



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

INFORME N° 075-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI



A : **GIULIANA PATRICIA BECERRA CELIS**
Directora (e) de Evaluación

DE : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Subdirector (e) de la Línea de Base y Agentes Contaminantes
Coordinador de Evaluaciones Ambientales Integrales

CESAR ESPIRITU LIMAY
Tercero Evaluador

CARLOS LLANOS VÁSQUEZ
Tercero Evaluador

ASUNTO : Informe de Monitoreo Ambiental de la Cuenca del río Tigre – Ámbito del Lote 192, ejecutado durante el año 2014.

FECHA : Lima, 20 MAY 2016 2016-101-23064

I. INFORMACIÓN GENERAL

a.	Zona	Cuenca Alta del Tigre		
b.	Ámbito de influencia	Ámbito de la Cuenca Alta del río Tigre, comprende los distritos de Trompeteros y Tigre, de la provincia de Loreto, del departamento de Loreto.		
c.	Problemática de la zona	Presunta contaminación de los cuerpos de agua superficial de la cuenca alta del río Tigre por la actividad hidrocarburífera.		
d.	¿A pedido de qué se realizó la actividad?	PLANEFA 2014 y 2016		
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 ambientales: agua, sedimento e hidrobiológica en la cuenca del río Tigre en el ámbito de influencia del Lote 192 (ex Lote 1-AB) a fin de determinar los posibles impactos generados por la actividad de hidrocarburos.

III. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2. El análisis se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1 referido al Informe de Monitoreo Ambiental de la Cuenca del río Tigre – Ámbito del Lote 192, ejecutado durante el año 2014, que se adjunta y forma parte del presente Informe.





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

IV. CONCLUSIÓN

3. Mediante el presente Informe, se recomienda la revisión y aprobación del “Informe de Monitoreo Ambiental de la Cuenca del río Tigre – Ámbito del Lote 192, ejecutado durante el año 2014.”, que obra como anexo.

V. RECOMENDACIÓN

4. Derivar el presente informe a la Dirección de Supervisión.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN

Coordinador de Evaluaciones Ambientales Integrales
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

CESAR ESPIRITU LIMAY

Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- OEFA

CARLOS LLANOS VÁSQUEZ

Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



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"

Lima, 20 MAY 2016

Visto el Informe N° 075 -2016/OEFA-DE-SDLB-CEAI y habiéndose verificado que se encuentra enmarcado dentro de la función evaluadora, así como su coherencia normativa; el Subdirector (e) de Línea Base y Agentes Contaminantes recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación, razón por la cual se traslada el presente Informe.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN

Subdirector (e) de Línea Base y Agentes Contaminantes
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Lima, 20 MAY 2016

Visto el Informe N° 075 -2016/OEFA-DE-SDLB-CEAI, y en atención a la recomendación de la Coordinación de Evaluaciones Ambientales Integrales, así como de la Subdirección de Línea Base y Agentes Contaminantes, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

GIULIANA BECERRA CELIS

Directora (e) de Evaluación
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



A handwritten signature in blue ink, located below the circular stamp.

ANEXO N°1



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



ORGANISMO DE EVALUACIÓN
Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO TIGRE – ÁMBITO DEL LOTE 192



COORDINACIÓN DE EVALUACIONES
AMBIENTALES INTEGRALES

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Elaborado por:

Cesar Espiritu Limay

Tercero Evaluador

Carlos Llanos Vásquez

Tercero Evaluador

Mayo de 2016



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

INDICE

1.0	INTRODUCCIÓN	5
1.1	Antecedentes.....	5
1.2	Objetivos.....	6
1.2.1	Objetivo General.....	6
1.2.2	Objetivos Específicos	6
1.3	Alcance de la Evaluación	6
1.4	Área de Estudio	8
2.0	MÉTODOS	10
2.1	Etapa de precampo	10
2.2	Etapa de campo	10
2.2.1	Calidad de Agua	11
2.2.2	Calidad de Sedimentos.....	12
2.2.3	Hidrobiología.....	12
2.3	Análisis de datos	13
2.3.1	Calidad de Agua	13
2.3.2	Calidad de Sedimentos.....	15
2.3.3	Hidrobiología.....	18
3.0	RESULTADOS Y ANALISIS	21
3.1	Calidad de Agua	21
3.1.1	Río Tigre y sus tributarios.....	21
3.1.2	Quebrada Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna	30
3.1.3	Punto de afloramiento (T-37).....	42
3.2	Calidad de Sedimentos	45
3.2.1	Río Tigre y sus Tributarios.....	47
3.2.2	Quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna	57
3.3	Hidrobiología	63
3.3.1	Fitoplancton	64
4.0	CONCLUSIONES	85
4.1	Calidad de Agua	85
4.2	Calidad de Sedimentos	86
4.3	Hidrobiología	86
5.0	RECOMENDACIONES.....	88
6.0	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
7.0	ANEXOS	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Puntos de muestreo por componente ambiental evaluado en la cuenca del río Tigre – Lote 192 en noviembre de 2014.....	7
Tabla 1-2:	Puntos de muestreo geofrerenciados de agua superficial, sedimentos e hidrobiología en la cuenca del río Tigre en noviembre de 2014.....	9
Tabla 2-1:	Equipo participante de la evaluación durante noviembre 2015	11
Tabla 2-2:	Características del equipo usado en la evaluación de campo para la calidad de agua superficial.....	11
Tabla 2-3:	Método de análisis, límites de cuantificación y estándares de calidad ambiental nacional e internacional para agua superficial.....	14
Tabla 2-4:	Método de análisis, límite de determinación y estándares internacionales para sedimentos.....	16
Tabla 3-1:	Resultados de parámetros de campo, inorgánico y organico del afloramiento T-37.....	42
Tabla 3-2:	Resultados de metales totales en el punto de afloramiento T-37.....	44
Tabla 3-3:	Promedio de fracciones porcentuales (%) de bario soluble del río Tigre y sus tributarios en la época de vaciante en noviembre 2014.....	51



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

Tabla 3-4: Promedio de fracciones porcentuales (%) de plomo soluble del río Tigre y sus tributarios 53

Tabla 3-5: Promedio de fracciones porcentuales (%) de plomo soluble del río Tigre y sus tributarios 55

Tabla 3-6: Promedio de fracciones porcentuales (%) de bario soluble en la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna en la época de vaciante en noviembre 2014 59

Tabla 3-7: Promedio de fracciones porcentuales (%) de plomo soluble de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna 61

Tabla 3-8: Distribución de puntos de muestreo para análisis de datos por sectores 64

Tabla 3-9: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) 75

Tabla 3-10: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) 77

Tabla 3-11: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Lupuna (Sector 4), noviembre de 2014 78

Tabla 3-12: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) 79

Tabla 3-13: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6) 80

INDICE DE GRAFICOS



Gráfico 1-1: Delimitación del área de estudio de la cuenca del río Tigre 8

Gráfico 3-1: Esquema de los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 23

Gráfico 3-2: Distribución de pH en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 24

Gráfico 3-3: Distribución de concentración de plomo total en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 27

Gráfico 3-4: Distribución de concentración de hierro total en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 28

Gráfico 3-5: Distribución de concentración de cromo total en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 29

Gráfico 3-6: Esquema de los puntos de muestreo de las quebradas Shinguito Grande, Lupuna y Piedra Negra y sus tributarios 31

Gráfico 3-7: Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Manchari 32

Gráfico 3-8: Distribución de pH en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna 33

Gráfico 3-9: Distribución de concentración de oxígeno disuelto en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna 35

Gráfico 3-10: Distribución de concentración de conductividad eléctrica en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna 37

Gráfico 3-11: Distribución de concentración de cloruros en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna 38

Gráfico 3-12: Distribución de concentración de plomo total en los puntos de muestreo de las quebradas Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna 39

Gráfico 3-13: Distribución de concentración de hierro total en los puntos de muestreo Quebrada Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna 41

Gráfico 3-14: Esquema del punto de afloramiento (T-37) ubicado en el Yacimiento San Jacinto... 43

Gráfico 3-15: Distribución de concentración de cadmio en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 48

Gráfico 3-16: Distribución de concentración de HTP en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 50

Gráfico 3-17: Distribución de porcentaje de bario soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 52

Gráfico 3-18: Distribución de porcentaje de plomo soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios 54



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

Gráfico 3-19: Distribución de porcentaje de zinc soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios. 56
Gráfico 3-20: Distribución de concentración de HTP de las quebradas Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna. 58
Gráfico 3-21: Distribución de porcentaje de bario soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo de las quebradas Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna. 60
Gráfico 3-22: Distribución de porcentaje de plomo soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo de las quebradas Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna. 62
Gráfico 3-23: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton según su división en el área de evaluación. 65
Gráfico 3-24: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) 66
Gráfico 3-25: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) 67
Gráfico 3-26: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Lupuna (Sector 4) 68
Gráfico 3-27: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) 68
Gráfico 3-28: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6) 69
Gráfico 3-29: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton según su división en el área de evaluación, noviembre del 2014. 70
Gráfico 3-30: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) 71
Gráfico 3-31: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) 72
Gráfico 3-32: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Lupuna (Sector 4) 73
Gráfico 3-33: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) 73
Gráfico 3-34: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6) 74
Gráfico 3-35: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) 76
Gráfico 3-36: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) 77
Gráfico 3-37: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en la quebrada Lupuna (Sector 4) 78
Gráfico 3-38: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) 79
Gráfico 3-39: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6) 80
Gráfico 3-40: Dendograma de similitud entre los puntos de muestreo de la comunidad de Fitoplancton en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) 81
Gráfico 3-41: Dendograma de similitud entre las zonas de monitoreo de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) 82
Gráfico 3-42: Dendograma de similitud entre las zonas de monitoreo de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Lupuna (Sector 4) 83
Gráfico 3-43: Dendograma de similitud entre las zonas de monitoreo de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) 84



1.0 INTRODUCCIÓN

1. En el Perú, la extracción de petróleo ha sido una práctica muy cotidiana desde el siglo XIX en la costa noroccidental en el departamento de Piura, siendo la selva peruana la zona petrolera más importante del país. Su explotación se acentuó en la década del setenta donde el primer yacimiento explotado fue Aguas Calientes, ubicado en la provincia de Pachitea, departamento de Huánuco. Luego se descubrieron los yacimientos de la selva norte en las cuencas de los ríos Corrientes, Tigre, y Pastaza, ubicados cerca de la zona de frontera con Ecuador en el departamento de Loreto.
2. El desarrollo de la actividad extractiva de petróleo en los últimos años se ha intensificado gracias a la promoción estatal trayendo consigo grandes beneficios económicos; sin embargo, esto ha generado en reiteradas oportunidades el derrame de considerables volúmenes de hidrocarburos en las áreas de operaciones de esta actividad.
3. Desde el año 2011 a la actualidad se ha registrado 29 derrames, 6 ocurrieron en los yacimientos de la cuenca del río Tigre, en el yacimiento San Jacinto y Forestal.
4. Estos son considerados como la principal fuente de contaminación de los recursos naturales como el suelo, las aguas superficiales y/o subterráneas y sedimentos, lo que ocasiona perturbaciones en los ecosistemas al afectar su estructura y bioprocesos, lo cual es una problemática ambiental plenamente identificada que conlleva a problemas de afectación a la flora y fauna de la zona, así como a la salud de personas.



1.1. Antecedentes

5. En los últimos años se han suscitado conflictos entre los pobladores de las comunidades nativas cercanas: 12 de octubre y la empresa Pluspetrol Norte S.A., siendo este del tipo socio-ambiental a causa de los derrames de hidrocarburos, lo que sustenta el reclamo de los pobladores nativos de las comunidades cercanas a las áreas de operaciones en el Lote 192.
6. Parte de estos reclamos se han recibido a través del Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales (en adelante Sinada) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante Oefa), en el ámbito del distrito de Tigre con referencia a la actividad hidrocarbúfera, uno (1) en el 2012: 25 de julio con ODLO-0213-2012 y dos (2) en el 2013: 15 de marzo con SC-0080-2013 y 28 de mayo con ODLO-0004-2013.
7. Esto ha llamado la atención del Estado quien adoptó medidas para intermediar, lograr la pacificación del conflicto y buscar la concertación a través del diálogo entre los representantes de las comunidades nativas y la empresa Pluspetrol Norte S.A. Como una medida precautoria, el 22 de marzo del 2013, el Ministerio del Ambiente (en adelante MINAM) declaró en Emergencia Ambiental por Resolución Ministerial N° 370-2013-MINAM, aprobando en dicha Resolución se aprueba el "Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo" la cuenca del río Tigre.

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

8. El sustento para la citada Declaración de Emergencia Ambiental (DEA) Tigre fue el Informe N°438-2013-OEFA/DE-SDCA, en donde se identificaron dentro de sitios PAC y No PAC¹, puntos que superan los ECA en al menos un parámetro de los metales: bario, plomo y cadmio, y los hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en las fracciones: C10-C28 y C28 – C40.
9. En el marco de esta DEA Tigre se realizó evaluaciones ambientales del componente suelo en la cuenca del río Tigre, y como resultado el 09 de julio del 2013 se emitió el Informe N° 477-2014-OEFA/DE-SDCA, y teniendo como base los puntos de muestreo del Informe indicado en el párrafo anterior, se identificaron 37 sitios contraminados, los mismos que han sido tomados como referencia para los criterios de evaluación en la presente intervención y los cuales ponen en evidencia el alto riesgo que significan para los componentes ambientales (agua, sedimento y la flora y fauna acuática) en su área contigua.
10. El Oefa, en el marco de sus funciones como sector competente en materia ambiental, tiene la función evaluadora la cual, a diferencia de su función supervisora, le permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas por el Oefa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

11. Evaluar la calidad ambiental de los componentes ambientales: agua, sedimento e hidrobiología en la cuenca del río Tigre en el ámbito de influencia del Lote 192 a fin de determinar los posibles impactos generados por la actividad de hidrocarburos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad ambiental del agua superficial de la cuenca del río Tigre.
- Evaluar la calidad ambiental de sedimentos de la cuenca del río Tigre.
- Evaluar la calidad hidrobiológica de la cuenca del río Tigre.

1.3 Alcance de la Evaluación

12. Mediante el presente estudio se busca evaluar aquellos componentes ambientales de la cuenca del río Tigre que podrían verse influenciados por actividades cuya fiscalización son de competencia directa del OEFA².

¹ Plan Ambiental Complementario (PAC) creado mediante Decreto Supremo N°028-2003-EM, tuvo por finalidad procurar el cumplimiento de los compromisos relacionados con la protección del ambiente, mediante la evaluación de los impactos ambientales en las áreas de operación que no fueron considerados inicialmente en los Planes de Adecuación de Manejo Ambiental (PAMAs) y/o que, de haberlo sido, fueron subdimensionados en los respectivos PAMAs.

² Reglamento de la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental - SINEFA Artículo 24°. - Alcance de la Función Evaluadora. Corresponde al OEFA ejercer 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.

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

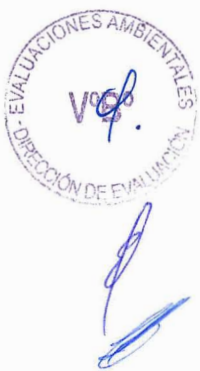
13. La presente evaluación ambiental fue realizada mediante la salida de campo llevada a cabo en noviembre de 2014, cuyos componentes ambientales evaluados durante la salida fueron agua superficial (38 puntos de muestreo), sedimentos de aguas superficiales (15 puntos de muestreo) e hidrobiología (38 puntos de muestreo).
14. En la Tabla 1-1 se especifican los códigos de los puntos de muestreo por cada componente ambiental evaluado en la salida de campo realizada del 13 al 19 de noviembre de 2014.

Tabla 1-1: Puntos de muestreo por componente ambiental evaluado en la cuenca del río Tigre – Lote 192 en noviembre de 2014.

Ambiente Evaluado	Código de puntos de muestreo evaluados	Fecha de evaluación	Componentes		
			Agua	Sedimento	Hidrobiología
CUENCA ALTA DEL RÍO TIGRE (CODIGO 49827)	T-27	13/11/2014	X	X	X
	T-28	13/11/2014	X	---	X
	T-4	13/11/2014	X	---	X
	T-7	13/11/2014	X	X	X
	T-9	13/11/2014	X	X	X
	T-14	13/11/2014	X	---	X
	T-15	13/11/2014	X	---	X
	T-17	13/11/2014	X	---	X
	T-18	17/11/2014	X	---	X
	T-20	17/11/2014	X	---	X
	T-21	17/11/2014	X	---	X
	T-23	17/11/2014	X	---	X
	T-24	17/11/2014	X	---	X
	T-30	17/11/2014	X	---	X
	T-8	13/11/2014	X	---	X
	T-16	13/11/2014	X	X	X
	T-19	17/11/2014	X	X	X
	T-40	17/11/2014	X	X	X
T-22	17/11/2014	X	---	X	
T-41	17/11/2014	X	---	X	
T-25	17/11/2014	X	---	X	
QUEBRADA MANCHARI	T-39	18/11/2014	X	X	X
	T-32	19/11/2014	X	---	X
	T-33	18/11/2014	X	X	X
	T-34	18/11/2014	X	---	X
	T-31	18/11/2014	X	---	X
QUEBRADA PIEDRA NEGRA	T-29	13/11/2014	X	X	X
	T-10	16/11/2014	X	---	X
	T-11	14/11/2014	X	X	X
	T-12	16/11/2014	X	---	X
QUEBRADA SHINGUITO GRANDE	T-13	13/11/2014	X	X	X
	T-35	16/11/2014	X	X	X
	T-1	14/11/2014	X	---	X
	T-2	14/11/2014	X	X	X
QUEBRADA LUPUNA	T-3	13/11/2014	X	X	X
	T-5	14/11/2014	X	---	X
AFLORAMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA	T-6	16/11/2014	X	X	X
	T-37	16/11/2014	X	---	X

Fuente: Elaboración propia.

---"No se consideraron en estos puntos el muestro del componente sedimento por que no eran zonas cercanas a sitios contaminados, sitios PAC y/o zonas afectadas en base a resultados previos obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y los informes de OEFA.

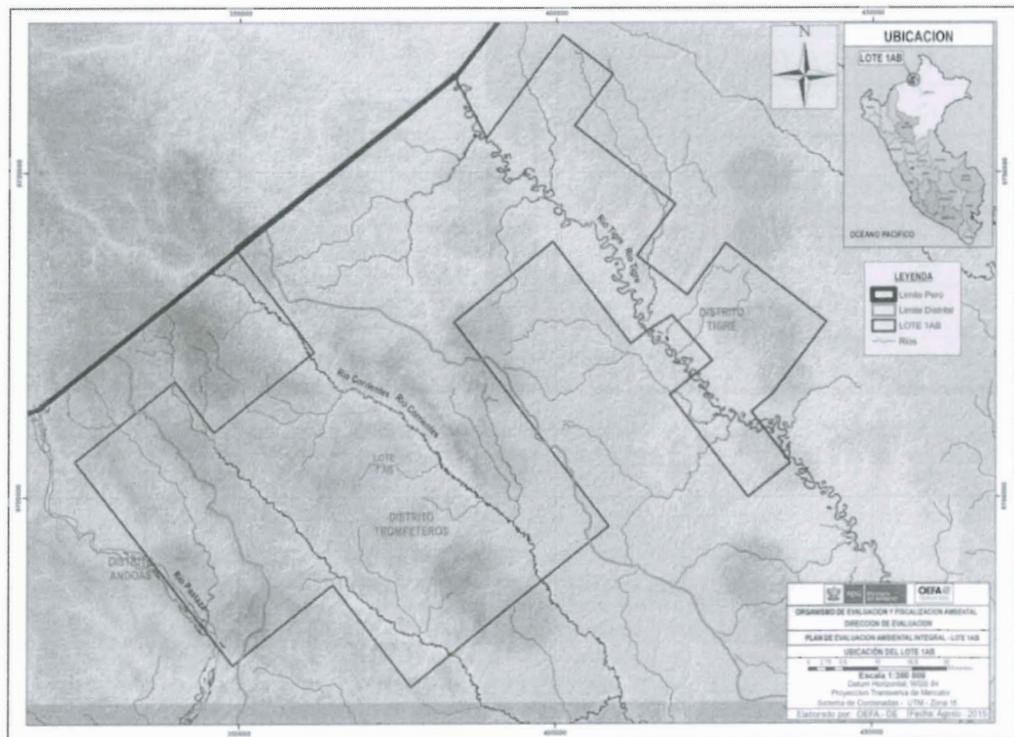


"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

1.4 Área de Estudio

15. La cuenca alta del río Tigre (código 49827) se encuentra ubicado en el distrito del Tigre, departamento y provincia de Loreto, es el tributario del río Marañón en la margen izquierda, nace en la confluencia de los ríos ecuatorianos Cunambo y Pintuyacu, en la frontera Ecuador- Perú. La principal actividad económica en la cuenca del río Tigre es la explotación petrolera la cual se viene desarrollando en el Lote 192, concesionada a la empresa Pacific Stratus Energy del Perú S.A. partir del 30 de agosto de 2015 hasta el 29 de agosto del 2017. Anteriormente, el contrato pertenecía a la empresa Pluspetrol Corporation, sucursal del Perú (desde el 2002 como Pluspetrol Norte S.A.) desde el año 2000³ hasta el termino de contrato en agosto de 2015. Cabe mencionar que este lote a la comprende además la cuenca del río Pastaza en el distrito de Andoas y la cuenca del río Corrientes en el distrito de Trompeteros. Ver Gráfico 1-1.
16. El río Tigre es uno de los más importantes afluentes del río Marañón. Su cauce tiene un ancho de 500 m en la desembocadura y 150 m en la confluencia del Pintoyacu con el Cunambo, punto por donde ingresa a territorio peruano. El cauce es profundo y navegable todo el año, aunque encajado y sinuoso. En la zona peruana tributan los ríos Corrientes, por la margen derecha y Tangarana por la margen izquierda. El río Corrientes es el principal afluente del río Tigre por la margen derecha.

Gráfico 1-1: Delimitación del área de estudio de la cuenca del río Tigre



Fuente: Elaboración propia.



³ El 08 de mayo del 2000, PetroPerú S.A, Occidental Peruana Inc, sucursal del Perú y Pluspetrol Perú Corporation, sucursal Perú, celebran la cesión de posición contractual en el contrato de servicios del Lote 1AB (DS N°007-2000-EM). En dicha cesión Occidental Peruana Inc, sucursal del Perú, cedió el total de su participación del Lote 1-AB a favor de la empresa Pluspetrol Perú Corporation, sucursal Perú.

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

17. El área específica se encuentra delimitado por los puntos de muestreo considerados en la presente evaluación, los que fueron fijados dentro de la zona de influencia de la actividad de hidrocarburos en la cuenca en mención. La georeferenciación de los puntos de muestreo se puede observar en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Puntos de muestreo georeferenciados de agua superficial, sedimentos e hidrobiología en la cuenca del río Tigre en noviembre de 2014.

N° de puntos	Código de puntos de muestreo*	Ubicación de los puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18M	
			Este	Norte
Río Tigre y tributarios				
1	T-27	Río Tigre, 2,1 km aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Manchari.	386 983	9 757 579
2	T-28	Río Tigre, 1,2 km aguas abajo de la confluencia de la quebrada Manchari.	388 952	9 755 449
3	T-4	Río Tigre, 2,0 km aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Lupuna.	398 218	9 747 748
4	T-7	Río Tigre, 360 m aguas abajo de la confluencia de la quebrada Shinguito Grande y 860 m aguas abajo de la quebrada Lupuna.	399 632	9 746 439
5	T-9	Río Tigre, a 2,2 km aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Shinguito Chico.	400 590	9 744 850
6	T-14	Río Tigre, a 1,5 km aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Piedra Negra.	403 573	9 742 088
7	T-15	Río Tigre, a 500 m aguas arriba del puesto militar "Cahuide".	405 624	9 741 914
8	T-17	Río Tigre, a 2,9 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada S/N.	407 780	9 738 188
9	T-18	Río Tigre, a 1,4 km aguas arriba antes de la confluencia con la quebrada Piedra Lisa.	413 377	9 727 132
10	T-20	Río Tigre, a 200 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Gringoyacu (margen derecha).	414 374	9 725 399
11	T-21	Río Tigre, a 11,0 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada Gringoyacu.	418 682	9 722 705
12	T-23	Río Tigre, a 2,1 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada Montano.	421 974	9 717 882
13	T-24	Río Tigre (sector Molino-Poza), a 1,7 km aguas arriba de la confluencia con la quebrada Alemancillo.	430 728	9 710 482
14	T-30	Río Tigre, a 2,0 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada Alemancillo.	433 432	9 710 658
15	T-8	Quebrada Shinguito Chico, a 150 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre.	398 445	9 745 899
16	T-16	Quebrada S/N, a 600 m aguas arriba de la confluencia que tributa por la margen izquierda al río Tigre a aprox. 4,5 km aguas abajo del puesto militar Cahuide	407 886	9 740 046
17	T-19	Quebrada Piedra Lisa, a 500 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre (margen izquierda).	413 686	9 726 778
18	T-40	Quebrada Gringoyacu, a 300 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre y aguas abajo de la Zona Industrial Marsella (ex refinería Marsella)	414 019	9 725 685
19	T-22	Quebrada Montano, a 400 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre (margen izquierda).	422 463	9 719 537
20	T-41	Quebrada San Antonio, a 500 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre (margen derecha).	425 599	9 712 572
21	T-25	Quebrada Alemancillo, a 300 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre (margen derecha).	431 623	9 710 003
Quebrada Manchari				
22	T-39	Quebrada S/N, a 800 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Manchari.	374 077	9 755 434
23	T-32	Quebrada Manchari, a 15 km aguas abajo del punto T-29 que es tributario del río Tigre (margen izquierda).	398 218	9 747 748
24	T-33	Quebrada Landayacu, a 1,0 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada Manchari.	376 758	9 734 244



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

N° de puntos	Código de puntos de muestreo*	Ubicación de los puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18M	
			Este	Norte
25	T-34	Quebrada Paushiyacu, tributario de la quebrada Aguas Blancas (tributario de la quebrada Manchari).	370 135	9 741 405
26	T-31	Quebrada Aguas Blancas, a 4,0 km aguas arriba de la confluencia con la quebrada Manchari.	370 917	9 737 014
27	T-29	Quebrada Manchari, 300 m aguas arriba de su confluencia con el río Tigre.	387 639	9 755 802
Quebrada Piedra Negra				
28	T-10	Quebrada Piedra Negra, a 3,35 km aguas arriba de su confluencia con el río Tigre.	374 077	9 725 434
29	T-11	Quebrada Cachiyacu, a 600 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Piedra Negra (margen izquierda).	403 929	9 743 232
30	T-12	Quebrada Piedra Negra, a 1,1 km antes de su confluencia en el río Tigre.	376 758	9 734 244
31	T-13	Quebrada Piedra Negra, a 70 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre.	404 635	9 741 989
32	T-35	Quebrada S/N, a 200 m agua abajo de la confluencia con la quebrada Purmacocha y este al río Tigre por la margen izquierda.	402 524	9 745 494
Quebrada Shinguito Grande				
33	T-1	Quebrada Shinguito Grande, a 6,5 km aguas arriba de la confluencia con en el río Tigre.	399 871	9 751 737
34	T-2	Quebrada S/N, a 400 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shinguito Grande.	400 182	9 751 743
35	T-3	Quebrada Shinguito Grande, 280 m aguas arriba de la confluencia con el río Tigre.	399 135	9 747 212
Quebrada Lupuna				
36	T-5	Quebrada Lupuna (parte alta), a 2,5 km aguas arriba de la confluencia con el río Tigre.	401 409	9 748 535
37	T-6	Quebrada Lupuna, a 1,4 km aguas arriba de la confluencia con el río Tigre.	400 693	9 747 548
Afloramiento				
38	T-37	Punto de afloramiento de aguas subterráneas, a 200 m al sureste (SE) de la batería “San Jacinto”.	403 853	9 744 009

Fuente: Elaboración propia.

*Los códigos del componente sedimento e hidrobiológico tienen el mismo código que el componente agua.

2.0 MÉTODOS

2.1 Etapa de precampo

- El trabajo de precampo incluyó el análisis y sistematización de la información relevante relacionada a los objetivos del presente estudio. Se desarrolló la planificación, coordinación, elaboración de cronograma de actividades y plan de trabajo.

2.2 Etapa de campo

- La Coordinación de Evaluaciones Ambientales Integrales (CEAI) de la Dirección de Evaluación (DE), unidad orgánica del OEFA, evaluó los siguientes componentes: agua superficial, sedimento e hidrobiología.
- La evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado para cada componente ambiental. El equipo que participó en la evaluación de la calidad de agua superficial, sedimentos e hidrobiología en la cuenca del río Tigre en el ámbito del lote 192, se especifica en la Tabla 2-1.



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

Tabla 2-1: Equipo participante de la evaluación durante noviembre 2014

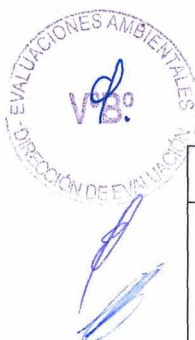
Evaluador	Especialidad	OEFA
Víctor Olivares Alcántara	Ing. Mecánica de Fluidos	Dirección de Evaluación
Luis Ancco Pichuilla	Ing. Químico	
Carlos Amaya Rojas	Ing. Ambiental	
Heber Ocas Rumay	Ing. Ambiental	

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1 Calidad de Agua

21. La metodología de las evaluaciones de calidad de agua superficial fue realizada en base a lo establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial, aprobado por la Autoridad Nacional de Agua (ANA) mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA el 6 de abril de 2011.
22. El muestreo de agua superficial se inició con las mediciones in situ de los parámetros de campo: pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad. Dichas mediciones fueron realizadas con un equipo multiparámetro, previamente calibrado en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), cuyos certificados de calibración se adjuntan en el Anexo F. La Tabla 2-2 detalla el equipo utilizado.

Tabla 2-2: Características del equipo usado en la evaluación de campo para la calidad de agua superficial.



Equipo	Parámetros	Unidad	Rango o Límite de Lectura	Fecha de Calibración
Multiparámetro HQ40d	Temperatura	°C	0 a 60	16 de diciembre de 2014
	pH	Unidades de pH	0 a 14	
	Conductividad Eléctrica (CE)	mS/cm	0 a 200	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	0 a 20	

Fuente: Elaboración propia.

23. En tanto, las tomas de muestra de los parámetros inorgánicos: cloruros, cromo VI, sulfuros, demanda química de oxígeno (DQO), sulfatos y sólidos suspendidos totales fueron colectados en envases de plásticos de diferentes tamaños entre 1 litro y 120 mL, siendo preservados en campo con reactivos de laboratorio el cromo VI (sulfato de amonio), sulfuros (acetato de zinc e hidróxido de sodio) y la DQO (ácido sulfúrico) para su análisis posterior en el laboratorio.
24. Por otro lado, los parámetros orgánicos: aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (TPH) fueron colectados en envases de vidrio ámbar y los fenoles en envases oscuros. Los aceites y grasas y fenoles fueron preservados con ácido sulfúrico.
25. Cabe indicar que las muestras de agua para el análisis de aceites y grasas e Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) 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 obtención de la muestra se evitó formar burbujas.

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

26. Mientras, las botellas destinadas a la colecta de muestras para análisis de metales totales y disueltos recibieron un lavado especial para eliminar trazas que pudieron haberse generado en la fabricación de las mismas, siendo luego preservados con ácido nítrico para su análisis posterior en el laboratorio.
27. Las botellas y preservantes para las muestras de agua superficial fueron proporcionadas por el laboratorio INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C., debidamente acreditado por el INACAL, de acuerdo a la Norma Técnico Peruana (NTP) - ISO/IEC 17025: 2006 INACAL. Asimismo, los procedimientos para la conservación y preservación de muestras fueron realizados de acuerdo a las recomendaciones del citado laboratorio.
28. Todas las muestras se almacenaron permanentemente en posición vertical en diferentes coolers con Ice-Packs (hielo gel) y fueron remitidas al laboratorio citado, con las respectivas cadenas de custodia (*ver Anexo B*).

2.2.2 Calidad de Sedimentos

29. La evaluación incluyó los siguientes análisis: Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), cromo hexavalente, metales totales y metales pesados por Tessier (bario, zinc, cadmio y plomo).
30. Las muestras de sedimento se colectaron siguiendo el "Procedimiento para muestreo de agua y sedimentos" del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia⁴. Asimismo, se tomaron en cuenta adicionalmente las recomendaciones del laboratorio acreditado por el INACAL (*ver Anexo E: AGQ PERÚ S.A.C.*).
31. Se evaluaron un total de 15 puntos de muestreo, cuyas muestras fueron recolectadas en zonas de poca pendiente, a una profundidad aproximada de 30 cm en el lecho de río y siguiendo una distribución aleatoria. La recolección se realizó con un equipo mecánico (barreno tipo Auger).
32. Los sedimentos colectados para análisis de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) e Hidrocarburos Aromáticos de Petróleo (HAP) fueron colocados en frascos de vidrio ámbar. Por otro lado, para el análisis de metales, las muestras fueron colectadas en bolsas de plástico con cierre hermético, cuyas muestras fueron preservadas en refrigeración. Cada frasco o bolsa contenía aproximadamente 1 kg de sedimentos, los cuales fueron remitidos al respectivo laboratorio.

2.2.3 Hidrobiología

33. La colecta de muestras tiene como base metodológica las técnicas de muestreo descritas en el manual de Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú⁵.

⁴ Procedimiento para el muestreo de aguas y sedimentos para determinación de metales, Subdirección de Estudios Ambientales – Grupo de Acreditación, versión 01, 31 de enero de 2009.

⁵ Museo de Historia Natural del Departamento de Limnología e Ictiología de la Universidad Nacional de San Marcos (UNMSM) y por el Ministerio del Ambiente (MINAM), primera edición de diciembre de 2014

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

34. Los puntos de muestreo de fitoplancton se ubicaron en los mismos puntos de muestreo de calidad de aguas, ver Tabla 1-2, esto con la finalidad de establecer una relación directa entre la calidad del agua superficial y el fitoplacton.
35. Para la colecta de fitoplancton en los cuerpos de agua de la cuenca alta del río Tigre, se realizó el muestreo directo del agua superficial con un frasco de 1,0 L e inmediatamente se preservó con formalina al 4% (40 mL/L de muestra) y se almacenó a baja temperatura (alrededorde 4 °C) hasta ser entregados al laboratorio, esto en referencia a los procedimientos de muestreo recomendados por el laboratorio AGQ PERÚ S.A.C. que está acreditado por el INACAL.
36. Con los resultados del análisis de las muestras de fitoplancton cuantitativo se evaluará la riqueza, abundancia y dominancia de las especies en los diferentes puntos de muestreo. Así también se elaborará un registro de especies de fitoplancton, permitiendo analizar la calidad y estado trófico de los cuerpos de agua en función a este parámetro y a los fisicoquímicos.

2.3 Análisis de datos

2.3.1 Calidad de Agua

37. El Perú cuenta con Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, el cual fue aprobado con D.S. N° 002-2008-MINAM “Aprueban los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua”.
38. En este sentido, los parámetros analizados para la calidad de agua superficial de la cuenca del río Tigre se encuentran contemplados en los ECA para Agua Categoría 4: “Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la selva”. Además, para señalar que categoría que le corresponde a la cuenca del río Tigre se revisó la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA “Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos-Costeros”, en la que se verificó que dicho cuerpo de agua le corresponde la categoría 4.
39. Los tributarios fueron clasificados en la Categoría 4: “Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la selva”, de acuerdo a lo indicado con el numeral 3.3 del artículo 3 del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM que indica literalmente: “Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad, se considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan”.
40. Los parámetros analizados, que no se encuentran incluidos en los ECA Agua para Categoría 4: Ríos de la selva, fueron comparados referencialmente con los Valores guía para la protección de la vida acuática para aguas continentales - CEQG-WQG (Canadian Environmental Quality Guidelines - Water Quality Guidelines for Freshwater) actualizada al 2014.
41. Estos estándares permiten evaluar los efectos de la exposición de los elementos tóxicos en 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



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

persistentes o de corta vida) y (ii) Largo plazo (Long-term): Están diseñados para proteger contra los efectos negativos durante exposiciones indefinidas.

42. Con respecto a los hidrocarburos totales de petróleo (HTP), los ECA para Agua, Categoría 4, no contemplan el parámetro HTP, motivo por el cual se aplicó de manera referencial los valores establecidos en la norma Ecuatoriana: "Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: recurso agua (Anexo I, Libro VI, De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente)", aprobado el 31 de marzo de 2003 mediante Decreto N° 3.516: "Decreto N° 3.516 - Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Título IV, Libro VI: De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente)".
43. Cabe señalar que los parámetros que no tienen estándares de comparación (tanto en la normativa nacional: ECA para agua como internacional: CEQG) se han considerado como información de línea base para el cuerpo de agua evaluado dentro del rango de resultados obtenidos del laboratorio acreditado. Los métodos de referencia empleados, límites de cuantificación y los estándares de comparación nacional e internacional para cada parámetro se presentan en la Tabla 2-3.
44. Asimismo, se evaluó el afloramiento (T-37) ubicado en el yacimiento San Jacinto, el cual de manera referencial se está evaluando con el ECA Agua para categoría 4 y las normas internacionales (guía canadiense y norma ecuatoriana) debido a que se va a relacionar el agua que sale del afloramiento con el agua superficial del cuerpo de agua mas cercano.

Tabla 2-3: Método de análisis, límites de cuantificación y estándares de calidad ambiental nacional e internacional para agua superficial.

Laboratorio de Ensayos	INSPECTORATE SERVICE PERU S.A.C.		ECA para Agua Categoría 4 para Ríos de Selva (mg/L)	CEQG - WQG (mg/L) ^a		
	Parámetro	Método de Referencia	Límite de Cuantificación (mg/L)	Ríos de Selva	Corto plazo	Largo plazo
	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500 Cr-B, 22nd Ed. 2012	0,02	---	---	---
	Fenoles	EPA 420,1 1999	0,0010	0,001	---	---
	Sulfuros	EPA 376.2 1999	0,002	0,002	---	---
	Sulfatos	EPA 375.4 1999	0,5	---	---	---
	Demanda Química de Oxígeno	EPA 410.2 1999	2,0	---	---	---
	Aceites y grasas	EPA 1664 Rev. B, Febrero 2010	1,0	Ausencia de película visible	---	---
	Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	EPA 8015 C, Rev. 3, Febrero. 2007	<0,20	0,5*	---	---
	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part. 2540 D, 22nd Ed. 2012	3,0	≤ 25 – 400	---	---
	Cloruros	EPA 325.3 1999	1,0	---	640	120

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

Laboratorio de Ensayos	INSPECTORATE SERVICE PERU S.A.C.		ECA para Agua Categoría 4 para Ríos de Selva (mg/L)	CEQG - WQG (mg/L) ^a	
	Método de Referencia	Límite de Cuantificación (mg/L)	Ríos de Selva	Corto plazo	Largo plazo
Mercurio total (Hg)	EPA 200.8, Revisión 5.4 1999	0,0001	0,0001***	---	---
Boro total (B)		0,0012	---	29	1,5
Cromo Total (Cr)		0,0005	---	---	0,0089**
Níquel total (Ni)		0,0004	0,025***	---	---
Cobre total (Cu)		0,0001	0,02***	---	---
Zinc total (Zn)		0,0002	0,3***	---	---
Arsénico total (As)		0,0004	0,05***	---	---
Selenio total (Se)		EPA 200.8, Revisión 5.4 1999	0,0002	---	---
Molibdeno total (Mo)	0,0002		---	---	0,073
Plata total (Ag)	0,0002		---	---	0,0001
Cadmio total (Cd)	0,0002		0,004***	---	---
Bario total (Ba)	0,0004		1***	---	---
Talio total (Tl)	0,0003		---	---	0,0008
Plomo total (Pb)	0,0002		0,001***	---	---
Uranio total (U)	0,0003		---	---	0,033
Hierro total (Fe)		0,0031	---	---	0,3

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio acreditado Inspectorate Services Perú S.A.C.

^a CEQG - WQG: Canadian Environmental Quality Guidelines - Water Quality Guidelines for freshwater): Guías de Calidad Ambiental Canadiense para 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, pocas 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.

*Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes para el Recurso Agua del Ecuador.

** Valor referente al cromo trivalente (III) según lo indicado en la Norma canadiense, puesto que dicha guía no especifica valor para cromo total.

*** Para el caso de los parámetros de metales, sus valores estándares corresponden sólo a metales totales.



2.3.2 Calidad de Sedimentos

- Los sedimentos son las partículas no consolidadas generadas por la meteorización y la erosión de las rocas, por precipitación química de las soluciones acuosas o por secreciones de organismos que son transportados por el agua o el viento.
- La caracterización de sedimentos se realiza con la finalidad de conocer las condiciones químicas actuales de los sólidos presentes en el lecho de los cuerpos de agua superficial, 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.
- Las muestras de sedimentos se tomaron en los mismos puntos de evaluación de calidad de agua superficial en donde se analizaron los parámetros orgánicos, fisicoquímicos, metales totales y disueltos. Por otro lado, se determinó las características químicas de los sedimentos mediante el análisis de la materia orgánica y pH realizadas en la época de vaciante en el 2014.

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

48. La norma internacional que se consideraron de manera referencial es la Norma canadiense de calidad para sedimentos (CEQG-SQG Canadian Environmental Quality Guidelines - Sediment Quality Guidelines for freshwater - Guías de Calidad Ambiental canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales) actualizadas al 2014.
49. Dicha norma presenta un estándar científico adecuado para observar efectos biológicos adversos en sistemas acuáticos. Las CEQG - SQG establece 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.
50. También se utilizó de manera referencial la Guía de Los Países Bajos (The New Dutchlist, 2000) para Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), el cual si bien es cierto es usada para la remediación de suelos (optimum and intervention values for soil Remediation), se debe indicar que es usado también para sedimentos (soil/sediment), el cual está indicado en la misma Guía (Soil Sediment) y la Tabla 1b del Anexo A (Earth/Sediment) del Circular de Valores Optimo (objetivo) y Valores de Intervención para Remediación de Suelos⁶.
51. Los métodos de referencia empleados, límites de cuantificación, detección y determinación y los estándares de comparación internacional para cada parámetro se presentan en el Tabla 2-4.

Tabla 2-4: Método de análisis, límite de determinación y estándares internacionales para sedimentos.

Laboratorio de Análisis de Ensayo	AGQ S.A.C.		Guía de Los Países Bajo ^a		Norma canadiense (CEQGs) ^b	
	Método de Análisis de Referencia	Límite de Determinación (mg/Kg)	A*	B**	ISQG***	PEL****
Arsénico	PE-325 (ICP-MS)	5	---	---	5,9	17
	EPA-200.5 Rev. 4.2 (ICP-OES)	0,06				
Cadmio	PE-325 (ICP-MS) EPA-200.7 Rev. 4.4 (ICP-OES)	0,62	---	---	0,6	3,5
Cromo		10,0				
Plomo		0,3				
Cobre		10,1				
		1,5				
Zinc		5				
Mercurio	PE-325 (ICP-MS) EPA 200.5 Rev. 4.2	0,03	---	---	0,17	0,486
		20				
		14				

⁶ Ministerio de Vivienda, Planificación Espacial y Medio Ambiente (VROM) - Actualmente Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente (IenM) (2000). Circular on target values and intervention values for soil remediation. Países Bajos.

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

Laboratorio de Análisis de Ensayo	AGQ S.A.C.		Guía de Los Países Bajo ^a		Norma canadiense (CEQGs) ^b	
	Método de Análisis de Referencia	Límite de Determinación (mg/Kg)	A*	B**	ISQG***	PEL****
	(ICP-OES)					
Metales por Tessier	PE-4421 (ICP-OES)	+	---	---	---	---
Cromo Hexavalente	SM 3500 Cr-B-PE	0,8	---	---	---	---
HTP (mineral oil)	PNT: PE-469 (EPA 8015 D)	10	50	5000	---	---
Benzo (a) antraceno	PNT: PE-616 (CG/MS)	0,01	---	---	0,0317	0,385
Acenafteno		0,01	---	---	0,00671	0,0889
Acenaftileno	PNT: PE-616	0,01	---	---	0,00587	0,128
Antraceno		0,01	---	---	0,0469	0,245
Benzo (a) pireno		0,01	---	---	0,0319	0,782
Benzo (b) fluoranteno		0,01	---	---	---	---
Benzo (g, h, i) perileno		0,01	---	---	---	---
Benzo (k) fluoranteno		0,01	---	---	---	---
Fluoranteno		0,01	---	---	0,111	2,355
Criseno		0,01	---	---	0,0571	0,862
Dibenzo (a, h) antraceno		0,01	---	---	0,00622	0,135
Fenantreno		0,01	---	---	0,0419	0,515
Fluoreno	0,01	---	---	0,0212	0,144	
Indeno (1, 2, 3-c,d) pireno	0,01	---	---	---	---	
Benzo (e) Pireno	0,01	---	---	0,053	0,875	

Fuente: Informes de ensayo Environmental Testing Laboratory S.A.C.

^a Guía de Los Países Bajos: HTP: Hidrocarburos Totales de Petróleo.

^b Norma Canadiense CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines), actualizado al 2014: Valores guía para la protección de la vida acuática (aguas continentales) en el componente sedimentos.

*Valores óptimo u objetivos (Optimum or Target Values).

**Valores de acción o intervención (Action or Intervention values).

***ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines), Estándar interino de la calidad del sedimento: concentración por debajo de la cual no se debe presentar efecto biológico adverso.

****PEL (Probable Effect Level), Nivel de efecto probable: concentración sobre el cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

+ Depende de cada metal analizado.

52. Por otro lado, se realizaron los análisis de especiación de cuatro (4) metales por extracciones secuenciales en cinco (5) fracciones de acuerdo a la metodología por André Tessier de la Universidad de Quebec de Canadá publicado en Analytical Chemistry en 1979 en las siguientes fracciones:

Fracción 1: Metales ligados a los sedimentos por efectos de los procesos de sorción – desorción que influyen en la adsorción de los metales y la composición iónica en el agua en los constituyentes mayores de los sedimentos (arcillas, óxidos hidratados de manganeso y hierro y ácidos húmicos).

Fracción 2: Metales asociados con los carbonatos de los sedimentos que son susceptibles a los cambios de pH.

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

Fracción 3: Metales enlazados a los óxidos de hierro y manganeso, los cuales son excelentes rastreadores de metales y termodinámicamente inestables bajo condiciones anóxicas (bajo potencial redox).

Fracción 4: Metales enlazados a la materia orgánica: *organismos vivos, detrito, cubiertos en las partículas minerales, etc.*, bajo las propiedades de complejación y peptización (ácidos húmicos y fúlvicos). La liberación de metales trazas solubles en el agua se lleva a cabo bajo condiciones oxidantes naturales, en el cual la materia orgánica puede ser degradada.

Fracción 5: Metales contenidos en los minerales secundarios y primarios, los cuales los enlazan a su estructura cristalina. No se espera la liberación de estos metales sobre un tiempo razonable bajo condiciones normales en la naturaleza.

53. La metodología de especiación secuencial química propuesta por Tessier (1979), se basa en un intento de reproducir 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, consiste en la aplicación de extractantes selectivos en una secuencia, para determinar las formas de la solubilidad decreciente de los elementos metálicos (Fernandez, 2011).
54. El uso de extracciones secuenciales, proporciona información detallada sobre el origen, el modo de ocurrencia, la disponibilidad biológica y fisico-química, la movilización y transporte de metales traza. (Tessier, Campbell, & Bisson, 1979).
55. Seguidamente de los análisis por Tessier, se calculan los porcentajes de las fracciones se realizaron tomando en cuenta la división entre la concentración de cada fracción y la suma de las cinco (5) fracciones. Las fracciones de los metales cuyos porcentajes fueron mayores al 10% fueron consideradas como significativas. Para el caso de las fracciones menores al límite de determinación o detección del método de análisis del laboratorio, se consideró el mismo valor del límite; no obstante en caso que estos tengan un porcentaje mayor al 10%; no se consideraron significativos.

2.3.3 Hidrobiología

56. Las muestras de fitoplancton se analizaron de acuerdo al método SM 10200-F (APHA, 2012), "técnicas de conteo de fitoplancton". El número de individuos por taxón se cuantificó con una cámara de Sedgwick-Rafter expresándose la abundancia como cel./mL. Los individuos fueron identificados hasta el menor nivel taxonómico posible (género o especie) empleando las claves taxonómicas especializadas como Prescott (1975) y Manguin (1964)⁷.
57. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de la cadena alimenticia y como indicadores de la calidad del agua; para la explicación de los resultados de fitoplancton se aplica los siguientes análisis:

Composición y riqueza de especies

⁷ Las identificaciones taxonómicas realizadas por el laboratorio acreditado fueron actualizadas de acuerdo a la base de datos internacional AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2015).

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

58. La riqueza específica (S) es el número de especies distintas encontradas en la muestra. Es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

Abundancia (Densidad)

59. La abundancia (densidad) (N) es el valor del número de individuos por unidad de muestreo, por ejemplo, células/mL para el fitoplancton.

Índice de dominancia de Shannon (H')

60. El valor del índice es cero cuando todos los individuos recolectados pertenecen a una sola especie (es decir, mayor dificultad de predicción) (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). El valor teórico máximo del índice "log₂ (pi)" se alcanza en casos cuando cada individuo colectado pertenece a una especie diferente. Se expresa como:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Donde:

H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_i: Abundancia proporcional de la especie (n_i/N)

n_i: Número de individuos de la especie

N: Número total de individuos



61. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies estén representadas por el mismo número de individuos, es decir que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Las unidades de medición se expresan como bits/individuo.

Índice de dominancia de Simpson (D)

62. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Su valor es inverso a la equidad. Se expresa como:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i: abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

63. Con respecto a su valor, si las especies dominantes son pocas y formadas por pocos individuos, entonces sus valores serán bajos, cercanos a cero y si es el caso contrario los valores serán cercanos a uno. Será el valor de uno cuando todos los individuos pertenezcan a una sola población y consecuentemente a la misma especie. Este índice no tiene unidades de medición.

Diversidad verdadera (Números de Hill)

64. Recientemente, Jost (2006) acuñó el término diversidad verdadera (*true diversity*) para referirse de manera particular a medidas que conservan las propiedades intuitivamente esperadas del concepto de diversidad, y para diferenciar estas medidas de la gran cantidad de índices que se pueden encontrar en la literatura bajo el nombre de diversidad y que no cumplen con estas propiedades intuitivas (Moreno *et al.*, 2011).
65. De manera relativamente rápida, se ha hecho evidente el impacto que empiezan a tener los números efectivos de especies, que son las unidades de medición de la diversidad verdadera (Moreno *et al.*, 2011). Asimismo, estas medidas han sido incorporadas en comentarios y revisiones conceptuales recientes sobre la diversidad de especies (e.g. Moreno y Rodríguez, 2010; Tuomisto, 2010).
66. De ese modo, los datos obtenidos de las comunidades hidrobiológicas se analizaron con números efectivos (medidas de diversidad verdadera). Para determinar valores de diversidad verdadera que permita hacer comparaciones espaciales y temporales, se calcularon los índices de orden N_1 y N_2 , recomendados por Moreno *et al.* (2011) de acuerdo a las ecuaciones modificadas por Jost (2006).

$$N_1 = \exp(H')$$

Dónde:

H' : Es el índice de diversidad Shannon en base "e"

$$N_2 = 1/D$$

Dónde:

D: Es el índice de dominancia de Simpson

67. El índice de uniformidad $E = N_2/N_1$ fue propuesto por Hill (1973) y representa el cociente entre el número de especies muy abundantes y las abundantes; a medida que una especie tiende a dominar en un poblamiento, tanto N_2 como N_1 tienden hacia uno y en consecuencia también E converge hacia este valor. La relación entre N_2 y N_1 es una medida de equidad la cual no es afectada por la riqueza de especies (Hill, 1973).

Análisis estadístico

68. La similitud de especies de las comunidades evaluadas en los cuerpos de agua se realizó a través de un dendograma de conglomerados o agrupamientos basado en la matriz de similitud de Bray-Curtis (Clarke y Warwick, 2001), que se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente (Brower y Zar, 1984).



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

3.0 RESULTADOS Y ANALISIS

3.1 Calidad de Agua

69. El presente capítulo describe los resultados del análisis de la calidad del agua superficial y el afloramiento correspondiente a la evaluación realizada en noviembre de 2014 (época de vaciante) de la cuenca del río Tigre y sus principales tributarios (ríos y quebradas).
70. En relación a la metodología de análisis, los resultados se compararon con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) y el estándar internacional de comparación de la norma canadiense.
71. Por otro lado, se resaltó los puntos de muestreo con las mayores concentraciones de los parámetros de campo, orgánicos, inorgánicos y metales entre: río Tigre y sus tributarios (quebradas y ríos).
72. Los resultados se indican en las Tablas 1, 2, 6 y 7, las cuales están incluidas en el Anexo G en relación a los cuerpos de agua superficial y cuyos informes de ensayo emitidos por los laboratorios acreditados y utilizados para la elaboración del presente informe técnico fueron los siguientes:

INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C.:

NOVIEMBRE 2014: N°119878L/14-MA, N°119879L/14-MA, N°120103L/14-MA, 120105L/4-MA y 120018L/14-MA.

3.1.1 Río Tigre y sus tributarios

73. Las Tablas 1 y 2 del *Anexo G* registran los resultados de las mediciones de campo (oxígeno disuelto, temperatura, pH y conductividad eléctrica) y los análisis de laboratorio (inorgánico, orgánico y metales totales) de calidad de agua superficial para el río Tigre y sus tributarios obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante). El Gráfico 3-1 muestra el esquema de los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios donde se tomaron las muestras de agua superficial y sedimentos.

3.1.1.1 Parámetros de campo, inorgánico y orgánico

74. **POTENCIAL DE HIDROGENO (pH):** De acuerdo a lo mostrado en el Gráfico 3-2, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo evaluados en los tributarios (quebradas) del río Tigre: Manchari 1 (T-29), Shinguito Grande 2 (T-3), Shinguito Chico 1 (T-8), Piedra Lisa 1 (T-19), Montano 1 (T-22), San Antonio 1 (T-41) y Alemancillo 1 (T-25) registraron pH menores al rango establecido en los ECA para Agua Categoría 4 (6,5 a 8,5 unid. de pH), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".
75. En adición a lo anterior, el río Tigre y sus Tributarios registraron aguas superficiales ácidas menores a 7,00 unid. de pH, registrando los puntos de muestreo del río Tigre mayor pH que los registrados en los Tributarios.

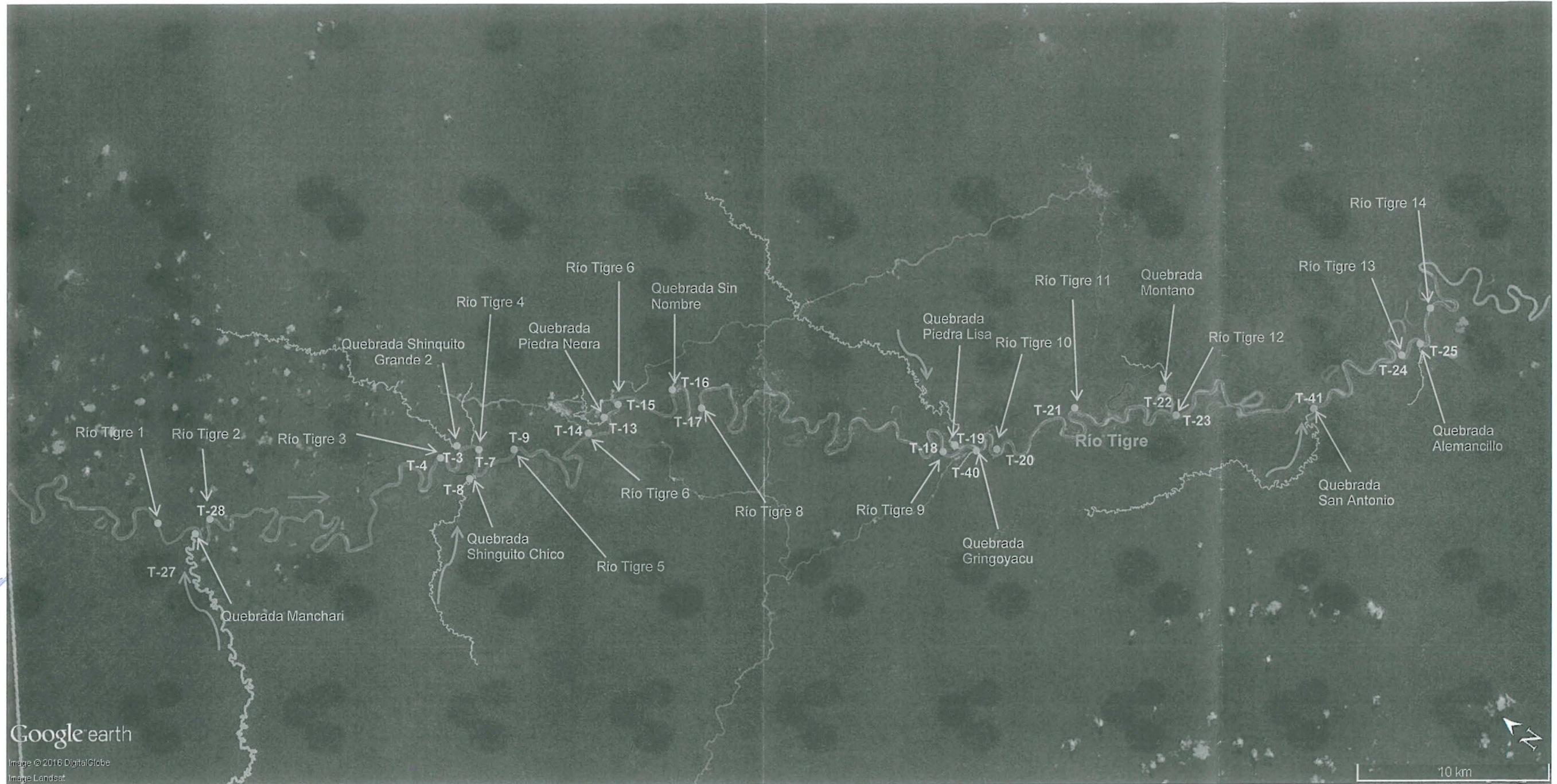


"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

- (i) Cabe señalar que la acidez de las aguas de los tributarios es un buen indicador de la presencia de componentes ácidos (sustancias húmicas), las cuales a través de la descomposición microbiana, la materia orgánica de los suelos ribereños se disuelven y da la característica aguas oscuras en estos cuerpos de agua (Domenech y et. al., 2006).
76. **TEMPERATURA (°C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm):** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, el río Tigre registró mayor temperatura (promedio de 26,94 °C) que sus tributarios (promedio de 26,21 °C).
77. Mientras que, el río Tigre registró mayor conductividad eléctrica (promedio de 45,50 µS/cm) que los tributarios (31,03 µS/m), excepto la quebrada Piedra Negra 3 (T-13) que aportó la mayor conductividad eléctrica al río Tigre con 132 µS/cm.
78. **OXÍGENO DISUELTO:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en 2014, todos los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones de oxígeno disuelto mayores el valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4 (≥ 5 mg/L), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".
79. **CLORUROS:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones de cloruros que no excedieron el valor de largo plazo (120 mg/L) establecido en la norma canadiense, "Protección de la vida acuática para aguas continentales".
80. Cabe indicar que la Piedra Negra 3 (T-13) fue el tributario que aportó la mayor concentración de cloruros con 22,9 mg/L al río Tigre. Mientras la quebrada Manchari fue el tributario que menor concentración de cloruros aportó al río Tigre con 1,4 mg/L.
81. Finalmente, los 36 puntos de muestreo restantes de los tributarios y el río Tigre registraron concentración de cloruros menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio ($< 1,0$ mg/L).

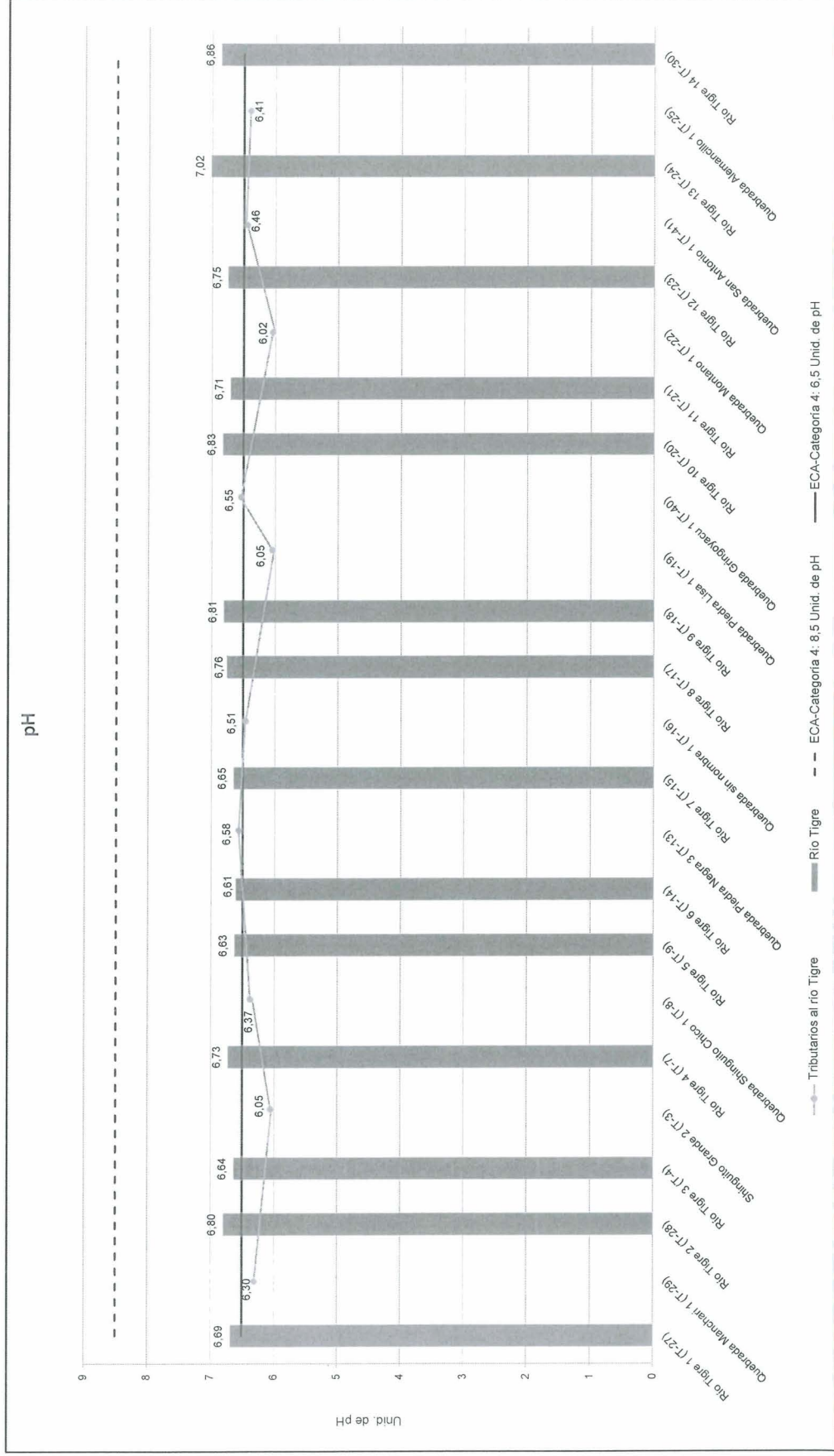


Gráfico 3-1: Esquema de los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3-2: Distribución de pH en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.



[Firma manuscrita]

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

82. **SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST):** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, el río Tigre registró mayor concentración de SST (promedio de 119,81 mg/L) que los tributarios (promedio de 59,22 mg/L).
83. Cabe indicar que todas los puntos de muestreo registraron concentraciones de SST que no excedieron el mayor valor establecido en los ECA para Agua, Categoría 4 ($\leq 25 - 400$ mg/L), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".
84. **ACEITES Y GRASAS E HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO - HTP (C₁₀ a C₄₀):** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios, excepto para el río Tigre 10 (T-40), aguas abajo de la confluencia con la quebrada Gringoyacu con 0,21 mg/L para HTP, registraron concentraciones aceites y grasas e HTP menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio (<1 mg/L y $<0,20$ mg/L respectivamente).
85. Las concentraciones de aceites y grasas del río Tigre y sus tributarios, excepto el punto 10 de muestreo del río Tigre (T-40), con los resultados registrados cumplen de manera cualitativa lo establecido por los ECA para Agua, Categoría 4 (Ausencia de película visible), mientras los HTP no excedieron el valor establecido en la norma ecuatoriana (0,5 mg/L), "Preservación de la flora y fauna en aguas dulces".
86. **CROMO VI, FENOLES Y SULFUROS:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones de estos parámetros menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio ($<0,02$ mg/L para cromo VI, $<0,001$ mg/L para fenoles y $<0,002$ mg/L para sulfuros).
87. Estas concentraciones de cromo VI, fenoles y sulfuros no excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 (0,05 mg/L para Cromo VI, 0,001 mg/L para fenoles y 0,002 mg/L para sulfuros), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".



Parámetros sin estandar de comparación nacional e internacional

88. **SULFATOS:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre registraron menores concentraciones de sulfatos (promedio de 1,39 mg/L) que los tributarios (promedio de 1,01 mg/L).
89. **DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO):** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre registraron menores concentraciones de sulfatos (promedio de 22,09 mg/L) que los tributarios (promedio de 28,63 mg/L).

3.1.1.2 Metales Totales

90. **PLOMO:** Según lo mostrado en el Gráfico 3-3, en la época de vaciante en el 2014, todos los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones de plomo total que excedieron el valor establecido en los ECA para

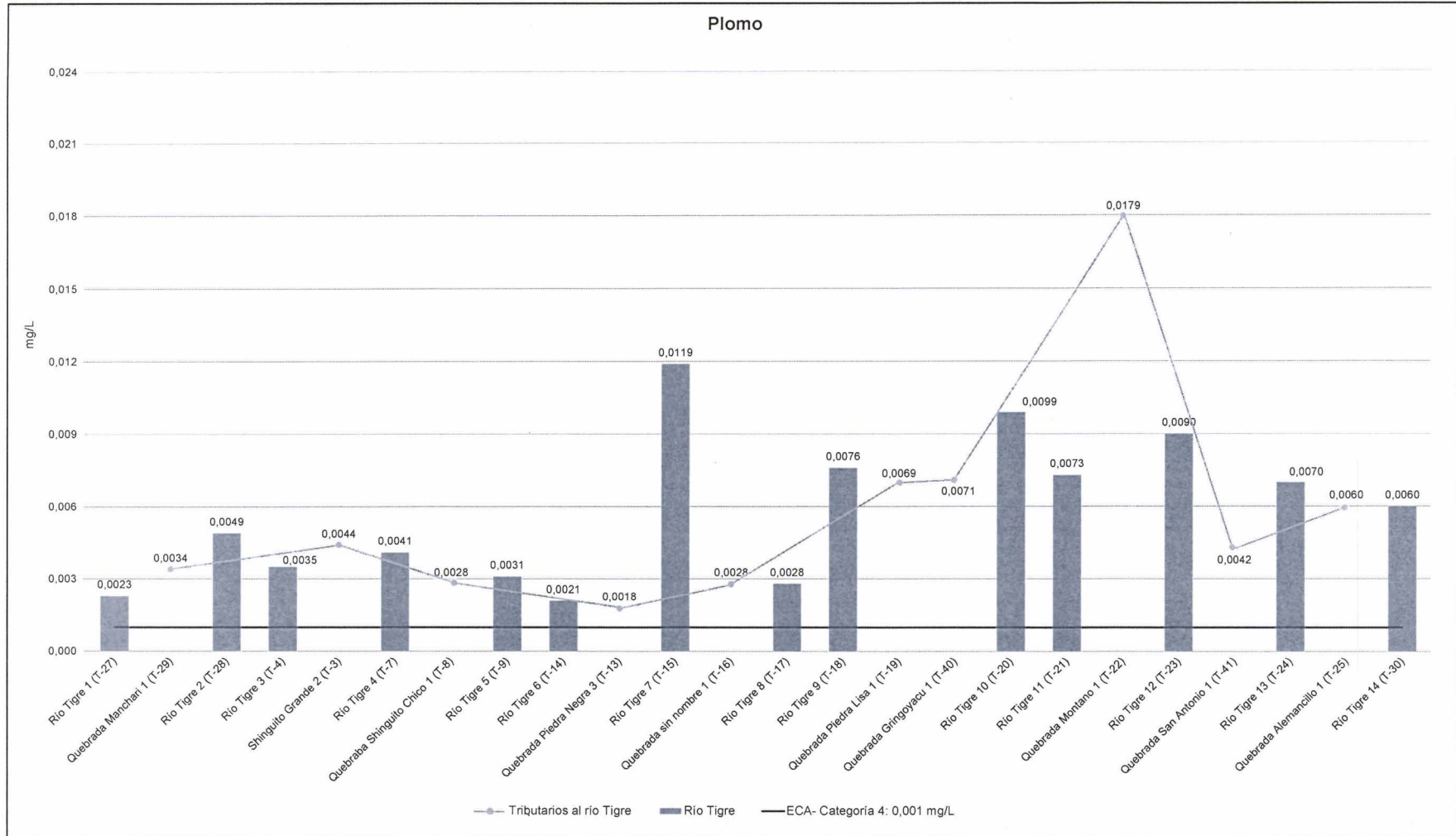
“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Consolidación del Mar de Grau”

Agua Categoría 4 (0,001 mg/L), “Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva”.

91. Por otro lado, el río Tigre desde aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Manchari (T-27) hasta 1,5 km aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Piedra Negra (T-14) **registró menor concentración de plomo total** que el tramo del río Tigre desde aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Piedra Negra (T-15) a 2,0 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada Alemancillo (T-30). Cabe indicar que el río Tigre 7 (T-15), a 500 m aguas arriba del puesto militar “Cahuide”, registró la mayor concentración de plomo con 0,0019 mg/L de todos los puntos de muestreo del río Tigre.
92. Mientras, los tributarios al río Tigre desde la quebrada Manchari (T-29) hasta la quebrada sin nombre (T-16) **registraron concentraciones de plomo total menores** que los registrados a partir de la quebrada Piedra Lisa (T-19) hasta la quebrada Alemancillo (T-25). Cabe indicar que la quebrada Montano (T-22) registró la mayor concentración de plomo con 0,0179 mg/L de todos los puntos de muestreo de los tributarios del río Tigre.
93. **HIERRO:** Según lo mostrado en el Gráfico 3-4, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones de hierro que excedieron el valor de largo plazo de la norma canadiense (0,3 mg/L) “Protección de la vida para aguas continentales”.
94. Cabe indicar que los puntos de muestreo del río Tigre: a 500 m aguas arriba del puesto militar “Cahuide” (T-15) y a 200 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Gringoyacu – margen derecha (T-20) registraron las mayores concentraciones de hierro de todos los puntos de muestreo del río Tigre. Mientras la quebrada Manchari (T-29) fue el tributario que aportó al río Tigre la mayor concentración de hierro total con 3,044 mg/L.
95. Finalmente, la concentración promedio de hierro total del río Tigre con 4,3583 mg/L es mayor que sus tributarios con 2,0087 mg/L.
96. **PLATA:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 2 del Anexo G, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones menor al límite de detección del método de análisis del laboratorio (<0,0002 mg/L).
97. **CROMO:** De acuerdo a lo indicado en el Gráfico 3-5, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre: a 500 m aguas arriba del puesto militar “Cahuide” (T-15) y a 1,4 km aguas arriba antes de la confluencia con la quebrada Piedra Lisa (T-18) registraron concentraciones de cromo que excedieron el valor de largo plazo de la norma canadiense (0,0089 mg/L) “Protección de la vida para aguas continentales”.
98. Cabe resaltar que la concentración de cromo total del río Tigre (promedio de 0,0078 mg/L) es mayor que sus tributarios (0,0031 mg/L).



Gráfico 3-3: Distribución de concentración de plomo total en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.

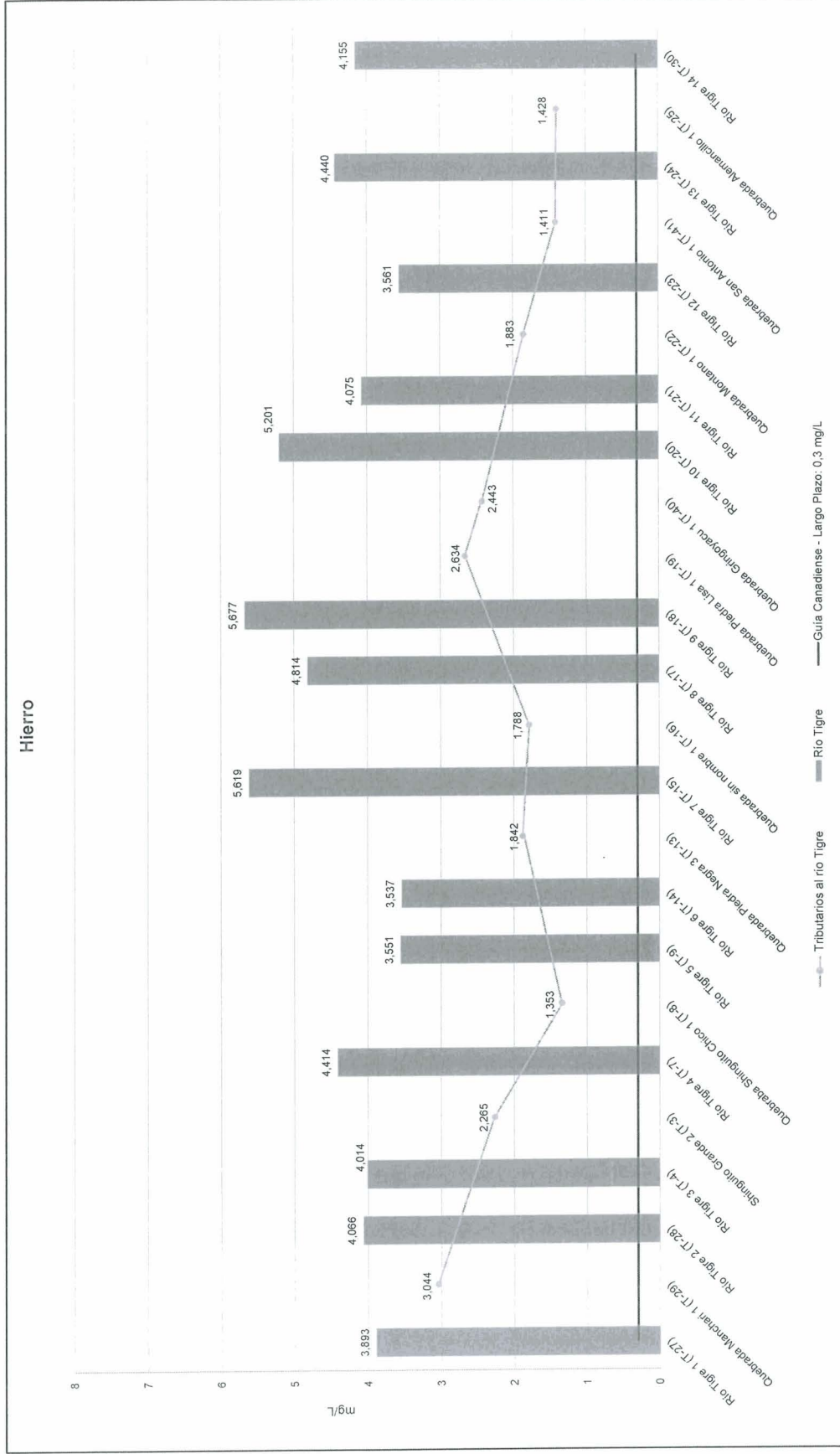


Fuente: Elaboración propia.



[Firma manuscrita]

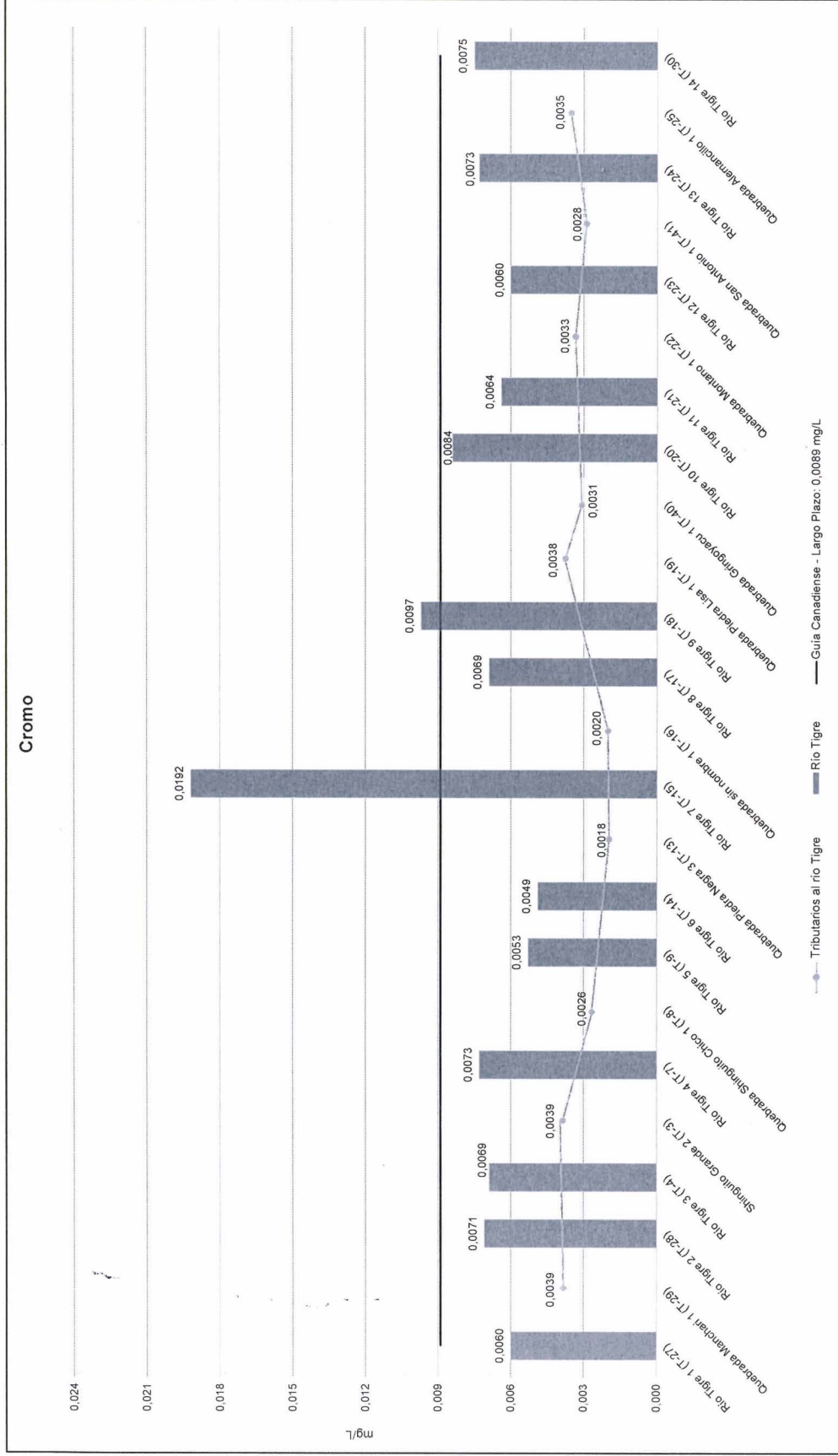
Gráfico 3-4: Distribución de concentración de hierro total en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 3-5: Distribución de concentración de cromo total en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.



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

99. **BORO, MOLIBDENO, TALIO Y URANIO:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 2 del Anexo G, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones de estos metales que no excedieron los valores de largo plazo establecidos en la norma canadiense, "Protección de la vida acuática para aguas continentales" (1,5 mg/L para boro; 0,0089 mg/L; 0,073 mg/L para molibdeno; 0,0008 mg/L para talio y 0,015 mg/L para uranio).
100. **NIQUEL, COBRE, ZINC, ARSENICO, CADMIO, BARIO Y MERCURIO:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 2 del Anexo G, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron concentraciones de estos metales que no excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 (0,025 mg/L para níquel; 0,02 mg/L para cobre; 0,3 mg/L para zinc; 0,05 mg/L para arsénico; 0,004 mg/L para cadmio, 1 mg/L para bario y 0,0001 mg/L para mercurio), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".

3.1.2 Quebrada Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna

101. Las Tablas 6 y 7 del *Anexo G* registran los resultados de las mediciones de campo (oxígeno disuelto, temperatura, pH y conductividad eléctrica) y los análisis de laboratorio (inorgánico, orgánico, metales totales) de calidad de agua superficial para la quebrada Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante).

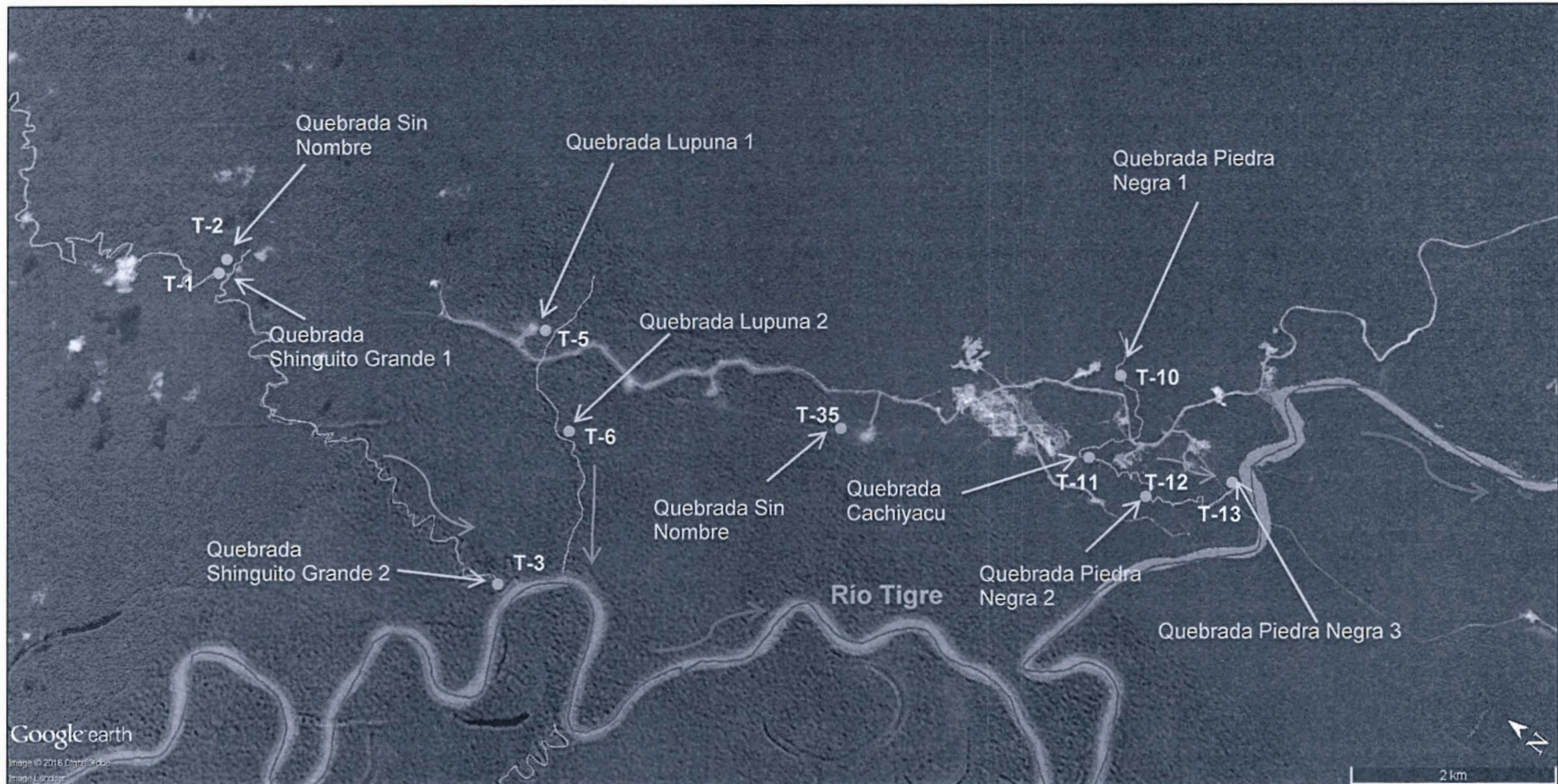
102. La Figura 3-6 muestra el esquema de los puntos de muestreo de cada uno de los cuerpos de agua superficial (Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna), los cuales se encuentran dentro del ámbito del yacimiento San Jacinto. Por otro lado, la Figura 3-7 muestra la quebrada Manchari que se encuentra dentro del ámbito del yacimiento Forestal.

3.1.2.1 Parámetro de campo, inorgánico y orgánico

103. **POTENCIAL DE HIDROGENO (pH):** De acuerdo a lo mostrado en el Gráfico 3-8, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo evaluados en la quebrada Piedra Negra 3 (T-13), antes de la confluencia con el río Tigre, quebrada Manchari 1 (T-32), aguas arriba de la confluencia con la quebrada sin nombre y los tributarios (quebradas): sin nombre (T-39), Landayacu 1 (T-33), Paushiyacu (T-34) y Aguas Blancas (T-31) registraron pH en el rango establecido en los ECA para Agua Categoría 4 (6,5 a 8,5 unid. de pH), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".
104. En adición a lo anterior, todos los puntos de muestreo evaluados en la quebrada Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna, excepto la quebrada sin nombre (T-32) con 7,19 unid. de pH, registraron pH en el rango ácido (menores a 7,00 unid. de pH).

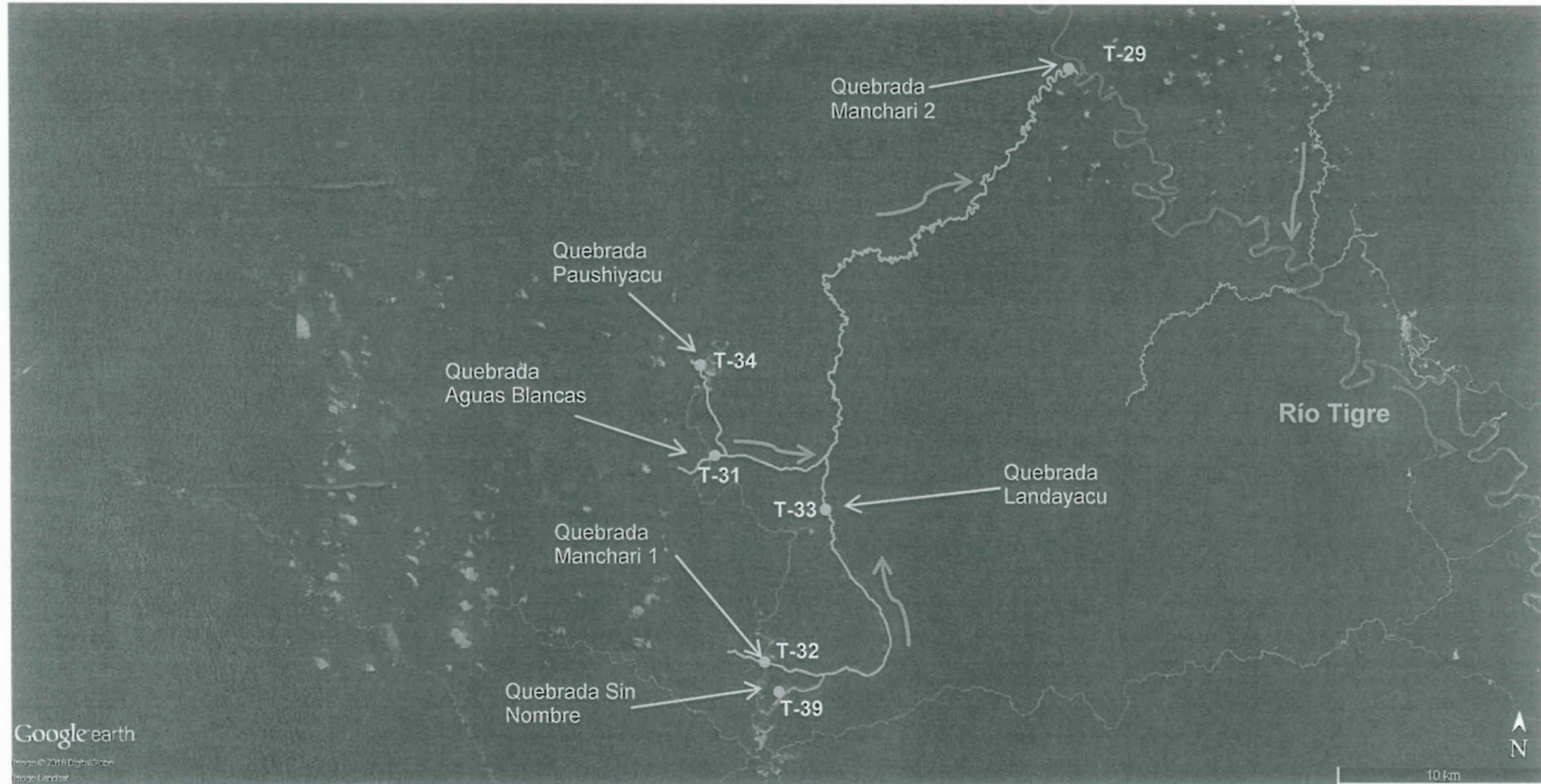


Gráfico 3-6: Esquema de los puntos de muestreo de las quebradas Shinguito Grande, Lupuna y Piedra Negra y sus tributarios.



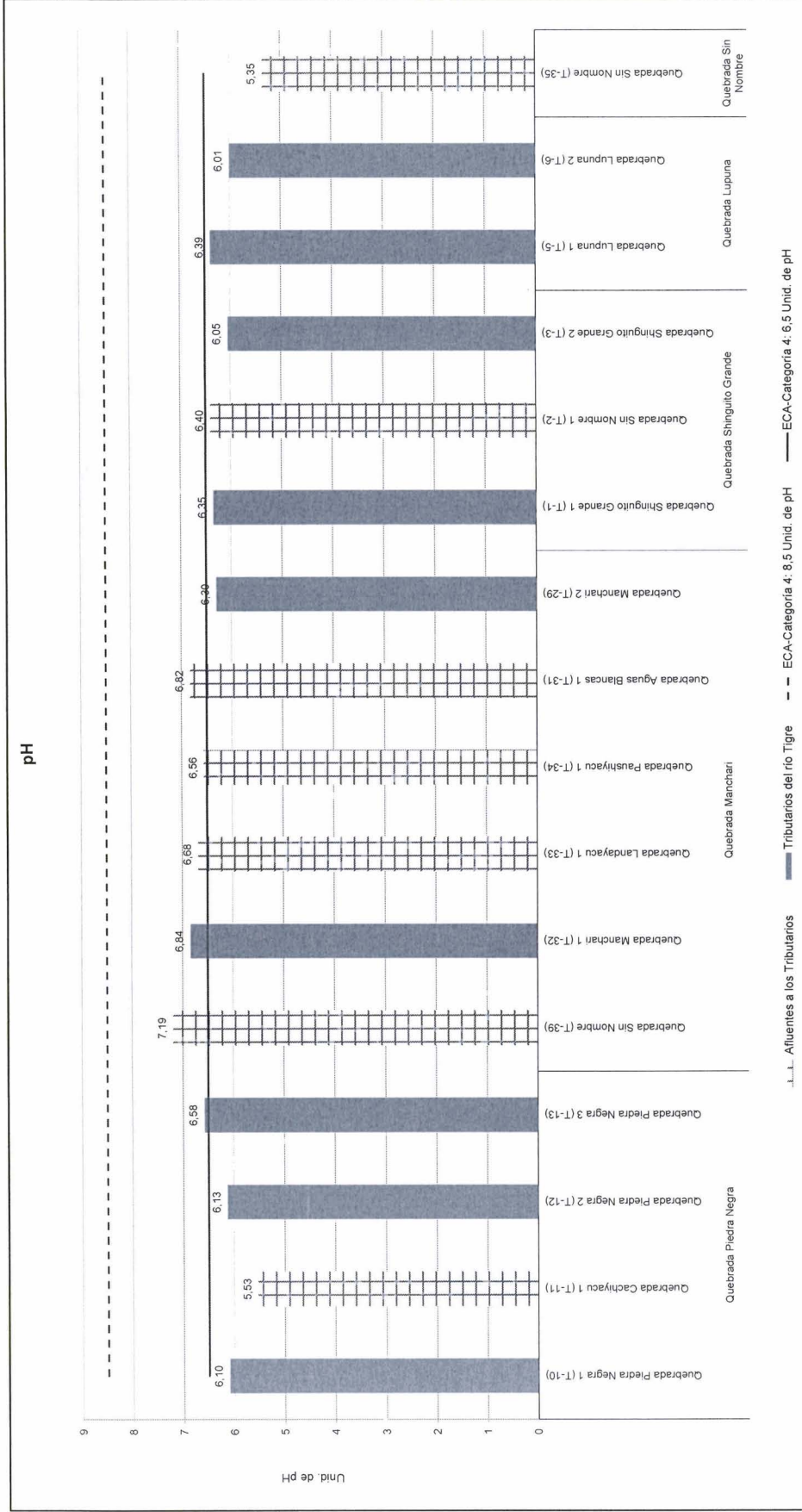
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3-7: Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Manchari.

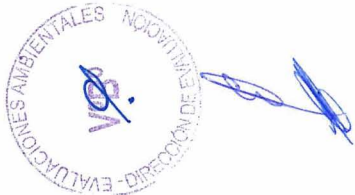


Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3-8: Distribución de pH en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna.



Fuente: Elaboración propia.

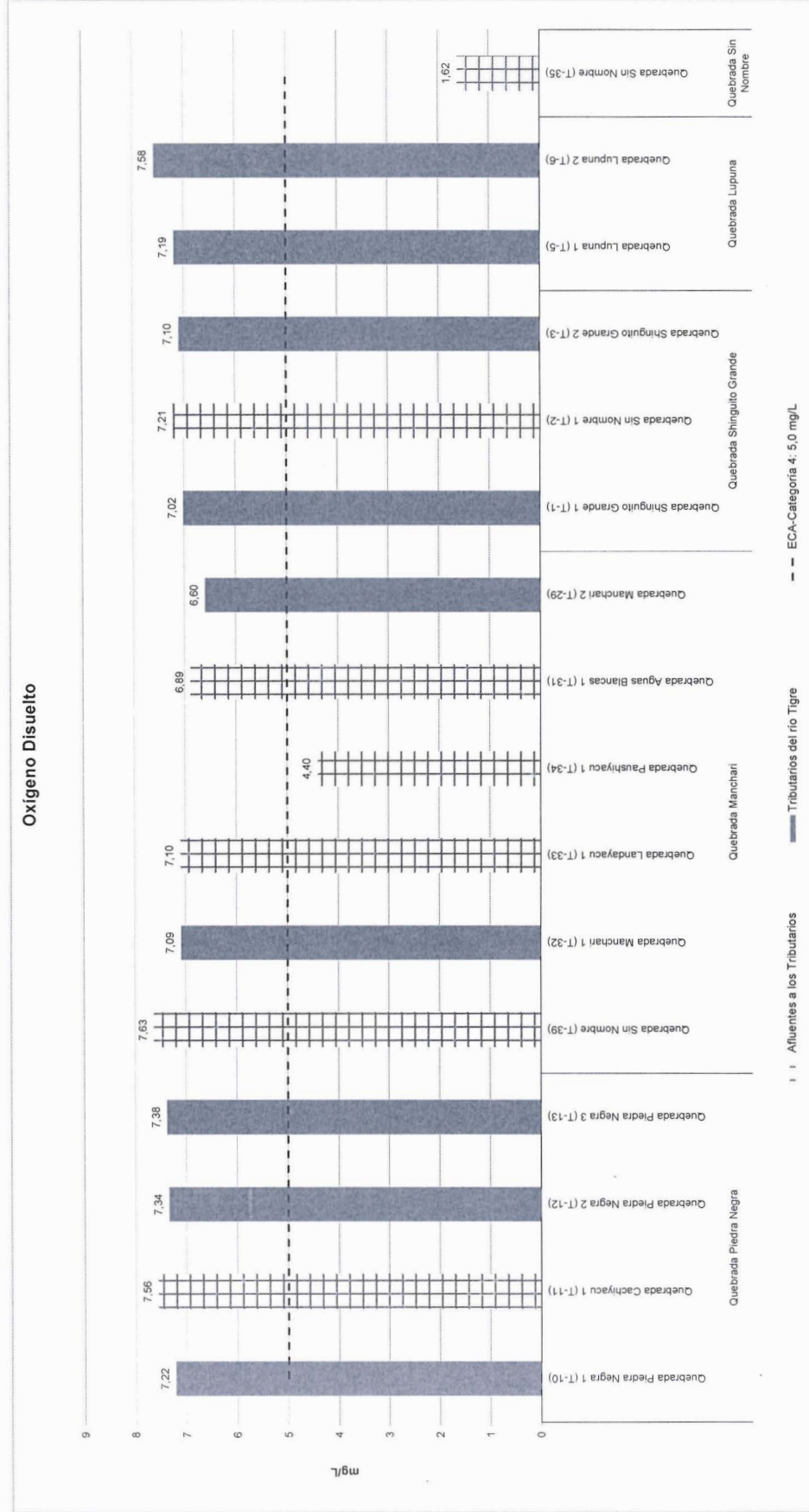


"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

105. **OXÍGENO DISUELTO:** De acuerdo a lo indicado en el Gráfico 3-9, en época de vaciante en 2014, de todos los puntos de muestreo evaluados en la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna, solamente las quebradas Paushiyacu 1 (T-34), tributario a la quebrada Aguas Blancas 1 (T-31) y la quebrada sin nombre (T-35) registraron concentraciones de oxígeno disuelto con 4,40 mg/L y 1,62 mg/L respectivamente menores al valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4 (≥ 5 mg/L), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".
106. **TEMPERATURA (°C) Y :** Respecto a los resultados en la Tabla 6 del Anexo G se indica que la quebrada Piedra Negra registra la mayor temperatura con 29,8 °C mientras que la quebrada Lupuna registró la menor temperatura con 23,9 °C de todos los puntos de muestreo de los tributarios al río Tigre.
107. **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{cm}$):** Según lo mostrado en el Gráfico 3-10, la quebrada Cachiyacu 1 (T-11) es el cuerpo de agua con el mayor valor de conductividad eléctrica con 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aportándole a la quebrada Piedra Negra. Asimismo, la quebrada Paushiyacu aporta una mayor conductividad eléctrica con 511 $\mu\text{S}/\text{cm}$ al tributario de la quebrada Manchari (quebrada Aguas Blancas).
108. **CLORUROS:** Según lo mostrado en el Gráfico 3-11, la quebrada Cachiyacu con 1005 mg/L (mayor aportante al río Tigre) y en menor concentración la quebrada Paushiyacu con 122,9 mg/L (tributario de la quebrada Aguas Blancas) registraron cloruros que excedieron el valor del largo plazo (120 mg/L) establecido en la norma canadiense, "Protección de la vida acuática para aguas continentales".
109. Cabe indicar que la quebrada Aguas Blancas es aporte de la quebrada Manchari. Por otro lado, la quebrada Piedra Negra incrementó su concentración de cloruros luego de la confluencia con la quebrada Cachiyacu.
110. **SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST):** De acuerdo a lo indicado Tabla 6 del Anexo G, en la época de vaciante en el 2014, las concentraciones de SST en la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna no excedieron el mayor valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4 ($25 \leq 400$ mg/L), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".
111. Cabe indicar que la quebrada Lupuna 2 (T-6), antes de la confluencia con el río Tigre, registró la mayor concentración de SST con 131 mg/L que las quebradas: Piedra Negra, Manchari y Shinguito Grande, así como sus tributarios.



Gráfico 3-9: Distribución de concentración de oxígeno disuelto en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna.



Fuente: Elaboración propia.



112. **ACEITES Y GRASAS E HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO - HTP (C₁₀ a C₄₀):** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 6 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna de estos parámetros fueron menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio (<1,0 para aceites y grasas <0,20 mg/L para HTP), excepto para la quebrada Lupuna 2 (T-6) con 0,30 mg/L.
113. Las concentraciones de aceites y grasas de los tributarios del río Tigre con los resultados registrados cumplen con lo establecido por los ECA para Agua, Categoría 4 ("Ausencia de película visible"), mientras los HTP no excedieron el valor establecido en la norma ecuatoriana (0,5 mg/L), "Preservación de la flora y fauna en aguas dulces", excepto en la quebrada Lupuna 2 (T-6).
114. **CROMO VI, FENOLES Y SULFUROS:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 6 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna registraron concentraciones de estos parámetros menores al límite de cuantificación del método de análisis del laboratorio (<0,02 mg/L para cromo VI, <0,001 mg/L para fenoles y <0,002 mg/L para sulfuros).
115. Estas concentraciones de cromo VI, fenoles y sulfuros no excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 (0,05 mg/L para Cromo VI, 0,001 mg/L para fenoles y 0,002 mg/L para sulfuros), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".

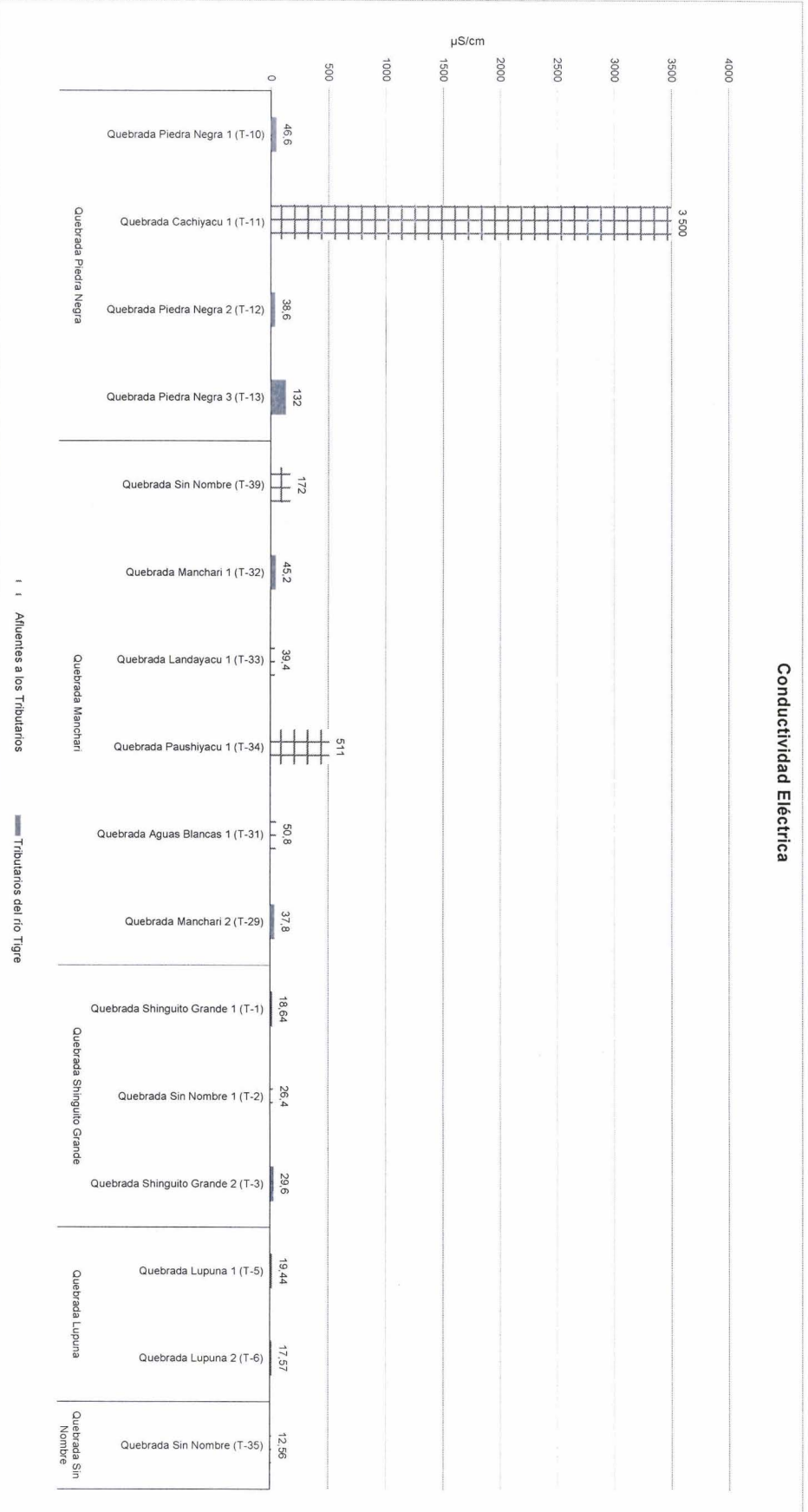
Parámetros sin Estándar de comparación Nacional e Internacional

116. **SULFATOS:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 6 del *Anexo G*, la quebrada Cachiyacu 1 (T-11), la quebrada sin nombre (T-39) tributaria a la quebrada Manchari y la quebrada Paushiyacu 1 (T-34) registraron las mayores concentraciones de sulfatos con 2,7 mg/L, 3,1 mg/L y 6,9 mg/L respectivamente de todos los puntos de muestreo de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna
117. **DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO):** Según a lo indicado Tabla 1 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, la quebrada Piedra Negra 1 (T-10) y quebrada Lupuna 2 (T-6) registraron las mayores concentraciones de la DQO con 28,8 mg/L y 33,9 mg/L respectivamente de todos los puntos de muestreo de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna

3.1.2.2 Metales Totales

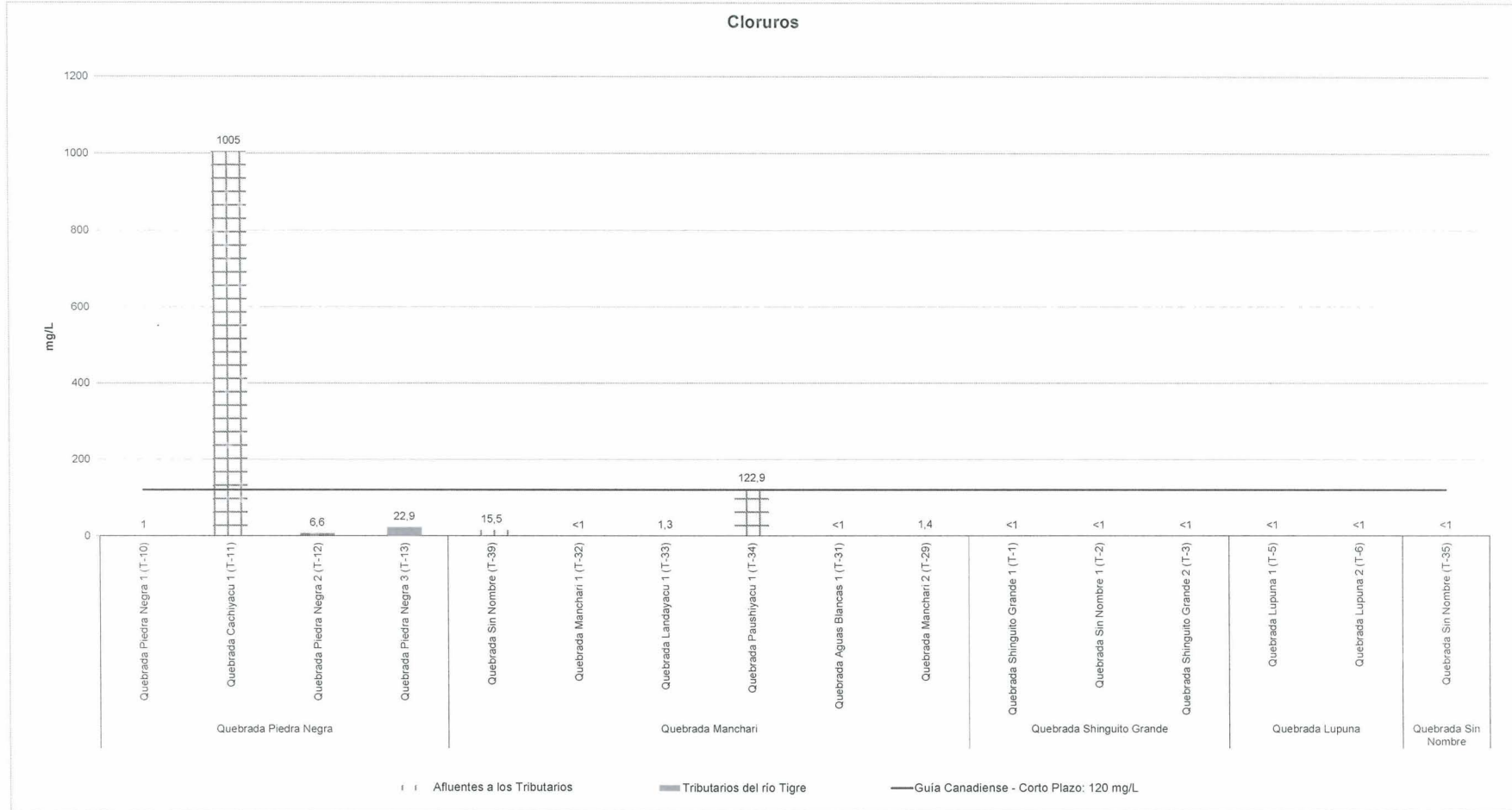
118. **PLOMO:** De acuerdo a lo mostrado en el Gráfico 3-12, la quebrada Cachiyacu 1 (T-11), afluente a la quebrada Piedra Negra, quebrada Shinguito Grande 1 (T-1) y la quebrada sin nombre 1 (T-2) afluente a la quebrada Shinguito Grande registraron concentraciones de plomo que no excedieron el valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4 (0,001 mg/L), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".

Gráfico 3-10: Distribución de concentración de conductividad eléctrica en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3-11: Distribución de concentración de cloruros en los puntos de muestreo de las quebradas Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna.

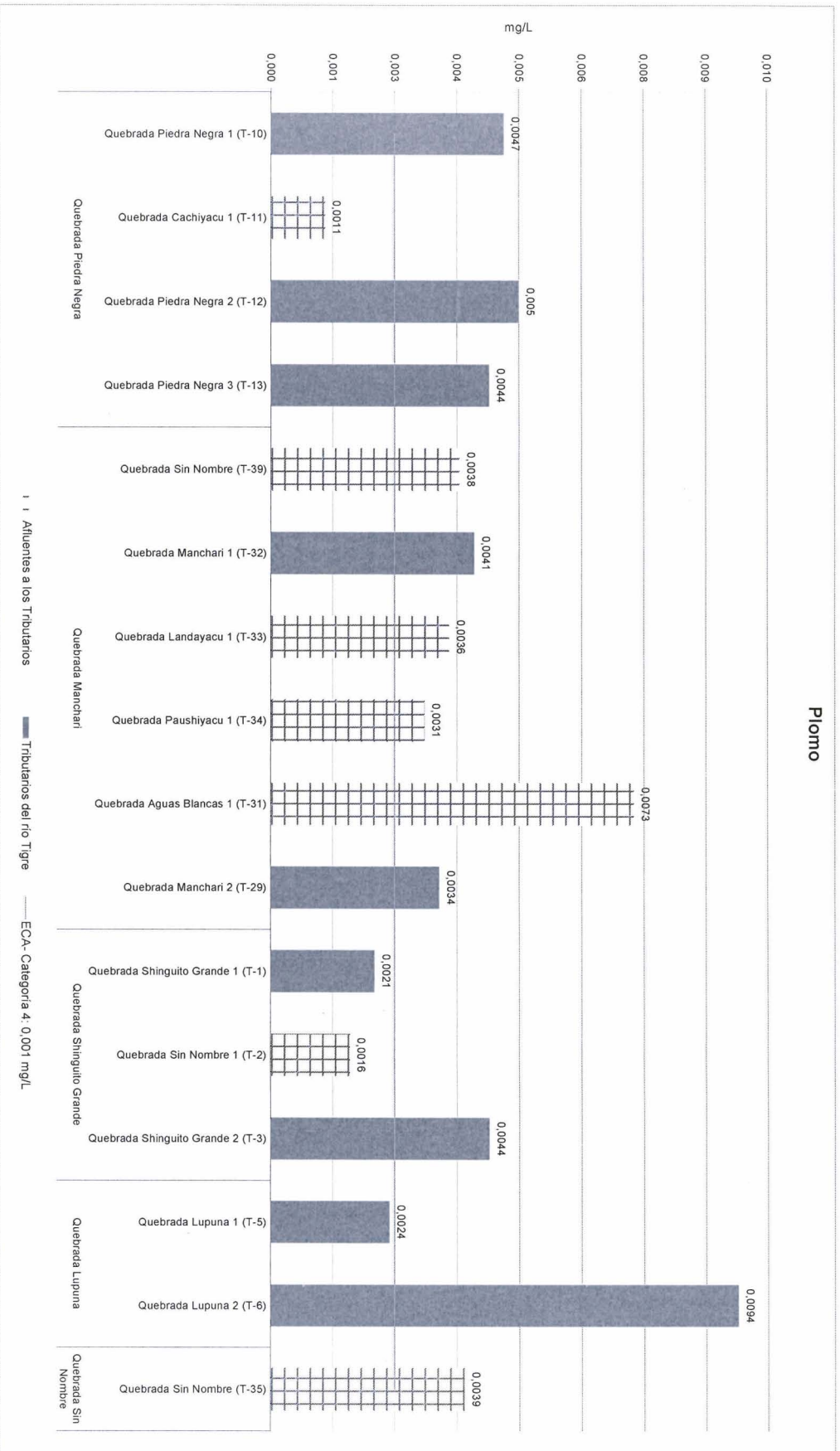


Fuente: Elaboración propia.



[Handwritten signature]

Gráfico 3-12: Distribución de concentración de plomo total en los puntos de muestreo de las quebradas Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna



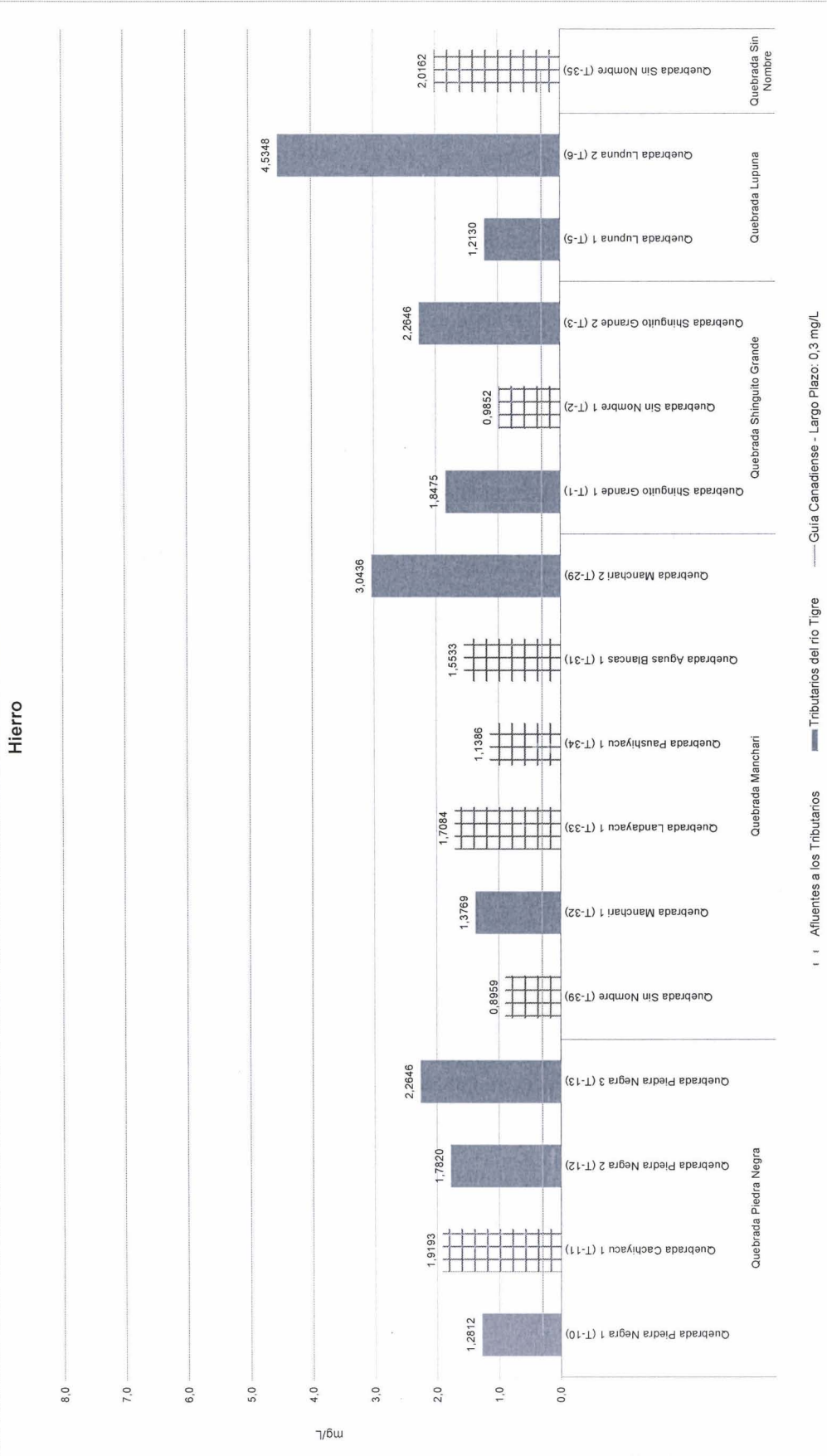
Fuente: Elaboración propia.

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

119. Por otro lado, la quebrada Aguas Blancas 1 (T-31) con 0,0073 mg/L y la quebrada Lupuna 2 (T-6) con 0,0094 mg/L registraron las mayores concentraciones de plomo de todos los cuerpos de agua evaluados en el ámbito de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna.
120. Mientras, los demás puntos de muestreo registraron concentraciones que excedieron el respectivo valor establecido en los ECA.
121. **HIERRO:** Según lo mostrado en el Gráfico 3-13, los puntos de muestreo de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna y sus respectivos tributarios registraron concentraciones de hierro que excedieron el valor de largo plazo de la norma canadiense (0,3 mg/L) “Protección de la vida para aguas continentales”.
122. Por otro lado, la quebrada Lupuna (T-6) con 4,5348 mg/L registró la mayor concentración de hierro de todos los cuerpos de agua evaluados en el ámbito de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna, seguida de la quebrada Manchari (T-29) con registró de concentración con 3,0436 mg/L.
123. **PLATA:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 7 del Anexo G, los puntos de muestreo de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna registraron concentraciones menor al límite de detección del método de análisis del laboratorio (<0,0002 mg/L).
124. **BORO, CROMO, MOLIBDENO, TALIO Y URANIO:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 7 del Anexo G, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna registraron concentraciones de estos metales que no excedieron los valores de largo plazo establecidos en la norma canadiense, “Protección de la vida acuática para aguas continentales” (1,5 mg/L para boro; 0,0089 mg/L para cromo; 0,073 mg/L para molibdeno; 0,0008 mg/L para talio y 0,015 mg/L para uranio).
125. **NIQUEL COBRE, ZINC, ARSENICO, CADMIO, BARIO Y MERCURIO:** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 7 del Anexo G, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande y Lupuna registraron concentraciones de estos metales que no excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 (00,025 mg/L para níquel; 0,02 mg/L para cobre; 0,3 mg/L para zinc; 0,05 mg/L para arsénico; 0,004 mg/L para cadmio, 1 mg/L para bario y 0,0001 mg/L para mercurio), “Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva”.



Gráfico 3-13: Distribución de concentración de hierro total en los puntos de muestreo Quebrada Manchari, Shinguito Grande, Piedra Negra y Lupuna



Fuente: Elaboración propia.



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

3.1.3 Punto de afloramiento (T-37)

126. Las Tablas 3-1 y 3-2 registran los resultados de las mediciones de campo (oxígeno disuelto, temperatura, pH y conductividad eléctrica) y los análisis de laboratorio (inorgánico, orgánico y metales totales) del punto de afloramiento (T-37) ubicado en el Yacimiento San Jacinto obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante).

El Gráfico 3-14 muestra el esquema del punto de afloramientos donde se tomaron las muestras que brotan hacia la superficie y llegan hacia el cuerpo de agua superficial mas cercano. De manera referencial, el punto de afloramiento se comparó con la Categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la selva".

127. 3.1.3.1 Parámetros de campo, inorgánico y orgánico

128. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 3.1, el punto de afloramiento registró pH ácido menor al rango establecido en los ECA para Agua Categoría 4 (6,5 a 8,5 unid. de pH), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".

129. En relación a la conductividad y cloruros, el punto de afloramiento registró altas concentraciones de estos parámetros con 26000 µS/cm y 8933,6 mg/L respectivamente, por lo que son considerados aguas salobres (agua con contenido de sales mayor que el agua dulce pero menor que el agua de mar).

Tabla 3-1: Resultados de parámetros de campo, inorgánico y orgánico del afloramiento T-37

Parámetros analizados	Estándares de Comparación		Fecha y Hora de muestreo	14.11.13
	Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático para Rios de selva			13:56
	Corto Plazo	Largo Plazo	Punto de Muestreo	VACIANTE (NOVIEMBRE 2014) Afloramiento (T-37)
pH	Unid. pH	Resultados
Temperatura	°C	5,31
Oxígeno Disuelto	mg/L	28,4
Conductividad	µS/cm	5,17
Aceites y Grasas (HEM)	mg/L	26 000
HTP (C ₁₀ a C ₄₀)	mg/L	Ausencia de película visible
Cloruros	640	120	mg/L	0,5*
Cromo Hexavalente	mg/L	8933,6
Fenoles	mg/L	0,05
Sulfuros	mg/L	0,001
Sulfatos	mg/L	0,002
Solidos Totales Suspendidos	mg/L	7,5
Demanda Quimica de Oxigeno	mg/L	<=25 - 400
	mg/L	26,8
	mg/L	20,5

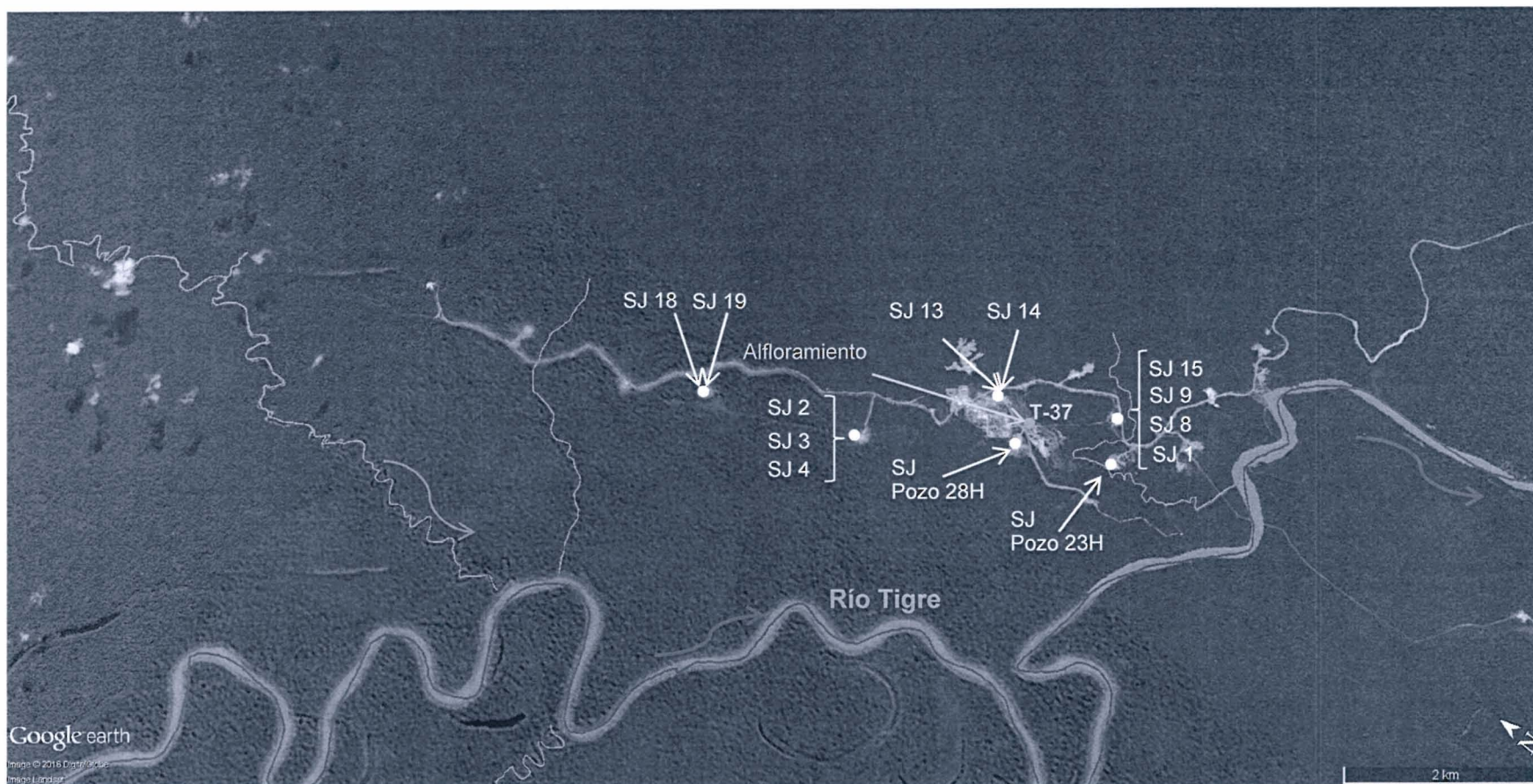
Fuente: Informes de Ensayos de Laboratorio N° 120105L/14-MA N (INSPECTORATE PERU SERVICE S.A.C).
Elaboración: OEFA, 2016.

CEQG-WQG (Canadian Environmental Quality Guidelines- Water Quality Guidelines for freshwater): Guías de Calidad Ambiental Canadiense para Aguas Continentales.

Concentración que excede el valor establecido en los ECA-Categoría 4 o excede referencialmente el CEQG-WQG.

*Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4, no contempla el parámetro HTP, motivo por el cual para el presente informe y de manera referencial los valores obtenidos para HTP serán comparados con la norma Ecuatoriana: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes para el Recurso Agua del Ecuador.

Gráfico 3-14: Esquema del punto de afloramiento (T-37) ubicado en el Yacimiento San Jacinto.



Fuente: Elaboración propia.
SJ: Pozo San Jacinto.



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

- 130. Cabe resaltar que la concentración de cloruros con 8933,6 mg/L excedió el valor del largo plazo (120 mg/L) establecido en la norma canadiense, "Protección de la vida acuática para aguas continentales".
- 131. Asimismo, el punto de afloramiento registró HTP con 0,56 mg/L excede el valor establecido en la norma ecuatoriana (0,5 mg/L), "Preservación de la flora y fauna en aguas dulces".
- 132. Con respecto a los metales, ver Tabla 3-2, el punto de afloramiento registró concentraciones de bario y plomo que excedieron los respectivos valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 (1,0 mg/L para bario y 0,001 mg/L para plomo), "Conservación del ambiente acuático para ríos de Selva".
- 133. Asimismo, los metales boro y hierro excedieron los respectivos valores de largo plazo establecidos en la norma canadiense (1,5 mg/L para boro y 0,3 mg/L para hierro), "Protección de la vida para aguas continentales".

Tabla 3-2: Resultados de metales totales en el punto de afloramiento T-37

Estándares de Comparación				Fecha y Hora de muestreo	14.11.13 13:56
Parámetros analizados	CEQG-WQG para protección de la vida acuática, 2011		Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático para Ríos de selva	Punto de Muestreo	VACIANTE (NOVIEMBRE 2014) Afloramiento (T-37)
	Corto Plazo	Largo Plazo			
Litio	mg/L	0,0822
Boro	29	1,5	...	mg/L	6,7448
Berilio	mg/L	<0,0006
Aluminio	mg/L	3,1571
Fosforo	mg/L	0,0885
Titanio	mg/L	0,0046
Vanadio	mg/L	<0,0003
Cromo	...	0,0089*	...	mg/L	0,0044
Manganeso	mg/L	1,4904
Cobalto	mg/L	0,018
Niquel	0,052	mg/L	0,015
Cobre	0,1	mg/L	0,0093
Zinc	0,12	mg/L	0,024
Arsenico	0,15	mg/L	0,0466
Selenio	0,005	mg/L	<0,0002
Estroncio	mg/L	20,0482
Molibdeno	...	0,073	...	mg/L	<0,0002
Plata	...	0,0001	...	mg/L	<0,0002
Cadmio	0,00025	mg/L	0,0019
Estaño	mg/L	0,0008
Antimonio	0,61	mg/L	<0,0002
Bario	1	mg/L	1,1662
Mercurio	0,0001	mg/L	<0,0001
Talio	0,0008	mg/L	<0,0003
Plomo	0,0025	mg/L	0,0179
Bismuto	mg/L	<0,0003
Uranio	0,033	0,015	...	mg/L	<0,0003
Sodio	mg/L	5268



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

Estándares de Comparación				Fecha y Hora de muestreo	14.11.13 13:56
Parámetros analizados	CEQG-WQG para protección de la vida acuática, 2011		Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático para Ríos de selva	Punto de Muestreo	VACIANTE (NOVIEMBRE 2014) Afloramiento (T-37)
	Corto Plazo	Largo Plazo			
Magnesio	mg/L	60,55
Potasio	mg/L	36,50
Calcio	mg/L	497,36
Hierro	...	0,3	...	mg/L	14,77
Silicio	mg/L	4,59

Fuente: Informes de Ensayos de Laboratorio N° 120105L/14-MA (INSPECTORATE PERU SERVICE S.A.C).

Elaboración: OEFA, 2016.

CEQG-WQG (Canadian Environmental Quality Guidelines- Water Quality Guidelines for freshwater): Guías de Calidad Ambiental Canadiense para Aguas Continentales.

Concentración que excede el valor establecido en los ECA-Categoría 4 o excede referencialmente el CEQG-WQG.

*Valor referente al cromo trivalente (III) según lo indicado en la Norma Canadiense, puesto que dicha guía no especifica valor para cromo total.

3.2 Calidad de Sedimentos

134. El presente capítulo describe los resultados del análisis de la calidad del sedimento correspondiente a la evaluación realizada en noviembre de 2014 (época de vaciante) de la cuenca del río Tigre y sus principales tributarios (ríos y quebradas).

135. Los sedimentos son las partículas no consolidadas generadas por la meteorización y la erosión de las rocas, por precipitación química de las soluciones acuosas o por secreciones de organismos que son transportados por el agua o el viento.

136. La caracterización de sedimentos se realiza con la finalidad de conocer las condiciones químicas actuales de los sólidos presentes en el lecho de los cuerpos de agua lóticos, 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.

137. Las muestras de sedimentos se tomaron en los mismos puntos de evaluación de calidad de agua superficial en donde se analizaron los metales y parámetros orgánicos relacionados a la actividad hidrocarbúfera como: Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y los metales.

138. Por otro lado, se realizaron los análisis de especiación en cuatro (4) metales por extracciones secuenciales en cinco (5) fracciones de acuerdo a la metodología por André Tessier de la Universidad de Quebec de Canadá publicado en Analytical Chemistry en 1979. Las fracciones son indicadas a continuación:

- **Fracción 1:** Metales ligados a los sedimentos por efectos de los procesos de sorción – desorción que influyen en la adsorción de los metales y la composición iónica en el agua en los constituyentes mayores de los sedimentos (arcillas, óxidos hidratados de manganeso y hierro y ácidos húmicos).



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

- **Fracción 2:** Metales asociados con los carbonatos de los sedimentos que son susceptibles a los cambios de pH.
- **Fracción 3:** Metales enlazados a los óxidos de hierro y manganeso, los cuales son excelentes rastreadores de metales y termodinámicamente inestables bajo condiciones anoxicas (bajo potencial redox).
- **Fracción 4:** Metales enlazados a la materia orgánica: *organismos vivos, detrito, cubiertos en las partículas minerales, etc*, bajo las propiedades de complejación y peptización (ácidos húmicos y fúlvicos). La liberación de metales trazas solubles en el agua se lleva a cabo bajo condición oxidantes naturales, en el cual la materia orgánica puede ser degradada.
- **Fracción 5:** Metales contenidos en los minerales secundarios y primarios, los cuales los enlazan a su estructura cristalina. No se espera la liberación de estos metales sobre un tiempo razonable bajo condiciones normales en la naturaleza.

139. Los cálculos de porcentajes de las fracciones se realizaron tomando en cuenta la división entre la concentración de cada fracción y la suma de las cinco (5) fracciones. Las fracciones de los metales cuyos porcentajes fueron mayores al 10% fueron consideradas como significativas. Para el caso de las fracciones menores al límite de determinación o detección del método de análisis del laboratorio, se consideró el mismo valor del límite; no obstante en caso que estos tengan un porcentaje mayor al 10%; no se consideraron significativos.

140. Los informes de ensayo emitidos por los laboratorios acreditados y utilizados para la elaboración del presente informe técnico fueron los siguientes:

- **AGQ PERU S.A.:**

NOVIEMBRE 2014: S-14/33150, S-14/33151, S-14/33154, S-14/33155, S-14/33156, S-14/33157, S-14/33158, S-14/33162, S-14/33163, S-14/33164, S-14/33165, S-14/33166, S-14/33167, S-14/33168, S-14/3484, S-14/3483, S-14/34089 y S-14/34090.

S-14/33327 a S-14/33333, S-14/33431 a S-14/33437, S-14/34095 y S-14/34096

S-14/33329, S-14/33334, S-14/33335, S-14/33429, S-14/33430, S-14/33433, S-14/34093, S-14/34094, S-14/34097, S-14/34098, S-14/33146, S-14/33147, S-14/33148, S-14/33149, S-14/33156, S-14/33155, S-14/34082, S-14/34081, S-14/34085, S-14/34086, S-14/34087, S-14/34088, S-14/34091, S-14/34092.

MN-14/03714, MN-14/03715, MN-14/03717 a MN-14/03721, MN-14/04078 a MN-14/04085, MN-14/04088, MN-14/04089, MN-14/04091 a M-14/04094, MN-14/04096 a MN-14/04111, MN-14/04144 a MN-14/04147 a MN-14/04151.

MN-14/03712, MN-14/03713, MN-14/03717, MN-14/04070 a MN-14/04077, MN-14/04086, MN-14/04087, MN-14/04090 a MN-14/04095, MN-14/04136 a MN-14/04143, MN-14/04152 a MN-14/04159.



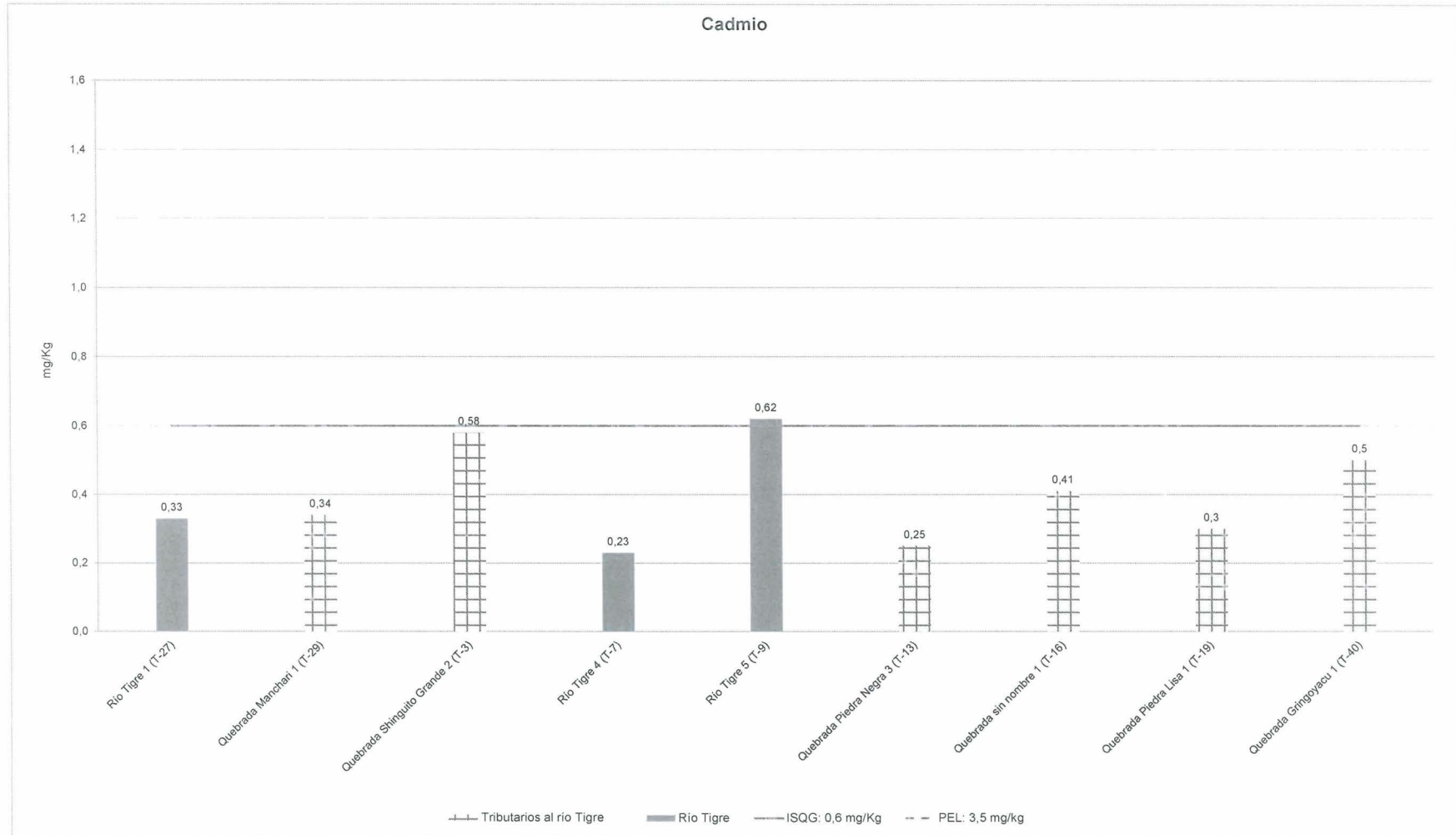
3.2.1 Río Tigre y sus Tributarios

3.2.1.1 Metales

141. La Tabla 3 del *Anexo G* registran los resultados de los metales de calidad de sedimentos para el río Tigre y sus tributarios en noviembre de 2014 (época de vaciante).
142. **CADMIO:** Según lo mostrado en el Gráfico 3-15, en la época de vaciante en el 2014, el río Tigre (T-9), la concentración de cadmio excede al valor ISQG pero no el valor PEL establecidos en la norma canadiense (0,6 mg/kg y 3,5 mg/Kg respectivamente), "Calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática para aguas continentales".
143. **ARSENICO, COBRE, CROMO, MERCURIO, PLOMO Y ZINC:** Según lo mostrado en la Tabla 3 en el *Anexo G*, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios no excedieron los respectivos valores ISQG establecidos en la norma canadiense (5,9 mg/kg para arsénico, 35,7 mg/kg para cobre, 37,3 mg/kg para cromo, 0,17 mg/kg para mercurio, 35,0 mg/kg para plomo y 123 mg/kg para zinc), "Calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática para aguas continentales".



Gráfico 3-15: Distribución de concentración de cadmio en los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.



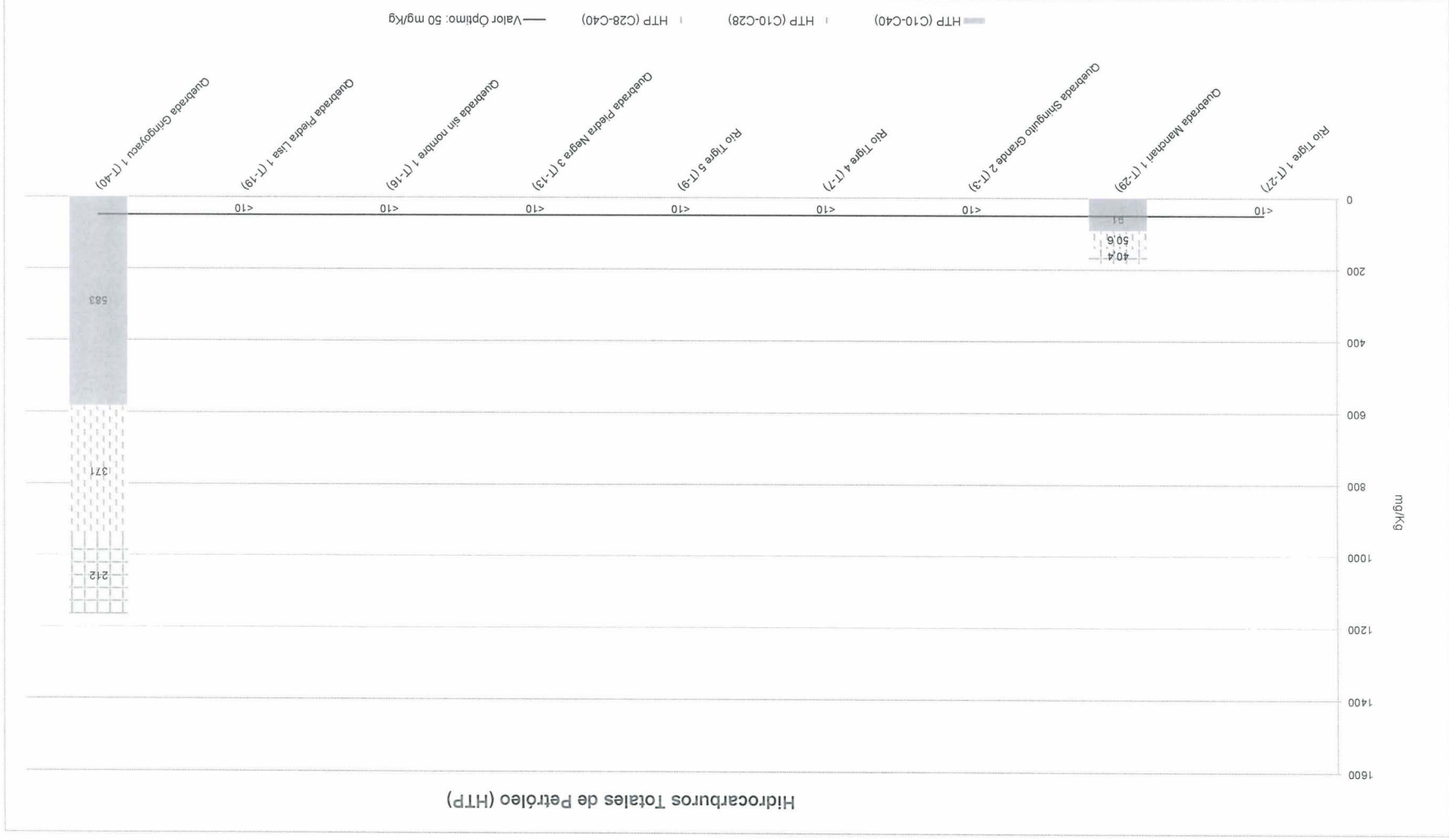
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

3.2.1.2 Parámetros Orgánicos

144. La Tabla 4 del *Anexo G* registran los resultados de los parámetros orgánicos de calidad de sedimentos para el río Tigre y sus tributarios obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante).
145. **HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO - HTP:** De acuerdo a lo indicado en el Gráfico 3-16 en la época de vaciante en el 2014, la quebrada Manchari 1 (T-29) y la quebrada Gringoyacu 1 (T-40) registraron concentración de HTP (C₁₀ a C₄₀) con 91,0 mg/kg y 583 mg/kg respectivamente que excedieron la valor óptimo (50 mg/Kg) pero no el valor de intervención (5000 mg/kg) de la guía de Los Países Bajos.
146. Cabe resaltar que la quebrada Manchari (T-29) registró HTP en el rango de >C₁₀ a C₂₈ con 50,6 mg/Kg que excedió el valor óptimo (50 mg/kg) de la guía de Los Países Bajos. Mientras, la quebrada Gringoyacu (T-40) registró HTP en el rango de >C₁₀ a C₂₈ y C₂₈ a C₄₀ con 371 mg/kg y 212 mg/kg respectivamente que excedieron el citado valor óptimo de la guía de Los Países Bajos.
147. **HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP):** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 4 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, la quebrada Gringoyacu (T-40) registró el criseno (compuesto perteneciente a los HAP) con concentración de 0,230 mg/Kg que excedió el valor ISQG establecido en la norma canadiense (0,0571 mg/Kg) pero no el valor PEL (0,862 mg/Kg), "Calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática para aguas continentales".
148. Además, la quebrada Gringoyacu registraron concentración de benzo (e) pireno con 0,0787 mg/Kg; no obstante, no se cuenta con valor de comparación actual. Asimismo, esta quebrada registró concentración de Pireno con 0,0413 mg/Kg, el cual no excedió el valor ISQG establecido en la norma canadiense (0,0530 mg/Kg), "Calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática para aguas continentales".
149. Mientras, los demás puntos de muestreo registraron concentraciones de cada uno de los compuestos de HAP menores a <0,01 mg/Kg.



Gráfico 3-16: Distribución de concentración de HTP en los puntos de muestreo del río Tigrey sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.



(Handwritten signature)

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

3.2.1.4 Metales solubles por extracción secuencial de Tessier

150. La Tabla 5 del *Anexo G* registran los resultados de los metales solubles por extracción secuencial de Tessier del río Tigre y sus tributarios obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante).

151. Según el porcentaje de las fracciones de las extracciones secuenciales de Tessier se tiene la siguiente orden de colores en orden descendente:

Orden descendente de las fracciones porcentuales promedio significativos				
1 orden	2 orden	3 orden	4 orden	5 orden

152. Este orden de colores detallarán aquellas fracciones con las mayores concentraciones en la respectiva fracción (cinco fracciones: fracción 1, 2, 3, 4 y 5), no considerando aquellas fracciones con menor al límite de detección del método de análisis del laboratorio.

153. **DISPONIBILIDAD DE BARIO:** De acuerdo a los porcentajes mostrados en el Gráfico 3-17, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron el siguiente comportamiento de bario soluble, ver Tabla 3-3:

Tabla 3-3: Promedio de fracciones porcentuales (%) de bario soluble del río Tigre y sus tributarios en la época de vaciante en noviembre 2014



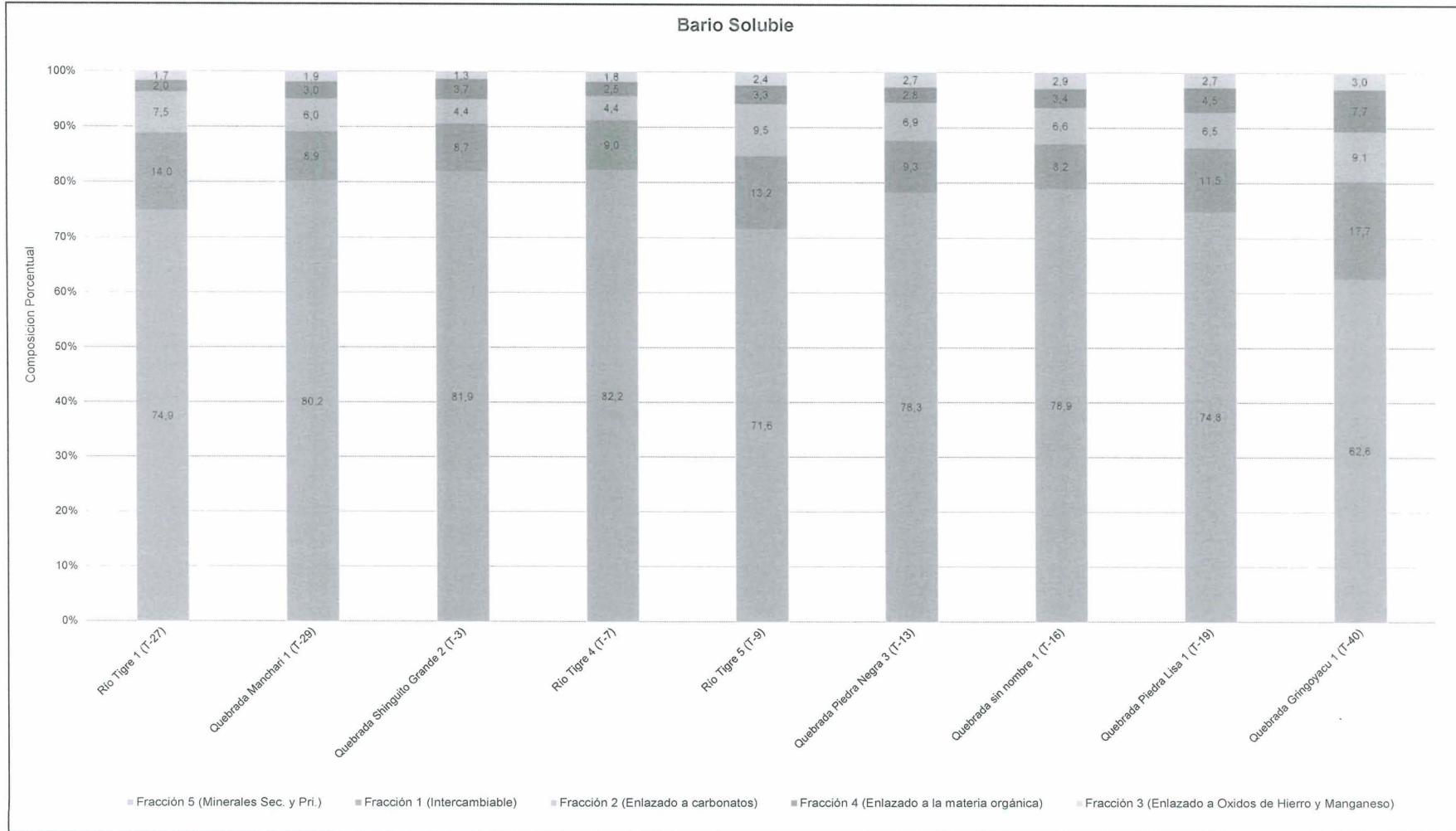
EPOCA DE MONITOREO	PUNTOS DE MUESTREO	Fracciones porcentual promedio (%)				
		5 (Enlazado a los minerales secundarios y primarios)	4 (Enlazado a la materia orgánica)	3 (Enlazado a los óxidos de hierro y manganeso)	2 (Enlazado a los carbonatos)	1 (Fracción Intercambiable)
VACIANTE 2014	Río Tigre 1 y 5 (T-27 y T-9), quebrada Piedra Lisa 1 (T-19) y quebrada Gringoyacu 1 (T-40)	69,7	4,3	2,4	8,7	14,9
	Río Tigre 4 (T-7), quebrada Manchari 1 (T-29), quebrada Shinguito Grande 2 (T-3), quebrada Piedra Negra 3 (T-13) y quebrada Sin Nombre (T-16)	80,3	3,1	2,1	5,7	8,8

Fuente: Elaboración propia.

154. Los resultados de la Tabla 3-3 indican que en la época de vaciante en el 2014, los sedimentos del río Tigre y sus tributarios registraron mayores porcentajes de bario no biodisponible enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios).

155. No obstante, se registró menor porcentaje significativo de bario biodisponible enlazado a la fracción 1 (intercambiable) y en los puntos de muestreo del río Tigre: T-27 y T-9, así como la quebrada Piedra Lisa 1(T-19) y quebrada Gringoyacu 1 (T-40).

Gráfico 3-17: Distribución de porcentaje de bario soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.

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

156. **DISPONIBILIDAD DE CADMIO:** Según la Tabla 5 del Anexo G, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de la quebrada Manchari 1 (T-29) y quebrada Piedra Lisa 1 (T-19) registraron en las cinco (5) fracciones concentraciones menores al límite de determinación de método de análisis de laboratorio (<0,12 mg/kg).
157. En tanto, cinco (5) puntos de muestreo registraron concentraciones de cadmio enlazado a la fracción 1 (intercambiable), mientras en cuatro (4) puntos de muestreo registraron concentraciones enlazado a la fracción 3 (óxidos de hierro y manganeso) y fracción 4 (materia orgánica) respectivamente y solamente un (1) punto de muestreo registro concentración de cadmio enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios).
158. Por lo tanto, el cadmio se encuentran en mayor concentración tanto biodisponible como poco biodisponible y no biodisponible enlazado a las fracción 2, 3 y 4 respectivamente.
159. **DISPONIBILIDAD DE PLOMO:** De acuerdo a los porcentajes mostrados en el Gráfico 3-18, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron el siguiente comportamiento de plomo soluble, ver Tabla 3-4:

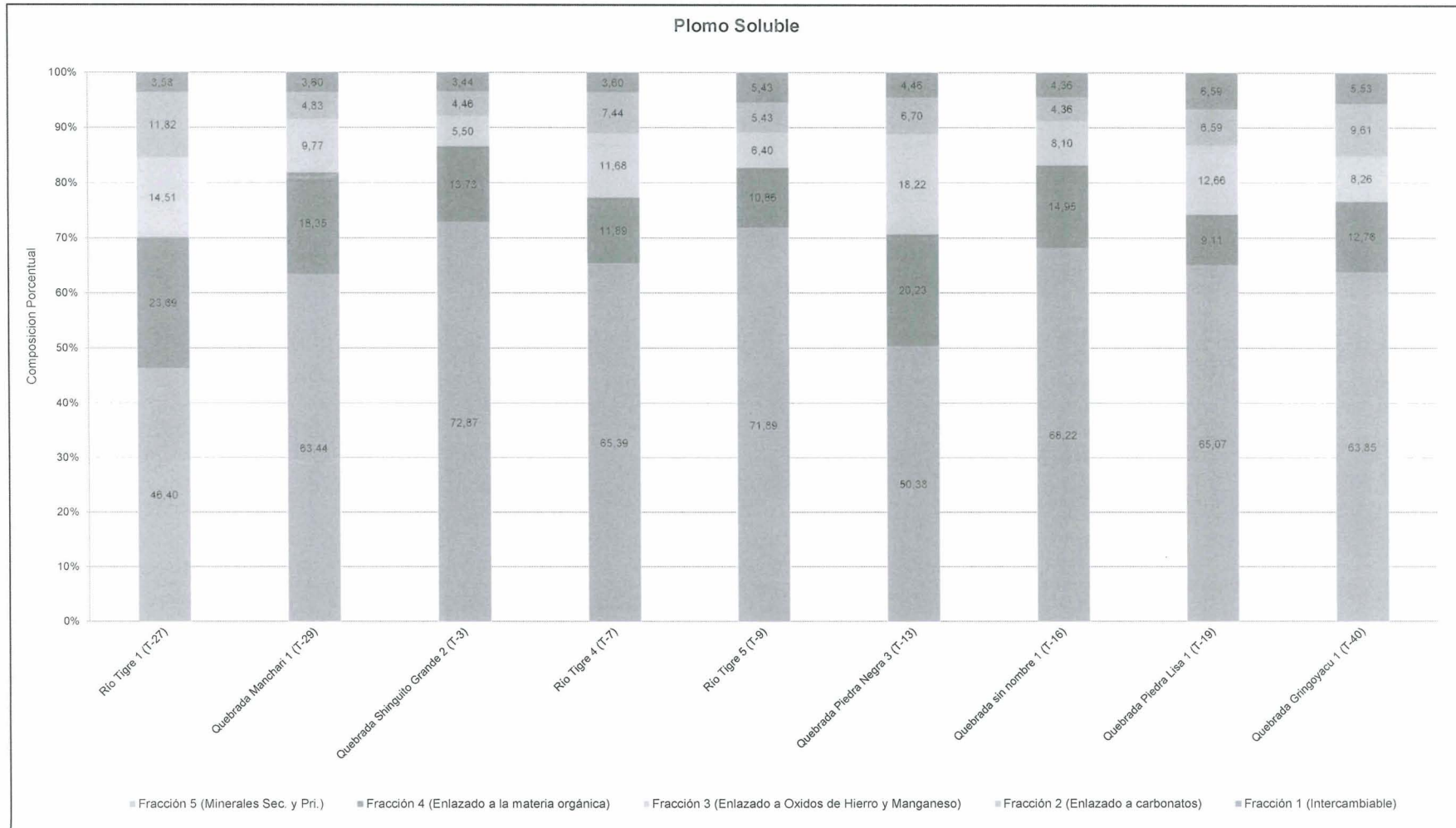
Tabla 3-4: Promedio de fracciones porcentuales (%) de plomo soluble del río Tigre y sus tributarios

EPOCA DE MONITOREO	PUNTOS DE MUESTREO	Fracciones porcentual promedio (%)				
		5 (Enlazado a los minerales secundarios y primarios)	4 (Enlazado a la materia orgánica)	3 (Enlazado a los óxidos de hierro y manganeso)	2 (Enlazado a los carbonatos)	1 (Fracción Intercambiable)
VACIANTE 2014	Quebrada Manchari 1 (T-29), quebrada Shinguito Grande 2 (T-3), río Tigre 5 (T-9), quebrada sin nombre 1 (T-16) y quebrada Gringoyacu 1 (T-40)	68,05	14,13	7,61	5,74	4,47
	Río Tigre 4 (T-7) y quebrada Piedra Negra 3 (T-13)	57,89	16,06	14,95	7,07	4,03
	Río Tigre 1 (T-27)	65,07	9,11	12,66	6,59	6,59
	Quebrada Piedra Lisa 1 (T-19)	46,40	23,69	14,51	11,82	3,58

Fuente: Elaboración propia.

160. Los resultados de la Tabla 3-4 indican que en la época de vaciante en el 2014, los sedimentos del río Tigre registraron mayor porcentaje de plomo no biodisponible enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios).
161. Asimismo, se registraron porcentajes significativos de plomo no biodisponible enlazados a la fracción 4 (materia orgánica) y en menor porcentaje, plomo poco biodisponible enlazado a la fracción 3 (óxidos de hierro y manganeso).

Gráfico 3-18: Distribución de porcentaje de plomo soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.



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

162. **DISPONIBILIDAD DE ZINC:** De acuerdo a los porcentajes mostrados en el Gráfico 3-19, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios registraron el siguiente comportamiento de zinc soluble, ver Tabla 3-5:

Tabla 3-5: Promedio de fracciones porcentuales (%) de plomo soluble del río Tigre y sus tributarios

EPOCA DE MONITOREO	PUNTOS DE MUESTREO	Fracciones porcentual promedio (%)				
		5 (Enlazado a los minerales secundarios y primarios)	4 (Enlazado a la materia orgánica)	3 (Enlazado a los óxidos de hierro y manganeso)	2 (Enlazado a los carbonatos)	1 (Fracción Intercambiable)
VACIANTE 2014	Río Tigre (T-27), quebrada Manchari 1 (T-29), quebrada Shinguito Grande 2 (T-3), río Tigre 5 (T-9), quebrada sin nombre 1 (T-16), quebrada Piedra Lisa 1 (T-19) y quebrada Gringoyacu 1 (T-40)	62,03	17,27	7,36	6,82	6,52
	Río Tigre 4 (T-7)	70,61	9,45	6,71	6,62	6,62
	Quebrada Piedra Negra 3 (T-13)	63,42	9,22	9,97	8,70	8,70

Fuente: Elaboración propia.

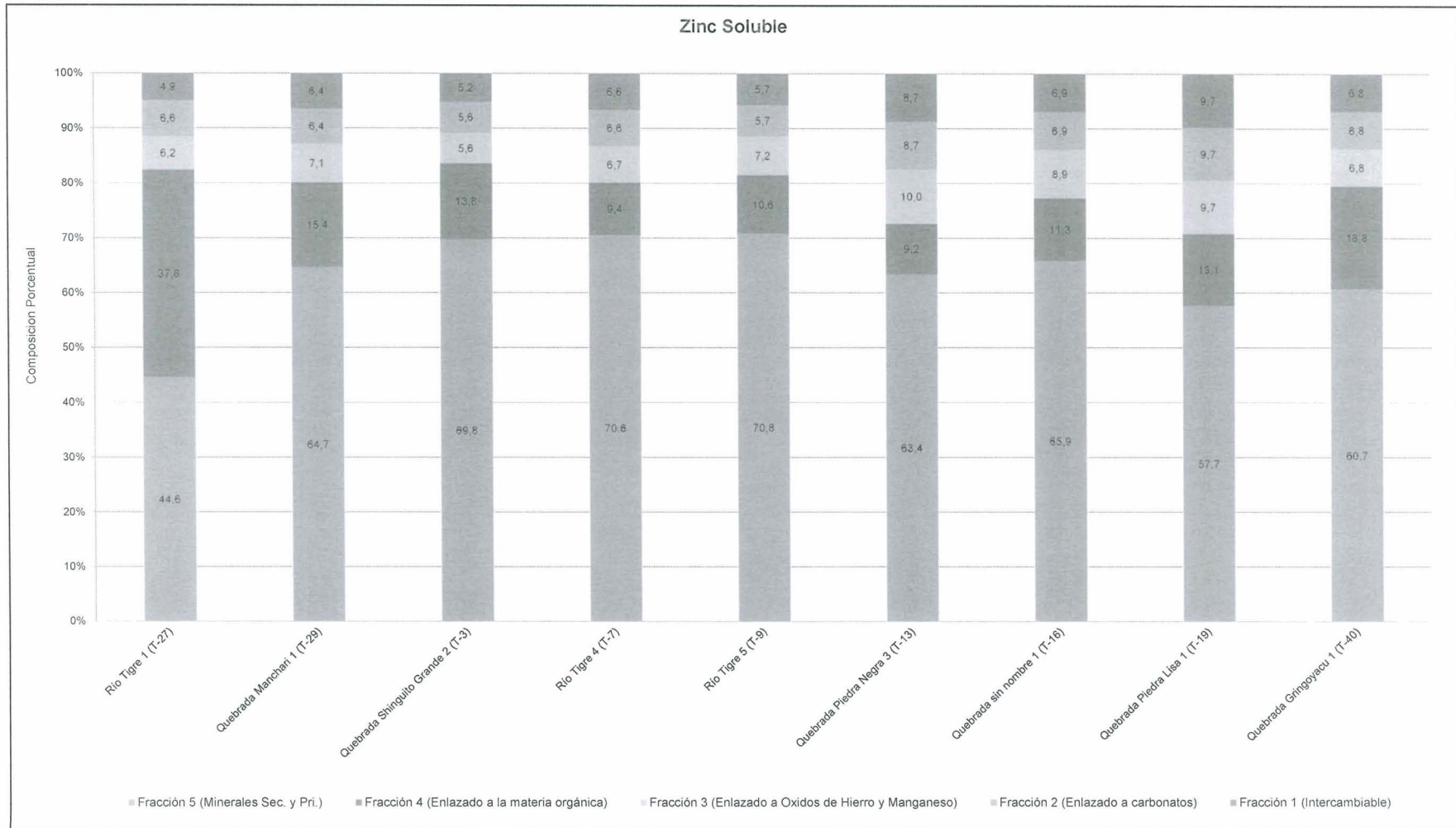


163. Los resultados de la Tabla 3-5 indican que en la época de vaciante en el 2014, los sedimentos del río Tigre registraron mayor porcentaje de zinc no biodisponible enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios).

164. Asimismo, se registraron porcentajes significativos de zinc no biodisponible enlazados a la fracción 4 (materia orgánica) en la mayoría de puntos de muestreo; y en menor porcentaje, zinc poco biodisponible enlazado a la fracción 3 (óxidos de hierro y manganeso) en la quebrada Piedra Negra 3 (T-13).



Gráfico 3-19: Distribución de porcentaje de zinc soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.



Fuente: Elaboración propia.



3.2.2 Quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna

3.2.2.1 Metales

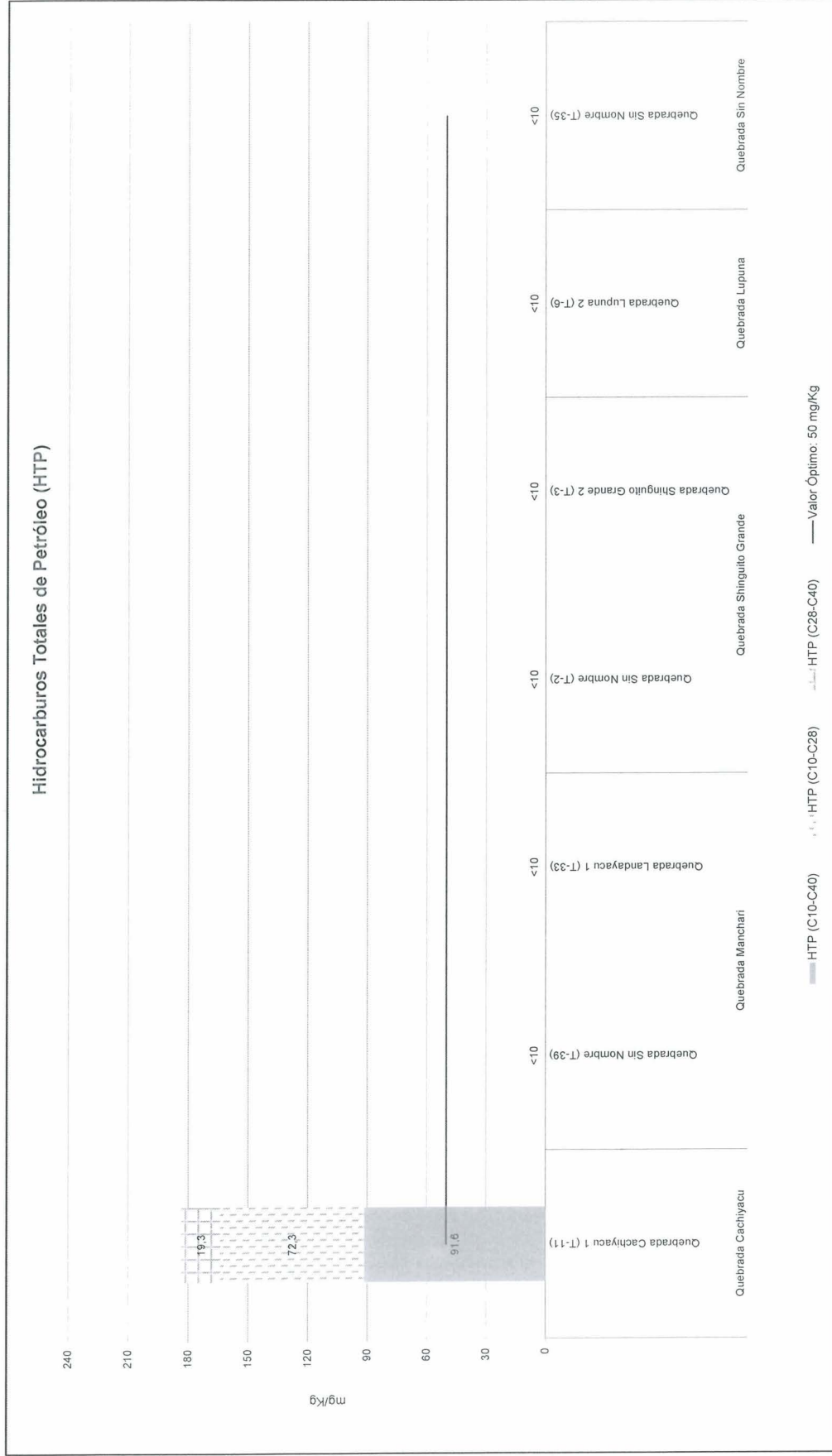
165. La Tabla 8 del *Anexo G* registra los resultados de los metales de calidad de sedimentos para el río Tigre y sus tributarios obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante).
166. **CADMIO, CROMO, ARSENICO, COBRE, PLOMO, ZINC Y MERCURIO:** Según lo mostrado en la Tabla 8 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna registraron concentraciones de estos metales que no excedieron el valor ISQG establecido en la norma canadiense (0,6 mg/kg para cadmio; 37,3 mg/Kg para cromo; 5,9 mg/kg para arsénico; 35,7 mg/kg para cobre; 35,0 mg/kg para plomo, 123 mg/kg para zinc y 0,17 mg/kg para mercurio), "Calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática para aguas continentales".

3.2.2.2 Parámetros Inorgánicos y Orgánicos

167. La Tabla 9 del *Anexo G* registra los resultados de los parámetros inorgánicos y orgánicos de calidad de sedimentos para el río Tigre y sus tributarios obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante).
168. **HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO - HTP:** De acuerdo a lo mostrado en el Gráfico 3-20, en la época de vaciante en el 2014, la quebrada Cachiyacu registró concentración de HTP en la fracción C₁₀ a C₄₀ con 91,6 mg/kg y C₁₀ a C₂₈ con 72,3 mg/kg respectivamente que excedieron el al valor óptimo (50 mg/Kg) pero no al valor de intervención (5000 mg/kg) de la guía de Los Países Bajos.
169. Mientras, los demás puntos de muestreo registraron concentraciones de HTP menores al límite de determinación del método de análisis del laboratorio (<10 mg/Kg).
170. **HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP's):** De acuerdo a lo indicado en la Tabla 9 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, la quebrada Cachiyacu registró concentración el criseno, fenantreno (compuestos pertenecientes a los HAP) con concentraciones de 0,271 mg/kg y 0,259 mg/kg respectivamente que excedieron el valor ISQG pero no respectivo establecidos en la norma canadiense (0,0571 mg/Kg y 0,0419 mg/kg respectivamente) pero no el valor PEL (0,862 mg/Kg y 0,515 mg/Kg respectivamente), "Calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática para aguas continentales".



Gráfico 3-20: Distribución de concentración de HTP de las quebradas Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna.



Fuente: Elaboración propia.



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

3.2.2.3 Metales solubles por extracción secuencial de Tessier

- 171. La Tabla 10 del Anexo G registra los resultados de los metales solubles por extracción secuencial de Tessier del río Tigre y sus tributarios obtenidos en noviembre de 2014 (época de vaciante).
- 172. Según el porcentaje de las fracciones de las extracciones secuenciales de Tessier se tiene la siguiente orden de colores en orden descendente:

Orden descendente de las fracciones porcentuales promedio significativos				
1 orden	2 orden	3 orden	4 orden	5 orden

- 173. Este orden de colores detallarán aquellas fracciones con las mayores concentraciones en la respectiva fracción (cinco fracciones: fracción 1, 2, 3, 4 y 5), no considerando aquellas fracciones con menor al límite de detección del método de análisis del laboratorio.
- 174. **DISPONIBILIDAD DE BARIO:** De acuerdo a los porcentajes mostrados en el Gráfico 3-21, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna y sus tributarios registraron el siguiente comportamiento de bario soluble, ver Tabla 3-6:

Tabla 3-6: Promedio de fracciones porcentuales (%) de bario soluble en la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna en la época de vaciante en noviembre 2014

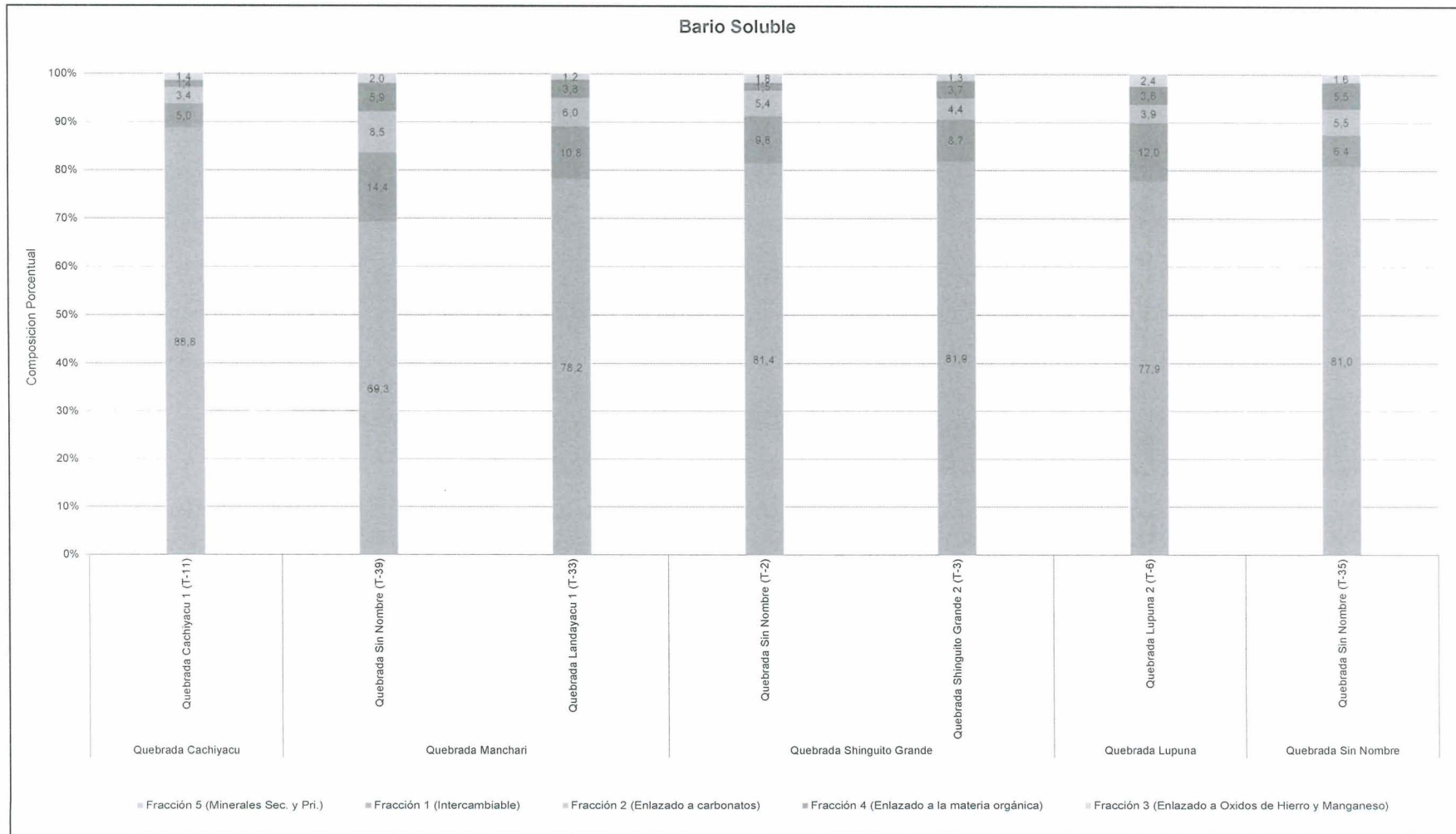


EPOCA DE MONITOREO	PUNTOS DE MUESTREO	Fracciones porcentual promedio (%)				
		5 (Enlazado a los minerales secundarios y primarios)	4 (Enlazado a la materia orgánica)	3 (Enlazado a los óxidos de hierro y manganeso)	2 (Enlazado a los carbonatos)	1 (Fracción Intercambiable)
VACIANTE 2014	Quebrada sin nombre (T-39), quebrada Landayacu 1 (T-33) y quebrada Lupuna 2 (T-6)	75,11	4,48	1,88	6,11	12,42
	Quebrada Cachiyacu 1 (T-11), quebrada Sin nombre (T-2), quebrada Shinguito Chico 2 (T-3) y quebrada sin nombre (T-35)	83,28	3,03	1,55	4,66	7,47

Fuente: Elaboración propia.

- 175. Los resultados de la Tabla 3-5 indican que en la época de vaciante en el 2014, los sedimentos de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna y sus tributarios registraron mayores porcentajes de bario no biodisponible enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios).
- 176. No obstante, se registró menor porcentaje significativo de bario biodisponible enlazado a la fracción 1 (intercambiable) en la quebrada sin nombre (T-39), quebrada Landayacu 1 (T-33) y quebrada Lupuna 2 (T-6).

Gráfico 3-21: Distribución de porcentaje de bario soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo de las quebradas Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna.



Fuente: Elaboración propia.



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

177. **DISPONIBILIDAD DE PLOMO:** De acuerdo a los porcentajes mostrados en el Gráfico 3-22, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna y sus tributarios registraron el siguiente comportamiento de plomo soluble, ver Tabla 3-7:

Tabla 3-7: Promedio de fracciones porcentuales (%) de plomo soluble de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna

EPOCA DE MONITOREO	PUNTOS DE MUESTREO	Fracciones porcentual promedio (%)				
		5 (Enlazado a los minerales secundarios y primarios)	4 (Enlazado a la materia orgánica)	3 (Enlazado a los óxidos de hierro y manganeso)	2 (Enlazado a los carbonatos)	1 (Fracción Intercambiable)
VACIANTE 2014	Quebrada Cachiyacu 1 (T-11), quebrada sin nombre (T-2) y quebrada Lupuna 2 (T-6)	36,87	20,06	24,34	15,85	2,88
	Quebrada sin nombre (T-39) y quebrada Shinguito Grande 2 (T-3)	64,33	14,82	7,52	6,92	6,41
	Quebrada Landayacu 1 (T-33) y quebrada sin nombre (T-35)	74,16	6,46	6,46	6,46	6,46

Fuente: Elaboración propia.



178. Los resultados de la Tabla 3-7 indican que en la época de vaciante en el 2014, los sedimentos de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna y sus tributarios registraron mayor porcentaje de plomo no biodisponible enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios).

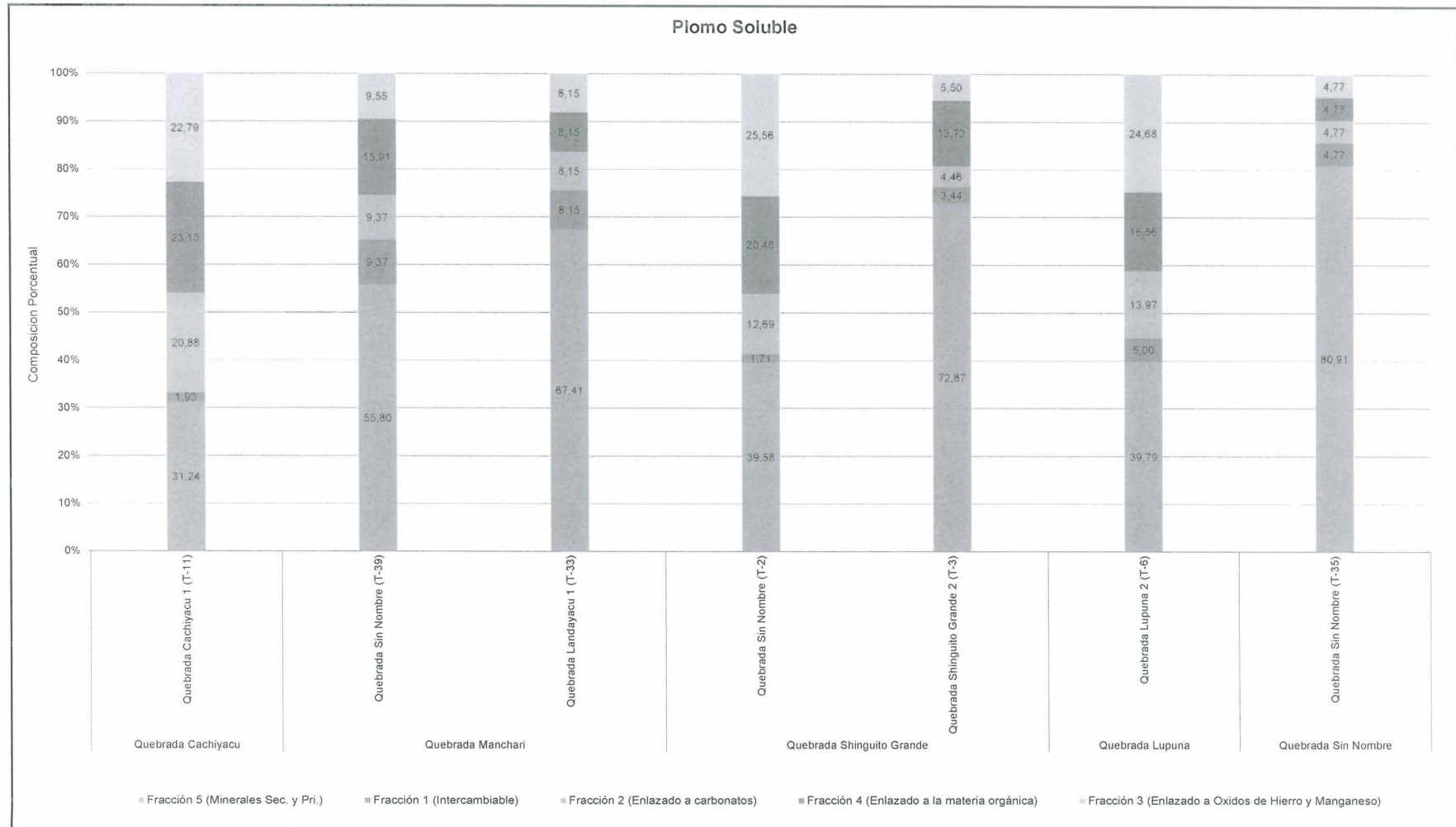
179. Asimismo, se registraron porcentajes significativos de plomo no biodisponible enlazados a la fracción 4 (materia orgánica) y en menor porcentaje, plomo poco biodisponible enlazado a la fracción 3 (óxidos de hierro y manganeso). No obstante, los puntos de muestreo: quebrada Cachiyacu 1 (T-11), quebrada sin nombre (T-2) y la quebrada Lupuna 2 (T-6) registraron porcentajes significativos de plomo biodisponible enlazado a la fracción 2 (carbonatos).

180. **DISPONIBILIDAD DE CADMIO:** Según la Tabla 10 del *Anexo G*, en la época de vaciante en el 2014, los puntos de muestreo de la quebrada sin nombre (T-39), quebrada Landayacu (T-33), quebrada Lupuna 2 (T-6) y quebrada sin nombre (T-35) registraron en las cinco (5) fracciones concentraciones menores al límite de determinación de método de análisis de laboratorio (<0,12 mg/kg).

181. En tanto, solo la quebrada Cachiyacu 1 (T-11) y quebrada sin nombre (T-2) registraron mayores concentraciones de cadmio soluble enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios) y fracción 4 (materia orgánica); mientras que la quebrada sin nombre (T-2) registró menores concentraciones de cadmio enlazada a la fracción 1 (intercambiable) y fracción 3 (minerales de óxidos de hierro y manganeso).

182. Finalmente, la quebrada Shinguito Grande 2 (T-3) registró concentraciones de cadmio en las fracciones 4 (materia orgánica), 2 (carbonatos) y 1 (intercambiable).

Gráfico 3-22: Distribución de porcentaje de plomo soluble por extracción secuencial de tessier en sedimentos de puntos de muestreo de las quebradas Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna.



Fuente: Elaboración propia.



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

183. Por lo tanto, el cadmio se encuentran en mayor concentración no biodisponible en dos (2) puntos de muestreo en la quebrada Cachiyacu 1 (T-11) y la quebrada sin nombre (T-2), así como biodisponible en un punto de muestreo en la quebrada Shinguito Grande 2 (T-3).
184. **DISPONIBILIDAD DE ZINC:** Según la Tabla 10 del Anexo G, en la época de vaciante en el 2014, todos los puntos de muestreo de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna y sus tributarios en la fracción 1 (intercambiable) registraron concentraciones menores al límite de determinación de método de análisis de laboratorio (<7,075 mg/kg).
185. Mientras, en 4 puntos de muestreo en la fracción 4 (materia orgánica), y cinco (5) puntos de muestreo en la fracción 3 (óxidos de hierro y manganeso) y fracción 2 (carbonatos) registraron concentraciones menores al límite de determinación de método de análisis de laboratorio (<7,075 mg/kg).
186. No obstante, todos los puntos de muestreo de la quebrada Manchari, Shinguito Chico, Piedra Negra y Lupuna y sus tributarios registraron concentraciones determinables de zinc en la fracción 5 (minerales secundarios y primarios). Cabe indicar que la quebrada sin nombre (T-2) y la quebrada Shinguito Grande 2 (T-3) registraron concentraciones determinables en cuatro (4) de las cinco (5) fracciones, siendo la fracciones 5 y 4 las de mayores concentraciones.



187. Por lo tanto, el zinc se encuentran en todos los puntos de muestreo en mayor concentración no biodisponible enlazado a la fracción 5 (minerales secundarios y primarios) y en dos (2) puntos de muestreo enlazados a la fracción 4 (materia orgánica).

3.3 Hidrobiología

188. El análisis de resultados se realizó teniendo en consideración seis (6) sectores de importancia, ver Tabla 3-8. El primero de ellos (Sector 1) corresponde al río Tigre y sus tributarios. El segundo (Sector 2) corresponde al río Manchari, uno de los principales afluentes del río Tigre dentro del área de evaluación, y sus tributarios.
189. El tercer sector (Sector 3) corresponde a la quebrada Shinguito Grande, uno de los principales tributarios del río Tigre dentro del área de evaluación, y sus tributarios. El cuarto sector (Sector 4) corresponde a la quebrada Lupuna.
190. El quinto sector (Sector 5) corresponde a la quebrada Piedra Negra, uno de los principales tributarios del río Tigre dentro del área de evaluación, y sus tributarios. El sexto sector (Sector 6) corresponde a un afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto.

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

Tabla 3-8: Distribución de puntos de muestreo para análisis de datos por sectores

Sector	Puntos de muestreo
Sector 1: Río Tigre y sus tributarios	T-27 T-29 ¹ T-28 T-4 T-3 ² T-6 ³ T-7 T-8 T-9
Sector 1: Río Tigre y sus tributarios	T-35 T-14 T-13 ⁴ T-15 T-16 T-17 T-18 T-19 T-40 T-20 T-21 T-22 T-23 T-41 T-24 T-25 T-30
Sector 2: Quebrada Manchari y sus tributarios	T-32 T-39 T-33 T-31 T-29 ¹ T-34 ⁵
Sector 3: Quebrada Shinguito Grande y sus tributarios	T-1 T-2 T-3 ²
Sector 4: Quebrada Lupuna	T-5 T-6 ³
Sector 5: Quebrada Piedra Negra y sus tributarios	T-10 T-11 T-12 T-13 ⁴
Sector 6: Afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto	T-37



Fuente: Elaboración propia.

¹Punto de muestreo ubicado en la quebrada Manchari y tributario del río Tigre

²Punto de muestreo ubicado en la quebrada Shinguito Grande y tributario del río Tigre

³Punto de muestreo ubicado en la quebrada Lupuna y tributario del río Tigre

⁴Punto de muestreo ubicado en la quebrada Piedra Negra y tributario del río Tigre

⁵Punto de muestreo ubicado en la quebrada Paushiyacu y tributario de la quebrada Aguas Blancas

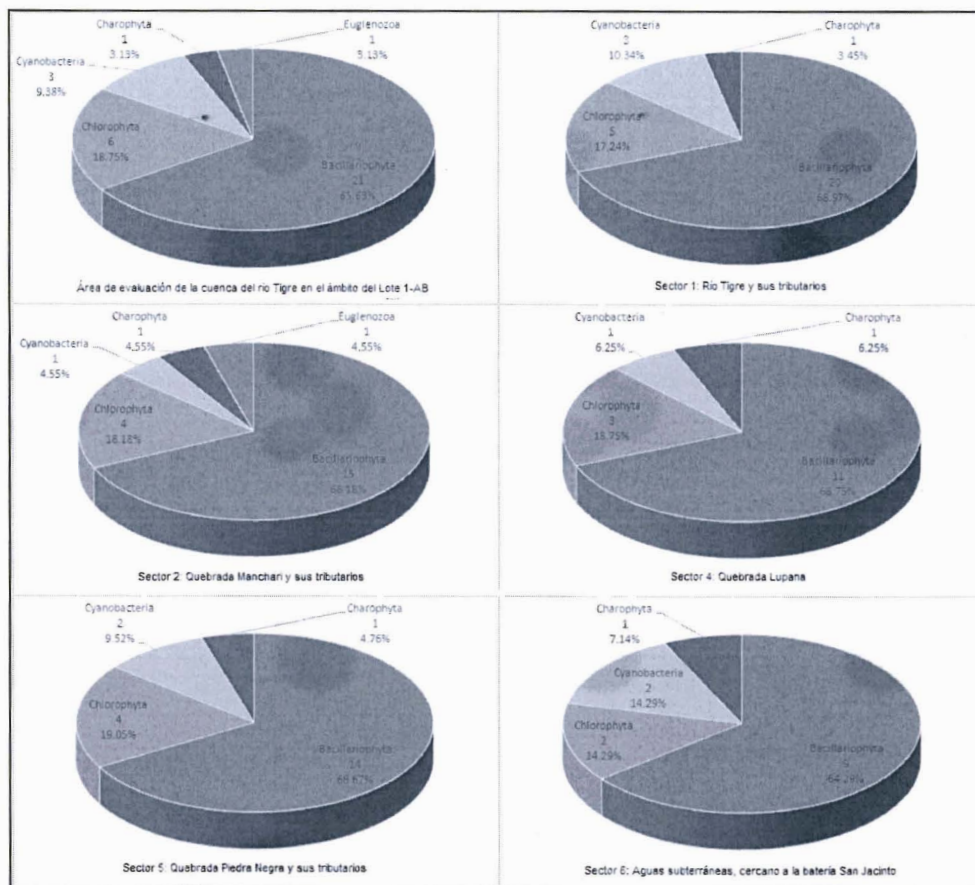
3.3.1 Fitoplancton

3.3.1.1 Composición y riqueza de especies

191. Se evaluaron 38 puntos de muestreo durante la época de vaciante, registrándose muestras de fitoplancton sólo en 28 puntos de muestreo (ausencia de fitoplancton en 10 puntos de muestreo). Se cuantificó un total de 32 especies de fitoplancton dentro del área de evaluación en el ámbito del Lote 1-AB, pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta o diatomeas (21 especies; 65,63%), Chlorophyta o algas verdes (6 especies; 18,75%), Cyanobacteria o algas verdeazuladas (3 especies; 9,38%), Charophyta o algas verdes (1 especie; 3,13%) y Euglenozoa o algas flageladas (1 especie; 3,13%), ver Gráfico 3-23.

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

Gráfico 3-23: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton según su división en el área de evaluación



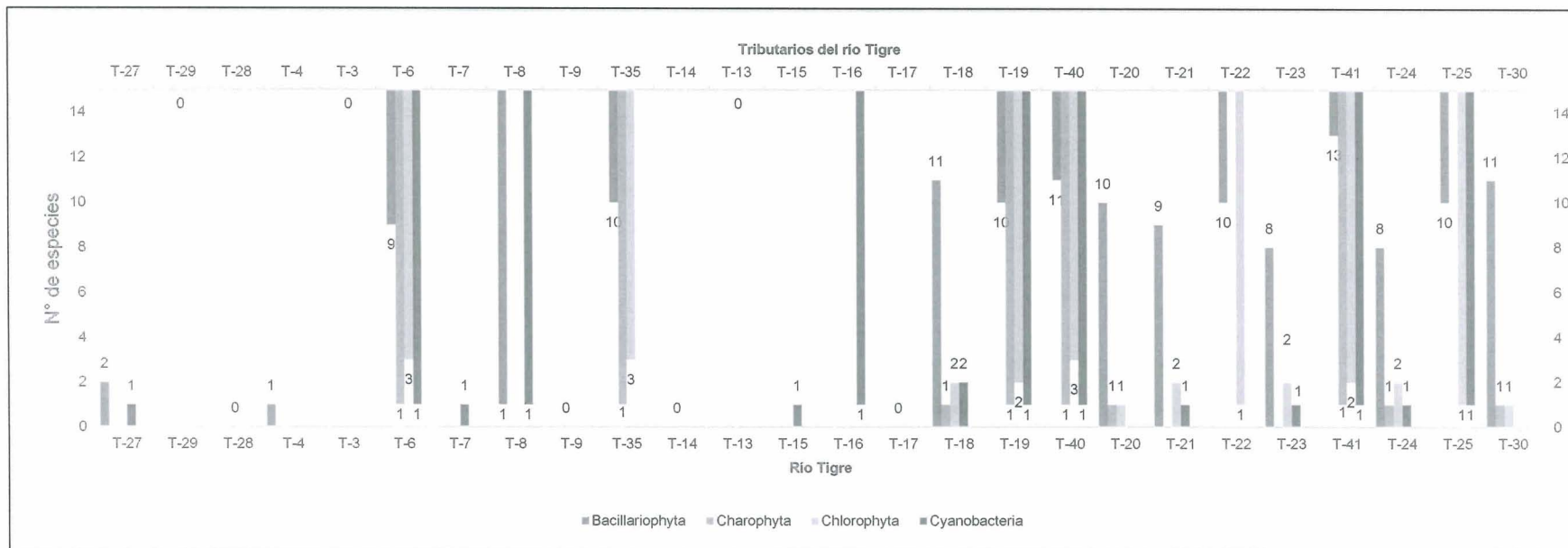
Fuente: Elaboración propia.

No se registraron organismos en la Quebrada Shinguito Grande y sus tributarios, Sector 3.

192. En el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) se evaluó un total de 26 puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton sólo en 19 puntos de muestreo. Se cuantificó un total de 28 especies, todas pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (20 especies; 68,97%), Chlorophyta (5 especies; 17,24%), Cyanobacteria (3 especies; 10,34%) y Charophyta (1 especie; 3,45%), ver Gráfico 3-22. El punto de muestreo con mayor riqueza de especies fue T-41, tributario del río Tigre con 17 especies, ver Gráfico 3-23.



Gráfico 3-24: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1)



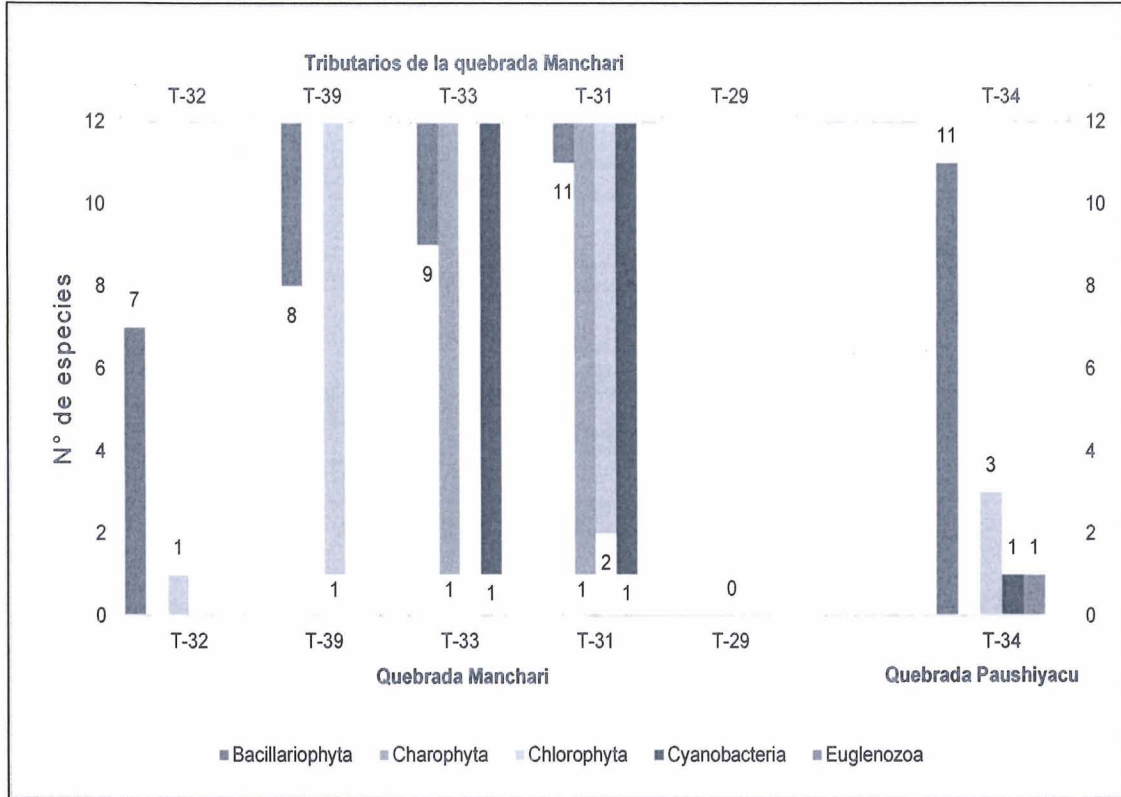
Fuente: Elaboración propia.

193. En la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) se evaluó un total de seis (6) puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton sólo en cinco (5) puntos de muestreo. Se cuantificó un total de 22 especies de fitoplancton pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (15 especies; 68,18%), Chlorophyta (4 especies; 18,18%), Cyanobacteria (1 especie; 4,55%), Charophyta (1 especie; 4,55%) y Euglenozoa (1 especie; 4,55%), ver Gráfico 3-23. El punto de muestreo con mayor riqueza de especies fue T-34, ubicado en la quebrada Paushiyacu y tributario de la quebrada Aguas Blancas con 16 especies, ver Gráfico 3-25.



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

Gráfico 3-25: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2)



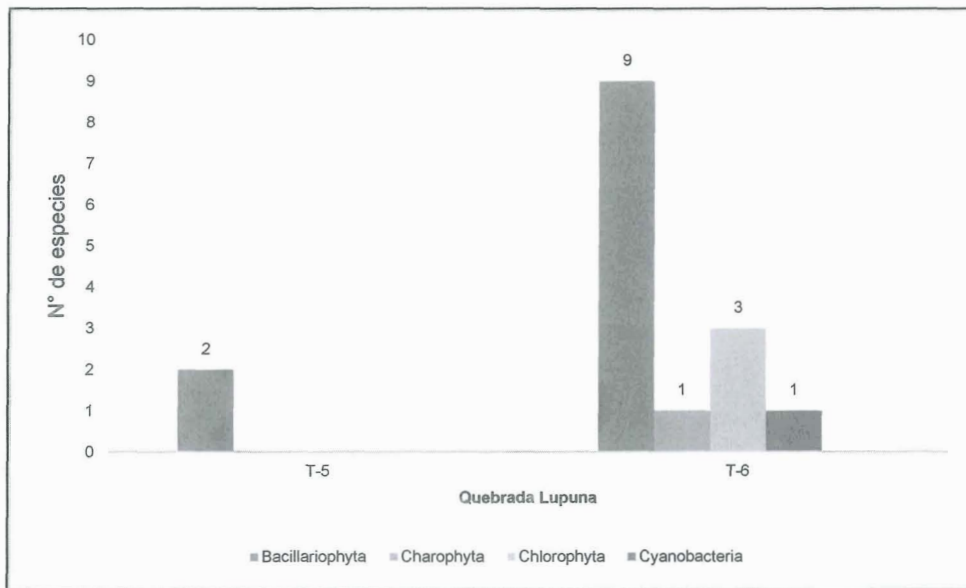
Fuente: Elaboración propia.



194. En la quebrada Shinguito Grande y sus tributarios (Sector 3) no se registraron especies pertenecientes al fitoplancton.
195. En la quebrada Lupuna (Sector 4) se evaluó un total de dos (2) puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton en ambos puntos. Se cuantificó un total de 16 especies de fitoplancton pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (11 especies; 68,75%), Chlorophyta (3 especies; 18,75%), Charophyta (1 especie; 6,25%), y Cyanobacteria (1 especie; 6,25%), ver Gráfico 3-23. El punto de muestreo con mayor riqueza de especies fue T-6 con 14 especies, ver Gráfico 3-26.

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

Gráfico 3-26: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Lupuna (Sector 4)

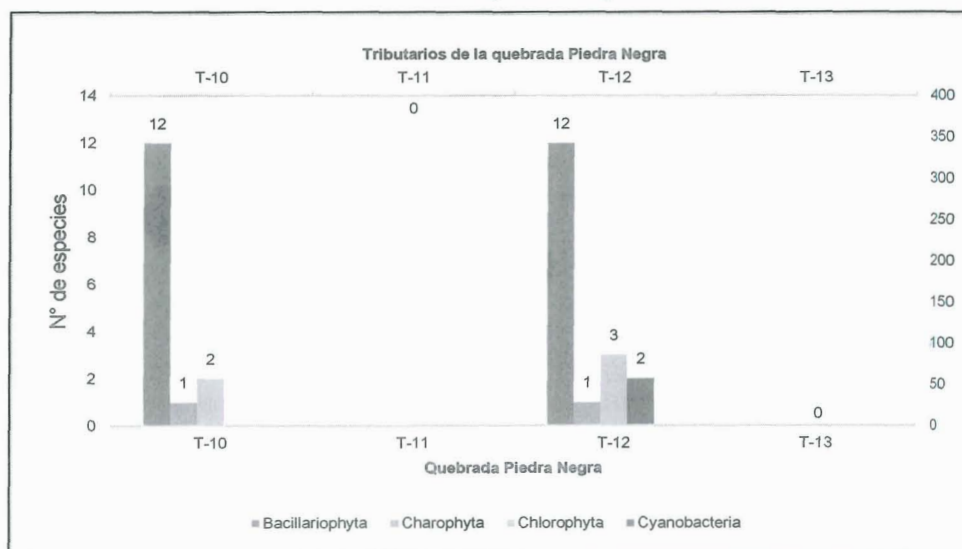


Fuente: Elaboración propia.



196. En la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) se evaluó un total de cuatro (4) puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton sólo en dos (2) puntos de muestreo ubicados en la quebrada Piedra Negra. Se cuantificó un total de 21 especies de fitoplancton pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (14 especies; 66,67%), Chlorophyta (4 especies; 19,05%), Cyanobacteria (2 especies; 9,52%) y Charophyta (1 especie; 4,76%), ver Gráfico 3-23. El punto de muestreo con mayor riqueza de especies fue T-12 con 18 especies, ver Gráfico 3-27.

Gráfico 3-27: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5)

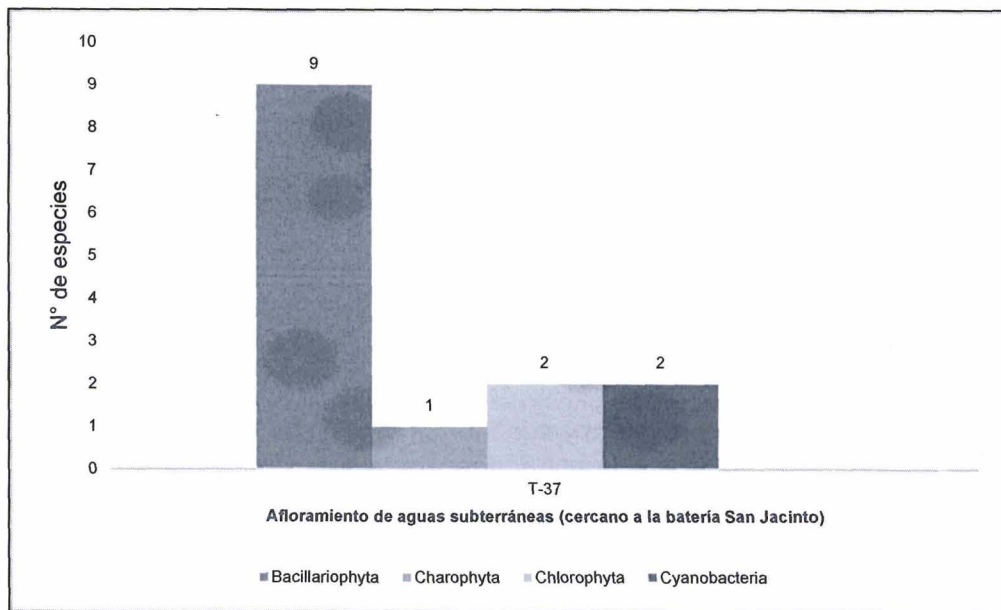


Fuente: Elaboración propia.

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

197. En el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6) se evaluó un punto de muestreo. Se cuantificó un total de 14 especies de fitoplancton pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (9 especies; 64,29%), Chlorophyta (2 especies; 14,29%), Cyanobacteria (2 especies; 14,29%) y Charophyta (1 especie; 7,14%), ver Gráfico 3-23, Gráfico 3-28.

Gráfico 3-28: Riqueza de especies de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6)



Fuente: Elaboración propia.



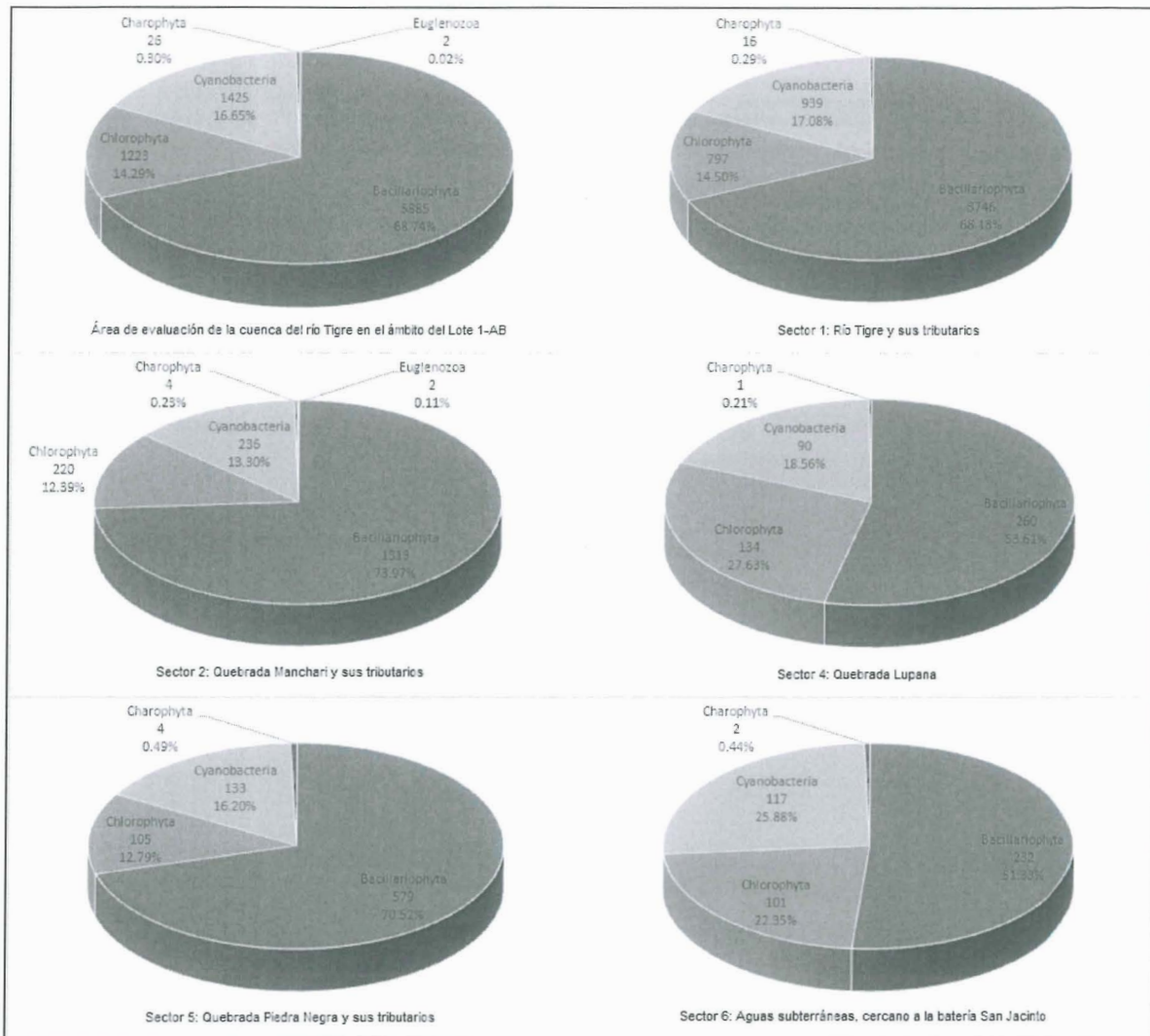
3.3.1.2. Abundancia (Densidad)

198. Se evaluaron 38 puntos de muestreo durante la época de vaciante, registrándose muestras de fitoplancton sólo en 28 puntos de muestreo (ausencia de fitoplancton en 10 puntos de muestreo). La densidad total fue de 8561 cel./mL pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (5885 cel./mL; 68,74%), Chlorophyta (1223 cel./mL; 14,29%), Cyanobacteria (1425 cel./mL; 16,65%), Charophyta (26 cel./mL; 0,30%) y Euglenozoa (2 cel./mL; 0,02%), ver Gráfico 3-29. Las especies con mayor densidad fueron *Nitzchia* sp. con 904 cel./mL, seguido de *Rhoicosphenia* sp. con 842 cel./mL y *Achnanthes* sp. con 800 cel./mL.

199. El género *Nitzchia* se caracteriza por ser alcalófilas y tolerantes a muchos tipos de contaminación (Bathurst *et al.*, 2010), buenas indicadoras cuando los nutrientes bajan en el medio (Reynolds, 2006), son muy comunes en aguas poco profundas en el caso de ríos o se encuentran en la superficie en caso de lagos o lagunas y al igual que *Eunotia* son tolerantes a la acidificación (Reynolds, 2006). Por otro lado, los organismos del género *Achnanthes* y *Rhoicosphenia* se caracterizan por ser tolerantes a la eutrofización.

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

Gráfico 3-29: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton según su división en el área de evaluación, noviembre del 2014

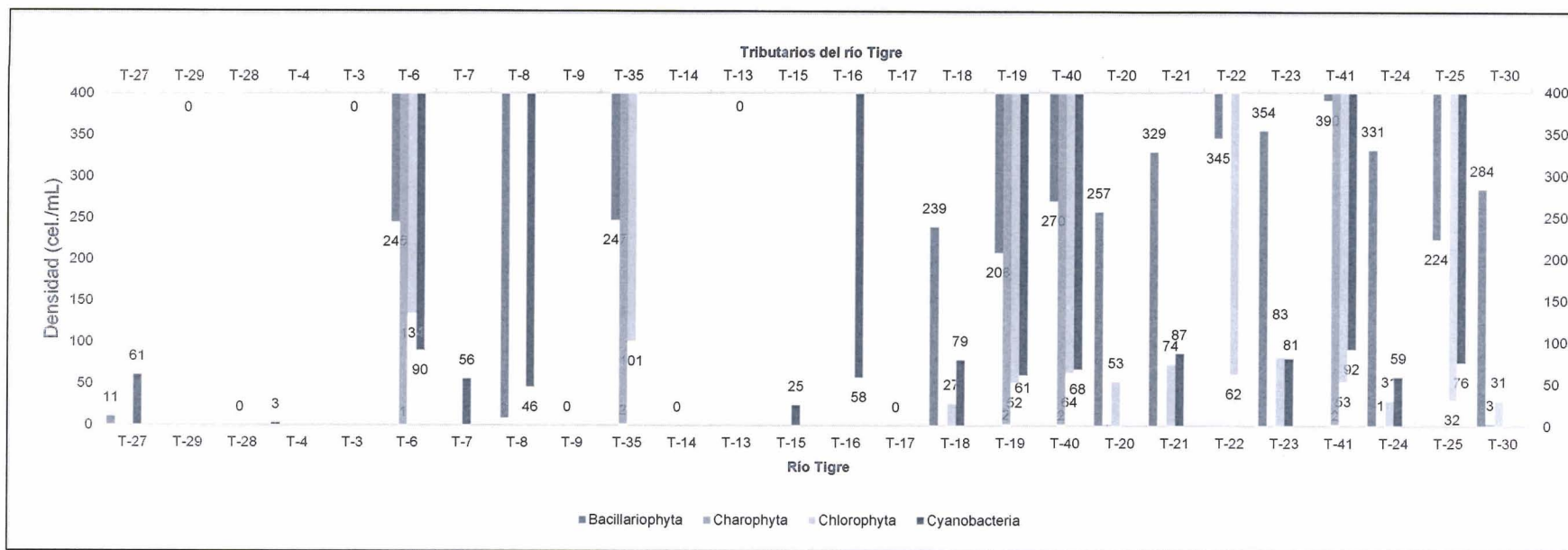


Fuente: Elaboración propia.

No se registraron organismos en la Quebrada Shinguito Grande y sus tributarios, Sector 3.

200. En el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) se muestreo un total de 26 puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton sólo en 19 puntos de muestreo. La densidad total fue de 5498 cel./mL, pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (3746 cel./mL; 68,13%), Chlorophyta (797 cel./mL; 14,50%), Cyanobacteria (939 cel./mL; 17,08%) y Charophyta (16 cel./mL; 0,29%), ver Gráfico 3-29.
201. La especie con mayor densidad fue *Rhoicosphenia* sp. con 599 cel./mL. Los puntos de muestreo con mayor densidad fueron T-21 (con una densidad de 490 cel./mL), T-23 (con una densidad de 518 cel./mL) y T-41 (con una densidad de 537 cel./mL), los dos primeros en el río Tigre y el tercero tributario del río Tigre, ver Gráfico 3-30.

Gráfico 3-30: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1)

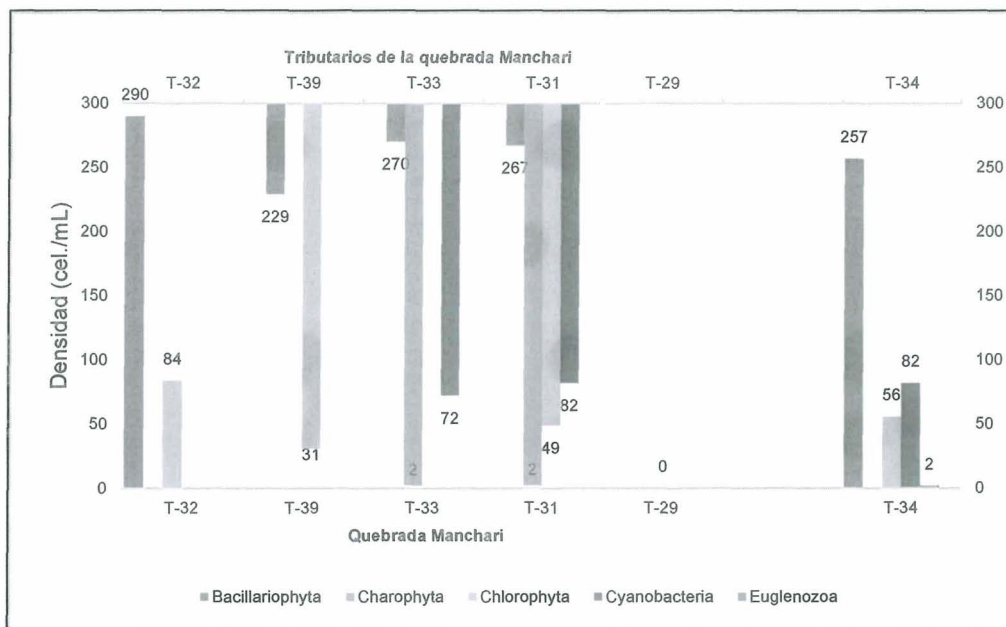


Fuente: Elaboración propia.

202. En la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) se evaluó un total de seis (6) puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton sólo en cinco (5) puntos de muestreo. La densidad total fue de 1775 cel./mL, pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (1313 cel./mL; 73,97%), Chlorophyta (220 cel./mL; 12,39%), Cyanobacteria (236 cel./mL; 13,30%), Charophyta (4 cel./mL; 0,23%) y Euglenozoa (2 cel./mL; 0,11%), ver Gráfico 3-29. La especie con mayor densidad fue *Nitzschia* sp. con 245 cel./mL. El punto de muestreo con mayor densidad fue T-31, tributario de la quebrada Manchari con 400 cel./mL, ver Gráfico 3-31.

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

Gráfico 3-31: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2)



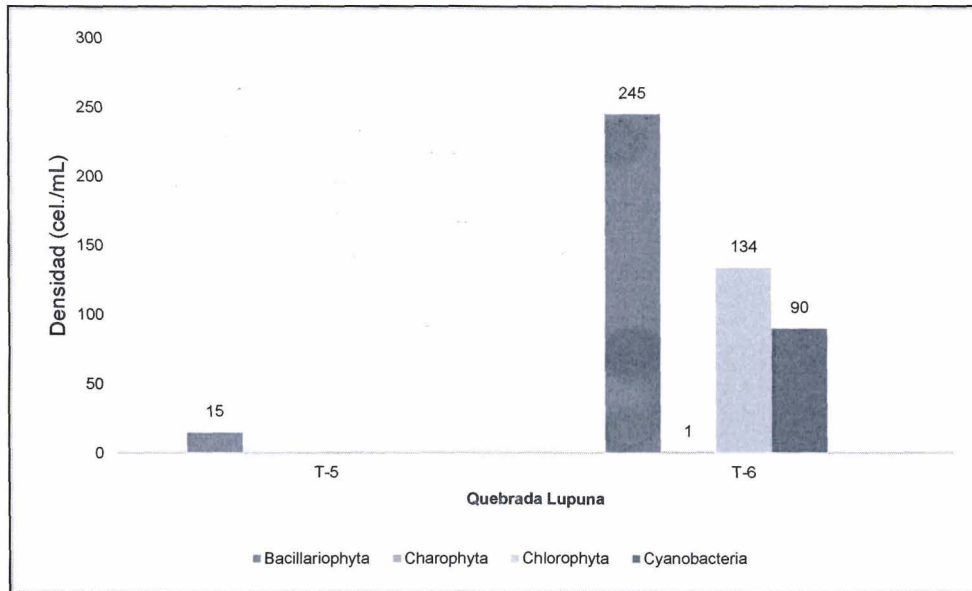
Fuente: Elaboración propia.



- 203. En la quebrada Shinguito Grande y sus tributarios (Sector 3) no se registraron organismos pertenecientes al fitoplancton.
- 204. En la quebrada Lupuna (Sector 4) se evaluó un total de dos (2) puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton en todos los puntos de muestreo. La densidad total fue de 485 cel./mL, pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (260 cel./mL; 53,61%), Chlorophyta (134 cel./mL; 27,63%), Cyanobacteria (90 cel./mL; entre 18,56%) y Charophyta (1 cel./mL; 0,21%), ver Gráfico 3-29. La especie con mayor densidad fue PSEUDANABAENACEAE ND (especie no determinada perteneciente a la familia Pseudanabaenaceae) con 90 cel./mL. El punto de muestreo con mayor densidad fue T-6 con 14 cel./mL, ver Gráfico 3-32.

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

Gráfico 3-32: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Lupuna (Sector 4)

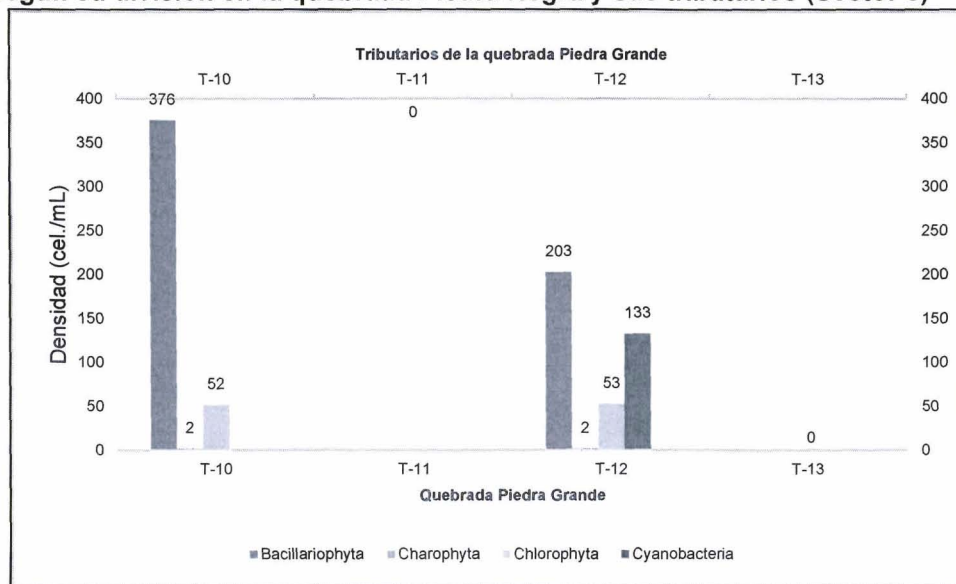


Fuente: Elaboración propia.



205. En la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) se evaluó un total de cuatro (4) puntos de muestreo, registrándose muestras de fitoplancton sólo en dos (2) puntos de muestreo. La densidad total fue de 821 cel./mL, pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (579 cel./mL; 70,52%), Chlorophyta (105 cel./mL; 12,79%), Cyanobacteria (133 cel./mL; 16,20%) y Charophyta (4 cel./mL; 0,49%), ver Gráfico 3-29. La especie con mayor densidad fue *Fragilaria* sp. con 91 cel./mL. El punto de muestreo con mayor densidad fue T-10, ubicado en la quebrada Piedra Grande con 430 cel./mL, ver Gráfico 3-33.

Gráfico 3-33: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5)

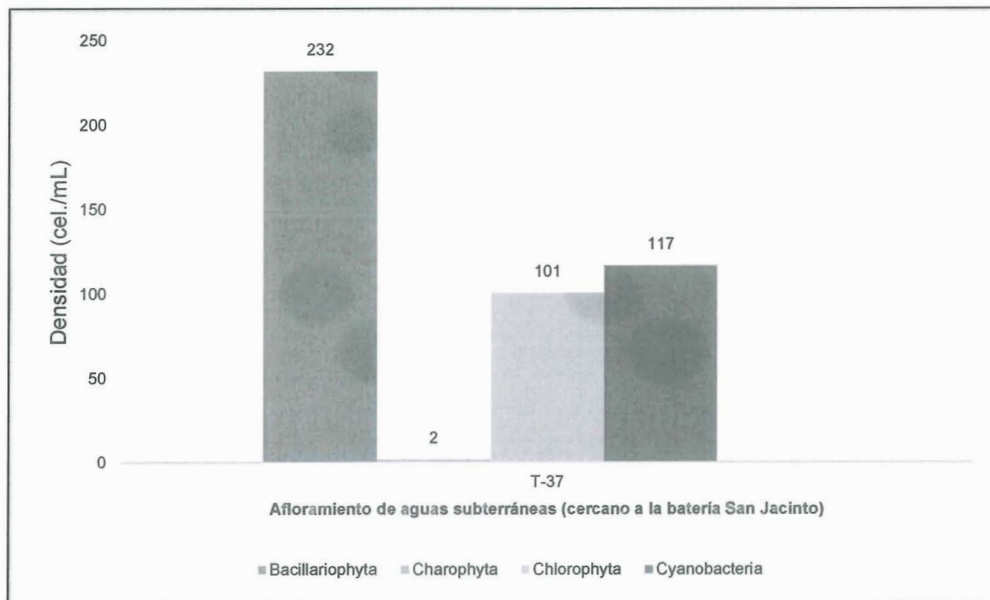


Fuente: Elaboración propia.

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

206. En el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6) se evaluó un (1) punto de muestreo. La densidad total fue de 452 cel./mL, pertenecientes a las divisiones: Bacillariophyta (232 cel./mL; 51,33%), Chlorophyta (101 cel./mL; 22,35%), Cyanobacteria (117 cel./mL; entre 25,88%) y Charophyta (2 cel./mL; 0,44%), ver Gráfico 3-29. La especie con mayor densidad fue PSEUDANABAENACEAE ND (especie no determinada perteneciente a la familia Pseudanabaenaceae) con 82 cel./mL, ver Gráfico 3-34.

Gráfico 3-34: Abundancia de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo según su división en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6)



Fuente: Elaboración propia



3.3.1.3 Índices de diversidad

207. Durante la época de vaciante en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) se observa en la Tabla 3-9 que la diversidad de Shannon-Wiener (H') varió desde 0 bits/individuo (puntos de muestreo T-4, T-7, T-15, T-16 y puntos de muestreo con ausencia de especies) hasta 3,58 bits/individuo (punto de muestreo T-41, tributarios del río Tigre). El índice de dominancia de Simpson (D) varió desde 0,10 (puntos de muestreo T-40 y T-41) hasta uno (1) (puntos de muestreo T-4, T-7, T-15 y T-16, donde se registró una sola especie).

208. En el Gráfico 3-35 se observa que el Número de Hill $N1$ varió desde una (1) especie efectiva (puntos de muestreo T-4, T-7, T-15 y T-16) hasta 11,95 especies efectivas (punto de muestreo T-41). El número de Hill $N2$ varió desde una (1) especie efectiva (puntos de muestreo T-4, T-7, T-15 y T-16) hasta 9,98 especies efectivas (puntos de muestreo T-40, tributario del río Tigre). La relación entre $N2$ y $N1$ fue de uno (1) en los puntos de muestreo donde se registraron especies (puntos de muestreo T-4, T-7, T-15 y T-16) lo cual indica valores altos de equidad, por ende, una distribución homogénea de densidades por punto de muestreo.

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

Tabla 3-9: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1)

Código de las estaciones evaluadas	Índices de diversidad				
	H'(log2)	D	N1	N2	N2/N1
T-27	0,76	0,73	1,69	1,37	0,81
T-29 ¹	0,00	-	-	-	-
T-28	0,00	-	-	-	-
T-4	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
T-3 ²	0,00	-	-	-	-
T-6 ³	3,25	0,12	9,52	8,25	0,87
T-7	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
T-8	0,64	0,73	1,56	1,38	0,88
T-9	0,00	-	-	-	-
T-35	3,29	0,12	9,79	8,49	0,87
T-14	0,00	-	-	-	-
T-13 ⁴	0,00	-	-	-	-
T-15	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
T-16	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
T-17	0,00	-	-	-	-
T-18	3,46	0,11	10,98	8,96	0,82
T-19	3,42	0,11	10,71	9,17	0,86
T-40	3,57	0,10	11,88	9,98	0,84
T-20	3,17	0,13	8,97	7,96	0,89
T-21	3,34	0,11	10,13	8,88	0,88
T-22	3,07	0,13	8,42	7,45	0,88
T-23	3,20	0,12	9,20	8,52	0,93
T-41	3,58	0,10	11,95	9,90	0,83
T-24	3,20	0,12	9,21	8,46	0,92
T-25	3,31	0,12	9,95	8,55	0,86
T-30	3,26	0,13	9,57	7,80	0,81

Fuente: Elaboración propia

¹Punto de muestreo ubicado en la quebrada Manchari y tributario del río Tigre

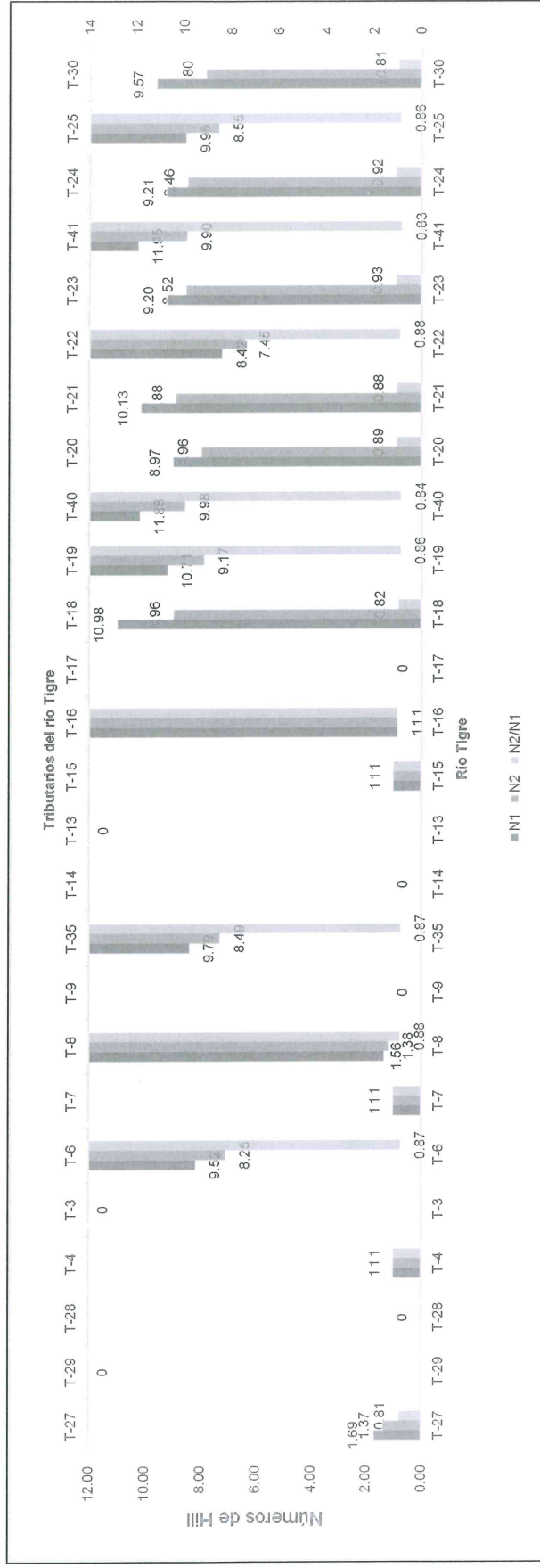
²Punto de muestreo ubicado en la quebrada Shinguito Grande y tributario del río Tigre

³Punto de muestreo ubicado en la quebrada Lupuna y tributario del río Tigre

⁴Punto de muestreo ubicado en la quebrada Piedra Negra y tributario del río Tigre

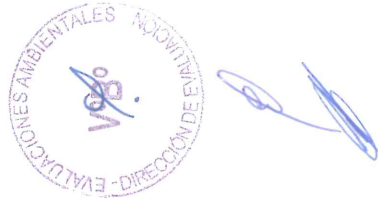



Gráfico 3-35: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1)



Fuente: Elaboración propia.

209. Durante la época de vaciante en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2) se observa en la Tabla 3-10 que la diversidad de Shannon-Wiener (H') varió desde 0 bits/individuo (punto de muestreo T-29) hasta 3,61 bits/individuo (punto de muestreo T-31). El índice de dominancia de Simpson (D) varió desde 0,10 (punto de muestreo T-31) hasta 0,16 (punto de muestreo T-33).



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

210. En el Gráfico 3-36 se observa que el Número de Hill N1 varió desde 7,32 especies efectivas (punto de muestreo T-32) hasta 12,19 especies efectivas (punto de muestreo T-31). El número de Hill N2 varió desde 6,18 especies efectivas (puntos de muestreo T-33) hasta 10,25 especies efectivas (punto de muestreo T-31). La relación entre N2 y N1 varió desde 0,79 (puntos de muestreo T-34) hasta 0,96 (punto de muestreo T-39) lo cual indica valores altos de equidad, por ende, una distribución homogénea de densidades por punto de muestreo.

Tabla 3-10: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2)

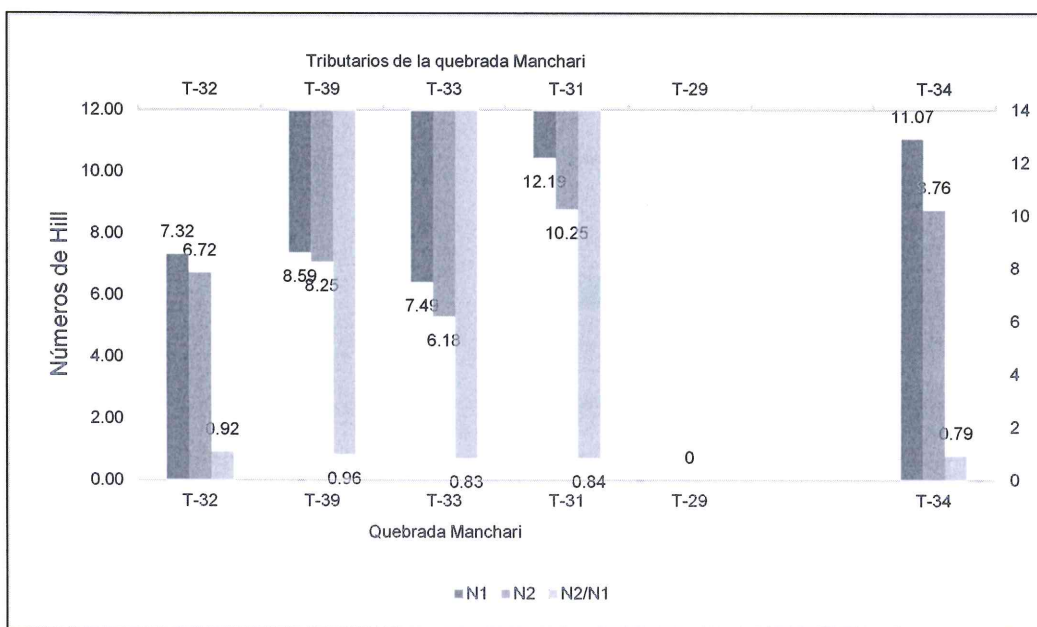
Código de las estaciones evaluadas	Índices de diversidad				
	H'(log2)	D	N1	N2	N2/N1
T-32	2,87	0,15	7,32	6,72	0,92
T-39	3,10	0,12	8,59	8,25	0,96
T-33	2,90	0,16	7,49	6,18	0,83
T-31	3,61	0,10	12,19	10,25	0,84
T-29 ¹	0,00	-	-	-	-
T-34 ²	3,47	0,11	11,07	8,76	0,79

Fuente: Elaboración propia

¹Punto de muestreo ubicado en la quebrada Manchari y tributario del río Tigre

²Punto de muestreo ubicado en la quebrada Paushiyacu y tributario de la quebrada Aguas Blancas

Gráfico 3-36: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2)



Fuente: Elaboración propia.

211. En la quebrada Shinguito Grande y sus tributarios (Sector 3) no se registraron organismos pertenecientes al fitoplancton, por ende no se realizó el análisis de diversidad.

212. Durante la época de vaciante en la quebrada Lupuna (Sector 4) se observa en la Tabla 3-11 que la diversidad de Shannon-Wiener (H') varió desde 0,72 bits/individuo

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

(punto de muestreo T-5) hasta 3,25 bits/individuo (punto de muestreo T-6). El índice de dominancia de Simpson (D) varió desde 0,12 (punto de muestreo T-6) hasta uno 0,68 (punto de muestreo T-5).

213. En el Gráfico 3-37 se observa que el Número de Hill N1 varió desde 1,65 especies efectivas (punto de muestreo T-5) hasta 9,52 especies efectivas (punto de muestreo T-6). El número de Hill N2 varió desde 1,47 especies efectivas (punto de muestreo T-5) hasta 8,25 especies efectivas (punto de muestreo T-6). La relación entre N2 y N1 varió desde 0,87 (puntos de muestreo T-6) hasta 0,89 (punto de muestreo T-5) lo cual indica valores altos de equidad, por ende, una distribución homogénea de densidades por punto de muestreo.

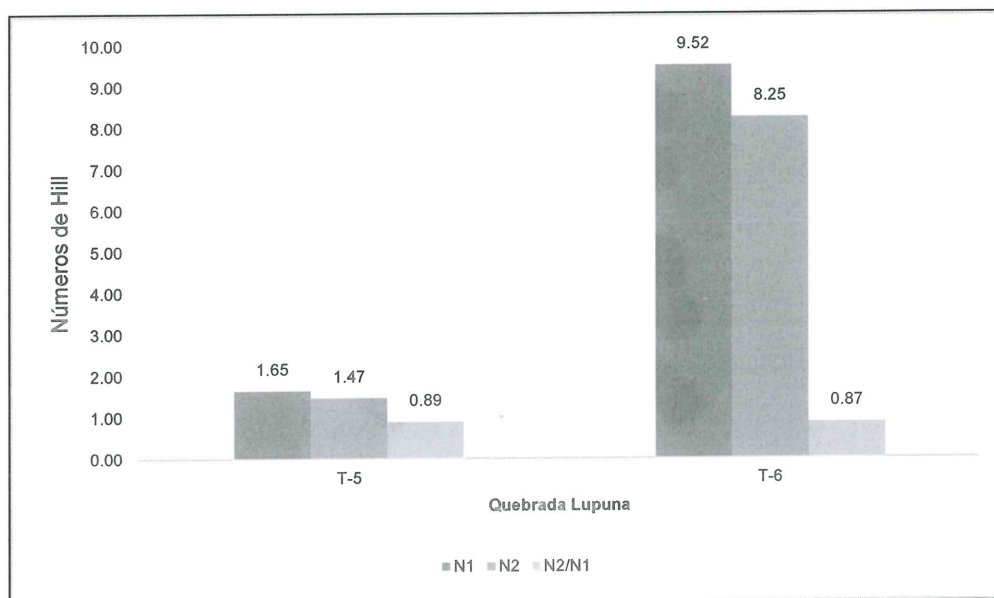
Tabla 3-11: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Lupuna (Sector 4), noviembre de 2014

Código de las estaciones evaluadas	Índices de diversidad				
	H'(log2)	D	N1	N2	N2/N1
T-5	0,72	0,68	1,65	1,47	0,89
T-6 ¹	3,25	0,12	9,52	8,25	0,87

Fuente: Elaboración propia

¹Punto de muestreo ubicado en la quebrada Lupuna y tributario del río Tigre

Gráfico 3-37: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en la quebrada Lupuna (Sector 4)



Fuente: Elaboración propia.

214. Durante la época de vaciante en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5) se observa en la Tabla 3-12 que la diversidad de Shannon-Wiener (H') varió desde 0 bits/individuo (puntos de muestreo T-11 y T-12 ubicados en la quebrada Piedra Negra) hasta 3,59 bits/individuo (puntos de muestreo T-10 y T-12). El índice de dominancia de Simpson (D) varió desde 0,09 (punto de muestreo T-10) hasta uno 0,11 (punto de muestreo T-12).

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

215. En el Gráfico 3-38 se observa que el Número de Hill N1 fue de 12,02 especies efectivas (puntos de muestreo T-10 y T-12). El número de Hill N2 varió desde 9,41 especies efectivas (punto de muestreo 0,78) hasta 11 especies efectivas (punto de muestreo T-10). La relación entre N2 y N1 varió desde 0,78 (puntos de muestreo T-12) hasta 0,92 (punto de muestreo T-10) lo cual indica valores altos de equidad, por ende, una distribución homogénea de densidades por punto de muestreo.

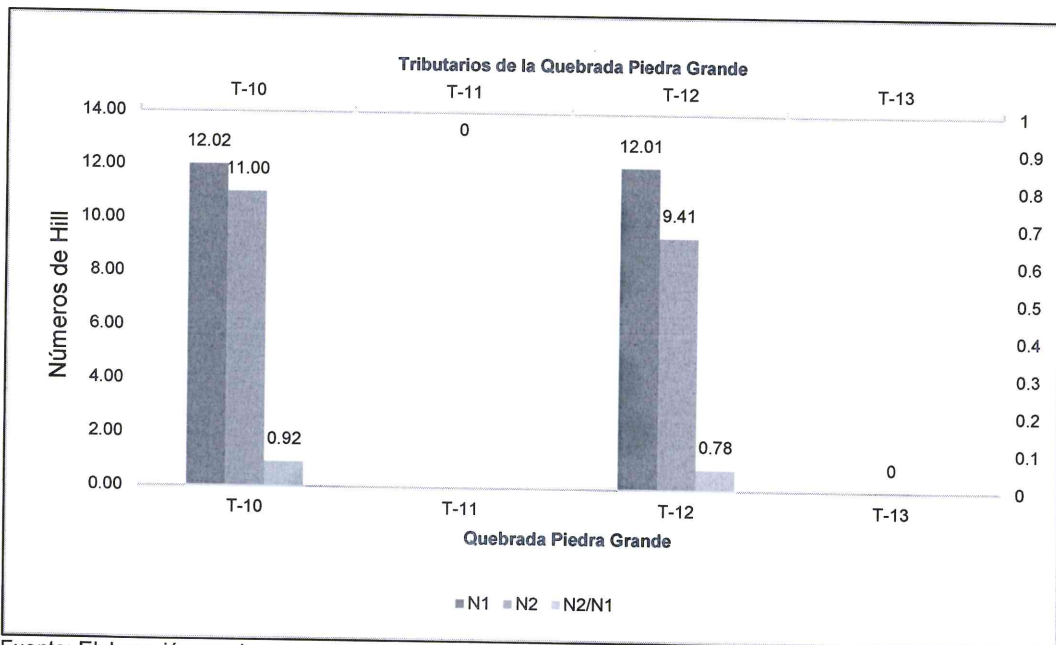
Tabla 3-12: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5)

Código de las estaciones evaluadas	Índices de diversidad				
	H'(log2)	D	N1	N2	N2/N1
T-10	3,59	0,09	12,02	11,00	0,92
T-11	0,00	-	-	-	-
T-12	3,59	0,11	12,01	9,41	0,78
T-13 ¹	0,00	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

¹Punto de muestreo ubicado en la quebrada Piedra Negra y tributario del río Tigre

Gráfico 3-38: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5)



Fuente: Elaboración propia.

216. Durante la época de vaciante en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6) se observa en la Tabla 3-13 que la diversidad de Shannon-Wiener (H') fue de 3,37 bits/individuo. El índice de dominancia de Simpson (D) fue de 0,11.

217. En el Gráfico 3-39 se observa que el Número de Hill N1 fue de 10,35 especies efectivas. El número de Hill N2 fue de 8,96 especies efectivas. La relación entre N2 y N1 fue de 0,82 (punto de muestreo PAS-35) lo cual indica un valor alto de equidad, por ende, una distribución homogénea de densidades por punto de muestreo.



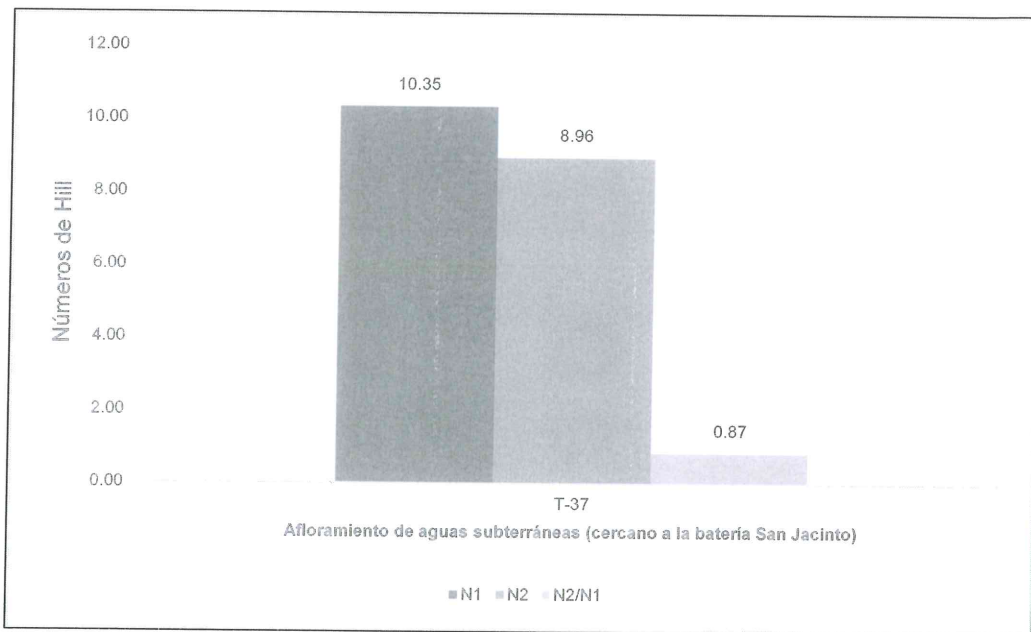
“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
 “Año de la Consolidación del Mar de Grau”

equidad, por ende, una distribución homogénea de densidades por punto de muestreo.

Tabla 3-13: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6)

Código de las estaciones evaluadas	Índices de diversidad				
	H'(log2)	D	N1	N2	N2/N1
T-37	3,37	0,11	10,35	8,96	0,87

Gráfico 3-39: Índices de diversidad de la comunidad de Fitoplancton por puntos de muestreo en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6)



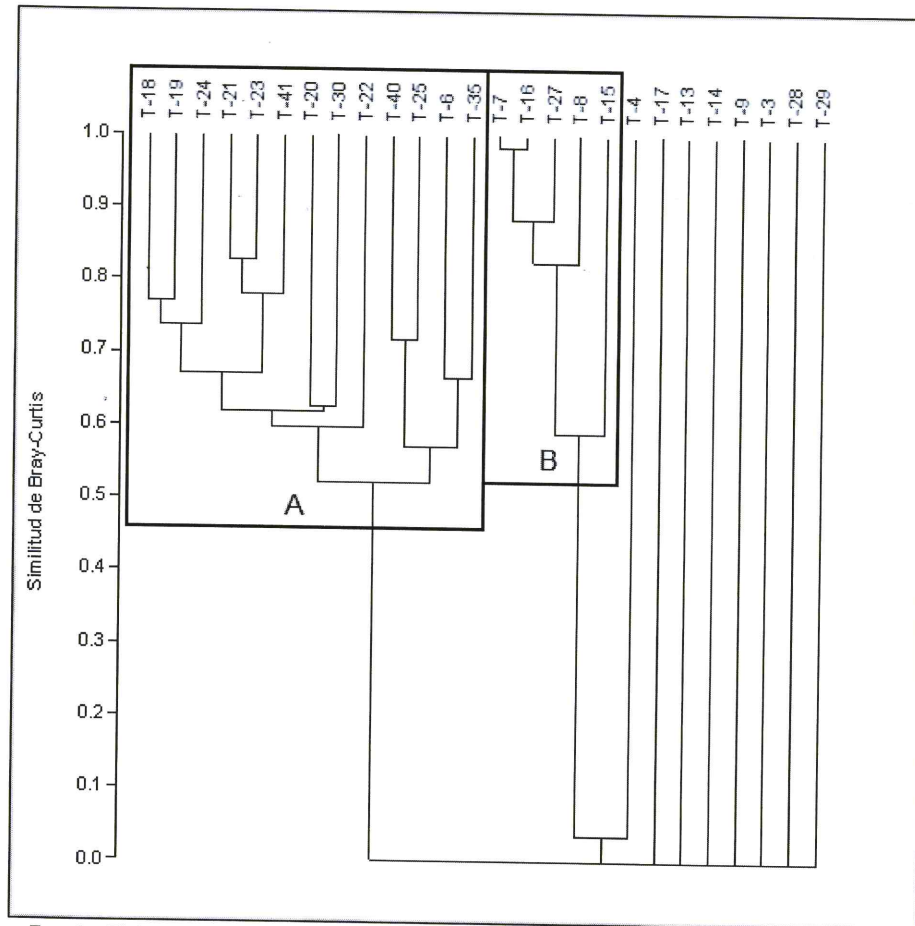
Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.4 Análisis estadístico

218. Durante la época de vaciante en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1) se conformaron dos (2) conglomerados con una similitud mayor al 50% como se observa en el Gráfico 3-40. El conglomerado A, el cual presentó una similitud del 54%, se conformó por los puntos de muestreo T-18, T-21, T-24, T-19, T-22, T-40, T-25, T-6, T-35, T-23 y T-30 (la mayoría fueron aportantes del río Tigre, sin embargo los dos últimos puntos se ubicaron en el curso principal del río Tigre). El conglomerado B se conformó por los puntos de muestreo T-7, T-27, T-8, T-15 y T-16 (la mayoría se ubicaron en el curso principal del río Tigre, sin embargo el último puntos fue aportante del río Tigre).

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

Gráfico 3-40: Dendograma de similitud entre los puntos de muestreo de la comunidad de Fitoplancton en el río Tigre y sus tributarios (Sector 1)



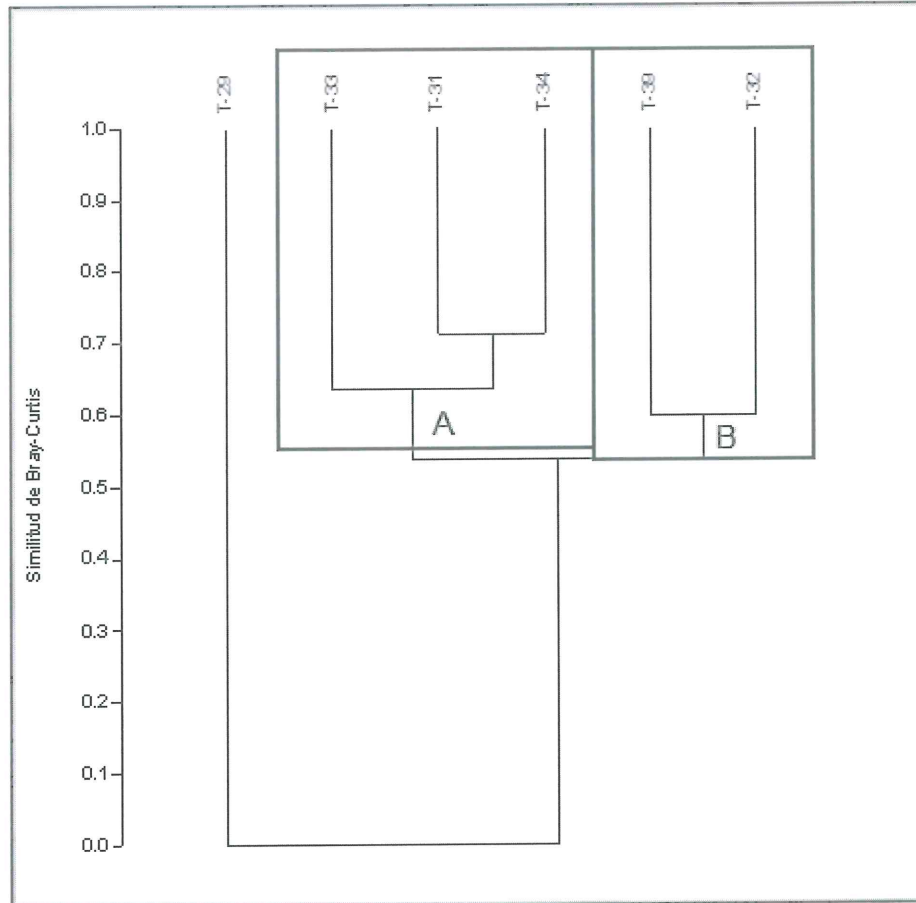
Fuente: Elaboración propia



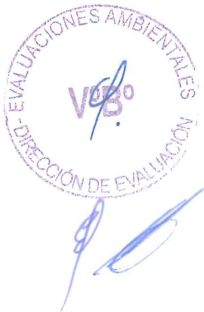
219. Durante la época de vaciante en el río Manchari y sus tributarios (Sector 2) se conformaron dos (2) conglomerados con una similitud mayor al 60% como se observa en el Gráfico 3-41. El conglomerado A, el cual presentó una similitud del 65%, se conformó por los puntos de muestreo T-33, T-31 y T-34 (los dos primeros tributarios de la quebrada Manchari y el último ubicado en la Quebrada Paushiyacu). El conglomerado B se conformó por los puntos de muestreo T-39 y T-32 (el primero tributario de la quebrada Manchari y el segundo ubicado en el curso principal de la quebrada Manchari).

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

Gráfico 3-41: Dendograma de similitud entre las zonas de monitoreo de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Manchari y sus tributarios (Sector 2)



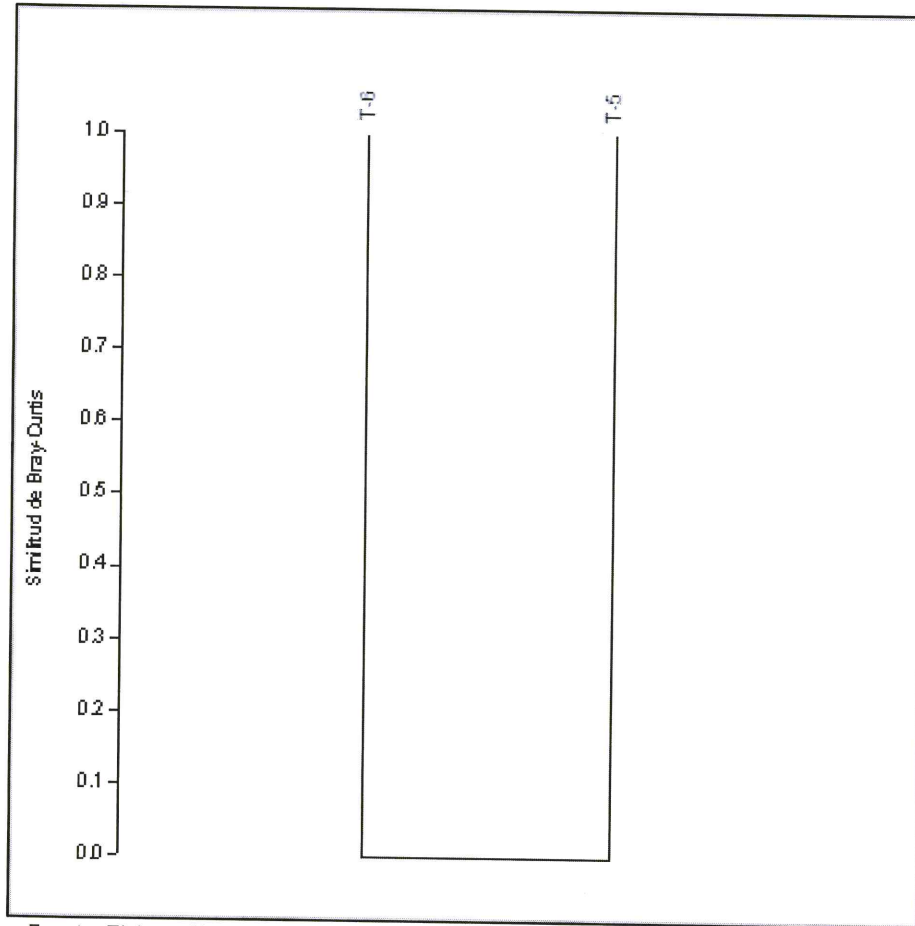
Fuente: Elaboración propia



- 220. En la quebrada Shinguito Grande y sus tributarios (Sector 3) no se registraron organismos pertenecientes al fitoplancton, imposibilitándose el análisis de similitud por puntos de muestreo.
- 221. Durante la época de vaciante en la quebrada Lupuna (Sector 4) no se conformó ningún conglomerado debido a la ausencia en común de especies entre los puntos de muestreo T-5 y T-6 como se observa en el Gráfico 3-42.

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

Gráfico 3-42: Dendograma de similitud entre las zonas de monitoreo de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Lupuna (Sector 4)



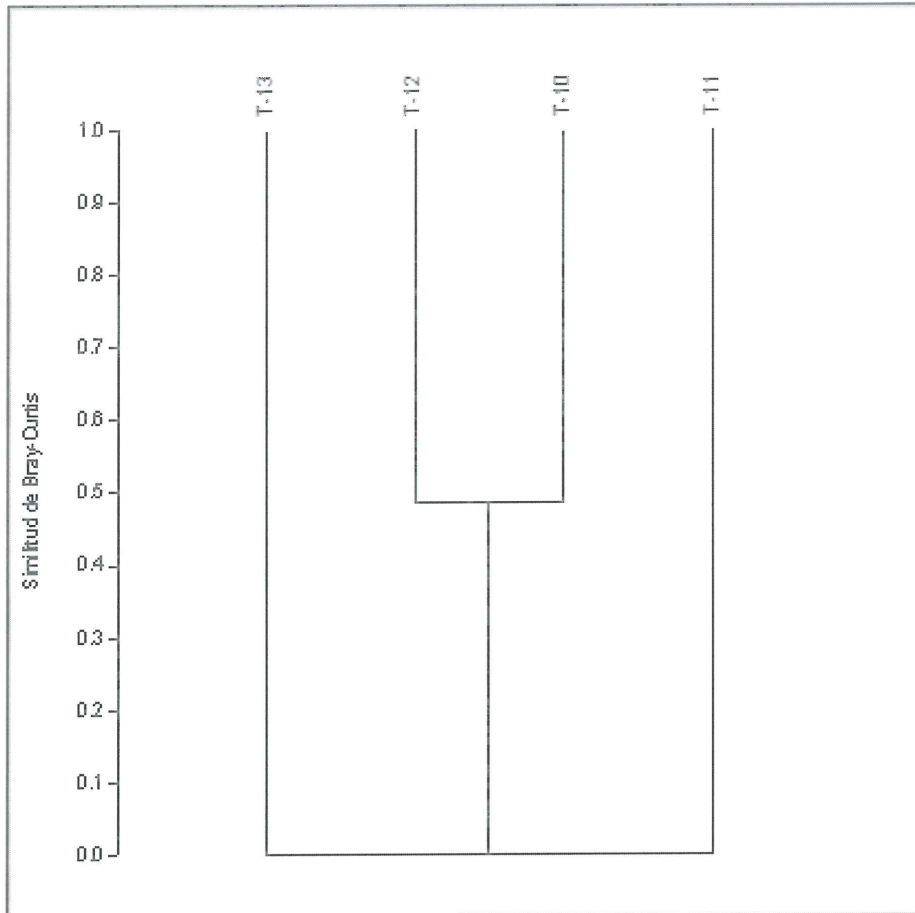
Fuente: Elaboración propia



222. Durante la época de vaciante en el río Manchari y sus tributarios (Sector 5) se conformó un conglomerado entre los puntos de muestreo T-12 y T-10 (ubicados en el punto Piedra Grande) como se observa en el Gráfico 3-43.

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

Gráfico 3-43: Dendograma de similitud entre las zonas de monitoreo de la comunidad de Fitoplancton en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios (Sector 5)



Fuente: Elaboración propia

223. Durante la época de vaciante sólo se evaluó un (1) punto de muestreo en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto (Sector 6), imposibilitándose el análisis de similitud por puntos de muestreo.



4.0 CONCLUSIONES

4.1 Calidad de Agua

- (ii) A continuación, se describen los parámetros cuyas concentraciones excedieron lo establecido en los ECA para Agua (Categoría 4, Ríos – Selva) y la norma canadiense para protección de la vida acuática (referencial), de acuerdo a las determinaciones realizadas:
- (iii) Las aguas del río Tigre y sus tributarios fueron ácidas y de buena oxigenación en el área de estudio. Asimismo, la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande, Lupuna fueron aguas ácidas y de buena oxigenación, excepto en el tributario Paushiyacu (T-34) y la quebrada sin nombre (T-35) con baja oxigenación debido al poco caudal que presentan
- (iv) La acidez de las aguas de los tributarios se debe principalmente a los componentes ácidos (sustancias húmicas) provenientes de la descomposición microbiana de la materia orgánica de los suelos ribereños.
- (v) **En tanto, la quebrada Cachiyacu 1 (T-11) es el cuerpo de agua que contiene altas concentraciones de sales disueltas y cloruros** que son reflejadas en la alta conductividad eléctrica registrada, los cuales le aportan a la quebrada Piedra Negra en el ámbito del Yacimiento San Jacinto. Cabe indicar que en menor concentración se registra **la quebrada Paushiyacu 1 (T-34), tanto en sales disueltas como cloruros pero mayor a los demás cuerpos de agua superficial evaluados.**
- (vi) Con respecto a los metales, el río Tigre incrementa su concentración de plomo a partir del puesto militar "Cahuide" (T-15) hacia aguas abajo, siendo este punto de muestreo el que registra la mayor concentración de cromo además de una de las mayores concentraciones de hierro junto con río Tigre 9 (T-18) ubicada aguas abajo.
- (vii) **Por otro lado, el río Tigre registra mayor concentración de hierro y cromo que sus tributarios y las pequeñas cuencas de la quebrada Piedra Negra, Manchari, Shinguito Grande, Lupuna,** así como la quebrada sin nombre (T-35). En tanto, la quebrada Montano aporta alta concentración de plomo al río Tigre, siendo mayor esta concentración que el mismo río Tigre.
- (viii) Las concentraciones de los metales están relacionados principalmente al traslado de materia suspendida (sólidos suspendidos totales) de los cuerpos de agua superficial a partir del aporte de los compuestos sólidos de los suelos a través de las escorrentías a las aguas y creciente de los ríos (principalmente coloides).
- (ix) Por otro lado, los parámetros de sólidos suspendidos totales, cromo hexavalente, fenoles, sulfuros, aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (HTP), excepto para el punto de muestreo del Tigre 10 (T-20), aguas abajo de la confluencia con la quebrada Gringoyacu, así como los metales níquel, cobre, zinc, arsénico, molibdeno, cadmio, antimonio, bario, talio, uranio y boro no excedieron en ninguno de los puntos de muestreo, los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA para Agua) ni internacionales (referenciales).



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

- (x) Cabe señalar que el **afloramiento (T-37), el cual registro alta conductividad, cloruros y Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), los cuales llegan finalmente a los cuerpos de agua superficial cercanos.**
- (xi) Finalmente, de la evaluación de los parámetros Demanda Química de Oxígeno (DQO), sulfatos y temperatura, no registraron concentraciones diferentes entre los puntos de muestreo de los cuerpos de agua superficial evaluados, considerándose dichas concentraciones como línea base del área de estudio establecido en este estudio. No obstante, para el afloramiento hay concentración de sulfatos mayores al promedio de los cuerpos de agua superficiales evaluados.

4.2 Calidad de Sedimentos

- (xii) A continuación, se describen los parámetros (metales e HTP) cuyas concentraciones no excedieron (referencialmente) con el estándar internacional: norma canadiense para metales e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y guía de los Países Bajos para Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP).
- (xiii) Solamente se ha registrado **cadmio** en un punto de muestreo que excede la guía canadiense, en el río Tigre 5 (T-9), mientras los **demás metales** no exceden la citada guía canadiense, lo cual es un indicio de poca movilización de los metales en los sedimentos y aportes de los suelos de estos metales, lo cual puede deberse a las características geológicas de la cuenca.
- (xiv) Se reportó pocos cuerpos de agua cuyos sedimentos registran altas concentraciones de HTP, siendo la **quebrada Manchari, quebrada Gringoyacu y la quebrada Cachiyacu las que han reportado la mayor concentraciones de hidrocarburos (HTP), siendo Gringoyacu la de mayor concentración de todos los puntos de muestre evaluados.** Asimismo, se ha reportado **compuestos de HAP en la quebrada Cachiyacu (criseno y fenantreno) y la quebrada Gringoyacu (criseno, benzo (e) pireno y Pireno).**
- (xv) No obstante, la presencia de hidrocarburos en el sedimento de los citados cuerpos de agua superficial no influye en la composición del agua superficial, por lo que estos hidrocarburos están fuertemente ligados y mezclados con las diferentes estructuras inorgánicas y orgánicas del sedimento.
- (xvi) En relación a la biodisponibilidad de los metales, **esta no fue variable, determinándose que los metales evaluados: bario, cadmio, plomo y zinc se encuentran no biodisponibles** enlazados a minerales secundarios y primarios, materia orgánica y en menor porcentaje en forma poco biodisponible enlazados a los óxidos de hierro y manganeso. No obstante, se han registrado en menor porcentaje bario biodisponible en ciertos puntos de muestreo del río Tigre y sus tributarios.

4.3 Hidrobiología

- (xvii) En el Sector 1, el tributario del río Tigre de mayor diversidad fue el punto de muestreo T-41 ubicado en la quebrada San Antonio, en el yacimiento Bartra. El punto ubicado en el curso principal del río Tigre de mayor diversidad fue T-23, ubicado al sur de la comunidad de San Jacinto, aguas arribas del yacimiento Bartra. Se observa además que existen dos zonas de alta diversidad, el primero ubicado en el yacimiento Bartra



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

y la segunda zona ubicada desde el cruce del oleoducto Ramal Norte en el río Tigre hacia aguas abajo.

- (xviii) Los puntos de muestreo con mayor abundancia (densidad) en el río Tigre y sus tributarios fueron T-21 (con una densidad de 490 cel./mL), T-23 (con una densidad de 518 cel./mL) y T-41 (con una densidad de 537 cel./mL), los dos primeros en el río Tigre y el tercero tributario del río Tigre. La especie con mayor densidad fue *Rhoicosphenia* sp. con 599 cel./mL.
- (xix) En el Sector 2, el tributario de la quebrada Manchari de mayor diversidad fue el punto de muestreo T-31 ubicado en la quebrada Aguas Blancas, en el yacimiento Shivyacu. El punto ubicado en el curso principal de la quebrada Manchari de mayor diversidad fue T-32, ubicado en la quebrada Aguas Blancas, en el yacimiento Shivyacu. El punto T-29 ubicado fuera del yacimiento Shivyacu, cercano a la desembocadura en el río Tigre no registró organismos, en comparación a los puntos ubicados en el yacimiento Shivyacu.
- (xx) El punto de muestreo con mayor abundancia (densidad) en la quebrada Manchari y sus tributarios fue T-31, tributario de la quebrada Manchari con 400 cel./mL. La especie con mayor densidad fue *Nitzschia* sp. con 245 cel./mL.
- (xxi) En el sector 3, no se registraron organismos.
- (xxii) En el sector 4, la quebrada Lupuna presentó la mayor diversidad en el punto T-6, cercano a la desembocadura en el río Tigre, caso contrario al punto T-5 el cual se ubicó aguas arriba de la quebrada cercano al cruce del oleoducto que atarviesa el yacimiento San Jacinto.
- (xxiii) El punto de muestreo con mayor abundancia (densidad) en la quebrada Lupuna fue T-6 con 14 cel./mL. La especie con mayor densidad fue PSEUDANABAENACEAE ND (especie no determinada perteneciente a la familia Pseudanabaenaceae) con 90 cel./mL.
- (xxiv) En el sector 5, la quebrada Piedra Grande presentó la mayor diversidad en los puntos T-10 y T-12, mientras que el punto T-13 cercano a la desembocadura en el río Tigre no registró organismos. El punto T-11 ubicado en la quebrada Cachiyacu y tributario de la quebrada Piedra Grande no registró organismos.
- (xxv) El punto de muestreo con mayor abundancia (densidad) en la quebrada Piedra Negra y sus tributarios fue T-10, ubicado en la quebrada Piedra Grande con 430 cel./mL. La especie con mayor densidad fue *Fragilaria* sp. con 91 cel./mL.
- (xxvi) En el sector 6, el punto ubicado en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto, presentó una alta diversidad de organismos del fitoplancton.
- (xxvii) La especie con mayor abundancia (densidad) en el afloramiento de aguas subterráneas, cercano a la batería San Jacinto fue PSEUDANABAENACEAE ND (especie no determinada perteneciente a la familia Pseudanabaenaceae) con 82 cel./mL.
- (xxviii) Existe una alta similitud de especies entre los puntos de muestreo ubicados en los tributarios del río Tigre (Sector 1). Existe una alta similitud de especies entre los





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

puntos de muestreo ubicados en los tributarios de la quebrada Manchari (Sector 2). Por otro lado, en la quebrada Negra, sólo existió similitud de especies entre los dos (2) puntos de muestreo ubicados en el curso principal de la quebrada.

5.0 RECOMENDACIONES

- (xxix) Realizar estudios complementarios en áreas no intervenidas durante la presente evaluación ambiental, al ser de competencia de otras entidades del Gobierno Nacional, Regional y Local, que tienen a su cargo la función fiscalizadora directa de otros sectores
- (xxx) Remitir el presente informe a las siguientes entidades: (i) Dirección de Supervisión del OEFA, (ii) Ministerio del Ambiente (MINAM), (iii) Autoridad Nacional del Agua, (iv) Gobierno Regional de Loreto, (v) Municipalidad Provincial de Loreto, y (vi) Municipalidad Distrital de Trompeteros, (vii) Pacific Stratus Energy del Perú S.A., así como organizaciones indígenas como la (vii) Organización de Pueblos Indígenas Kichuas, Amazónicos Fronterizos del Perú y Ecuador (OPIKAPRE), (vii) Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDSESP) y (viii) Organización Nacional de Pueblos Indígenas del Oriente (ORPIO), para los fines correspondientes.



6.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agua y Sedimento

APHA-AWWA-WEF, "Standard Methods for the Examination of Waster and Wasterwater", American Public Health Association, Washington D.C., 21a ed., 2005. ISBN: 0-87553-047-8.

DECRETO SUPREMO N°023-2009-MINAM, que aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

DOMENECH, XAVIER AND PERAL, JOSE. *Química Ambiental De Sistemas Terrestres*. España: Editorial Reverte, S.A, 2006. 239 p. ISBN: 84-291-7906-2.

Evaluación Ambiental Territorial de las cuencas de los ríos Tigre-Pastaza de la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) publicado en marzo de 1998. URL: http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/publicaciones/evats/tig_past/pastaza.pdf. [Consulta: diciembre 2015].

Field Sampling Manual, for continuous monitoring and sampling of Air, Air-Emission, Water, Wastewater, Soil, Sediment and Microbiological Samples. Part A. Quality Control and Quality Assurance, British Columbia (B.C.) from Canada. January 2003. URL: http://www.env.gov.bc.ca/wsd/data_searches/field_sampling_manual/field_man_pdfs/part_a.pdf. [Consulta: diciembre 2015].

LI, YUNCONG and Migliaccio, Kati. *Water Quality Concepts, Sampling, and Analyses*. U.S: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2010. 323 p. ISBN: 978-1-4200-9266-0.

Methodology for the sampling of surface water, department of mines and energy, northern territory government from Australia, March 2009. URL: http://www.nt.gov.au/d/Minerals_Energy/index.cfm?header=Mining. [Consulta: diciembre 2015].

NOLET, LEO M.L., De Gelder, Leen S.P., *Handbook of Water Analysis*, U.S: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2014, 979 p. ISBN: 978-1-4398-8966-4.

Paleoambiente y paleocomunidades de la Formación Palo Pintado (Mioceno-Plioceno), Provincia de Salta, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Biológicas*, v. 28, núm. 1, 2011, p. 161-174, Fecha de Consulta: 11-12-15. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v28n1/v28n1a12.pdf>.

Procedimiento para el muestreo de aguas y sedimentos para determinación de metales, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, versión 01, 31 de enero de 2009. http://www.ambientalex.info/guias/IDEAM_PROTOCOLOS_MSFMETALES_PESADOS_EN_AGUAS_Y_SEDIMENTO_S.pdf. [Consulta: diciembre 2015].



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

Reporte Mensual de Conflictos Sociales N°.139 de la Defensoría del Pueblo publicado en setiembre de 2015, URL: <http://www.defensoria.gob.pe/conflictos-sociales/home.php>, [Consulta: diciembre 2015].

RESOLUCIÓN JEFATURAL N°202-2010-ANA, que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino-costeros.

RESOLUCIÓN JEFATURAL N°182-2011-ANA, que aprueba el Protocolo Nacional del Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

RICHARD G, LUTHY. *Bioavailability of Contaminants in Soils and Sediments. Process, Tools and application*. Washington, D.C.: NATIONAL ACADEMIES PRESS, 2003. 420 p. ISBN: 0-309-08625-6.

RIVERA M, Hugo. *Introducción a la Geoquímica General y Aplicada. N° 2 Edición*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2007. 476 p. ISBN: 001458-2004.

Stanley E. Manahan. *Introducción a la Química Ambiental*. MORA L. Ivette, México: Reverte Ediciones, S.A. de C.V., Julio 2007. 725 p. ISBN: 968-36-6707-4.

Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW846), EPA (Environmental Protection Agency), Chapter One – Quality Control, Update V, Revision 2, July 2014. URL: <http://www3.epa.gov/epawaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/chap1.pdf>, [Consulta: diciembre 2015].

USAID (1970). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado, Capitulo 8. Definición de llanura de inundación y evaluación del peligro de inundaciones, URL: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch13.htm>, [Consulta: diciembre 2015].

Hidrobiología

AMMER, Ø, Harper, D.A.T., Ryan, and P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

BASS D & T. CAVALIER-SMITH. 2009. Cercozoa. Version 22 March 2009 (under construction). <http://tolweb.org/Cercozoa/121187/2009.03.22> in The Tree of Life Web Project.

General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CODEX Stan 193-1995) Adopted in 1995. Revised in 1997, 2006, 2008 and 2009. Amended in 2010, 2012, 2013, 2014 and 2015.

GUIRY M.D. & GUIRY, G.M. 2015. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on November 2015.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. 2015. *ITIS*. World-wide electronic publication, <http://www.itis.gov/>; searched on November 2015.



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

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363-375.

MAGURRAN A.E. 2004. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Ediciones Vedra, Barcelona, España. 200pp.

MORENO, C.E. Y P. RODRÍGUEZ. 2010. A consistent terminology for quantifying species diversity. *Oecologia* 163: 279-282.

MORENO, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 249-1261.

ROSKOV Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Culham A., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds. (2015). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*, 15th February 2015. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

SIEMENSMA, F. J. 2015. *Microworld, world of amoeboid organisms*. World-wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands. <http://www.arcella.nl>; searched on November, 2015.

Tree of Life Web Project. 2009. Amoebozoa. Version 28 October 2009 (temporary). <http://tolweb.org/Amoebozoa/121165/2009.10.28> in The Tree of Life Web Project.

TUOMISTO, H. 2010. A Diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography* 33:2-22.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) Y WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). 2012. *Standard methods for examination of water and waste water*. 22nd ed. Washington: American Public Health Association, 1360 pp.

BAEV, P. Y PENEV, L. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 pp.

BATHURST, R.; ZORI, D. Y BYOCK, J. 2010. Diatoms as bioindicators of site use: locating turf structures from the Viking Age. *Journal of Archaeological Science*, 1(37), 29202928.

BELLINGER, E., Y SIGEE, D. 2010. *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators* (Vol. 1). Wiley-Blackwell. Hoboken, USA.

BROWER, J. Y ZAR, J. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.

CLARKE, K. Y WARWICK, R. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar Ecol Prog Ser* 216, 265-278.

GUIRY, M. y GUIRY, G. 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National



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

University of Ireland, Galway. URL: < <http://www.algaebase.org/>>, [Consulta: octubre, 2015].

HILL, M. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427-432.

JOST, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363-375.

MAGURRAN, A. 1988. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Vedral, Barcelona. 200 p.

MANGUIN, E. 1964. Contribution a la connaissance des diatomees des Andes du Perou. *Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle, nouvelle série, B*, 12(2):4-98.

MORENO, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.

MORENO, C. Y RODRÍGUEZ, P. 2010. A consistent terminology for quantifying species diversity? *Oecologia* 163:279–282.

MORENO, C.; BARRAGAN, F.; PINEDA, E. y PAVON, N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261.

PALMER, C. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. *Journal of Phycology*, 5: 78–82.

PEET, R. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5:285-307.

PINILLA, G. 2009. Producción primaria en un lago de aguas claras de la amazonía colombiana (lago Boa). *Acta Biológica Colombiana*, 14(2):21-30.

PRESCOTT, G. 1975. *Algae of the western Great Lakes area*. W.M.C. Brown Company Publishers. USA.

SAMANÉZ, I. 1979. Algas continentales del Perú II. Algas de Pucallpa y alrededores. *Serie de Divulgación No.10*, Museo de Historia Natural, UNMSM. 42 pp. y 115 figs.

STOERMER, E., Y SMOL, J. 2004. *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences (Vol. 2)*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

TUOMISTO, H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*, 33:2-22





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"

7.0 ANEXOS

A: Informes de Ensayo

B: Cadenas de Custodia

C: Registro Fotográfico.

D: Plano SIG.

E: Certificados de Acreditación del Laboratorio por INACAL.

F: Certificados de Calibración de Equipos.

G: Tabla de Resultados

