1 606,83 mg/L) de entre todos los puntos de muestreo de las lagunas PAC 5 y PAC 1,3.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

concentraciones de cobre total por debajo de los valores establecidos en la misma norma.

- 140. La Laguna PAC 5, en los puntos de muestreo LPAC 5-1 (0,0015 mg/L), LPAC 5-2 (0,0063 mg/L) y LPAC 5-3 (0,0007 mg/L) presentaron concentraciones de cobre total por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas.
- 141. En la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu, los puntos de muestreo QH-01 (0,0027 mg/L) y BY-01 (0,0035 mg/L) respectivamente, presentaron concentraciones de cobre total por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva.
- 142. La laguna LPAC 1,3, en el punto de muestreo LPAC 1,3-2 presentó concentraciones de cobre suspendido mayor al cobre disuelto, excediendo incluso los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas; lo que implicaría que dicho metal se encontraría adherido a las partículas en suspensión de la referida laguna.

Gráfico 4-56: Resultados de cobre en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.



2
R.T.S.
A.T.

4.1.2.8 Zinc Total

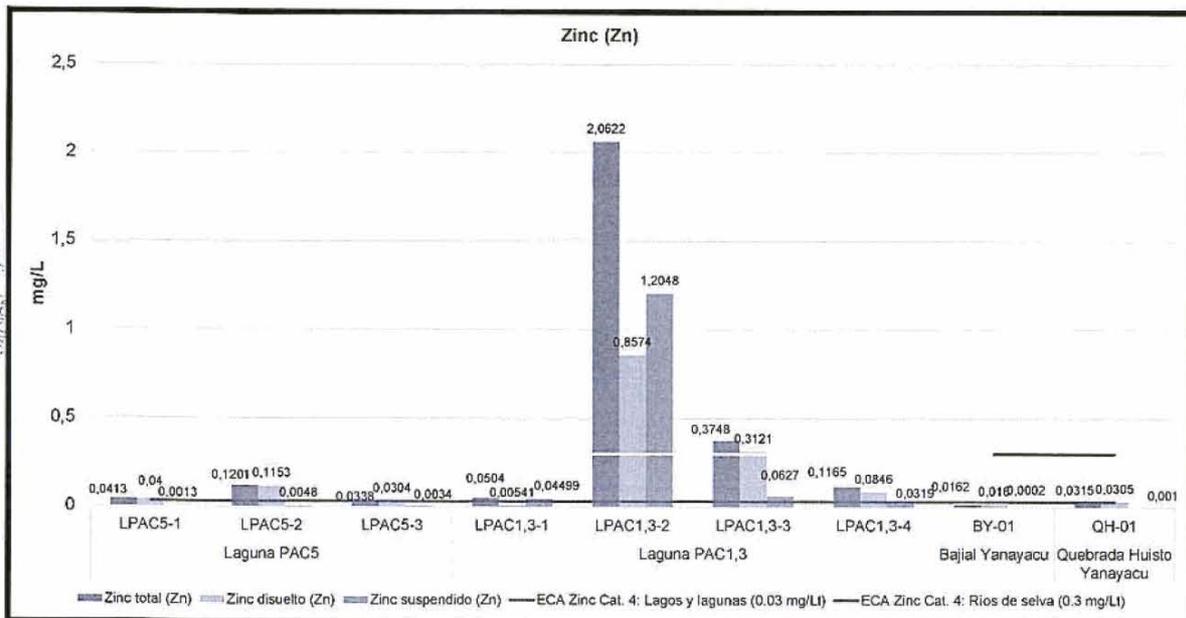
- 143. Las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) presentaron altas concentraciones de zinc de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio (0,0413 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-1; 0,1201 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-2; 0,0338 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-3, 0,0504 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-1; 2,0622 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-2, 0,3748 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-3 y 0,1165 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-4),

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4, "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas.

- 144. La quebrada Huishto Yanayacu y el bajal Yanayacu presentaron bajas concentraciones de zinc de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio (0,016 mg/L para el punto de muestreo BY-01 y 0,0315 mg/L para el punto de muestreo QH-01), los cuales no excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4, "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva.
- 145. Los puntos de muestreo LPAC 5- 1, LPAC 5- 2, LPAC 5-3, LPAC 1,3- 3 y LPAC 1,3- 4 presentaron valores de zinc en su estado disuelto por encima del zinc en su estado suspendido, excediendo incluso los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas, comparada referencialmente, lo que implicaría que dicho metal (zinc disuelto) no estaría adherido a las partículas en suspensión que se encuentran en la referida laguna.
- 146. En cuanto, a los puntos de muestreo LPAC 1,3- 1 y LPAC 1,3- 2 presentaron valores de zinc en su estado suspendido por encima de los valores de zinc en su estado disuelto, lo cual implicaría que el metal zinc se encontraría adherido a las partículas en suspensión de la laguna.

Gráfico 4-57: Resultados de zinc en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajal Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.9 Arsénico Total

- 147. La laguna PAC 1,3, presentó altas concentraciones de arsénico en los puntos de muestreo LPAC 1,3- 1 (0,0166 mg/L) y LPAC 1,3- 2 (0,0166 mg/L), excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4, "Conservación del Ambiente

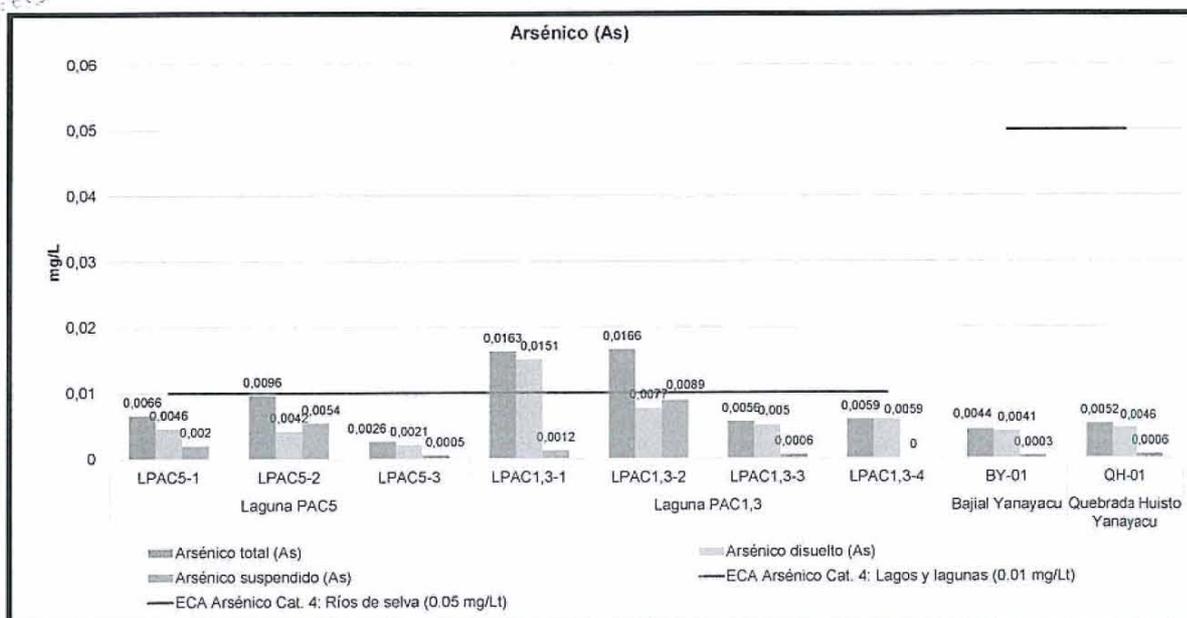
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Acuático" para Lagos y Lagunas, mientras que los puntos de muestreo LPAC 1,3-3 (0,0056 mg/L), LPAC 1,3- 4 (0,0059 mg/L), LPAC 5- 1 (0,0066 mg/L), LPAC 5- 2 (0,0096 mg/L) y LPAC 5- 3 (0,0026 mg/L) presentaron valores por debajo de la referida norma.

- 148. La quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu presentaron bajas concentraciones de arsénico de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio (0,0044 mg/L para el punto de muestreo BY-01 y 0,0052 mg/L para el punto de muestreo QH-01), los cuales no excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4, "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva.
- 149. El punto de muestreo LPAC 1,3- 1 presentó valores de arsénico en su estado disuelto por encima del arsénico en su estado suspendido, excediendo incluso los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas, comparada referencialmente, lo que implica que dicho metal (arsénico disuelto) no estaría adherido a las partículas en suspensión que se encuentran en la referida laguna.
- 150. En cuanto, a los puntos de muestreo LPAC 1,3- 2 presentó valores de arsénico en su estado suspendido por encima de los valores de arsénico en su estado disuelto, lo cual implicaría que en éste punto de muestreo el arsénico se encontraría adherido a las partículas en suspensión de la referida laguna.



Gráfico 4-58: Resultados de arsénico en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.10 Selenio Total

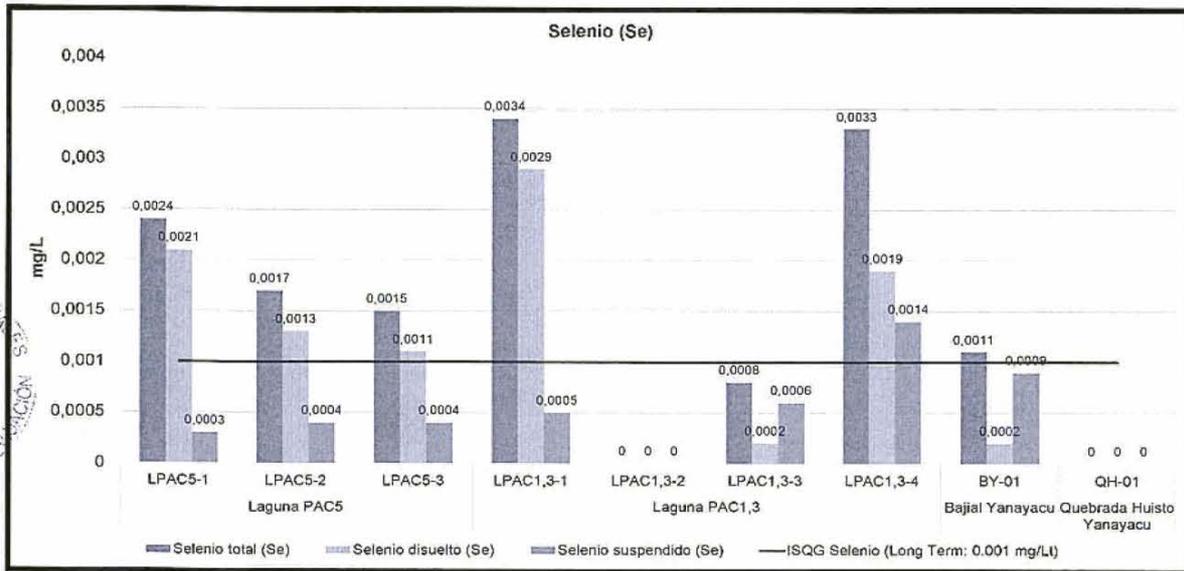
- 151. La laguna PAC 5, presentó altas concentraciones de selenio en todos los puntos de muestreo (0,0024 mg/L para el punto de muestro LPAC 5-1; 0,0017 mg/L para el

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

punto de muestro LPAC 5-2 y 0,0015 mg/L para el punto de muestro LPAC 5-3) mientras que la laguna PAC 1,3 presentó altas concentraciones de selenio en los puntos LPAC 1,3-1 y LPAC 1,3-4, excediendo sus valores establecidos en la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría aguas continentales a largo plazo³¹, utilizada referencialmente.

- 152. El bajial Yanayacu presentó altas concentraciones de selenio (0,0011 mg/L para el punto de muestro BY-01), excediendo los valores establecidos en la Norma Canadiense antes referida.
- 153. La quebrada Huishto Yanayacu presentó concentraciones de selenio por debajo de la misma norma.
- 154. Las concentraciones de selenio disuelto en la Laguna PAC 5 (en los puntos de muestro LPAC 5-1, LPAC5-2 y LPAC5-3) y la Laguna PAC 1,3 (LPAC 1,3-1 y LPAC 1,3-4) presentaron valores por encima del selenio en su estado suspendido. Asimismo, en el bajial Yanayacu (en el punto de muestro BY-01) se presenció el selenio en su estado suspendido con valores por encima del selenio en su estado disuelto.

Gráfico 4-59: Resultados de selenio en la Laguna PAC 1,3, Laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

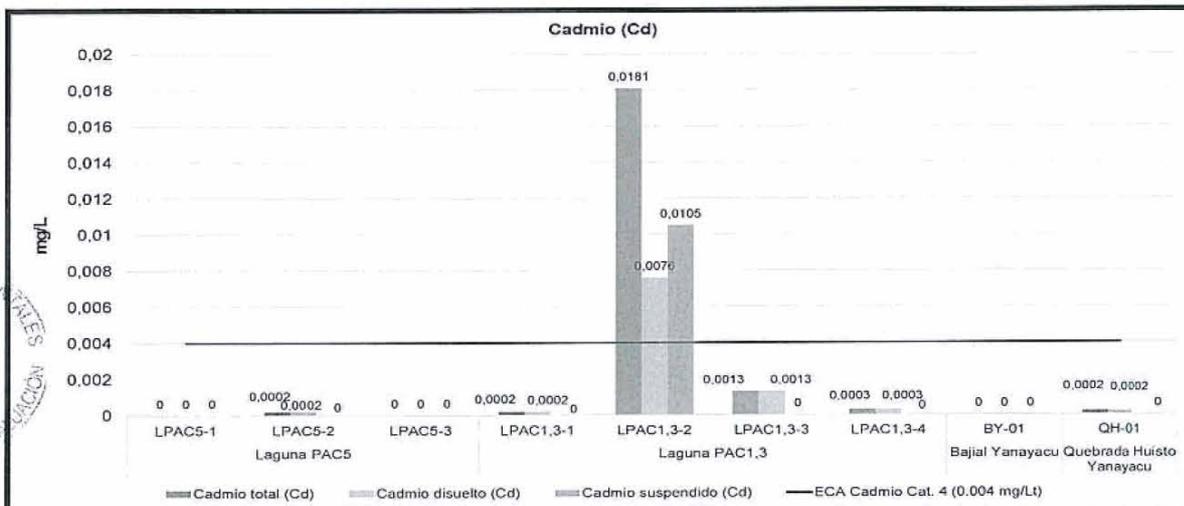
³¹ Norma Canadiense: "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría aguas continentales a largo plazo: Estos estándares que permiten evaluar los efectos de la exposición de los elementos tóxicos con los organismos vivos a:

- (i) Corto plazo (Short-term): Se emplean para estimar los efectos graves y para proteger a la mayoría de las especies contra la letalidad durante eventos intermitentes y transitorios (por ejemplo: eventos de derrames en ambientes acuáticos receptores, poco frecuentes, sustancias no persistentes o de corta vida) y
- (ii) Largo plazo (Long-term): Están diseñados para proteger contra los efectos negativos durante exposiciones indefinidas.

4.1.2.11 Cadmio Total

155. El punto de muestreo LPAC 1,3-2, presentó altas concentraciones de cadmio (0,0181mg/L) excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas, mientras que los puntos de muestreo LPAC 1,3-1, LPAC 1,3-3, LPAC 1,3-4, LPAC 5-1, LPAC 5-2, LPAC 5-3 presentaron valores por debajo de la referida norma.
156. La quebrada Huishto Yanayacu y el bajjal Yanayacu presentaron concentraciones de cadmio por debajo de los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva. Los valores de cadmio en su estado suspendido fueron mayores que el cadmio en su estado disuelto, llegando a exceder en ambos casos los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para lagos y lagunas.

Gráfico 4-60: Resultados de cadmio en la laguna PAC 1,3, laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajjal Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

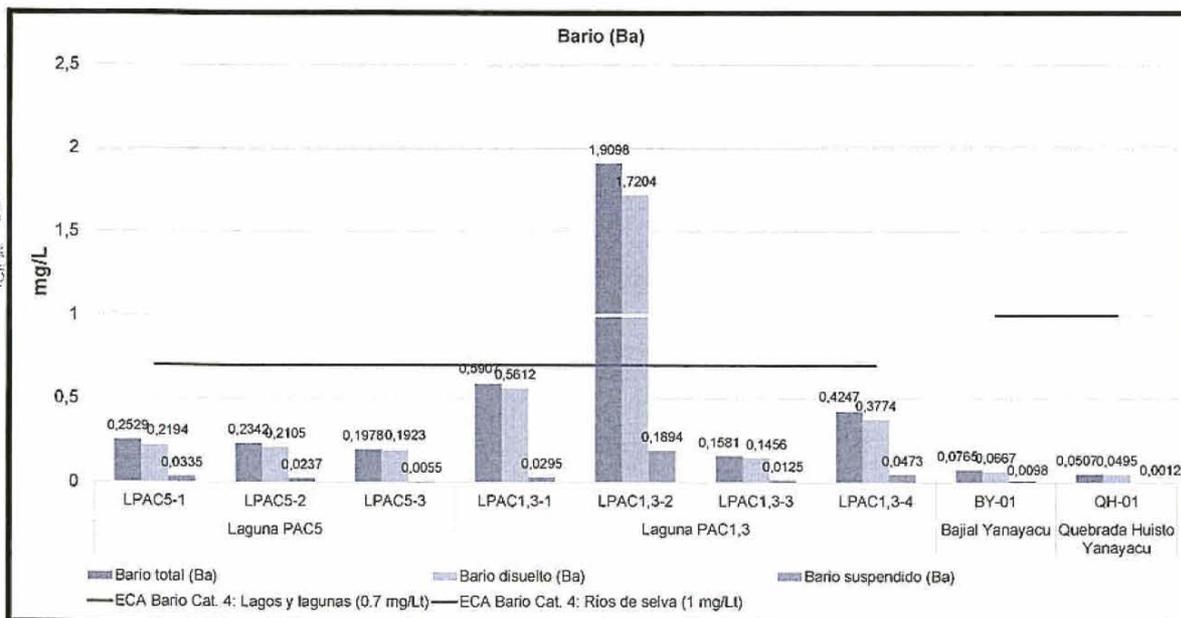
4.1.2.12 Bario Total

157. La Laguna PAC 1,3 en el punto de muestreo LPAC 1,3-2 presentó altas concentraciones de bario total (1,909 8 mg/L) excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas" mientras que los puntos de muestreo LPAC 1,3-1, LPAC 1,3-3 y LPAC 1,3-4 de la referida laguna presentaron concentraciones de bario por debajo de los valores establecidos en la misma norma.
158. La Laguna PAC 5 en los puntos de muestreo LPAC 5-1, LPAC 5-2 y LPAC 5-3 presentaron concentraciones de bario total por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

159. En la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu, los puntos de muestreo presentaron concentraciones de bario total por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva.
160. El punto de muestreo LPAC 1,3-2, de la Laguna PAC 1,3, presentó concentraciones de bario disuelto mayores al bario suspendido, excediendo incluso los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas, lo que implica que dicho metal (bario disuelto) no estaría adherido a las partículas en suspensión que se encuentran en la referida laguna.
161. Cabe señalar, que la presencia de bario total en las aguas superficiales de la Laguna PAC 1,3 podría estar relacionado a la actividad hidrocarburífera ya que para los procesos de perforación de pozos petroleros se utiliza como aditivo la baritina, la cual podría encontrarse en los lodos de perforación. Dichos lodos de perforación si no son dispuestos correctamente podrían contaminar las aguas, sedimentos y suelos con bario total y otros elementos químicos.

Gráfico 4-61: Resultados de bario de la laguna PAC 1,3, laguna PAC5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.13 Talio Total

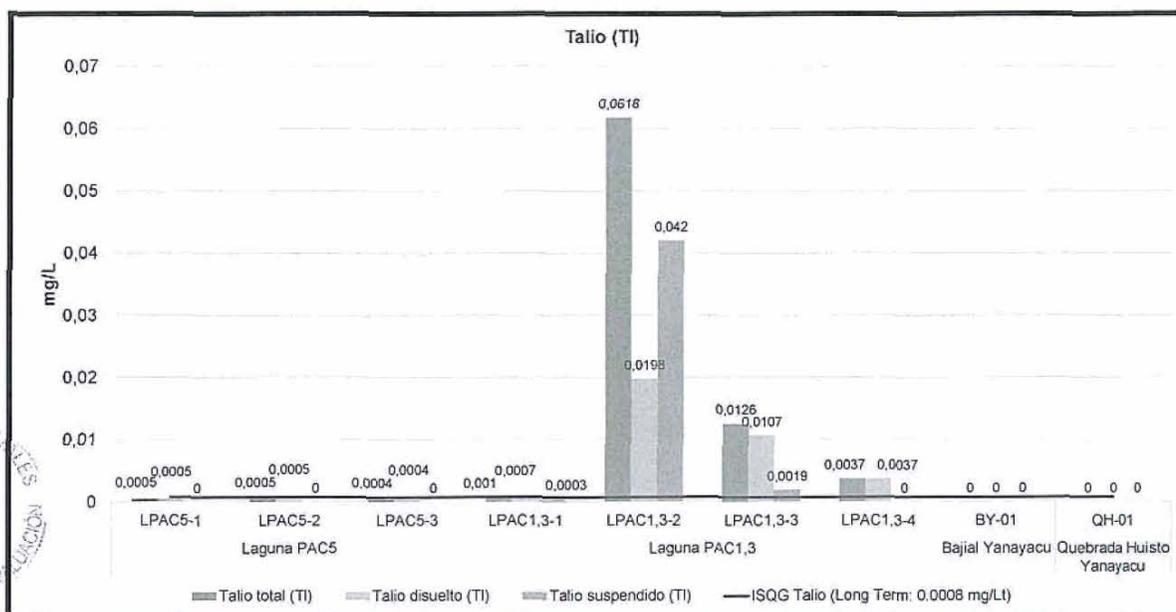
162. La laguna PAC 1,3 presentó altas concentraciones de talio en todos los puntos de muestreo (0,0618 mg/L para el punto de muestro LPAC 1,3-2; 0,0126 mg/L para el punto de muestro LPAC 1,3-3 y 0,0037 mg/L para el punto de muestro LPAC 1,3-4) excediendo los valores establecidos en la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría aguas continentales a largo plazo, utilizada referencialmente, excepto en el punto de muestro LPAC 1,3-1 (0,001mg/L)

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

en el que las concentraciones de talio se encontraron por debajo de los valores establecidos en la referida norma.

- 163. En la quebrada Huishto Yanayacu, el bajial Yanayacu y la Laguna PAC 5 en todos sus puntos de muestreo presentaron concentraciones de talio por debajo de los valores establecidos en la referida Norma Canadiense.
- 164. En los puntos de muestreo LPAC 1,3-3 y LPAC 1,3-4 las concentraciones de talio en su estado disuelto son superiores al talio en su estado suspendido, mientras que en el punto de muestreo LPAC 1,3-1 el talio suspendido fue mayor al talio disuelto.

Gráfico 4-62: Resultados de talio en la laguna PAC 1,3, laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

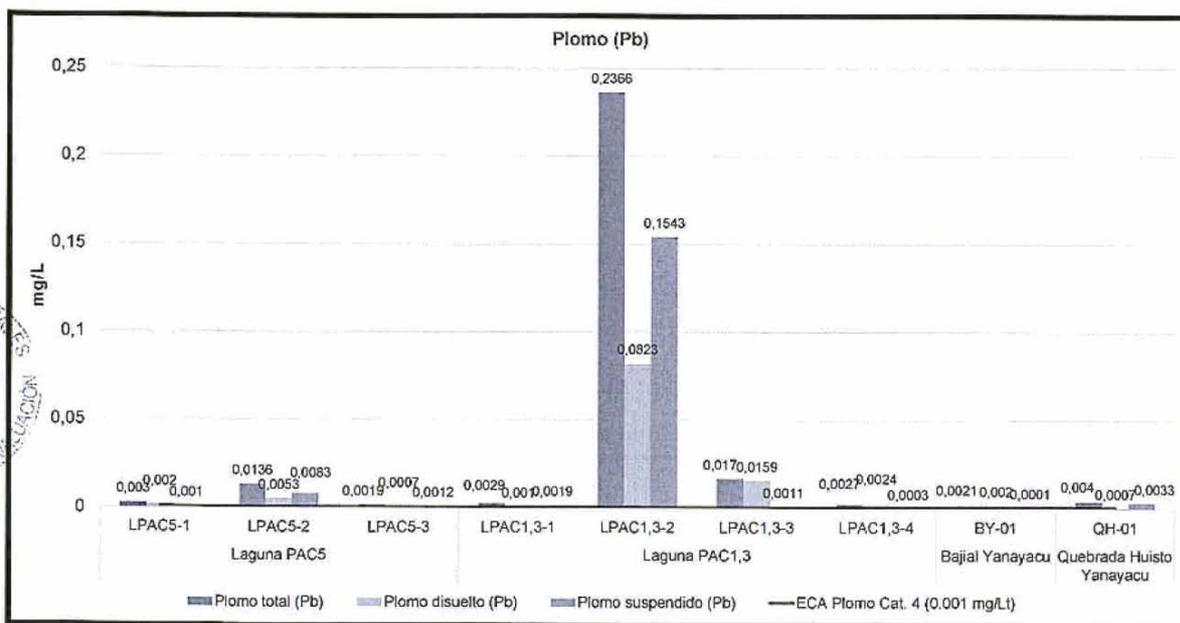
4.1.2.14 Plomo Total

- 165. La Laguna PAC 5 y PAC 1,3 presentaron altas concentraciones de plomo en todos los puntos de muestreo (0,003 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-1; 0,0136 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-2; 0,0019 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-3; 0,0029 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-1; 0,2366 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-2; 0,017 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-3 y 0,0027 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-4) excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para Lagos y Lagunas"
- 166. La quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu presentaron altas concentraciones de plomo (0,0021mg/L en el punto de muestro BY-001 y 0,004 mg/L en el punto de muestreo QH 01) excediendo los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

- 167. Los puntos de muestreo LPAC 5-1 y LPAC 5-2 presentaron concentraciones de plomo en su estado disuelto por encima del plomo en su estado suspendido, mientras que el LPAC 5-3 presentó plomo en su estado suspendido mayor al disuelto.
- 168. Los puntos de muestreo LPAC 1,3-3 y LPAC 1,3-4 presentaron concentraciones de plomo en su estado disuelto por encima del plomo en su estado suspendido, mientras que los puntos de muestreo LPAC 1,3-1 y LPAC 1,3-2 presentaron plomo en su estado suspendido mayor al disuelto.
- 169. El bajial Yanayacu, presentó plomo en su estado disuelto mayor al plomo en su estado suspendido excediendo incluso su valor a los ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" para ríos de Selva, mientras que en la quebrada Huishto Yanayacu el plomo en su estado suspendido fue mayor al plomo en su estado disuelto excediendo de la misma manera los ECA para Agua antes referidos.

Gráfico 4-63: Resultados de plomo en la laguna PAC 1,3, laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.15 Hierro Total

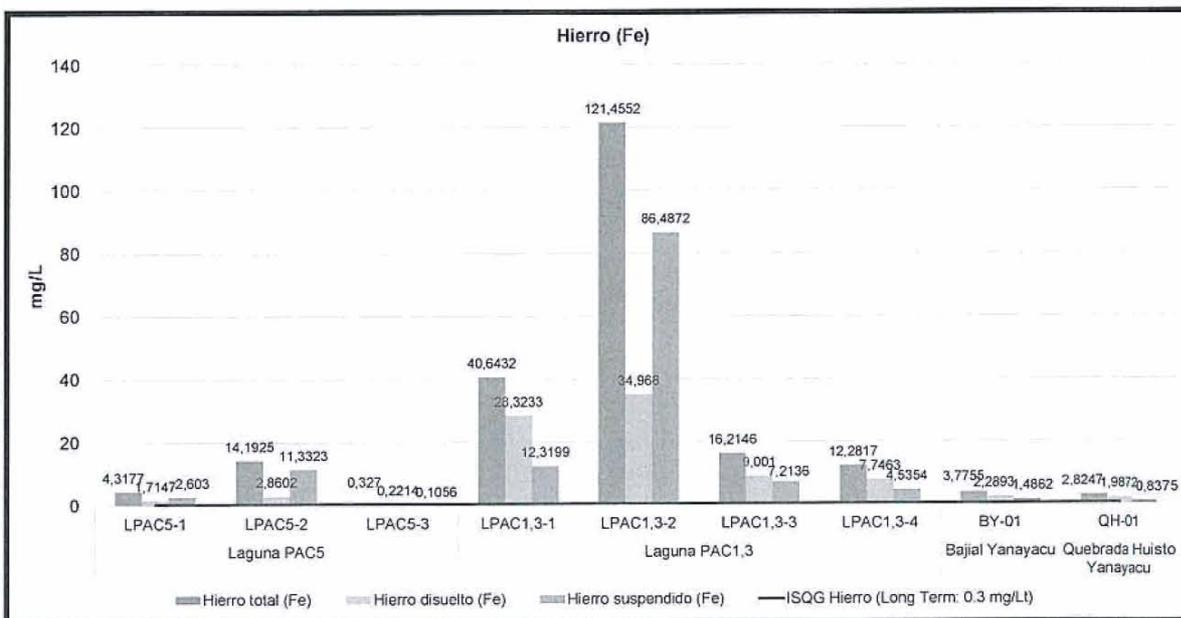
- 170. Las lagunas PAC 5 y PAC 1,3 presentaron altas concentraciones de hierro en todos los puntos de muestreo (4,3177 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-1; 14,1925 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-2; 0,327 mg/L en el punto de muestreo LPAC 5-3; 40,6432 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-1; 121,4552 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-2; 16,2146 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-3 y 12,2817 mg/L en el punto de muestreo LPAC 1,3-4) excediendo los valores establecidos en la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría aguas continentales a largo plazo, utilizada referencialmente.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

171. La quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu presentaron altas concentraciones de hierro (3,7755 mg/L en el punto de muestro BY-01 y 2,8247 mg/L en el punto de muestreo QH 01) excediendo los valores establecidos en la misma Norma Canadiense, utilizada referencialmente.
172. El punto de muestreo LPAC 5-3 presentó concentraciones de hierro en su estado disuelto por encima del hierro en su estado suspendido, mientras que en los puntos de muestreo LPAC 5-1 y LPAC 5-2 presentaron concentraciones de hierro en su estado suspendido por encima de hierro en su estado disuelto, en ambos casos excediendo incluso los valores establecidos en la Norma Canadiense, utilizada referencialmente.
173. Los puntos de muestreo LPAC 1,3-1, LPAC 1,3-3 y LPAC 1,3-4 presentaron concentraciones de hierro disuelto por encima del hierro suspendido, mientras que el punto de muestreo LPAC 1,3-2 presentó concentraciones de hierro en su estado suspendido por encima del hierro en su estado disuelto excediendo incluso los valores establecidos en la referida norma.
174. El bajial Yanayacu y la quebrada Huishto Yanayacu, presentaron concentraciones de hierro en su estado disuelto por encima del hierro en su estado suspendido excediendo en todos los puntos de muestreo (BY-01 y QH-01) los valores establecidos en la mencionada Norma Canadiense.



Gráfico 4-64: Resultados de hierro en la laguna PAC 1,3, laguna PAC 5, quebrada Huishto Yanayacu y bajial Yanayacu del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A.



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Calidad de Sedimento

175. El estudio de los sedimentos, se realizó con la finalidad de conocer las condiciones químicas actuales de los sólidos presentes en el lecho de los cuerpos de agua

lóticos³² y lénticos³³, ya que actúan como depósitos naturales de una variedad de restos biológicos, químicos y contaminantes presentes en las masas de agua, además de conservar un registro histórico de lo acontecido en el lugar e identificar los elementos que causan toxicidad en los ecosistemas acuáticos. El detalle de los resultados se presenta en el *Anexo I*.

176. El presente capítulo describe los resultados acompañados de un análisis de la calidad ambiental del componente sedimentos correspondiente a la evaluación realizada en octubre de 2014 en la Locación Yanayacu y el Derecho de Vía del Oleoducto Yanayacu-Saramuro (Lote 8) que opera la empresa Pluspetrol Norte S.A.
177. Para la evaluación del componente sedimentos se consideró nueve (09) puntos de muestreo, que tienen la siguiente distribución: tres (03) puntos de muestreo para la Laguna PAC 5, cuatro (04) para la Laguna PAC 1,3, una (01) para la quebrada Huishto Yanayacu y una (01) para el bajial Yanayacu.
178. Cabe señalar, que los puntos donde se tomaron las muestras para evaluar la calidad ambiental del componente sedimentos fueron los mismos puntos de muestreo de agua superficial.
179. En la actualidad, el Perú no cuenta con Estándares de Calidad Ambiental para evaluar la calidad de los sedimentos, por lo que se utilizó de manera referencial las siguientes normas internacionales: (i) Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de las categorías ISQG y PEL³⁴ (ii) Guía de los Países Bajos (The New Dutchlist, 2000)³⁵ para Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP).

4.2.1 Parámetros orgánicos y metales

180. En las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3), la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu se evaluaron los parámetros: hidrocarburos totales de petróleo (HTP), hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP), metales totales por la metodología ICP, cromo VI y extracción secuencial de metales pesados por la metodología de Tessier.

4.2.1.1 Hidrocarburos Totales de Petróleo – TPH (C₁₀ – C₄₀)

181. Las Lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) presentaron altas concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (267 mg/kg para el punto de muestreo LPAC 5-1; 2224 mg/kg para el punto de muestreo LPAC 5-2; 392 mg/kg para el punto de muestreo LPAC 5-3; 25504 mg/kg para el punto de muestreo LPAC 1,3-1; 8877 mg/kg para el punto de muestreo LPAC 1,3-2; 1440 mg/kg para el punto de muestreo

³² Lótico: Cuerpos de agua con un volumen que se mueve continuamente

³³ Léntico: Cuerpos de agua donde el movimiento no es continuo y no fluye en una dirección definida

³⁴ La Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de las categorías ISQG y PEL, establece dos tipos de valores: ISQG (*Interim Sediment Quality Guidelines*), que corresponden a límites por debajo de los cuales no se presentan efectos biológicos adversos y PEL (*Probable Effect Level*) que corresponde a concentraciones sobre las cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia.

³⁵ La Guía de los Países Bajos (The New Dutchlist, 2000) para Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), establece dos tipos de valores: (i) Valores óptimo u objetivos (Optimum or Target Values) y (ii) Valores de acción o intervención (Action or Intervention values).

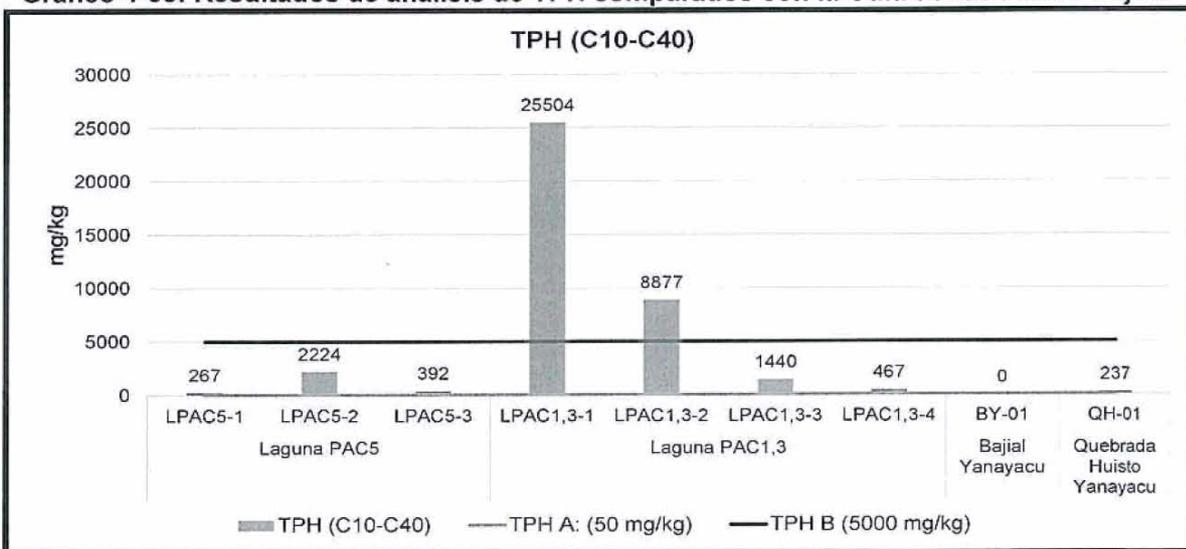
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

LPAC 1,3-3 y 467 mg/kg para el punto de muestreo LPAC 1,3-4) excediendo los valores establecidos en la Guía de los Países Bajos para valores óptimos (en los puntos de muestreo LPAC5-1, LPAC5-2, LPAC5-3, LPAC1,3-3 y LPAC1,3-4) y para valores de acción o intervención (LPAC 1,3-1 y LPAC 1,3-2).

- 182. Cabe señalar que las lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) han sido incorporadas por la empresa Pluspetrol Norte S.A. dentro de su Plan Ambiental Complementario aprobado por Resolución Ministerial N° 760-2006-MEM/AEE.
- 183. En cuanto a la quebrada Huishto Yanayacu, se encontró Hidrocarburos Totales de Petróleo con concentraciones de 237 mg/kg, excediendo los valores establecidos en la Guía de los Países Bajos para valores óptimos, usados referencialmente. El bajial Yanayacu presentó bajas concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo, con valores por debajo del límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio acreditado.
- 184. La presencia de hidrocarburos en los sedimentos de la quebrada Huishto Yanayacu podría darse a que antes del año 1998 (año en el que la empresa Pluspetrol Norte S.A. declara que el 100% de las aguas de producción eran reinyectadas a pozos reinyectores ubicados en la Locación Yanayacu del Lote 8), las aguas de producción eran vertidas sin tratamiento alguno a quebradas, ríos y otros cuerpos de agua; siendo uno de éstos cuerpos de agua probablemente la quebrada Huishto Yanayacu.



Gráfico 4-65: Resultados de análisis de TPH comparados con la Guía de los Países Bajos.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos - HAP

- 185. Las lagunas PAC (PAC 1,3 y PAC 5), en todos sus puntos de muestreo presentaron bajas concentraciones de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, por lo que no excedió los valores establecidos por la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de las categorías ISQG y PEL, utilizada referencialmente.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

4.2.1.3 Arsénico Total

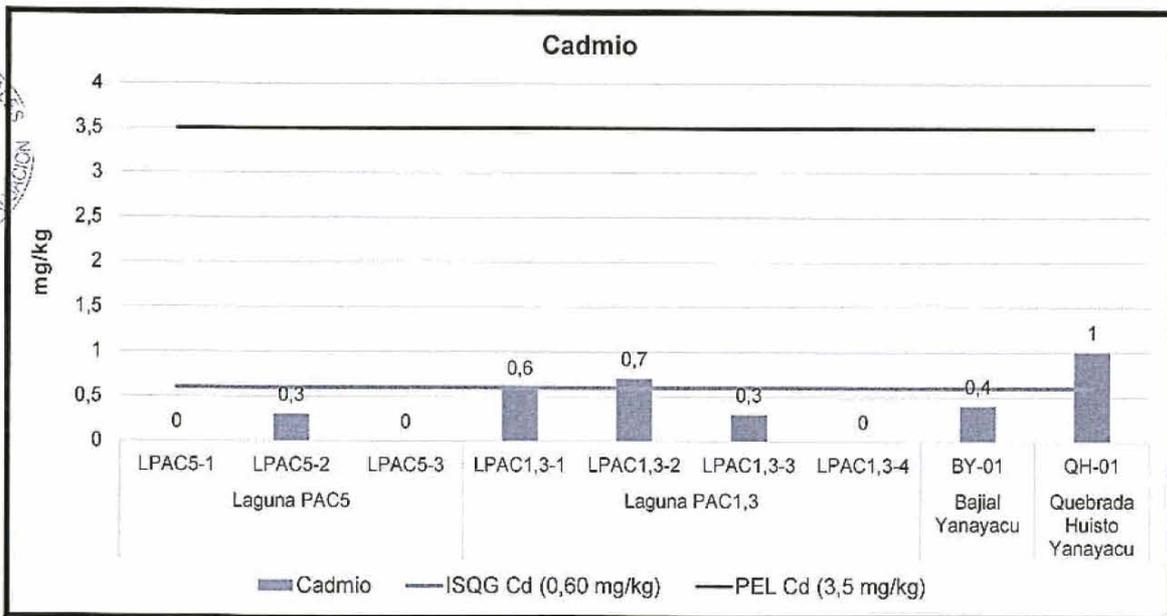
186. Las Lagunas PAC (PAC 1,3 y PAC 5) en todos sus puntos de muestreo, así como el bajial Yanayacu y la quebrada Huishto Yanayacu presentaron valores de arsénico por debajo del límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado.

4.2.1.4 Cadmio Total

187. Las Lagunas PAC (PAC 5 y PAC 1,3) presentaron bajas concentraciones de cadmio en todas sus estaciones de muestreo, excepto en el punto de muestreo LPAC 1,3-2 (0,7 mg/kg), en el que sus valores excedieron lo establecido en la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría ISQG, utilizada referencialmente.

188. La quebrada Huishto Yanayacu (1 mg/kg en el punto de muestreo QH-01), presentó valores de cadmio por encima de la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría ISQG, utilizada referencialmente, mientras que el bajial Yanayacu presentó valores por debajo de la referida norma.

Gráfico 4-66: Resultado de análisis de cadmio (Cd) comparados con la Norma Canadiense (CEQG)



Fuente: Elaboración propia.

Biodisponibilidad del Cadmio

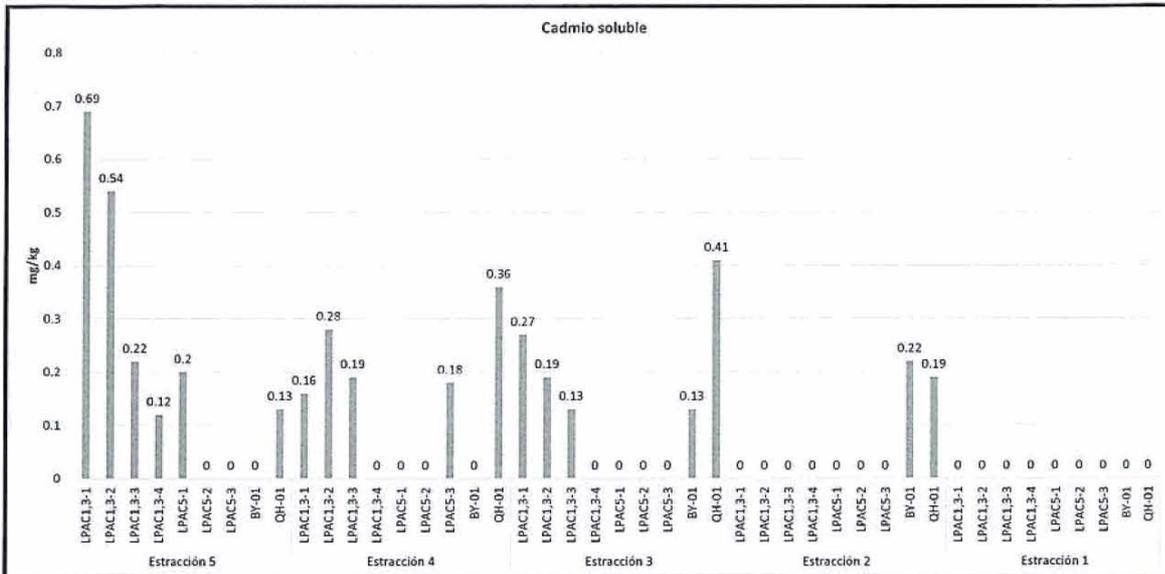
189. Los resultados de especiación química en los nueve (09) puntos de muestreo ubicados indicaron que el cadmio está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual, ligada a los minerales) seguida de la fracción 4 (asociado a la materia orgánica) y finalmente la fracción 3 (asociado a óxidos de hierro y manganeso), mientras que la fracción 1 (ligado a iones intercambiables) y la fracción

Handwritten notes and stamps on the left side of the page, including a circular stamp from the 'DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN' and some illegible signatures.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

2 (ligado a carbonatos) presentaron valores menores al límite de cuantificación del método del laboratorio acreditado.

Gráfico 4-67: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal cadmio



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.5 Cobre Total

190. El cobre es liberado por la industria minera, actividades agrícolas y de manufactura, y por la liberación de aguas residuales a ríos y lagos. El cobre también es liberado desde fuentes naturales como por ejemplo volcanes, vegetación en descomposición e incendios forestales.

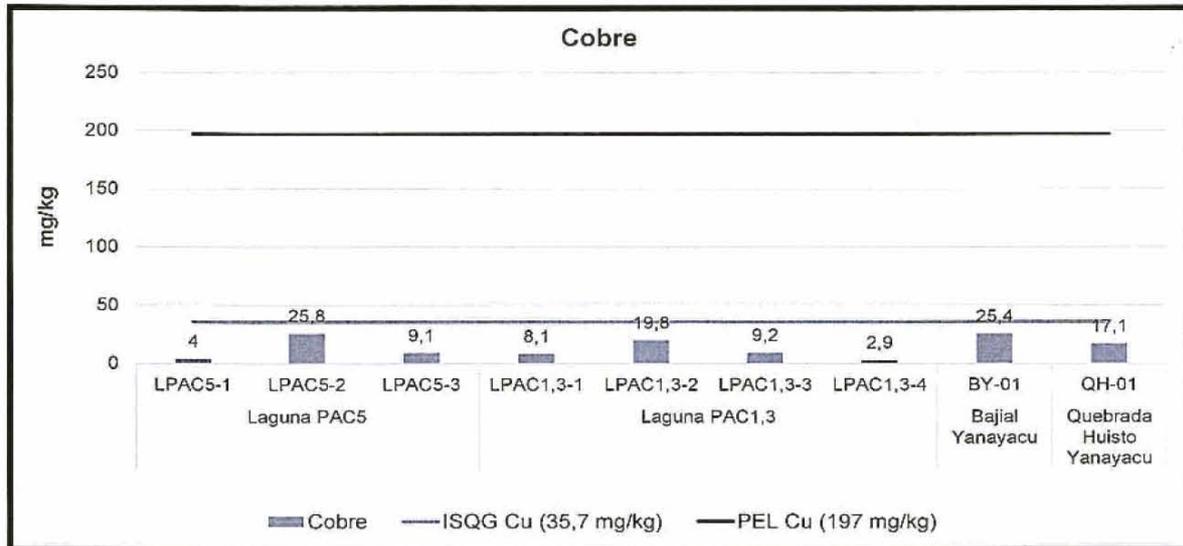
191. Las concentraciones de cobre (Cu) en todos los puntos de muestreo de la Laguna PAC 1,3 y Laguna PAC 5, así como en la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu; fueron menores a la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría ISQG (35,7 mg/kg) comparados referencialmente.



Handwritten notes in blue ink: '2', 'PJS', and 'EAT'.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-68: Resultado de análisis de cobre (Cu) comparados con la Norma Canadiense (CEQG)



Fuente: Elaboración propia.

Biodisponibilidad del Cobre

192. Los resultados de especiación química en los nueve (09) puntos de muestreo ubicados indicaron que el cobre está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual, ligada a los minerales) seguida de la fracción 4 (asociado a la materia orgánica); mientras que la fracción 3 (asociado a óxidos de hierro y manganeso), la fracción 1 (ligado a iones intercambiables) y la fracción 2 (ligado a carbonatos) presentaron valores menores al límite de cuantificación del método del laboratorio acreditado.

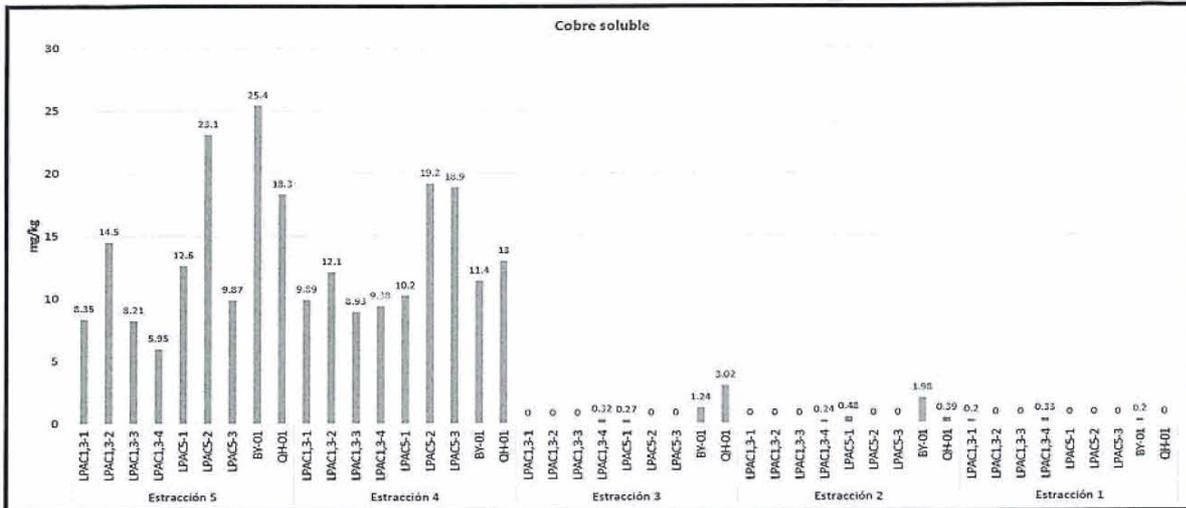


2

AS
[Handwritten signature]

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-69: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal cobre.

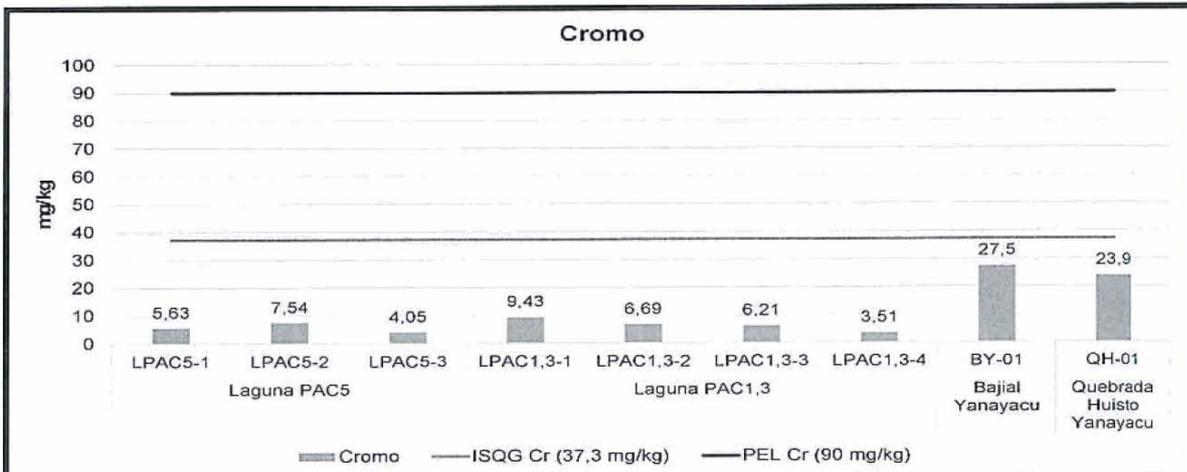


Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.6 Cromo Total

193. Las concentraciones de cromo (Cr) en todos los puntos de muestreo de la Lagunas PAC 1,3 y Laguna PAC 5, así como en la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu, se encontraron por debajo de la Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría ISQG (37,3 mg/kg).

Gráfico 4-70: Resultado de análisis cromo (Cr) comparados con la Norma Canadiense (CEQG)



Fuente: Elaboración propia.

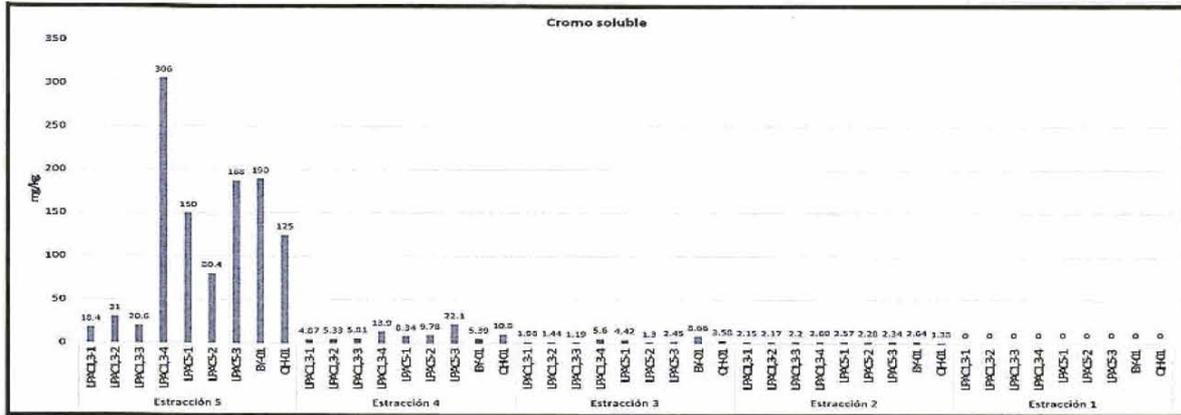
Biodisponibilidad del Cromo

194. Los resultados de especiación química en los nueve (09) puntos de muestreo ubicados indicaron que el cromo está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual, ligada a los minerales); mientras que la fracción 4 (asociado a la materia orgánica), fracción 3 (asociado a óxidos de hierro y manganeso) y la fracción

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

2 (ligado a carbonatos) presentaron bajas concentraciones; por otra parte la fracción 1 (ligado a iones intercambiables) presentó valores menores al límite de cuantificación del método del laboratorio acreditado.

Gráfico 4-71: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal cromo



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.7 Mercurio Total

195. Las concentraciones de mercurio (Hg) registrados en todos los puntos de muestreo de las lagunas (PAC 1,3 y PAC 5) así como de la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu; fueron menores a la Norma Canadiense Norma Canadiense "Guía para la Protección de la Vida Acuática" de la categoría ISQG (0,17 mg/kg) comparada referencialmente.

4.2.1.8 Plomo Total

196. El Plomo tiene una dispersión restringida en la naturaleza, siendo transportado en el agua como partículas en suspensión derivados principalmente de la erosión de los suelos.

197. Las concentraciones de plomo (Pb) registrados en todos los puntos de muestreo de las lagunas PAC 1,3 y laguna PAC 5, así como de la quebrada Huishto Yanayacu y el bajial Yanayacu; fueron menores a la norma canadiense para el valor ISQG (35 mg/kg) y el valor PEL (91,3 mg/kg) comparados referencialmente.

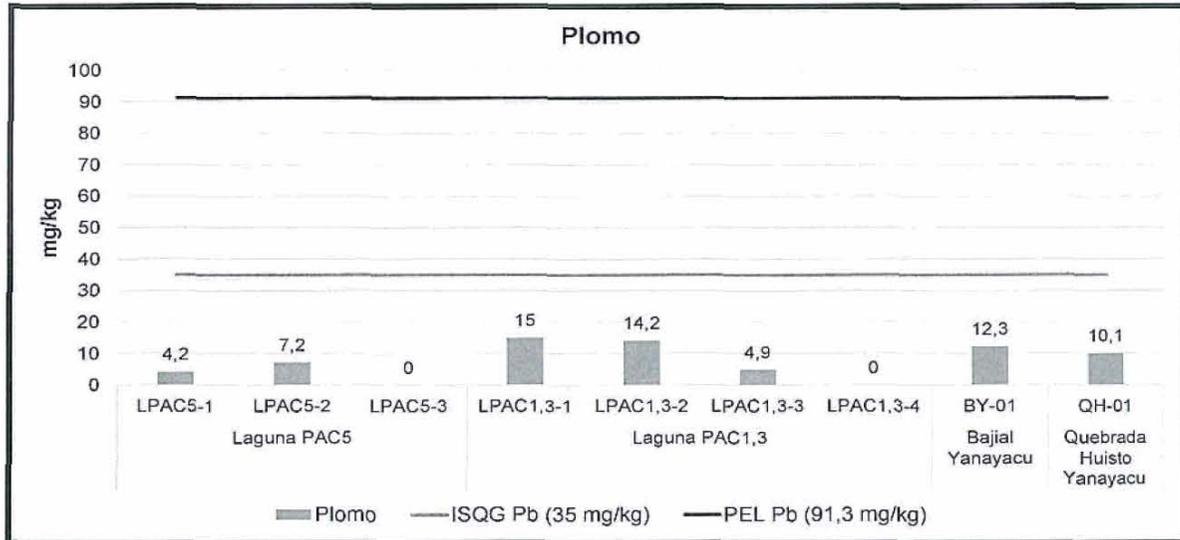


2

RS
 AF

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-72: Resultado de análisis plomo (Pb) comparados con la Norma Canadiense (CEQG)



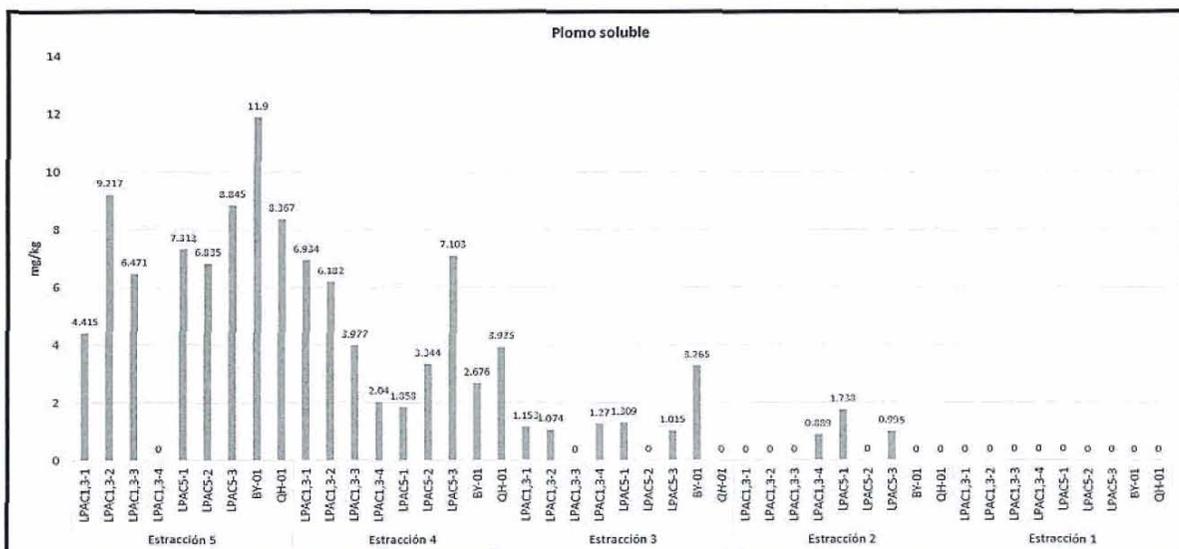
Fuente: Elaboración propia.

Biodisponibilidad del Plomo

198. Los resultados de especiación química en los nueve (09) puntos de muestreo ubicados indicaron que el plomo está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual, ligada a los minerales); seguida de la fracción 4 (asociado a la materia orgánica), fracción 3 (asociado a óxidos de hierro y manganeso), y la fracción 2 (ligado a carbonatos); por otra parte la fracción 1 (ligado a iones intercambiables) presentó valores menores al límite de cuantificación del método del laboratorio acreditado.



Gráfico 4-73: Resultado de análisis de la extracción por Tessier del metal plomo



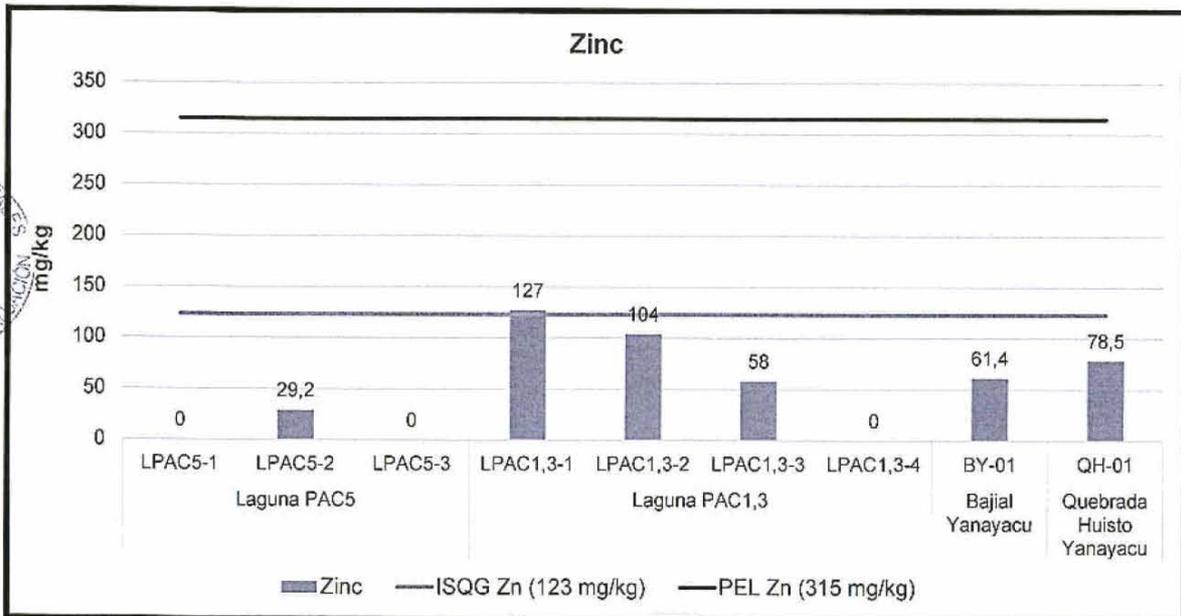
Fuente: Elaboración propia.

2
pts
pts

4.2.1.9 Zinc Total

199. El Zinc es un oligoelemento relativamente abundante en la naturaleza, el cual forma parte de distintos minerales encontrándose particularmente como óxidos y aluminosilicatos³⁶, puede alcanzar altas concentraciones en los sedimentos debido a las diferentes actividades antrópicas (agrícolas, industriales y domésticas). Este entra a las corrientes de agua mayormente como compuestos solubles, los cuales luego se precipitan como sedimentos.
200. La Laguna PAC 1,3 (en la estación LPAC 1,3-1) presentó concentraciones de zinc por encima de la norma canadiense para el valor ISQG (123 mg/kg), mientras que los puntos LPAC 1,3-2, LPAC 1,3-3 y LPAC 1,3-4; así como la Laguna LPAC 5-1, LPAC 5-2 y LPAC 5-3, la quebrada Huishto Yanayacu (QH-01) y el bajial Yanayacu (BY-01) presentaron concentraciones por debajo de la referida norma, comparados referencialmente.

Gráfico 4-74: Resultado de análisis zinc (Zn) comparados con la Norma Canadiense (CEQG)



Fuente: Elaboración propia.

Biodisponibilidad del Zinc

201. Los resultados de especiación química en los nueve (09) puntos de muestreo ubicados indicaron que el zinc está asociado principalmente a la fracción 5 (fracción residual, ligada a los minerales); seguida de la fracción 4 (asociado a la materia orgánica), fracción 3 (asociado a óxidos de hierro y manganeso) y la fracción 2 (ligado a carbonatos), por otra parte la fracción 1 (ligado a iones intercambiables) presentó valores menores al límite de cuantificación del método del laboratorio acreditado.

³⁶ Los aluminosilicatos son los minerales más abundantes, en lo que se refiere a su concentración, así como también a su reducción, con la finalidad de obtener metales. Definición en <http://quimica.laguia2000.com/quimica-inorganica/silicatos-y-aluminosilicatos>. Página consultada en setiembre de 2015.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Tabla 4-2: Especies y densidad (células/mL) de fitoplancton en la Laguna LPAC 1,3 y LPAC 5

División	Especie	LPAC1,3				LPAC5		
		LPAC1,3-1	LPAC1,3-2	LPAC1,3-3	LPAC1,3-4	LPAC5-1	LPAC5-2	LPAC5-3
Chlorophyta	<i>Closterium acerosum</i>	341	0	0	0	0	109	89
	<i>Closterium porrectum</i>	0	2	0	11	1	92	73
	<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	0	0	47	97
	<i>Oedogonium</i> sp.	602	431	63	68	136	0	0
Cyanophyta	<i>Mersimopedia convoluta</i>	0	0	0	0	0	542	47
	<i>Phormidium tenueis</i>	0	0	320	36	94	326	321
	<i>Lyngbya</i> sp.	0	0	430	57	10	637	0
	<i>Pseudanabaena</i> sp.	0	0	39	213	92	702	612
	<i>Oscillatoria brevis</i>	512	0	0	0	0	0	0
Ochrophyta	<i>Melosira varians</i>	0	201	0	28	0	468	67
	<i>Frustulia</i> sp.	0	0	0	0	0	240	31
	<i>Eunotia bilunaris</i>	9	0	0	0	0	26	18
	<i>Eunotia monodon</i>	430	0	0	0	0	41	35
	<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0	103	93
	<i>Navicula mutica</i>	10	0	37	0	19	0	0
	<i>Pinnularia divergens</i>	0	0	0	0	0	309	215
	<i>Pinnularia lata</i>	0	349	0	93	0	39	89
	<i>Pinnularia major</i>	0	0	0	0	0	27	45
	<i>Pinnularia mutica</i>	196	0	0	0	0	0	0
Charophyta	<i>Spirogyra</i> sp.	28	0	0	0	0	17	27
Euglenophyta	<i>Euglena acus</i>	340	0	0	0	295	423	209
	<i>Euglena</i> sp.	209	12	0	25	56	68	87
	<i>Euglena spirogyra</i>	396	6	0	0	0	403	201
	<i>Lepocinclis constricta</i>	0	127	0	67	0	66	93
	<i>Phacus gigas</i>	0	106	0	8	0	98	211
N° Especies		11	8	5	10	8	21	20
Número de células/mL		3 073	1 234	889	606	703	4 783	2 660

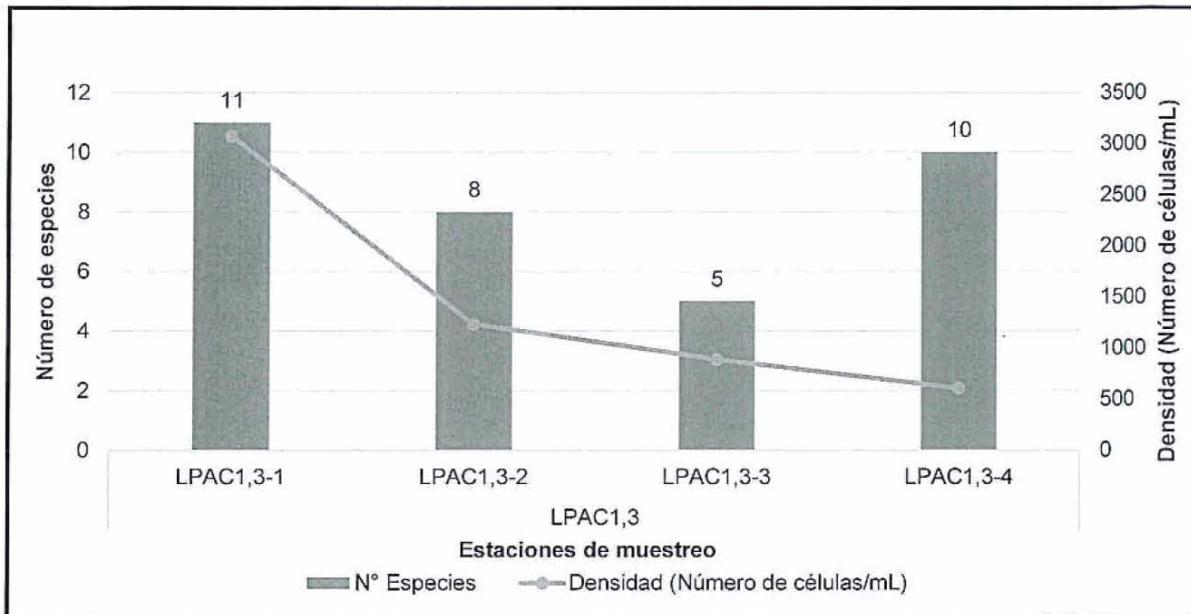
Fuente: Elaboración Propia

Lagunas LPAC 1,3

205. Se evaluaron cuatro puntos de muestreo, en los cuales se identificaron entre cinco (5) a once (11) especies de fitoplancton en los puntos LPAC 1,3-3 y LPAC 1,3-1 respectivamente, y entre 606 a 3 073 células/mL en los puntos LPAC 1,3-4 y LPAC 1,3-1, respectivamente.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-76: Número de especies y densidad de fitoplancton en la Laguna LPAC 1,3



Fuente: Elaboración Propia

206. Según los valores de la diversidad de Shannon, Equidad de Pielou y Riqueza de Margalef, los valores más bajos se registraron en el punto L-PAC 1,3-3, mientras que los valores más altos en los puntos LPAC 1,3-1 y LPAC 1,3-4.
207. Los valores de la Diversidad Verdadera indican que la estación más diversa es LPAC 1,3-1, siendo 3,67 veces más diversa que la estación LPAC 1,3-3 (ver Tabla 4-3).

Tabla 4-3: Índice comunitarios en relación al fitoplancton de la Laguna LPAC 1,3

División	Especie	LPAC1,3				LPAC5		
		LPAC1,3-1	LPAC1,3-2	LPAC1,3-3	LPAC1,3-4	LPAC5-1	LPAC5-2	LPAC5-3
Chlorophyta	<i>Closterium acerosum</i>	341	0	0	0	0	109	89
	<i>Closterium porrectum</i>	0	2	0	11	1	92	73
	<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	0	0	47	97
	<i>Oedogonium</i> sp.	602	431	63	68	136	0	0
Cyanophyta	<i>Mersimopedia convoluta</i>	0	0	0	0	0	542	47
	<i>Phormidium tenueis</i>	0	0	320	36	94	326	321
	<i>Lyngbya</i> sp.	0	0	430	57	10	637	0
	<i>Pseudanabaena</i> sp.	0	0	39	213	92	702	612
	<i>Oscillatoria brevis</i>	512	0	0	0	0	0	0
Ochrophyta	<i>Melosira varians</i>	0	201	0	28	0	468	67
	<i>Frustulia</i> sp.	0	0	0	0	0	240	31
	<i>Eunotia bilunaris</i>	9	0	0	0	0	26	18

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

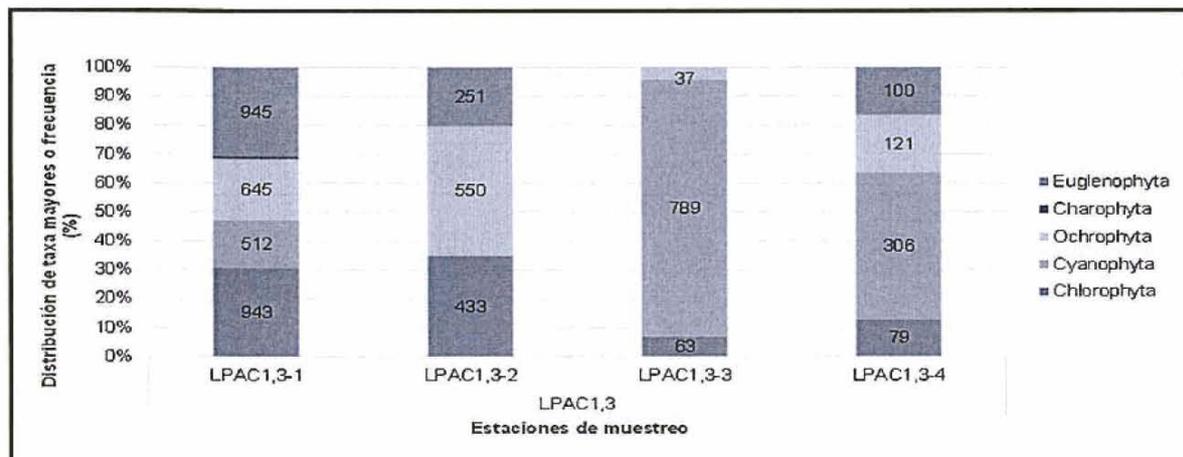
División	Especie	LPAC1,3				LPAC5		
		LPAC1,3-1	LPAC1,3-2	LPAC1,3-3	LPAC1,3-4	LPAC5-1	LPAC5-2	LPAC5-3
	<i>Eunotia monodon</i>	430	0	0	0	0	41	35
	<i>Fragilaria sp.</i>	0	0	0	0	0	103	93
	<i>Navicula mutica</i>	10	0	37	0	19	0	0
	<i>Pinnularia divergens</i>	0	0	0	0	0	309	215
	<i>Pinnularia lata</i>	0	349	0	93	0	39	89
	<i>Pinnularia major</i>	0	0	0	0	0	27	45
	<i>Pinnularia mutica</i>	196	0	0	0	0	0	0
Charophyta	<i>Spirogyra sp.</i>	28	0	0	0	0	17	27
Euglenophyta	<i>Euglena acus</i>	340	0	0	0	295	423	209
	<i>Euglena sp.</i>	209	12	0	25	56	68	87
	<i>Euglena spirogyra</i>	396	6	0	0	0	403	201
	<i>Lepocinclis constricta</i>	0	127	0	67	0	66	93
	<i>Phacus gigas</i>	0	106	0	8	0	98	211
N° Especies		11	8	5	10	8	21	20
Número de células/mL		3 073	1 234	889	606	703	4 783	2 660

Fuente: Elaboración Propia.

208. La distribución de taxones mayores (División) indica que en todos los puntos se registraron células de la división Chlorophyta (principalmente *Oedogonium sp.*) y Ochrophyta. Se observa un predominio de la división Cyanophyta, siendo *Lyngbya sp.* y *Pseudanabaena sp.*, las más abundantes en los puntos LPAC 1,3-3 y LPAC 1,3-4 respectivamente.



Gráfico 4-77: Distribución de taxones mayores de fitoplancton en la Laguna LPAC 1,3



Fuente: Elaboración Propia.

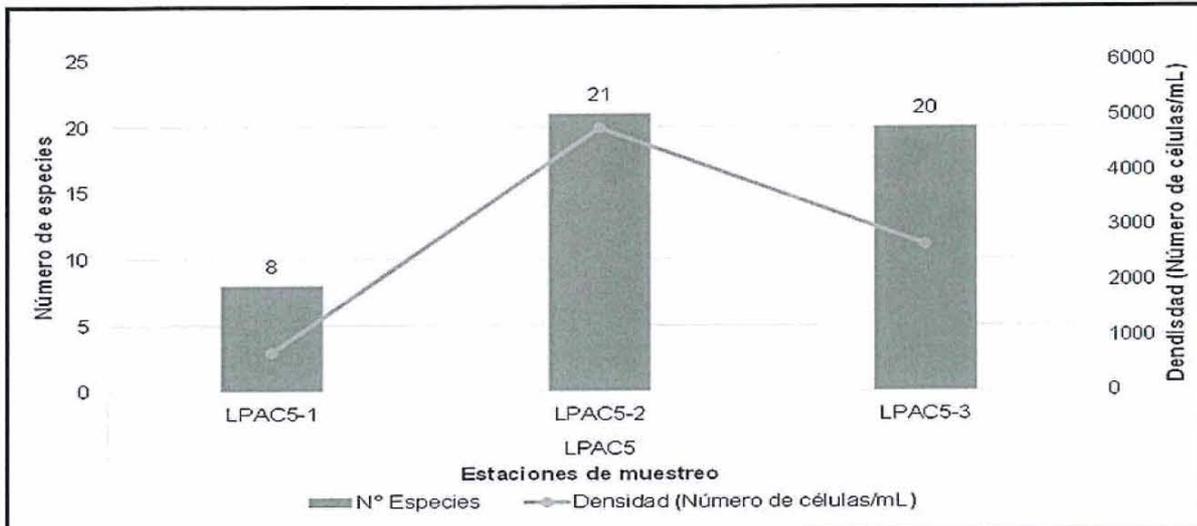
Lagunas LPAC 5

209. Se evaluaron tres puntos de muestreo, en los cuales se identificaron entre ocho (8) a veintiuno (21) especies de fitoplancton, en las lagunas LPAC 5-1 y LPAC 5-2,

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

respectivamente. Se registraron entre 703 a 4 783 células/mL, en las lagunas LPAC 5-1 y LPAC 5-2, respectivamente.

Gráfico 4-78: Número de especies y densidad de fitoplancton en la Laguna LPAC5



Fuente: Elaboración Propia.

210. Según los valores del índice de Shannon, Equidad de Pielou y Riqueza de Margalef, los valores más altos se registran en los puntos LPAC 5-1 y LPAC 5-2, debido al número similar de especies y número de individuos (abundancia) registrados para cada especie. La Diversidad Verdadera indica que tanto la estación LPAC 5-2 como la LPAC 5-3, presentaron la diversidad más alta, siendo 4,35 veces más diversa que la estación LPAC 5-1 (ver Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Índices comunitarios en relación al fitoplancton de la Laguna LPAC5

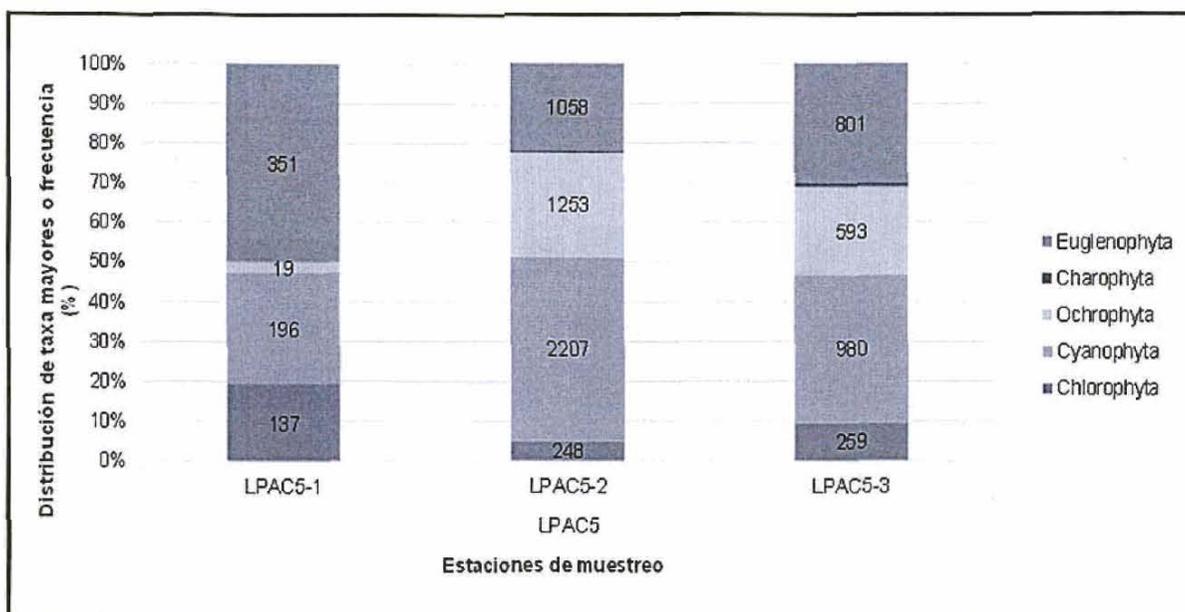
Puntos de monitoreo	LPAC5		
	LPAC5-1	LPAC5-2	LPAC5-3
N° Especies	8	21	20
Número de células/mL	703	4 783	2 660
Índice de Shannon (log2)	2,29	3,76	3,76
Equidad de Pielou	0,76	0,86	0,87
Riqueza de Margalef	1,07	2,36	2,41
Diversidad Verdadera	9,87	42,95	42,95

Fuente: Elaboración Propia.

211. La distribución de taxones mayores (división) indica que en todos los puntos se registraron especies de la división Cyanophyta (principalmente *Pseudanabaena* sp. y *Phormidium tenuis*) y Euglenophyta (*Euglena acus* y *Euglena* sp.). En el punto de muestreo LPAC5-1 predominó la división Euglenophyta, seguida de la división Cyanophyta.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Gráfico 4-79: Distribución de taxones mayores de fitoplancton en la Laguna LPAC 5



Fuente: Elaboración propia.

212. En el caso de ambientes lénticos (lagunas), en ambientes de selva baja predominan las Chlorophytas según estudios de Riofrío *et al.*, en Ucayali (2001)³⁸. En lagos cálidos como los de la región de la Amazonía predominan especies con células de tamaño regular, con aparato locomotor o con alargamiento de sus apéndices y favorecidas por la temperatura del agua (25 °C en promedio), esto presenta una ventaja competitiva por la posibilidad de regular la posición vertical y disminuir el consumo por herbívoros como es el caso de los Chlorophyta y Euglenophyta (citado en Hernández Atilano, 2012)³⁹.

213. La abundancia de Chlorophyta, indica cuerpos de agua con buenas condiciones (condición adecuada de nutrientes, pH neutro), mientras que las Euglenophyta indican elevado contenido de materia orgánica, citado por Ortega *et al.*, 2007⁴⁰. La división Chlorophyta se registró en todos los puntos evaluados, pero en bajas proporciones en la mayoría. La mayor proporción de la división Euglenophyta se registró en el punto LPAC5-1.

4.3.2 Bajal Yanayacu

214. Se identificaron diecisiete (17) especies en los puntos evaluados, se registraron individuos de las divisiones Chlorophyta, Cyanophyta, Ochrophyta, Charophyta y Euglenophyta (ver Tabla 4-5).

³⁸ Riofrío, J., Samanez, I., Carrasco, F., Y Clavo, M. Caracterización limnológica de la laguna Cashibococha (Ucayali-Perú) durante el año 2001. Revista Peruana de Biología. 10 (2): 183-194, 2003.

³⁹ Hernández-Atilano, E., Nestor J. Aguirre-Ramírez, Jaime A. Palacio-Baena, John J. Ramírez-Restrepo, Santiago Duque-Escobar, Castor Guisande-González, Nelson Arangurén, Martha Mogollón. Rasgos Morfológicos del Fitoplancton en seis Sistemas Lénticos de las Regiones Amazónica, Andina y Caribe de Colombia. Actual Biol 34 (96): 67-83, 2012.

⁴⁰ Ortega, H., Rengifo, B., Samanez I., Palma, C. Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú. Revista Peruana de Biología. 13 (3): 189-193, 2007.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

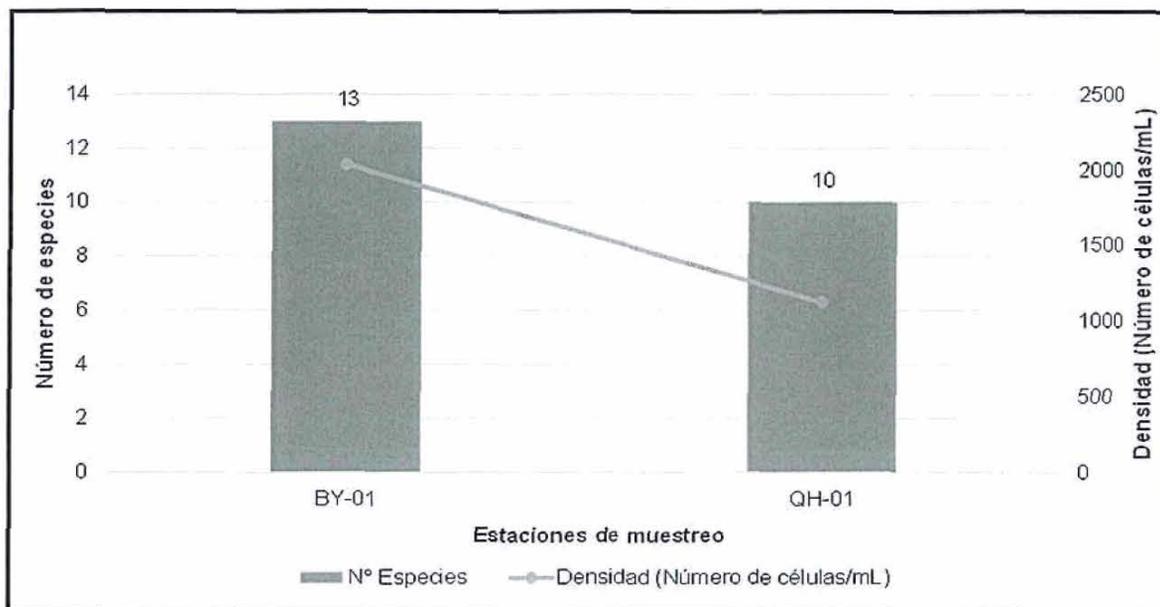
Tabla 4-5: Especies y densidad (células/mL) de fitoplancton en ambientes lóticos.

División	Especie	BY-01	QH-01
Chlorophyta	<i>Closterium acerosum</i>	197	0
	<i>Closterium porrectum</i>	0	5
	<i>Oedogonium sp.</i>	406	198
Cyanophyta	<i>Phormidium tenueis</i>	0	290
	<i>Lyngbya sp.</i>	0	346
	<i>Pseudanabaena sp.</i>	492	204
	<i>Oscillatoria brevis</i>	69	0
Ochrophyta	<i>Eunotia bilunaris</i>	10	0
	<i>Eunotia monodon</i>	2	0
	<i>Navicula mutica</i>	193	42
	<i>Pinnularia lata</i>	0	6
	<i>Pinnularia major</i>	83	0
Charophyta	<i>Spirogyra sp.</i>	14	0
Euglenophyta	<i>Euglena acus</i>	304	3
	<i>Euglena sp.</i>	34	6
	<i>Euglena spirogyra</i>	205	24
	<i>Phacus gigas</i>	26	0
N° Especies		13	10
Número de células/mL		2 035	1 124

Fuente: Resultados de laboratorio AGQ Perú S.A.C

215. Se evaluó un punto de muestreo en el bajjal Yanayacu (BY-01) y uno en la quebrada Huishto Yanayacu (QH-01), se identificaron 13 y 10 especies, mientras que 2 035 y 1 124 células/mL, respectivamente.

Gráfico 4-80: Número de especies y densidad de fitoplancton en los puntos BY y QH



Fuente: Resultados de laboratorio AGQ Perú S.A.C

216. Según los valores de índice de Shannon, Equidad de Pielou y Riqueza de Margalef, el Bajjal Yanayacu presentó los valores más altos, debido a la mayor cantidad de especies registradas, así como de número de individuos. La Diversidad Verdadera

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

indica que la estación Bajjal Yanayacu es casi dos veces más diversa (1,88) que la Quebrada Huishto Yanayacu (ver Tabla 4-6).

Tabla 4-6: Índices comunitarios en relación al fitoplancton de los puntos BY y QH

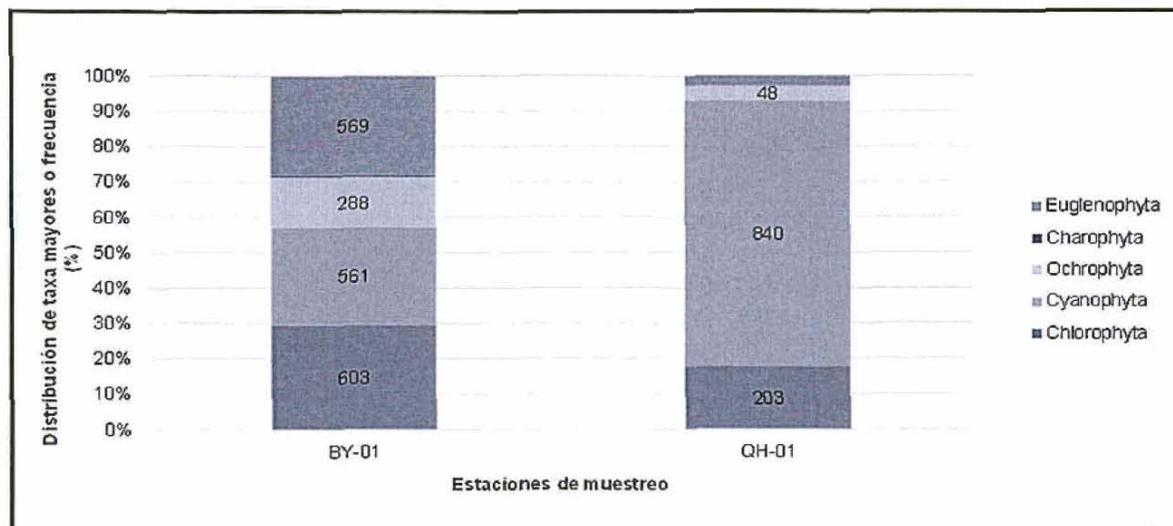
Puntos de monitoreo	BY-01	QH-01
N° Especies	13	10
Número de células/mL	2 035	1 124
Índice de Shannon (log2)	2,98	2,35
Equidad de Pielou	0,81	0,71
Riqueza de Margalef	1,58	1,28
Diversidad Verdadera	19,69	10,49

Fuente: Elaboración Propia

217. La distribución de taxones mayores (División) indica que en el caso de la estación BY-01 registró un mayor número de taxones (distribuidos más equitativamente), donde predomina ligeramente la división Chlorophyta (*Oedogonium* sp. y en menor cantidad *Closterium acerosum*), seguido de la división Euglenophyta (principalmente *Euglena* spp.) y Cyanophyta (*Pseudanabaena* sp.). Estudios en la Amazonía Peruana indican que en ambientes lóticos (ríos de agua blanca), las Ochrophyta son el grupo fitoplanctónico dominante, seguido de Chlorophyta, lo que concuerda con los resultados de Ismiño, R. *et al.* (2014)⁴¹. En el caso de la estación QH-01 se observa un fuerte predominio de la división Cyanophyta, principalmente las especies *Lyngbya* sp., *Phormidium tenueis* y *Pseudanabaena* sp.



Gráfico 4-81: Distribución de taxones mayores de fitoplancton en los puntos BY y QH



Fuente: Elaboración Propia

218. En la mayoría de los puntos evaluados, tanto en las lagunas como en la quebrada Huishto Yanayacu y Bajjal Yanayacu, se registró presencia abundante de la división

⁴¹ Ismiño Rosa; García Áurea; Sánchez Homero; Werner Chota-Macuyama; Gladys Vargas; Christian Nolorbe; Salvador Tello; Carmen García-Dávila. Comunidad Fito planctónica en los ríos Curaray, Arabela y Napo (Amazonía Peruana). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2014.

Cyanophyta (Familia Cyanophyceae). Según Paerl y Tucker (1995)⁴² especialmente comunidades fitoplanctónicas como las Cianobacterias (Cyanophyta) predominan por el enriquecimiento orgánico aportado que en exceso desplaza el equilibrio químico natural del agua y el incremento en el aporte de nutrientes inorgánicos como el fósforo y nitrógeno, teniendo como consecuencia un aumento de la eutrofización y de la productividad primaria en ambientes naturales.

219. Según Rivera M, y Gómez L. (2010)⁴³, los géneros *Phormidium* sp., *Pseudanabaena* sp., *Lyngbya* sp., *Oscillatoria* sp., son considerados como productores de cianotoxinas o son citotóxicas⁴⁴, estas crecen por la disponibilidad de nutrientes, estando asociadas a las bajas cantidades de oxígeno disuelto con el incremento en la contaminación orgánica.
220. Un desarrollo masivo de especies citotóxicas puede desencadenar eventos de toxicidad, infieren en el uso y calidad estética del agua provocando mayor turbiedad y olores nocivos (Prosperi *et al.*, 2005)⁴⁵. La proliferación de estos organismos en aguas de uso doméstico y de recreo supone un riesgo potencial para los organismos vivos y la salud humana, denunciado por la Organización Mundial de la Salud, por su capacidad de producir toxinas (Gonseth y Martínez, 2005)⁴⁶. Estos géneros se registraron en altas densidades en algunas de los puntos evaluados y serían considerados como potenciales productores de cianotoxinas; sin embargo, la toxicidad depende de las cepas, es decir dentro de una especie la toxicidad generada puede variar.

2 5.0 CONCLUSIONES

5.1 Identificación de Sitios Contaminados

- (i) En la cuenca baja del Marañón, ámbito del Lote 8, se logró identificar veinticuatro (24) sitios contaminados por la actividad hidrocarbúrfica, distribuidos de la siguiente manera: dieciséis (16) sitios contaminados en la Locación Yanayacu y ocho (08) sitios contaminados en el Oleoducto Corrientes - Saramuro del Lote 8.
- (ii) En la Locación Yanayacu, el área total contaminada que se identificó fue de 207 314,95 m² equivalente a 20,7 ha; asimismo, en el Oleoducto Corrientes - Saramuro esta área fue de 43 226,90 m², equivalente a 4,3 ha.
- (iii) Los parámetros evaluados para la determinación de sitios contaminados fueron: hidrocarburos en su fracción ligera o F1 (C₅-C₁₀), fracción media o F2 (C₁₀-C₂₈) y fracción pesada o F3 (C₂₈-C₄₀), Benzo(a) pireno, bario, plomo, cadmio, arsénico,

⁴² Paerl H.W., Tucker C.S. Ecology of bluegreen algae in aquaculture ponds. World Aquaculture Society, 26(2):109-131, 1995.

⁴³ Rivera, M. y Gómez L. Identificación de Cianobacterias Potencialmente Productoras de Cianotoxinas en la Curva de Salguero Del Río Cesar Manizales, 2010-03-13 (Rev. 2010-05-15) Revista Luna Azul ISSN 1909-2474. No. 31, 2010.

⁴⁴ Microorganismos que elaboran sustancias tóxicas. Definición en <http://www.boletinaagrario.com>. Página consultada en setiembre de 2015.

⁴⁵ Prosperi, C., Rodríguez, C., Pierotto, M., Mancini, M., Daga, C., Gonella, M., Evaluación de la contaminación y eutrofización de aguas superficiales de la provincia de Córdoba. Temas de Ciencia y Tecnología, 2 (7): 4, 2005. Obtenido en octubre de 2007, desde www.secyt.unc.edu.ar/Temas/Temas7/Prosperi.htm.

⁴⁶ Gonseth, J., Martínez, G. "Propuesta de actuaciones ante la presencia de altas concentraciones de cianobacterias en aguas de baño". En: VIII Congreso Nacional de Sanidad Ambiental. Junio 2005. Toledo. Revista de Salud Ambiental, 2005-5(1), p 98, 2005.



como VI. Estos fueron comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, presentando concentraciones que excedían este estándar de comparación.

- (iv) En la Locación Yanayacu, se reportó que los parámetros fracción media o F2 (C₁₀-C₂₈), fracción pesada o F3 (C₂₈-C₄₀), bario, plomo, cadmio, cromo VI y cobalto excedían los estándares de comparación con mayor frecuencia que los demás parámetros analizados; por otra parte, fueron los parámetros fracción media o F2 (C₁₀-C₂₈) y fracción pesada o F3 (C₂₈-C₄₀), los que presentaron mayor frecuencia en el Oleoducto Corrientes - Saramuro del Lote 8.
- (v) La especiación química realizada por la metodología de Tessier reveló que los metales analizados en la Locación Yanayacu se presentaban, en mayor significancia, en la fracción residual (extracción 5), lo que indicaría que estos metales no se encuentran biodisponibles en la naturaleza. En el caso del Oleoducto Corrientes - Saramuro, los metales se encontraban, en su mayoría, con mayores concentraciones asociadas a la fracción ligada a los óxidos de hierro y manganeso (extracción 3).
- (vi) Las altas concentraciones de hidrocarburos y metales totales en suelo registradas en la Locación Yanayacu, podrían estar relacionadas a la inadecuada disposición de las aguas de producción en años anteriores y derrames de crudo no remediados oportunamente. Asimismo, la presencia de crudo en el Oleoducto Corrientes - Saramuro, podría estar más vinculada a derrames más recientes, de acuerdo a las características de la contaminación identificada en ambos lugares.



2 5.2 Evaluación de la Calidad Ambiental

RTS 5.2.1 Calidad de Agua Superficial

- (vii) Las aguas de las lagunas PAC 5 y PAC 1,3 presentaron valores de pH ligeramente ácidos, así como valores bajos de oxígeno disuelto, encontrándose por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental - ECA para Agua Categoría 4: Lagos y Lagunas; también presentaron altas concentraciones de aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, zinc y naftaleno, por encima de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental - ECA para Agua Categoría 4: Lagos y Lagunas.
- (viii) Asimismo, las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo se encontraron por encima de los valores establecidos en la normativa ecuatoriana usada referencialmente, y los cloruros, el selenio y el hierro también presentaron altas concentraciones, excediendo incluso los valores establecidos en la norma canadiense, usada referencialmente.
- (ix) La laguna PAC 1,3, adicionalmente presentó valores de bario, cadmio, arsénico y cobre por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental - ECA para Agua Categoría 4: Lagos y Lagunas, y altas concentraciones de talio, excediendo la norma canadiense usada referencialmente.



- (x) Los metales: arsénico, cadmio, bario, plomo, zinc, selenio y hierro en las lagunas PAC 5 y PAC 1,3, se presentaron en mayor concentración en su estado disuelto que en el estado suspendido, excediendo incluso los estándares de comparación (ECA para Aguas Categoría 4 para Lagos y Lagunas y la Norma canadiense).
- (xi) La quebrada Huishto Yanayacu presentó altas concentraciones de aceites y grasas y plomo, con valores por encima de los ECA para Agua Categoría 4 para Ríos de Selva; también presentó hierro con valores por encima de la norma canadiense e hidrocarburos totales de petróleo por encima de la norma ecuatoriana usada referencialmente. El bajal Yanayacu presentó bajas concentraciones de oxígeno disuelto (por debajo del ECA) y altas concentraciones de aceites y grasas; excediendo incluso los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 para Ríos de Selva.
- (xii) El bajal Yanayacu presentó valores de plomo y hierro disuelto mayor al plomo y hierro suspendido, y la quebrada Huishto Yanayacu presentó valores de hierro disuelto mayor al hierro suspendido.

5.2.2 Calidad de Sedimento

- (xiii) La Laguna PAC 5, Laguna PAC 1,3 y quebrada Huishto Yanayacu, presentaron hidrocarburos totales de petróleo en sus sedimentos con valores por encima del valor óptimo de la guía de los países bajos. Las altas concentraciones de hidrocarburos registrados en los sedimentos, indicarían la influencia de la actividad hidrocarburífera sobre las dos lagunas, ya que este contaminante orgánico se encuentran retenidos en los sedimentos.

- (xiv) La laguna PAC 1,3 presentó cadmio y zinc por encima de los valores ISQG de la norma Canadiense, mientras que la quebrada Huishto Yanayacu presentó valores de zinc por encima de la referida norma usada referencialmente.

- (xv) La extracción secuencial de metales pesados por la metodología de Tessier, nos permitió ver las asociaciones de los metales pesados con los diversos constituyentes de los sedimentos con distintas energías de enlace; los resultados de laboratorio indicaron que los metales arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc, se encuentran en mayores proporciones ligados a la fracción residual (extracción 5), seguida en orden de abundancia a la fracción ligada a la materia orgánica (extracción 4), y a la fracción ligada a los óxidos de hierro y manganeso (extracción 3). Las fracciones biodisponibles: metales ligados a carbonatos (extracción 2) y metales en forma de iones intercambiables (extracción 1) alcanzaron valores que no representaron riesgo alguno para los organismos vivos.

5.2.3 Hidrobiología - Fitoplancton

- (xvi) Los indicadores comunitarios sugieren que la lagunas PAC 5 presentó la diversidad más alta, debido a la mayor cantidad de especies e individuos registrados en ésta laguna; mientras que la laguna PAC 1,3 presentó la diversidad más baja, donde se evidenció fuerte predominio de la División Cyanophyta.



- (xvii) La abundancia de la División Cyanophyta (Familia Cyanophyceae) estaría asociada a procesos de eutrofización según información bibliográfica. Esta división predomina en la mayoría de los puntos evaluados por lo que las condiciones físico-químicas del agua estarían favoreciendo su proliferación. Se registró esta división en mayor proporción en la quebrada Huishto Yanayacu, en dos puntos de la laguna PAC 1,3 y en la laguna PAC 5.
- (xviii) Los géneros registrados en las lagunas PAC, quebrada Huishto Yanayacu y Bajjal Yanayacu, pertenecientes a la división Cyanophyta como *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Lyngbya* y *Oscillatoria*, son considerados como especies potenciales productoras de cianotoxinas, las cuales si se desarrollan masivamente podrían ser perjudiciales para la calidad ambiental.

6.0 RECOMENDACIÓN

- (xix) Remitir el presente informe a la Dirección de Supervisión, al Ministerio del Ambiente, a la empresa Pluspetrol Norte S.A. y a las siguientes federaciones indígenas: (i) Asociación Cocama de Desarrollo y Conservación San Pablo de Tipishca (ACODECOSPAT), y (ii) Asociación Indígena de Desarrollo de la Cuenca del Río Chambira y Afluentes (AIDECURCHA); para los fines correspondientes.



7.0 ANEXOS

Anexo A	: Reporte de Campo
Anexo B	: Hojas de Campo
Anexo C	: Informes de ensayo
Anexo D	: Cadenas de custodia
Anexo E	: Registro Fotográfico
Anexo F	: Plano SIG
Anexo G	: Certificado de Acreditación
Anexo H	: Certificado de Calibración
Anexo I	: Tabla de Resultados
Anexo J	: Copia de Informe N° 022-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI