PERÚ | Ministerio del Ambiente

OEFA
ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

# INFORME DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO CHINCHAYCOCHA

COORDINACIÓN DE EVALUACIONES AMBIENTALES INTEGRALES

**DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN**

**Diciembre de 2015**

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
RECIBIDO
13 ENE. 2016
V°B° ..... 17:00
Firma .....

**INFORME N° 00035-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI**

A : **ADY ROSIN CHINCHAY TUESTA**
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental

DE : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Coordinador de Evaluaciones Ambientales Integrales

**EDGAR ALBERTO YSLA CEDEÑO**
Tercero Evaluador

**JEAN PIERRE BAZÁN ALGUIAR**
Tercero Evaluador

**DIBER ROLANDO SALDAÑA ALFARO**
Tercero Evaluador

**CARLOS FIDENCIO LLANOS VÁSQUEZ**
Tercero Evaluador

ASUNTO : Informe de Evaluación Ambiental del Lago Chinchaycocha, ejecutado durante el año 2015.

FECHA : Lima, 17 DIC 2015

2015-E01-043876

## I. INFORMACIÓN GENERAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a. | **Zona** | Lago Chinchaycocha y Delta del Upamayo. | | | | |
| b. | **Ámbito de influencia** | Distritos de Vicco y Ninacaca, provincia y departamento de Pasco, y distritos de Ondores, Carhuamayo y Junín, en la provincia y departamento de Junín | | | | |
| c. | **Problemática de la zona** | Presunta contaminación de la calidad del agua y sedimentos del lago Chinchaycocha por actividades antrópicas. | | | | |
| d. | **¿A pedido de qué se realizó la actividad?** | PLANEFA 2015 | | | | |
| e. | **¿Se realizó en el marco de un espacio de diálogo, mesa de diálogo o mesa de desarrollo?** | **SI** | | **NO** | X | |

## II. OBJETO

1. Evaluar el estado de la calidad ambiental del lago Chinchaycocha.

## III. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2. El análisis se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1 referido al Informe de Evaluación Ambiental del Lago Chinchaycocha, ejecutado durante el año 2015, que se adjunta y forma parte del presente Informe.

## IV. CONCLUSIÓN

3. Mediante el presente Informe, se recomienda la revisión y aprobación del "Informe de Evaluación Ambiental del Lago Chinchaycocha - 2015", que obra como anexo.

Atentamente,

**FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
**Coordinador de Evaluaciones Ambientales Integrales**
**Dirección de Evaluación**

**EDGAR ALBERTO YSLA CEDEÑO**
**Tercero Evaluador**
**Dirección de Evaluación**

**JEAN PIERRE BAZÁN ALGUIAR**
**Tercero Evaluador**
**Dirección de Evaluación**

**DIBER ROLANDO SALDAÑA ALFARO**
**Tercero Evaluador**
**Dirección de Evaluación**

**CARLOS FIDENCIO LLANOS VÁSQUEZ**
**Tercero Evaluador**
**Dirección de Evaluación**

Lima, 17 DIC. 2015

Visto el Informe N° 00035 -2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI y habiéndose verificado que se encuentra enmarcado dentro de la función evaluadora, así como su coherencia lógica; la Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,

**ADY ROSIN CHINCHAY TUESTA**
**Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental**
**Dirección de Evaluación**

Lima, 17 DIC. 2015

Visto el Informe N° 00035 -2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI, y en atención a la recomendación de la Coordinación de Evaluaciones Ambientales Integrales, así como de la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

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

## INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN ..... 6
1.1 Antecedentes ..... 7
1.2 Objetivos ..... 7
1.3 Alcance de la Evaluación ..... 8
1.4 Área de estudio ..... 11
2.0 MÉTODOS ..... 12
2.1 Etapa de precampo ..... 12
2.2 Etapa de campo ..... 12
2.3 Análisis de datos ..... 16
3.0 RESULTADOS Y ANÁLISIS ..... 23
3.1 Calidad de agua superficial ..... 23
3.2 Calidad de agua de fondo ..... 67
3.3 Calidad de sedimentos ..... 76
3.4 Hidrobiología ..... 100
4.0 CONCLUSIONES ..... 133
5.0 RECOMENDACIÓN ..... 135
6.0 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ..... 135
7.0 GLOSARIO ..... 135
8.0 ANEXOS ..... 137

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Puntos de muestreo en el lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo por componente ambiental evaluado durante el año 2015. ..... 9
Tabla 1-2: Coordenadas de los puntos de muestreo en el lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo durante el año 2015. ..... 11
Tabla 3-1: Resultados de los Parámetros in situ del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 23
Tabla 3-2: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 33
Tabla 3-3: Resultados de los Parámetros inorgánicos (metales totales) del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 45
Tabla 3-4: Resultados de los Pesticidas del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 65
Tabla 3-5: Resultados de los Parámetros inorgánicos obtenidos del fondo del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 67
Tabla 3-6: Resultados de los metales totales tomados de fondo del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 69
Tabla 3-7: Resultados de los Parámetros físico-químico y orgánicos en sedimentos del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 76
Tabla 3-8: Resultados de los Metales totales en sedimentos del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 78
Tabla 3-9: Riqueza de especies de fitoplancton en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 100
Tabla 3-10: Abundancia total de los Phyla de fitoplancton (organismos/ml) en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 102
Tabla 3-11: Índices de diversidad del fitoplancton en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 104
Tabla 3-12: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 106
Tabla 3-13: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad del fitoplancton de los meses evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 110
Tabla 3-14: Riqueza de especies del zooplancton en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 111
Tabla 3-15: Abundancia relativa de los Phyla de zooplancton (%) en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 113

EVALUACIONES AMBIENTALES · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 3-16: Índices de diversidad del zooplancton en el lago Chinchaycocha, 2015. ....115
Tabla 3-17: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ....118
Tabla 3-18: Riqueza de especies de macroinvertebrados bentónico en el lago Chinchaycocha, 2015. ....119
Tabla 3-19: Abundancia total de las clases no determinadas y órdenes de macroinvertebrados bentónicos (organismos/m2) en el lago Chinchaycocha, 2015. ....121
Tabla 3-20: Índices de diversidad de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ....124
Tabla 3-21: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ....126
Tabla 3-22: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los meses evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015. ....128
Tabla 3-23: Riqueza de especies de peces en el lago Chinchaycocha, 2015. ....128
Tabla 3-24: Abundancia total de órdenes de peces (individuos totales) en el lago Chinchaycocha, 2015. ....129
Tabla 3-25: Longitud estándar y peso máximo y mínimo de los peces registrados en el lago Chinchaycocha, 2015. ....131
Tabla 3-26: Índices de diversidad de peces en el lago Chinchaycocha, 2015. ....131
Tabla 3-27: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ....132

EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1Resultados de pH del lago Chinchaycocha, 2015. ....26
Gráfico 3-2: Distribución espacial de los niveles pH en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ....27
Gráfico 3-3: Distribución espacial de los niveles de temperatura en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ....28
Gráfico 3-4: Resultados de oxígeno disuelto del lago Chinchaycocha, 2015. ....30
Gráfico 3-5: Distribución espacial de las concentraciones de oxígeno disuelto en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ....31
Gráfico 3-6: Resultados de sólidos totales suspendidos evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....37
Gráfico 3-7: Resultados de fosfatos, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....39
Gráfico 3-8: Resultados de nitrógeno amoniacal, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....40
Gráfico 3-9: Distribución espacial de las concentraciones de nitrógeno amoniacal en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ....41
Gráfico 3-10: Resultados de coliformes termotolerantes, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....43
Gráfico 3-11: Resultados de coliformes totales, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....44
Gráfico 3-12: Resultados de arsénico (As) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....49
Gráfico 3-13: Distribución espacial de las concentraciones de arsénico (As) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ....50
Gráfico 3-14: Resultados de bario (Ba) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....51
Gráfico 3-15: Resultados de cadmio (Cd) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....52
Gráfico 3-16: Resultados de cobre (Cu) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ....53
Gráfico 3-17: Distribución espacial de las concentraciones de cobre (Cu) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ....54

Gráfico 3-18: Resultados de mercurio (Hg) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 57
Gráfico 3-19: Distribución espacial de las concentraciones de mercurio (Hg) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 58
Gráfico 3-20: Resultados de níquel (Ni) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 59
Gráfico 3-21: Resultados de plomo (Pb) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 60
Gráfico 3-22: Distribución espacial de las concentraciones de plomo (Pb) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 61
Gráfico 3-23: Resultados de zinc (Zn) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015. ..... 62
Gráfico 3-24: Distribución espacial de las concentraciones de zinc (Zn) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 63
Gráfico 3-25: Resultados de arsénico (As) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 71
Gráfico 3-26: Resultados de bario (Ba) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 72
Gráfico 3-27: Resultados de cobre (Cu) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 73
Gráfico 3-28: Resultados de zinc (Zn) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 75
Gráfico 3-29: Resultados de arsénico (As) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 83
Gráfico 3-30: Distribución espacial de las concentraciones de arsénico (As) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 84
Gráfico 3-31: Resultados de cadmio (Cd) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 85
Gráfico 3-32: Distribución espacial de las concentraciones de cadmio (Cd) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 86
Gráfico 3-33: Distribución espacial de las concentraciones de cobre (Cu) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 90
Gráfico 3-34: Resultados de plomo (Pb) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 92
Gráfico 3-35: Distribución espacial de las concentraciones de plomo (Pb) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 93
Gráfico 3-36: Resultados de zinc (Zn) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 96
Gráfico 3-37: Distribución espacial de las concentraciones de zinc (Zn) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 97
Gráfico 3-38: Distribución espacial de las concentraciones de Cobre (Cu) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015. ..... 99
Gráfico 3-39: Riqueza específica de los Phyla de fitoplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 101
Gráfico 3-40: Abundancias relativas de los Phyla de fitoplancton en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 102
Gráfico 3-41: Índice de Equidad de Hill del fitoplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 105
Gráfico 3-42: Cluster de similaridad de Bray-Curtis del fitoplancton por punto de muestreo de los tres meses de evaluación en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 109
Gráfico 3-43: Riqueza específica de los Phyla de zooplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha. ..... 112
Gráfico 3-44: Abundancias relativas de los Phyla de zooplancton en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 113
Gráfico 3-45: Índice de Equidad de Hill del zooplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 117
Gráfico 3-46: Riqueza específica de las clases no determinadas y órdenes del macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. ..... 120

EVALUACIONES AMBIENTALES
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Gráfico 3-47: Abundancias relativas de las clases no determinadas y los órdenes de macroinvertebrados bentónicos en el lago Chinchaycocha, 2015.....121
Gráfico 3-48: Cluster de similaridad de Bray-Curtis en macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de los tres meses de evaluación en el lago Chinchaycocha, 2015. .....127
Gráfico 3-49: Riqueza de especies de los órdenes de peces por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, Setiembre 2015. .....129
Gráfico 3-50: Abundancias de los órdenes de peces en el lago Chinchaycocha, Setiembre 2015.....130
Gráfico 3-51: Índice de Equidad de Hill de peces por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015. .....132

EVALUACIONES AMBIENTALES
V°B°
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

## 1.0 INTRODUCCIÓN

1. El lago Chinchaycocha[1], también conocido como lago Junín, forma parte de la Reserva Nacional de Junín y está situado en los andes centrales del Perú, específicamente en las pampas de Junín o altiplano de Bombón, perteneciente a los distritos de Ondores, Junín y Carhuamayo de la provincia y departamento de Junín, así como en los distritos de Vicco y Ninacaca en la provincia y departamento de Pasco.

2. Este lago constituye un ecosistema frágil[2] de paisaje alto-andino (o puna) y cuenta con una diversidad biológica específica como el pajonal denso de altura y los humedales altoandinos, que son hábitat de especies de flora y fauna particulares. Sin embargo, el lago Chinchaycocha ha sido sometido a una fuerte presión antrópica por la extracción de sus recursos naturales, contaminación por relaves mineros y disposición de aguas servidas de los poblados y ciudades aledañas.

3. Debido al estado situacional del lago Chinchaycocha, el Organisos de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante el OEFA) a través de su Plan de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2015 (en adelante PLANEFA) ejecutó acciones en la cuenca del río Mantaro, siendo el lago Chinchaycocha un componente de la cuenca, se consideró realizar un análisis más específico y profundo, cuyo objetivo principal fue evaluar el estado de la calidad ambiental en el ámbito del lago en mención, con el fin de identificar las posibles fuentes de contaminación que lo afectan.

4. El presente informe detalla los monitoreos ambientales de agua superficial, sedimento e hidrobiológico[3] realizados durante los meses de marzo, junio y setiembre. Dichos monitoreos, se realizaron en el ámbito del lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo; los cuales fueron programados en el marco del Plan de Evaluación Ambiental en el lago Chinchaycocha 2015.

5. En los reportes de los monitoreos de agua superficial, se identificó la presencia de metales totales en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo; los metales que superaron los estándares de calidad ambiental establecidos en el D.S. N° 002-2008-MINAM (ECA para agua - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – lagunas y lagos), fueron: arsénico (As), plomo (Pb), cobre (Cu) y zinc (Zn).

6. En los reportes de sedimentos, tanto en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo, se registraron concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), mercurio (Hg), plomo (Pb) y zinc (Zn) que superaron la normativa internacional[4] utilizada con un

---

1 Chinchaycocha: Cocha significa lago o laguna, Chinchay significa "gato andino", divinidad de los Pumpush (Antiguos pobladores del altiplano de Junín), el nombre de Chinchaycocha también significa Lago del Norte al derivarse de la división política del Tahuantinsuyo (Chinchaysuyo).

2 Conforme a lo señalado en el inciso 99.1 del Artículo 99° de la Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente; la cual establece lo siguiente:
**Art. 99°: De los ecosistemas frágiles:**
99.1 En el ejercicio de sus funciones, las autoridades públicas adoptan medidas de protección especial para los ecosistemas frágiles, tomando en cuenta sus características y recursos singulares; y su relación con condiciones climáticas especiales y con los desastres naturales.

3 Se entiende por monitoreo hidrobiológico al estudio y análisis de organismos planctónicos y comunidades ícticas en agua y macroinvertebrados bentónicos en sedimentos.

4 En sus directrices:
- ISQG (Interim Sediment Quality Guideline), Estándar interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso.
- PEL (Probable Effect Level), Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

enfoque de diagnóstico referencial (Canadian Environmental Quality Guidelines – CEQG).

7. Las comunidades de fitoplancton y zooplancton de las tres evaluaciones estuvo dominado por las diatomeas y rotíferos respectivamente; los macroinvertebrados bentónicos de las tres evaluaciones estuvo dominado por una asociación de anfípodos, caracoles y larvas de insectos y en la comunidad íctica evaluada únicamente en el mes de setiembre estuvo dominada por Orestias, con un bajo índice de diversidad verdadera.

8. Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente informe, servirán de insumo para las acciones de supervisión de la Dirección de Supervisión del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

## 1.1 Antecedentes

9. Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 048-2014-OEFA/CD, publicada el 01 de enero de 2015 en el diario oficial El Peruano, se aprobó el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, PLANEFA) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, OEFA) correspondiente al año 2015, en el cual se señala que, como parte de la función evaluadora, el OEFA efectúa el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas directamente, a través de estudios ambientales especializados y monitoreos sistematizados de componentes ambientales.

10. En ese sentido, el OEFA consideró de prioridad efectuar una evaluación ambiental de la cuenca del río Mantaro, dado que en ella se desarrollan importantes actividades económicas productivas que podrían estar generando algún impacto en el área de la cuenca.

11. Mediante el Informe N° 065-2015-OEFA/DE-SDCA se aprobó el Plan de Evaluación Ambiental Integral de la cuenca del río Mantaro, el cual comprendía, entre otros, la evaluación de la calidad ambiental del lago Chinchaycocha como parte de la referida cuenca.

12. Mediante Informe N° 068-2015-OEFA/DE-SDCA se aprobó el Plan de Evaluación Ambiental Integral en el lago Chinchaycocha, el que peritirá realizar acciones de evaluación para la calidad de agua, sedimento e hidrobiología. El Plan de Evaluación Ambiental Integral detalla las actividades a desarrollar, así como el cronograma de ejecución.

13. Los profesionales de la Dirección de Evaluación realizaron tres (03) salidas de campo para evaluar la calidad de agua, sedimentos e hidrobiología del lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo en las siguientes fechas: la primera salida del 19 al 31 de marzo, la segunda del 13 al 19 de junio y la última del 11 al 18 de setiembre de 2015.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

14. Evaluar el estado de la calidad ambiental del lago Chinchaycocha,a fin de identificar las posibles fuentes de contaminación originados por las diferentes actividades antropénicas.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

15. Evaluar la calidad ambiental del agua y sedimento del lago Chinchaycocha mediante la determinación de los niveles de contaminación de los agentes fisicoquímicos y biológicos.

16. Identificar las posibles fuentes contaminantes antropogénicas y/o naturales; para así poder determinar sus posibles impactos al lago Chinchaycocha.

## 1.3 Alcance de la Evaluación

17. La evaluación ambiental del lago Chinchaycocha abarcó además el Delta Upamayo, y se realizó en tres (03) salidas de campo: marzo, junio y setiembre del año 2015 . Los componentes ambientales evaluados fueron agua, sedimento e hidrobiología (plancton, bentos y peces).

18. Mediante el presente estudio se busca evaluar aquellos componentes del lago Chinchaycocha que podrían verse influenciados por actividades cuya fiscalización son de competencia directa del OEFA[5].

19. En la Tabla 1-1 se especifican los códigos de los puntos de muestreo por cada componente ambiental evaluado, en cada una de las salidas de campo.

[5] **Reglamento de la Ley Nº 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.

**Tabla 1-1: Puntos de muestreo en el lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo por componente ambiental evaluado durante el año 2015.**

| Zona Evaluada | Código del Punto de Muestreo | Primera Evaluación Marzo de 2015 | | | | | Segunda Evaluación Junio de 2015 | | | | | Tercera Evaluación Setiembre de 2015 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fecha | Agua Continental | | Sedimento | Hidrobiología | Fecha | Agua Continental | | Sedimento | Hidrobiología | Fecha | Agua Continental | | Sedimento | Hidrobiología |
| | | | S | F | | | | S | F | | | | S | F | | |
| Lago Chinchaycocha | PM-01 | 22/03/2015 | X | | X | X | NE | | | | X | NE | | | | X |
| | PM-02 | 23/03/2015 | X | | X | X | NE | | | | X | NE | | | | X |
| | LCH-03 | NE | | | | | 14/06/2015 | X | | | X | 12/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-04 | NE | | | | | 14/06/2015 | X | | | X | 17/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-05 | NE | | | | | 14/06/2015 | X | | | X | 17/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-06 | NE | | | | | 17/06/2015 | X | | | X | NE | | | | |
| | LCH-07 | NE | | | | | 17/06/2015 | X | | | X | 17/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-08 | NE | | | | | 17/06/2015 | X | | | X | 17/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-09 | NE | | | | | 17/06/2015 | X | | | X | 13/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-10 | NE | | | | | 17/06/2015 | X | | | X | 13/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-11 | NE | | | | | 16/06/2015 | X | | | X | 13/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-12 | NE | | | | | 17/06/2015 | X | | | X | 16/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-13 | NE | | | | | 16/06/2015 | X | X | | X | 16/09/2015 | X | X | | X |
| | LCH-14 | NE | | | | | 16/06/2015 | X | | | X | 16/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-15 | NE | | | | | 16/06/2015 | X | | | X | 16/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-16 | NE | | | | | 15/06/2015 | X | X | | X | 16/09/2015 | X | X | | X |
| | LCH-17 | NE | | | | | 15/06/2015 | X | X | | X | 14/09/2015 | X | X | | X |
| | LCH-18 | NE | | | | | 15/06/2015 | X | | | X | 15/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-19 | NE | | | | | 15/06/2015 | X | X | | X | 15/09/2015 | X | X | | X |
| | LCH-20 | NE | | | | | 15/06/2015 | X | X | | X | 14/09/2015 | X | X | | X |
| | LCH-21 | NE | | | | | 16/06/2015 | X | | | X | 15/09/2015 | X | | | X |
| | LCH-22 | NE | | | | | 16/06/2015 | X | X | | X | 15/09/2015 | X | X | | X |
| | SCH-03 | NE | | | | | 14/06/2015 | | | X | X | 12/09/2015 | | | X | X |

EVALUACIONES AMBIENTALES V.B. DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

| Zona Evaluada | Código del Punto de Muestreo | Primera Evaluación Marzo de 2015 | | | | | Segunda Evaluación Junio de 2015 | | | | | Tercera Evaluación Setiembre de 2015 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fecha | Agua Continental | | Sedimento | Hidrobiología | Fecha | Agua Continental | | Sedimento | Hidrobiología | Fecha | Agua Continental | | Sedimento | Hidrobiología |
| | | | S | F | | | | S | F | | | | S | F | | |
| | SCH-04 | NE | | | | | 14/06/2015 | | | X | X | 17/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-05 | NE | | | | | 14/06/2015 | | | X | X | 17/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-06 | NE | | | | | 17/06/2015 | | | X | X | NE | | | | |
| | SCH-07 | NE | | | | | 17/06/2015 | | | X | X | 17/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-08 | NE | | | | | 17/06/2015 | | | X | X | 17/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-09 | NE | | | | | 17/06/2015 | | | X | X | 13/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-10 | NE | | | | | 17/06/2015 | | | X | X | 13/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-11 | NE | | | | | 16/06/2015 | | | X | X | 13/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-12 | NE | | | | | 17/06/2015 | | | X | X | 16/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-13 | NE | | | | | 16/06/2015 | | | X | X | 16/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-14 | NE | | | | | 16/06/2015 | | | X | X | 16/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-15 | NE | | | | | 16/06/2015 | | | X | X | 16/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-16 | NE | | | | | 15/06/2015 | | | X | X | 16/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-17 | NE | | | | | 15/06/2015 | | | X | X | 14/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-18 | NE | | | | | 15/06/2015 | | | X | X | 15/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-19 | NE | | | | | 15/06/2015 | | | X | X | 15/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-20 | NE | | | | | 15/06/2015 | | | X | X | 14/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-21 | NE | | | | | 16/06/2015 | | | X | X | 15/09/2015 | | | X | X |
| | SCH-22 | NE | | | | | 16/06/2015 | | | X | X | 15/09/2015 | | | X | X |
| Delta Upamayo | PM-03 | 22/03/2015 | X | | X | X | NE | | | | | NE | | | | |
| | LCH-01 | NE | | | | | 14/06/2015 | X | | | X | 12/09/2015 | X | | | X |
| | SCH-01 | NE | | | | | 14/06/2015 | | | X | X | 12/09/2015 | | | X | X |

S: Superficie; F: Fondo; NE: Punto de muestreo no evaluado.
Fuente: Elaboración Propia.

## 1.4 Área de estudio

20. La evaluación ambiental materia del presente informe se desarrolló en el lago Chinchaycocha o denominado también lago Junín, ubicado en los distritos de Vicco y Ninacaca, en la provincia y departamento de Pasco; y en los distritos de Ondores, Carhuamayo y Junín, en la provincia y departamento de Junín, al noreste de las pampas de Junín (o meseta de bombón), en la sierra central del Perú, a una altitud de aproximadamente 4080 msnm, siendo el de mayor altitud en el territorio nacional.

21. El lago materia de estudio tiene una superficie aproximada de 53 000 ha y es el segundo en importancia después del lago Titicaca. Asimismo, conforma un sistema hidrográfico importante que es alimentado por 12 ríos y 20 arroyos[6]. Al descargar hacia el noroeste, da origen al río Mantaro, que constituye uno de los principales tributarios andinos de la cuenca amazónica.

22. La ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad ambiental en el lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo se establecieron de acuerdo a la descripción especificada en la Tabla 1-2. Ver Anexo F: Mapas.

**Tabla 1-2: Ubicación de los puntos de muestreo en el lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo durante el año 2015.**

| Zona Evaluada | Código del Punto de Muestreo | | Coordenadas UTM – Datum WGS 84 Zona 18L | | Altitud (msnm) | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Agua Continental | Sedimento e Hidrobiología | Este | Norte | | |
| Lago Chinchaycocha | PM-01 | - | 389 033 | 8 781 308 | 4 087 | Orilla sureste del lago. |
| | PM-02 | - | 378 214 | 8 781 737 | 4 085 | Centro del lago. |
| | LCH-03 | SCH-03 | 361 882 | 8 792 488 | 4 094 | Puente Upamayo. |
| | LCH-04 | SCH-04 | 363 261 | 8 791 409 | 4 095 | A 2 km al sureste de LCH-3. |
| | LCH-05 | SCH-05 | 364 734 | 8 788 631 | 4 094 | A 2,5 km al norte del poblado de Parí. |
| | LCH-06 | SCH-06 | 366 827 | 8 791 166 | 4 096 | A 3,5 km al noreste de LCH-5. |
| | LCH-07 | SCH-07 | 366 620 | 8 786 931 | 4 095 | A 1,5 km al sureste del poblado de Parí. |
| | LCH-08 | SCH-08 | 368 426 | 8 786 828 | 4 096 | A 4 km al este del poblado de Parí. |
| | LCH-09 | SCH-09 | 369 739 | 8 783 547 | 4 095 | A 4 km del punto LCH-7, a 5,5 km al sureste del poblado de Parí. |
| | LCH-10 | SCH-10 | 371 315 | 8 785 872 | 4 098 | A 5,5 km al este del punto LCH-7. |
| | LCH-11 | SCH-11 | 375 237 | 8 787 049 | 4 097 | A 6 km al este del punto LCH-8. |
| | LCH-12 | SCH-12 | 371 224 | 8 782 347 | 4 096 | A 3,5 km al sureste del punto LCH-9. |
| | LCH-13 | SCH-13 | 374 950 | 8 784 338 | 4 095 | A 6 km al este del punto LCH-9. |

[6] Plan de Manejo Ambiental Sostenible del Lago Chinchaycocha 2012-2016, aprobado mediante R.M. N° 002-2012-MINAM.

| Zona Evaluada | Código del Punto de Muestreo | | Coordenadas UTM – Datum WGS 84 Zona 18L | | Altitud (msnm) | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Agua Continental | Sedimento e Hidrobiología | Este | Norte | | |
| | LCH-14 | SCH-14 | 377 162 | 8 786 638 | 4 098 | A 5 km al noreste del punto LCH-13. |
| | LCH-15 | SCH-15 | 373 653 | 8 778 754 | 4 097 | A 4,5 km al norte del poblado de Ondores. |
| | LCH-16 | SCH-16 | 378 271 | 8 782 113 | 4 096 | Al centro del lago, a 5,5 km del punto LCH-15. |
| | LCH-17 | SCH-17 | 382 203 | 8 786 050 | 4 098 | A 7 km al noroeste del poblado de Huayre. |
| | LCH-18 | SCH-18 | 376 643 | 8 777 229 | 4 098 | A 2 km al noreste del poblado de Ondores. |
| | LCH-19 | SCH-19 | 381 064 | 8 779 210 | 4 097 | A 8 km del poblado de Ondores, al centro del lago. |
| | LCH-20 | SCH-20 | 384 773 | 8 782 703 | 4 098 | A 4,5 km al oeste del poblado de Huayre. |
| | LCH-21 | SCH-21 | 380 814 | 8 774 844 | 4 099 | A 6 km al este del poblado de Ondores. |
| | LCH-22 | SCH-22 | 384 939 | 8 777 551 | 4 099 | A 7,5 km al suroeste del poblado de Huayre. |
| Delta Upamayo | PM-03 | - | 361 916 | 8 792 456 | 4 089 | Puente del lado norte del lago. |
| | LCH-01 | SCH-01 | 360 352 | 8 792 732 | 4 092 | A 0,7 km de la represa Upamayo. |

Fuente: Elaboración Propia.

EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

## 2.0 MÉTODOS

### 2.1 Etapa de precampo

23. El trabajo de precampo incluyó el análisis y sistematización de la información relevante relacionada con los objetivos del presente informe, así como la respectiva planificación, coordinaciones, elaboración de cronograma de actividades y plan de trabajo.

### 2.2 Etapa de campo

24. La primera evaluación se realizó del 19 al 31 de marzo de 2015; época de avenida, en donde se evaluaron tres (03) puntos de muestreo.

25. La evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado en la Tabla 2-1.

**Tabla 2-1: Equipo técnico que participó de la primera evaluación – Marzo 2015.**

| Evaluador | Especialidad | Institución |
|---|---|---|
| Carlos Scotto Espinoza | Biólogo | Dirección de Evaluación del OEFA |
| Omar Orahulio Soto | Ing. Ambiental | |
| Darwin Valcárcel Rojas | Biólogo | |
| Víctor Montesinos Calle | Bach. Ing. Ambiental | |

Fuente: Elaboración propia.

26. La segunda evaluación se realizó del 13 al 19 de junio de 2015, en donde se evaluaron 21 puntos de muestreo.

27. Dicha evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado en la Tabla 2-2.

**Tabla 2-2: Equipo técnico que participó de la segunda evaluación – Junio 2015.**

| Evaluador | Especialidad | Institución |
|---|---|---|
| Edgar Ysla Cedeño | Biólogo | Dirección de Evaluación del OEFA |
| Julio Monzón Anticona | Biólogo | |
| Saúl Aldave Agüero | Biólogo | |
| Jean Pierre Bazán Alguiar | Bach. Ing. Agrícola | |

Fuente: Elaboración propia.

28. Asimismo la tercera evaluación se realizó del 11 al 18 de setiembre de 2015; época de estiaje, en donde se evaluaron 21 puntos de muestreo.

29. En esta ocasión la evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado en la Tabla 2-3.

**Tabla 2-3: Equipo técnico que participó de la tercera evaluación – Setiembre 2015.**

| Evaluador | Especialidad | Institución |
|---|---|---|
| Edgar Ysla Cedeño | Biólogo | Dirección de Evaluación del OEFA |
| Rolando Saldaña Alfaro | Biólogo | |
| Jean Pierre Bazán Alguiar | Bach. Ing. Agrícola | |
| Carlos Llano Vásquez | Biólogo | |

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.1 Calidad de agua

30. Las evaluaciones se realizaron siguiendo los procedimientos establecidos en el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial" (aprobado con Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA), cuyo protocolo contiene los procedimientos para la conservación y preservación de muestras de los laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

31. Los laboratorios responsables de los análisis del presente componente fueron Inspectorate Services Perú S.A.C., AGQ Perú S.A.C., Enviromental Testing Laboratory S.A.C. y NSF Envirolab S.A.C.

**Parámetros evaluados**

32. La temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto fueron registrados en campo usando un equipo Multiparámetro HACH Modelo HQ40d. Este equipo fue previamente calibrado en un laboratorio acreditado por Instituto Nacional de Calidad (INACAL), cuyas características se detallan en el Tabla 2-4.

**Tabla 2-4: Características del equipo usado en la evaluación de campo para la Calidad de Agua.**

| Equipo | Parámetros | Unidad | Rango o Límite de Detección |
|---|---|---|---|
| Multiparámetro portátil HACH HQ40d | Temperatura | °C | -10 a 55 |
| | pH | Unidades de pH | 0 a 14 |
| | Conductividad Eléctrica (CE) | µS/cm | 0 -19,99 |
| | Oxígeno Disuelto (OD) | mg/L | 0 – 19,99 |

Fuente: Elaboración propia.

33. Los parámetros analizados por el el laboratorio se detallan en la Tabla 2-5.

**Tabla 2-5: Parámetros de calidad de agua analizados por el laboratorio.**

| Matriz | Parámetro |
|---|---|
| Agua superficial | Cromo Hexavalente |
| | Metales Totales por ICP |
| | Mercurio Total |
| | Sulfuros |
| | Sulfatos |
| | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) |
| | Demanda Química de Oxígeno (DQO) |
| | Nitrógeno Total |
| | Coliformes Totales |
| | Coliformes Fecales o Termotolerantes |
| | Aceites y Grasas |
| | Sólidos Suspendidos Totales |
| | Sólidos Disueltos Totales |
| | Cianuro Libre |
| | Cianuro Wad |
| | Nitritos |
| | Nitratos |
| | Nitrógeno Amoniacal |
| | Silicato |
| | Surfactantes Aniónicos (SAAM) |
| | Fosfatos |
| | Pesticidas Organoclorados |
| | Pesticidas Organofosforados |

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2 Calidad de sedimentos

34. La toma de muestras de sedimentos se realizó de acuerdo al "Procedimiento para Muestreo de Aguas y Sedimentos para Determinación de Metales" del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia y los procedimientos para la conservación y preservación de muestras de los laboratorios acreditados

ante el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (en adelante, INACAL).

35. Los laboratorios responsables de los análisis del presente componente fueron Enviromental Testing Laboratory S.A.C. y AGQ Perú S.A.C.

**Parámetros evaluados**

36. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio se detallan en la Tabla 2-6.

**Tabla 2-6: Parámetros de calidad de sedimentos, analizados por el laboratorio.**

| Matriz | Parámetro |
|---|---|
| Sedimentos | Materia Orgánica |
| | Metales Totales por ICP |
| | Mercurio Total |
| | pH en pasta |
| | Potencial Rédox |
| | Nitrógeno Orgánico |

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3 Hidrobiología

37. Durante la evaluación se colectaron muestras de plancton, macroinvertebrados bentónicos y peces, siguiendo la metodología estandarizada según la publicación "Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú" (UNMSM-MHN, 2014). A continuación, se detalla la metodología aplicada:

**Método de Evaluación de Plancton**

38. Las muestras de fitoplancton se tomaron directamente en un frasco de polietileno de 1000 mL de capacidad. En el caso del zooplancton se filtraron 40 L de agua en una red de plancton estándar de 20 µm y el volumen concentrado fue vertido en un frasco de polietileno de 250 mL de capacidad. Las muestras colectadas fueron almacenadas, etiquetadas y preservadas con solución de formol al 4% para su posterior análisis.

**Método de Evaluación de Macroinvertebrados Bentónicos**

39. Se utilizó una draga de 0,05 $m^2$ de área para la colecta de muestras, considerando un número tres réplicas por punto de muestreo. Se procedió a la remoción y lavado de sustratos (piedras, troncos u hojarasca). Seguidamente la muestra fue trasvasada a recipientes previamente rotulados, la fijación se hizo con etanol de 70°, de acuerdo al protocolo del laboratorio.

**Métodos de colecta de peces**

40. **Métodos de colecta activos:** Se aplicó el arte de pesca con atarraya en los puntos de muestreo menos profundos del lago Chinchaycocha. Las dimensiones de la atarraya fueron de 3 m de diámetro, 3,5 m de largo con 10 mm de abertura, realizándose 10 lances por estación. Los ejemplares colectados fueron fijados inmediatamente en formol al 10% por un periodo de 48 horas como mínimo. Una vez fijadas las muestras en formol, fueron preservadas en alcohol al 70% envolviéndose cada uno de los individuos colectados en gasa con fines de no

maltratar sus escamas y aletas, así como para mantenerlas humedecidas. Finalmente se etiquetaron las muestras con datos del punto de muestreo (nombre del hábitat, código de campo, fecha y nombre colector) para su posterior traslado e identificación taxonómica en el Museo de Historia Natural, Departamento de Ictiología.

41. **Métodos de colecta pasivos:** Se emplearon redes trasmallo en el espacio navegable del Lago Chinchaycocha, definiéndose estratégicamente seis (06) puntos de muestreo con hábitat potenciales para refugio de peces, zonas con vegetación sumergida, raíces, etc. Las dimensiones de la red trasmallo fueron de 20 x 3 m con aberturas de malla de 3", 6" y 9", colocándose dos redes por punto de muestreo, asegurando los extremos en las orillas. Las redes se dejaron por 24 horas, revisándose en lo posible cada 3 horas para evitar el accionar de depredadores y consecuentemente la pérdida de muestras o la ruptura de las redes. Los ejemplares colectados fueron fijados inmediatamente en formol al 10% por un periodo de 48 horas como mínimo. Una vez fijadas las muestras en formol, fueron preservadas en alcohol al 70% envolviéndose cada uno de los individuos colectados en gasa con fines de no maltratar sus escamas y aletas, así como para mantenerlas humedecidas. Finalmente se etiquetaron las muestras con datos del punto de muestreo (nombre del hábitat, código de campo, fecha y nombre colector) para su posterior traslado e identificación taxonómica en el Museo de Historia Natural, Departamento de Ictiología.

### Parámetros evaluados

42. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio se muestran en la Tabla 2-7.

**Tabla 2-7: Parámetros en hidrobiología analizados por el laboratorio.**

| Matriz | Parámetro |
|---|---|
| Biológica | Fitoplancton |
| | Zooplancton |
| | Macroinvertebrados bentónicos |
| | Peces |

Fuente: Elaboración propia.

## 2.3 Análisis de datos

43. A partir de los resultados proporcionados por los laboratorios, se analizó cada parámetro conforme al siguiente detalle:

### 2.3.1 Calidad de agua

44. Los parámetros analíticos y métodos de referencia determinados en laboratorio se realizaron de acuerdo a los procedimientos especificados en la Tabla 2-8.

**Tabla 2-8: Método de análisis por parámetro en agua, utilizados por el laboratorio.**

| Parámetro | Método de Referencia |
|---|---|
| Cromo Hexavalente | SM 3500 Cr – B. Chromium Colorimetric Method. |
| Metales Totales por ICP | EPA[7]-Method 200.7 |
| Mercurio Total | Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry. |
| Sulfuros | SM 4500 S – D. Determination of Sulfide Methylene Blue Method. |
| Sulfatos | SM 4500 - SO4 - E. Turbidimetric Method. |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | SM[1] 5210 B Biochemical Oxigen Demand, 5 Days. |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | EPA 410.2 1999 Chemical Oxygen Demand, Tritrimetric Low-Level |
| Nitrógeno Total | HACH[8] 8075 Ed. 7. Nitrog Orgánico Total – Kjeldahl. |
| Coliformes Totales | SM 9221 B. Total Fermentation Technique. |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | SM 9221 E. Fecal Coliform Procedure. |
| Aceites y Grasas | SM 5520-B. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method. |
| Sólidos Suspendidos Totales | SM 2540D. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C. |
| Sólidos Disueltos Totales | EPA 160.1 1999 Residue, Filterable (Gravimetric, Dried at 180 °C) |
| Cianuro Libre | SM 4500 CN-J. Cyanogen Chloride – Colorimetric Method. |
| Cianuro Wad | SM4500 CN-I,E/EPA 335.4. Weak Acid Dissocciable Cyanide – Colorimetric Method. |
| Nitritos | SM 4500-NO2 – B. Colorimetric Method. |
| Nitratos | SM 4500-NO3 - B. Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. |
| Nitrógeno Amoniacal | SM 4500-NH3 F. Phenate Method. |
| Silicato | EPA 200.7 Rev4.4 |
| Surfactantes Aniónicos (SAAM) | SM 5540 C. Anionic Surfactants as MBAS. |
| Fosfatos | SM 4500-P E. Ascorbic Acid Method. |
| Pesticidas Organoclorados | EPA[2] Method 8081B Rev. 2, Feb. 2007 Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography. |
| Pesticidas Organofosforados | EPA Method 8270D Rev. 4, Feb. 2007 Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS). |

Fuente: Informe de Ensayo con Valor Oficial N° 32788L/15-MA, N° 99012L/15-MA-MB, N° 99348L/15-MA-MB, N° 99014L/15-MA-MB, N° 99292L/15-MA-MB, N° 99087L/15-MA-MB y N° 99218L/15-MA-MB - INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C.
N° de Referencia: A-15/11831, A-15/11833, A-15/11834 – AGQ Perú S.A.C.
Informe de Ensayo con Valor Oficial N°151503, 151504, 151505, 151515, 151516, 151517, 151518, 151547, 151548, 151549, 151493, 151494 - Enviromental Testing Laboratory S.A.C.
Informe de Ensayo N° J-00184521, N° J-00185183, N° J-00184535, N° J-00184971, N° J-00184559 y N° J-00184977– NSF ENVIROLAB S.A.C.

45. El Perú cuenta con Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua los cuales fueron aprobados a través del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM (en adelante, ECA para Agua).

[7] "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.
[8] "HACH": Water Analysis Handbook.

46. De acuerdo a lo establecido en el Anexo N° 1 "Clasificación de Cuerpos de Aguas Superficiales y Marino - Costeras" de la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, los resultados reportados por el laboratorio de las muestras obtenidas del lago Chinchaycocha, fueron comparados con los ECA para Agua en la Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos). Ver Tabla 2-9.

**Tabla 2-9: Parámetros de agua según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático: Lagunas y Lagos.**

| PARAMETROS (mg/L) | D.S. N° 002-2008-MINAM ECA-Agua Cat. 4: Conservación del Ambiente Acuático Lagunas y Lagos |
|---|---|
| **Fisicoquímicos e Inorgánicos** | |
| pH | **6,5 – 8,5 unidades** |
| Oxígeno Disuelto | **≥ 5** |
| Solidos Totales Disueltos | **500** |
| Solidos Totales Suspendidos | **≤25** |
| Aceites y Grasas | **Ausencia de película visible** |
| Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO) | **<5** |
| Cianuro Libre | **0,022** |
| Fosfatos | **0,4** |
| Nitrógeno Amoniacal | **<0,02** |
| Nitratos (N-$NO_3$) | **5** |
| Nitrógeno Total | **1,6** |
| Cromo Hexavalente | **0,05** |
| **Metales Totales (mg/L)** | |
| Níquel | **0,025** |
| Cobre | **0,02** |
| Zinc | **0,03** |
| Arsénico | **0,01** |
| Cadmio | **0,004** |
| Bario | **0,7** |
| Mercurio | **0,0001** |
| Plomo | **0,001** |
| **Parámetro orgánicos (NMP/100 mL)** | |
| Coliformes Termotolerantes | **1 000** |
| Coliformes Totales | **2 000** |

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008- MINAM.

### 2.3.2 Calidad de sedimentos

47. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio fueron determinados mediante los procedimientos especificados en la Tabla 2-10.

**Tabla 2-10: Método de análisis por parámetro en sedimentos, utilizados por el laboratorio.**

| Parámetro | Método de Referencia | Título |
|---|---|---|
| **Fisicoquímicos** | | |
| pH en Pasta | EPA 600/2-78-054, 203pp. | Sobek, A.A., Schuller, W.A., Freeman, J.R. and Smith, R.M. (1978), Field and laboratory methods applicable to overburden and minesoils |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | HACH 8075 Ed. 7 | Nitrógeno Orgánico Total - Kjeldahl |
| Potencial Rédox | Manual de Técnicas de análisis de Suelo. Instituto Mexicano del Petróleo - Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 2006 (ISBN 968-489-039-7) | Potencial Óxido-Reducción. Determinación en Laboratorio y Campo |
| Materia Orgánica | NTC[9]. Rev. 2006 | Carbono Orgánico y Materia Orgánica. Oxidación con Dicromato en medio ácido y Determinación colorimétrica del cromato reducido. |
| **Metal (CVAA – FIMS)** | | |
| Mercurio | EPA Method 7471B Rev. 02 Edition 2007 | Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold - Vapor Technique) |
| **Metales (ICP)** | | |
| Metales | EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994 | Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Couped Plasma - Atomic Emission Spectrometry |

Fuente: Informe de Ensayo N° 151550, 151551, 151562, 151563 y 150700 - Environmental Testing Laboratory S.A.C. Estudio SAA-15/01503, SAA-15/01504, SAA-15/01556 - AGQ Perú S.A.C.

48. Para el análisis de este componente, se consideraron de manera referencial, los valores límite establecidos en los "Estándares de Calidad Ambiental Canadiense" (en adelante, CEQG[10]).

49. Dicha norma internacional presenta un estándar científico adecuado para observar efectos biológicos adversos en sistemas acuáticos. Los CEQG establecen dos (2) tipos de valores: (i) ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines), que corresponde a los límites por debajo de los cuales no se presentan efectos biológicos adversos y (ii) PEL (Probable Effect Level), que corresponden a las concentraciones sobre las cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia. Tabla 2-11.

[9] "NTC": Norma Técnica Chilena.
[10] CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines), 2011: Valores guía para la protección de la vida acuática (aguas continentales).

**Tabla 2-11: Parámetros de Metales según norma canadiense**

| Parámetro | Norma Canadiense (CEQG) | |
|---|---|---|
| | ISQG | PEL |
| Arsénico | 5,9 | 17 |
| Cadmio | 0,6 | 3,5 |
| Cromo | 37,3 | 90 |
| Cobre | 35,7 | 197 |
| Mercurio | 0,17 | 0,486 |
| Plomo | 35 | 91,3 |
| Zinc | 123 | 315 |

Fuente: CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines, 2011).

EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

### 2.3.3 Hidrobiología

50. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio fueron determinados mediante los procedimientos especificados en la Tabla 2-12.

**Tabla 2-12: Método de análisis en Hidrobiología utilizados por el laboratorio.**

| Parámetro | Método | Técnica |
|---|---|---|
| Fitoplancton | SM 10200 - F (Ítems: F.2.a, F.2.b y F.2.c.1). Plankton. Phytoplankton Counting Techniques. | Identificación y Conteo |
| Zooplancton | SM 10200 - G. Plankton. Zooplankton Counting Techniques. | Identificación y Conteo |
| Macroinvertebrados bentónicos | SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates. Samples Processing and Analysis. | Identificación y Conteo |
| Peces | Identificación taxonómica (morfometría y merística), empleo de claves taxonómicas y publicaciones de clasificación taxonómica, tales como:<br><br>Reis *et al.* 2003, Check List of Freshwater Fishes of South and Central America.<br><br>Hernán Ortega *et al.* Lista Anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica-Museo de Historia Natural, UNMSM.<br><br>Lynne Parenti. 1984. A taxonomic revision of the andean killifish Genus Orestias (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Bulletin of the American Museum of Natural History, Vol 178; Article 2. New York.<br><br>Se tomaron datos biométricos (medición de la longitud estándar de los peces y peso). | Identificación y Conteo |

Fuente: Environmental Testing Laboratory S.A.C.
AGQ Labs & Technological Services

EVALUACIONES AMBIENTALES · V°B° · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

51. De los resultados obtenidos, se procedió a caracterizar las estructuras comunitarias planctónicas, macroinvertebrados bentónicos y peces, lo cual incluyó la composición y riqueza de especies, las especies más frecuentes, abundantes y la composición por taxones mayores.

52. Además, se determinaron los índices comunitarios, tales como el índice de Shannon (H') e índice de dominancia de Simpson (D) según Magurran (2011).

**Índice de Diversidad de Shannon (H')**

53. El valor del índice es cero (0) cuando todos los individuos recolectados pertenecen a una sola especie (es decir, mayor dificultad de predicción). El valor teórico máximo del índice "$\log_2$ (pi)" se alcanza cuando cada individuo colectado pertenece a una especie diferente.

$$H' = -\sum pi \, Log_2 pi$$

Dónde:

H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener.
pi: Abundancia proporcional de la especie (ni/N).
ni: Número de individuos de la especie.
N: Número total de individuos.

**Índice de dominancia de Simpson (D)**

54. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. El índice de Dominancia de Simpson pondera las especies dominantes en la comunidad, es decir aquellas que cuentan con más individuos Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes. 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. Como su valor es inverso a la equidad. Se expresa como:

$$D = \sum pi2$$

Dónde:

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

.

**Números de Diversidad de Hill o Diversidad verdadera**

55. Estos números de diversidad, cuyas unidades son números de especies, miden lo que se denomina el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies.N0 es el número total de especies de la muestra; N1 es el número de las especies abundantes y N2 es el número de las especies muy abundantes en la muestra. Es decir que el número efectivo de especies es una medida del número de especies en la muestra donde cada especie es ponderada por su abundancia (N0>N1>N2).

Número 0: $N0=S$
Número 1: $N1=e^{H'}$
Número 2: $N2=1/D_{si}$

Donde S=número de especies,
H'= índice de Shannon-Wiener (calculado en logaritmo natural),
$D_{si}$= índice de Simpson

**Índice de Equidad de Hill**

56. Hill también propuso la razón N2 y N1 como un índice de equidad. Y a diferencia de los otros índices de equidad, este índice prácticamente no es afectado por la riqueza de especies.

$$E_{Hi}=N2/N1$$

### Análisis Estadístico

57. En el análisis estadístico de comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton) y macroinvertebrados bentónicos, se utilizó el software PAST v3.10 como aplicativo para la elaboración de cladogramas (Cluster) de acuerdo a la matriz de similaridad de Bray-Curtis con transformación de datos Log (X+1), la misma que nos presenta la relación de cuan similar son las abundancias de especies entre los diferentes puntos de muestreo comparando entre las diferentes épocas de muestreo.

58. También se realizó un análisis ANOSIM, el cual es un estadístico que compara la media de las disimilaridades ranquedas entre grupos con la media de las disimilaridades ranquedas dentro de cada grupo. Un valor de R cercano a 1.0 sugiere disimilaridad entre grupos; mientras que un valor de R cercano a 0 sugiere una distribución uniforme de rangos altos y bajos de disimilaridad dentro y entre los grupos; y valores de R por debajo de 0 sugieres que las disimilaridades son mayores en los grupos que entre los grupos.

59. Por último se realizó un análisis SIMPER o de porcentajes de similaridad, con el cual se analizó el promedio del porcentaje de contribución de variables individuales (especies) a la disimilaridad entre grupos. Identificándose a las especies que son probablemente las responsables de las diferencias entre los grupos determinados en los análisis anteriores (Cluster y ANOSIM).

## 3.0 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Calidad de agua superficial

60. La calidad de agua se determinó mediante diversos análisis en campo y en laboratorio. Las cadenas de custodia de las muestras y los reportes de ensayo de los laboratorios se presentan en los Anexos D y C respectivamente. Asimismo, los resultados obtenidos se especifican a continuación:

### Parámetros in situ

61. Los resultados de los parámetros *in situ* de los puntos de muestreo considerados en la evaluación se presentan en la Tabla N° 3-1.

**Tabla 3-1: Resultados de los Parámetros in situ del Lago Chinchaycocha, 2015.**

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | pH (Und. de pH) | Temperatura (°C) | Conductividad eléctrica (mS/cm) | Oxígeno Disuelto (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ECA para agua Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM | Conservación del Ambiente Acuático Lagos y Lagunas | | 6.5-8.5 | - | - | ≥ 5 |
| Lago Chinchaycocha | PM 01 | MAR | 8,49 | 19,50 | 229,00 | 6,91 |
| | PM 02 | | 5,25 | 17,10 | 262,00 | 6,42 |
| | PM 03 | | 8,25 | 9,60 | 346,00 | 7,36 |
| | LCH-03 | JUN | 7,45 | 18,8 | 476 | 5,6 |
| | | SET | 7,53 | 15,8 | 281 | 6,16 |
| | LCH-04 | JUN | 7,65 | 16,4 | 476 | 7,5 |

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | pH (Und. de pH) | Temperatura (°C) | Conductividad eléctrica (mS/cm) | Oxígeno Disuelto (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ECA para agua Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM | Conservación del Ambiente Acuático Lagos y Lagunas | | 6.5-8.5 | - | - | ≥ 5 |
| | | SET | 7,56 | 17 | 278 | 6,25 |
| | LCH-05 | JUN | 6,84 | 14,5 | 345 | 6,97 |
| | | SET | 8,66 | 24,9 | 535 | 11,16 |
| | LCH-06 | JUN | 7,42 | 12,3 | 248 | 5,8 |
| | | SET | ND. | ND. | ND. | ND. |
| | LCH-07 | JUN | 6,7 | 13 | 325 | 5,36 |
| | | SET | 7,39 | 15,1 | 264 | 6,7 |
| | LCH-08 | JUN | 6,45 | 12,1 | 329 | 5,1 |
| | | SET | 6,9 | 14,8 | 299 | 6,88 |
| | LCH-09 | JUN | 6,61 | 12 | 242 | 4,97 |
| | | SET | 7,79 | 16,6 | 334 | 7,69 |
| | LCH-10 | JUN | 6,73 | 12,2 | 250 | 5,13 |
| | | SET | 7,51 | 16,5 | 325 | 6,49 |
| | LCH-11 | JUN | 7,58 | 11,7 | 324 | 5,95 |
| | | SET | 7,12 | 16,3 | 322 | 6,85 |
| | LCH-12 | JUN | 7,04 | 11,5 | 263 | 4,74 |
| | | SET | 7,25 | 16,7 | 337 | 6,18 |
| | LCH-13 | JUN | 7,62 | 12,5 | 261 | 5,68 |
| | | SET | 7,1 | 14,5 | 300 | 6,14 |
| | LCH-14 | JUN | 7,43 | 12 | 289 | 5,9 |
| | | SET | 7,26 | 14,3 | 382 | 6,01 |
| | LCH-15 | JUN | 7,4 | 12,8 | 273 | 5,13 |
| | | SET | 7,41 | 16,7 | 303 | 5,89 |
| | LCH-16 | JUN | 7,95 | 14 | 263 | 5,35 |
| | | SET | 7,6 | 15,1 | 294 | 5,97 |
| | LCH-17 | JUN | 7,65 | 13,5 | 252 | 6,1 |
| | | SET | 7,94 | 16 | 270 | 6,22 |
| | LCH-18 | JUN | 7,64 | 12,7 | 267 | 5,21 |
| | | SET | 7,44 | 16,8 | 318 | 4,36 |
| | LCH-19 | JUN | 7,59 | 13 | 257 | 5,25 |
| | | SET | 8,42 | 14,4 | 288 | 6,04 |
| | LCH-20 | JUN | 7,21 | 14,5 | 245 | 5,87 |
| | | SET | 6,82 | 14,2 | 261 | 6,46 |
| | LCH-21 | JUN | 7,87 | 12,4 | 332 | 5,69 |
| | | SET | 7,36 | 15,2 | 293 | 5,74 |
| | LCH-22 | JUN | 7,69 | 12,8 | 293 | 5,57 |
| | | SET | 7,2 | 14,7 | 300 | 5,82 |
| Delta Upamayo | LCH-01 | JUN | 7,9 | 16,8 | 392 | 9,73 |
| | | SET | 7,62 | 15,1 | 296 | 6,31 |

EVALUACIONES AMBIENTALES 1080 DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Fuente: Elaboración propia.
"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua
"ND.": No determinado, no se realizó la toma de muestra, zona inaccesible.
Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos.
Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 4, Para Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).

**Potencial de Hidrógeno (pH)**

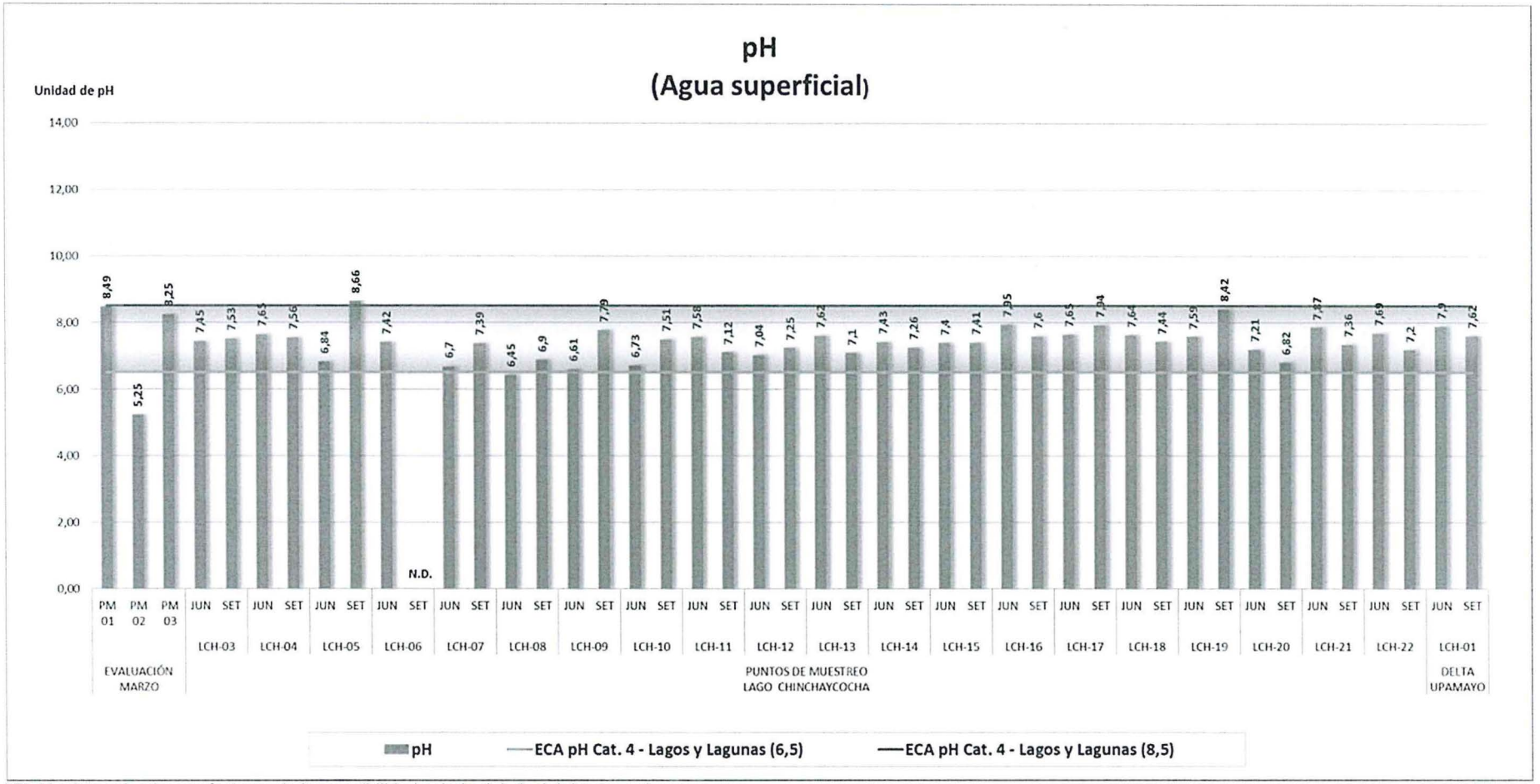
62. Los valores de pH registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua de la Categoría 4 (6,5 – 8,5), excepto el punto de muestreo PM-02 correspondiente al mes de marzo el cual presentó un pH ligeramente ácido (5,25 unidades de pH); el punto de muestreo LCH-08 correspondiente al mes de junio también presentó un pH ligeramente ácido (6,45 unidades de pH) y el punto de muestreo LCH-05 correspondiente al mes de setiembre presentó un pH ligeramente alcalino[11,12] (8,66 unidades de pH), los cuales se encontraron fura del rango establecido en la referida norma. Ver Gráfico 3-1 y 3-2.

EVALUACIONES AMBIENTALES · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN · V°B°

[11] En relación a los resultados del presente informe, la Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante Informe Técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó valores de pH ligeramente alcalino, haciendo referencia (...) *las aguas presentan característica básica* (...), según el Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 4, Para Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos, D.S. 002-2008-MINAM.

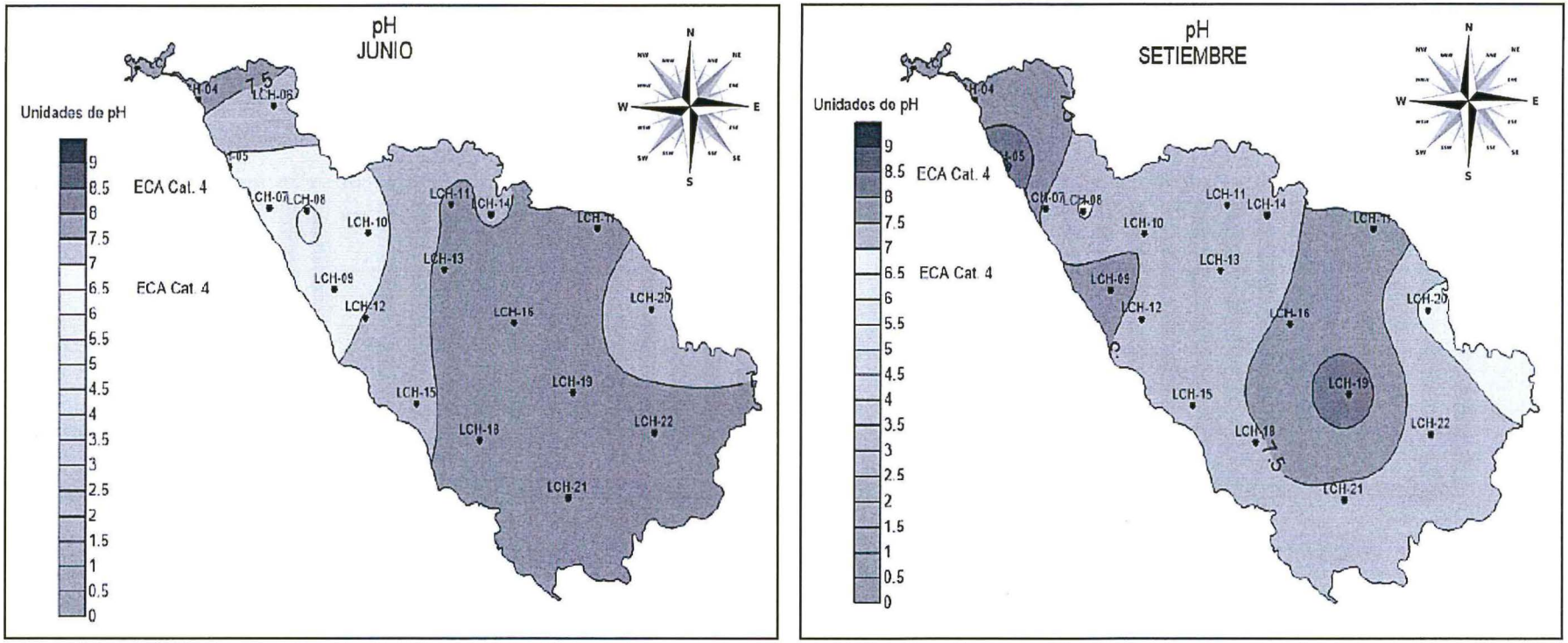
[12] Así también, la Dirección de Evaluación mediante Informe Técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA; reportó de igual manera en todos sus puntos de muestreo valores de pH con una ligera tendencia a la alcalinidad en la zona céntrica del lago.

**Gráfico 3-1Resultados de pH del lago Chinchaycocha, 2015.**




ND: No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-2: Distribución espacial de los niveles pH en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**

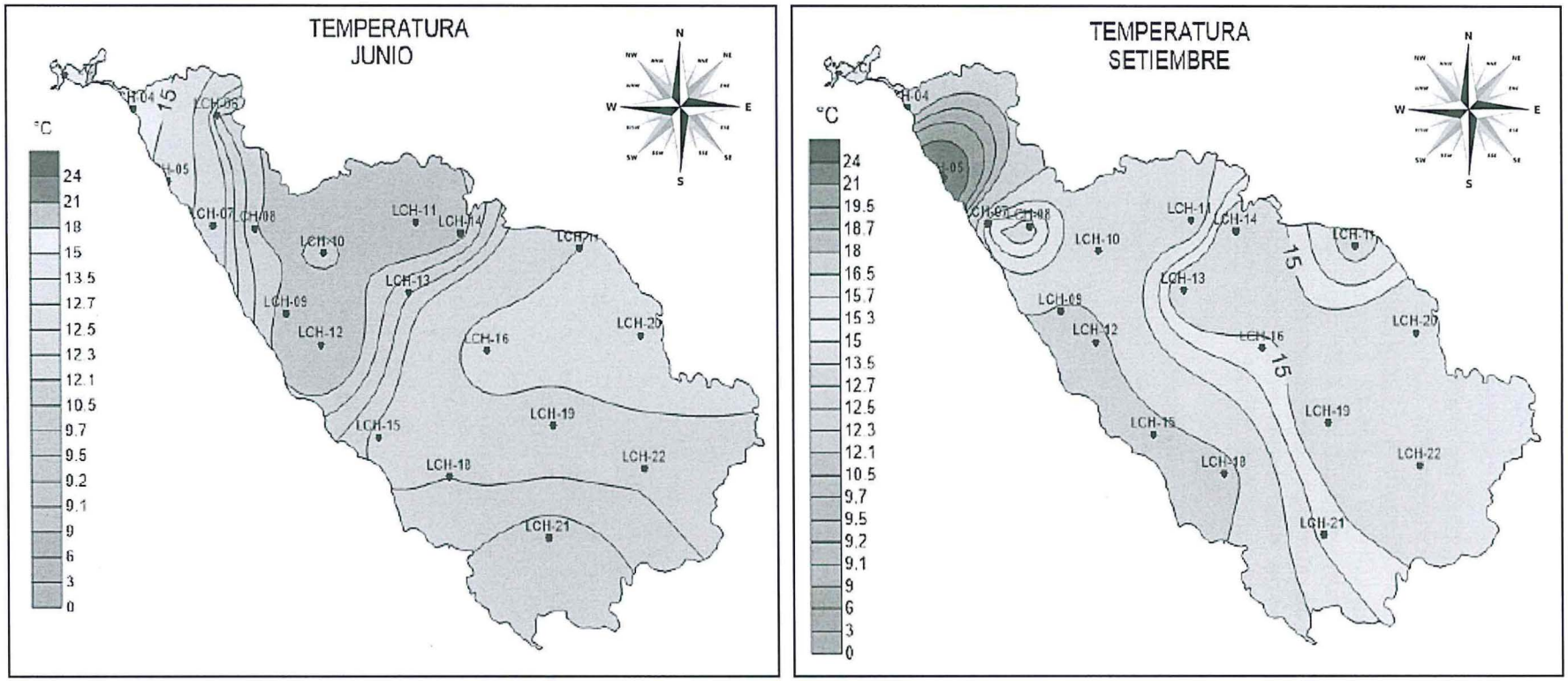



63. En el mes de junio los niveles de pH en el lago Chinchaycocha presentaron una distribución espacial variable; con gradientes alcalinas en dirección a las zonas de los puntos próximos al Delta Upamayo al noroeste; así como también al sureste del lago.

64. Para el mes de setiembre, los niveles de pH presentaron una distribución espacial igual de variable que la evaluación de mes de junio; con tendencia a la alcalinidad y con gradientes ascendentes en dirección a los puntos próximos al Delta Upamayo al noroeste del lago y al sur focalizada en la zona cercana al punto SCH-19.

**Temperatura (°C)**

**Gráfico 3-3: Distribución espacial de los niveles de temperatura en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**




*Fuente: SIG*

65. En el mes de junio los niveles de temperatura del lago Chinchaycocha presentaron una distribución espacial homogénea; con variaciones leves de temperatura baja en la zona centro del lago y gradientes térmico ascendentes hacia las zonas sureste y noroeste del lago con máximos de temperatura en este último.

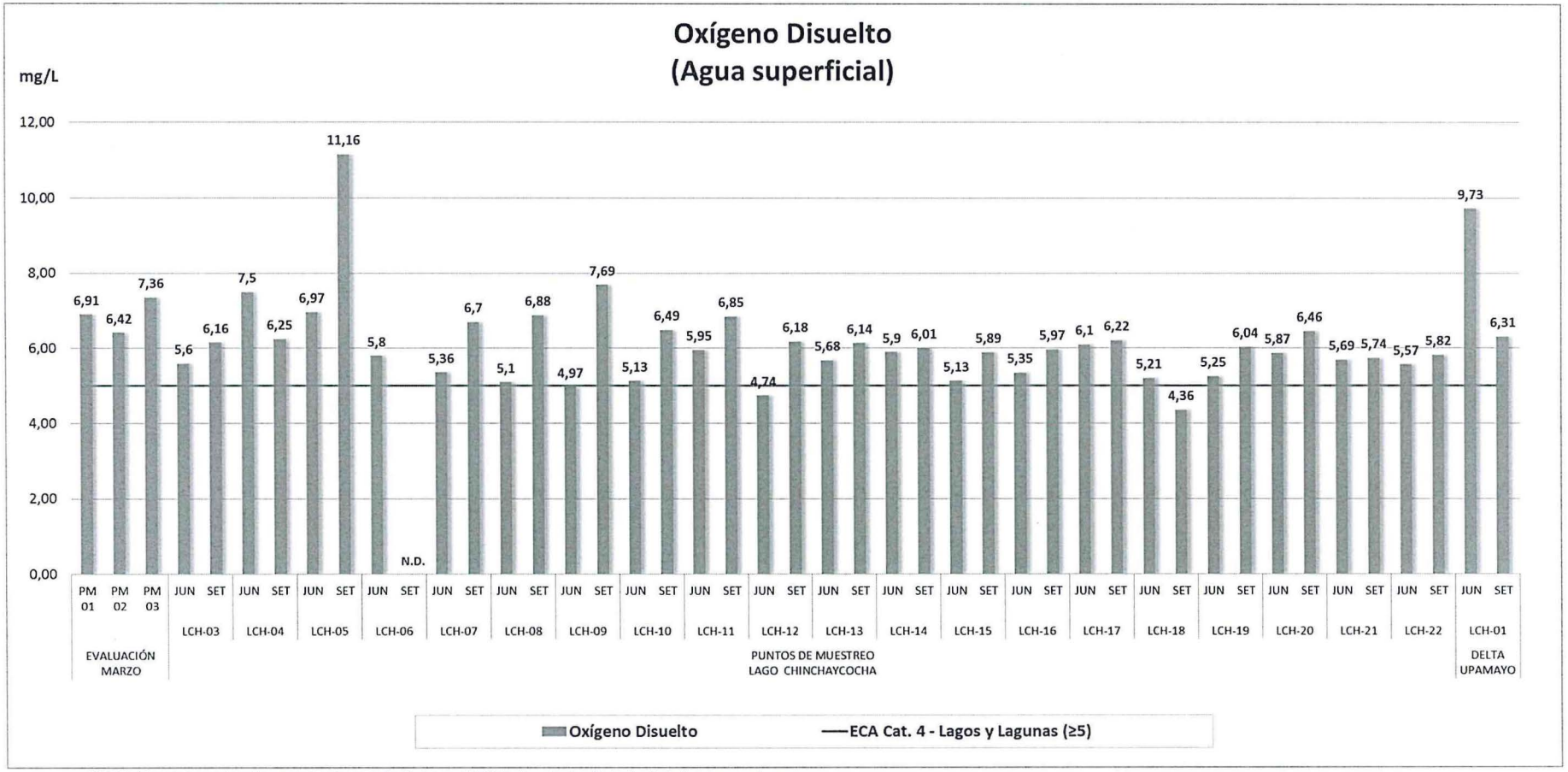
66. Para el mes de setiembre las temperaturas del lago presentaron una distribución con gradiente térmico ascendente de sureste en dirección a la zona noroeste del lago Chinchaycocha con máximos de temperatura cerca al punto LCH-05.

**Oxígeno Disuelto (OD)**

67. El lago Chinchaycocha, para los meses de marzo, junio y setiembre presenta buenas condiciones de oxigenación, cumpliendo con el valor establecido en los ECA para Agua de la Categoría 4 – Lagunas y Lagos (≥ 5mg/L), excepto en los puntos de muestreo LCH-09 y LCH-12, correspondiente al mes de junio, en las que presenta una concentración de 4,97 mg/L y 4,74 mg/L respectivamente, asimismo el punto de muestreo LCH-18, correspondiente al mes de setiembre con una concentración de 4,36 mg/L encontrándose así por debajo del valor establecido en los ECA antes mencionados. Ver Gráfico 3-4 y 3-5.

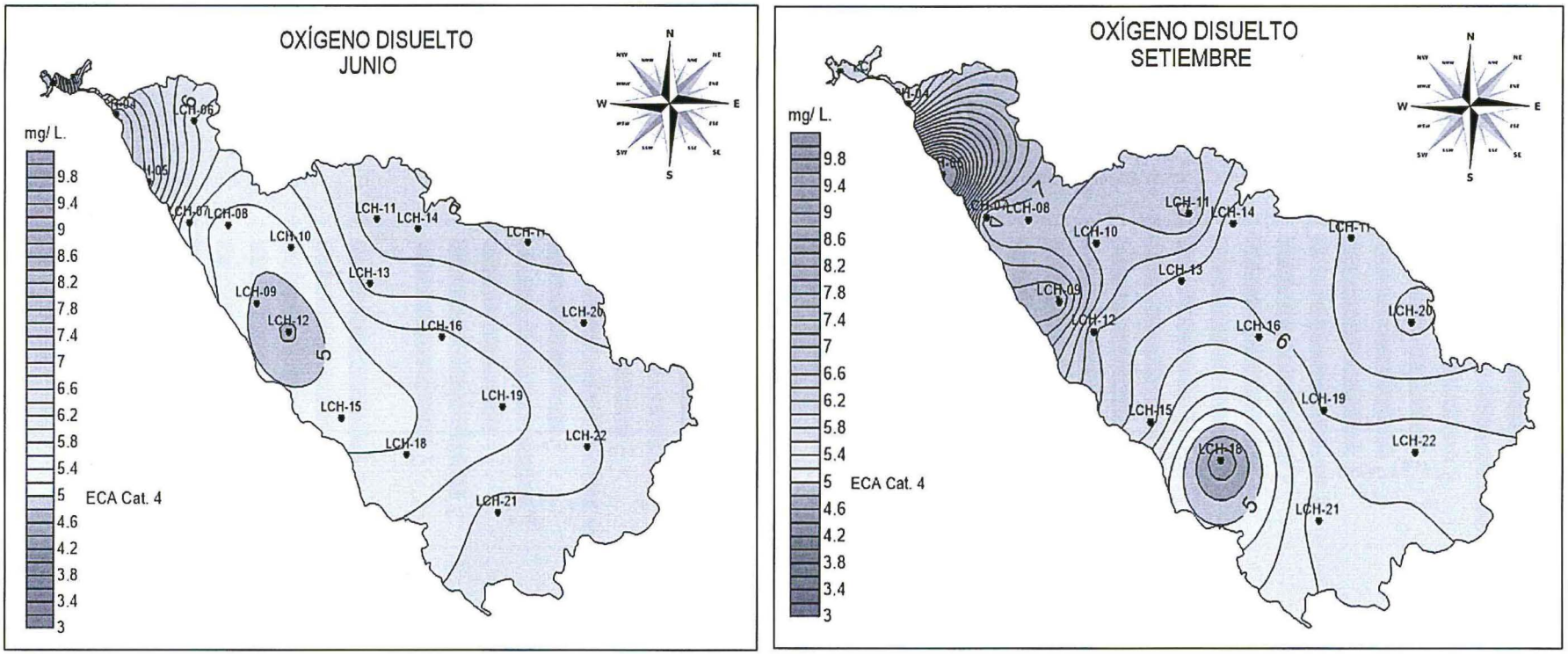
EVALUACIONES AMBIENTALES · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN · V°B°

**Gráfico 3-4: Resultados de oxígeno disuelto del lago Chinchaycocha, 2015.**




"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-5: Distribución espacial de las concentraciones de oxígeno disuelto en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**




68. En el mes de junio; la concentración de oxígeno disuelto del lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial con variaciones leves en la zona céntrica y sureste del lago y con gradientes ascendentes de oxigenación, en dirección a la zona noroeste del lago Chinchaycocha; así también la zona cercana al centro del lago próxima al punto LCH-12 fue la única que presento una gradiente descendente de oxigenación.
69. En el mes de setiembre; la concentración de oxígeno disuelto del lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial mucho más homogénea a la de la evaluación de junio, con gradientes ascendentes de oxigenación de sureste al noreste del lago; así también, la zona sur próxima al punto LCH-18 fue la única que presento una gradiente descendente de oxigenación.

### Conductividad Eléctrica (CE)

70. Los valores registrados[13] en el lago Chinchaycocha estuvieron entre 229,0 uS/cm y 346,0 uS/cm, para el mes de marzo, mientas que para el mes de junio, los valores presentados estuvieron entre 245,0 uS/cm y 476,0 uS/cm; asimismo, en el mes de setiembre presentó valores entre 261,0 uS/cm y 535,0 uS/cm. El referido parámetro no cuenta con estándar de comparación en los ECA para Agua de la Categoría 4.

### Parámetros Fisicoquímicos, inorgánicos y Microbiológicos

71. En la Tabla 3-2, se muestran los resultados de los análisis de laboratorio para los parámetros físico-químicos y microbiológicos obtenidos del lago Chinchaycocha.

EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

[13] En relación a los resultados del presente informe, la Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG y la Dirección de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA reportaron valores de conductividad eléctrica (CE) con rangos similares a los registrados en el presente estudio.

## Tabla 3-2: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos del lago Chinchaycocha, 2015.

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L) | Solidos Totales Suspendidos (mg/L) | Solidos Totales Disueltos (mg/L) | Aceites y Grasas (mg/L) | Cianuro WAD (mg/L) | Cianuro Libre (mg/L) | Fosfatos (mg/L) | Nitrógeno Amoniacal (mg/L) | Nitrógeno Nitratos (mg/L) | Nitrógeno Nitrito (mg/L) | Sulfato (mg/L) | Sulfuro (mg/L) | Cromo VI (mg/L) | Demanda Química de Oxígeno (mg/L) | Surfactantes Aniónicos (SAAM) (mg/L) | Nitrógeno Total (mg/L) | Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/L) | Coliformes Fecales (NMP/100ml) | Coliformes Totales (NMP/100ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ECA para agua - Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM | Conservación del Ambiente Acuático - Lagos y Lagunas | | <5 | ≤25 | 500 | Ausencia de película visible | - | 0,022 | 0,4 | <0,02 | 5 | - | - | - | 0,05 | - | - | 1,6 | - | 1000 | 2000 |
| Lago Chinchaycocha | PM 01 | MAR | 31,2 | <3,0 | 160 | <1,0 | <0,002 | <0,002 | -- | 0,15 | 0,13 | -- | 7,7 | <0,002 | <0,008 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | PM 02 | | 15,9 | <3,0 | 156 | <1,0 | <0,002 | <0,002 | -- | 0,11 | 0,13 | -- | 23,3 | <0,002 | <0,008 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | PM 03 | | 14,0 | 12 | 214 | <1,0 | <0,002 | <0,002 | -- | <0,01 | 0,33 | -- | 51,4 | <0,002 | <0,008 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | LCH-03 | JUN | <2,0 | 10 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,773 | 0,30 | 0,028 | 129,1 | <0,002 | <0,010 | 8,0 | <0,100 | 1,13 | -- | <1,8E+00 | <2,00E+01 |
| | | SET | <2,0 | 20,4 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,013 | 0,03 | <0,05 | <0,005 | 23,3 | <0,002 | <0,01 | 25,5 | <0,006 | 0,022 | -- | 7,80 | 13,00 |
| | LCH-04 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,715 | 0,28 | 0,031 | 122,6 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 1,13 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | 33,2 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,008 | 0,11 | <0,05 | 0,022 | 21,40 | <0,002 | <0,010 | 23,60 | <0,006 | -- | <1,0 | 13,00 | 13,00 |
| | LCH-05 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | <0,04 | <0,045 | <0,002 | 93,4 | <0,002 | <0,010 | 6,3 | <0,100 | <0,12 | -- | <1,8E+00 | <2,00E+01 |
| | | SET | <2,0 | 4,00 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | <0,007 | 0,06 | <0,05 | <0,005 | 15,40 | <0,002 | <0,010 | 7,00 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | 9200,00 |
| | LCH-06 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,05 | 0,338 | <0,002 | 19,5 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | | <7,80E+01 | <7,80E+01 |
| | | SET | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| | LCH-07 | JUN | <2,0 | 21,0 | -- | <1,0 | 0,007 | <0,005 | 0,04 | 0,043 | 0,169 | 0,012 | 55,4 | 0,039 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | 5,20 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,02 | 0,120 | <0,05 | <0,005 | 19,80 | <0,002 | <0,01 | 20,40 | <0,006 | -- | <1,0 | 7,80 | 7,80 |
| | LCH-08 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | 0,04 | 0,052 | 0,173 | 0,006 | 16,2 | <0,002 | <0,010 | 11,4 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | 4,80 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,014 | 0,630 | <0,05 | <0,005 | 14,60 | <0,002 | <0,01 | 21,00 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | <1,8 |
| | LCH-09 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | 0,03 | 0,046 | 0,591 | 0,003 | 2,2 | <0,002 | <0,010 | 11,4 | <0,100 | 0,75 | -- | <7,80E+01 | <1,30E+02 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,011 | 0,020 | <0,05 | <0,005 | 23,10 | <0,002 | <0,01 | 19,70 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | 4,50 |
| | LCH-10 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | 0,04 | 0,050 | 0,261 | 0,003 | 17,2 | <0,002 | <0,010 | 11,4 | <0,100 | 0,38 | -- | <4,00E+01 | <6,80E+01 |
| | | SET | 2,90 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,10 | 0,040 | <0,05 | <0,005 | 19,10 | <0,002 | <0,01 | 31,80 | <0,006 | -- | <1,0 | 7,80 | 7,80 |
| | LCH-11 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,087 | 0,165 | <0,002 | 22,2 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <2,00E+01 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,046 | 0,060 | <0,05 | <0,005 | 14,7 | <0,002 | <0,01 | 31,2 | <0,006 | -- | <1,0 | 4,50 | 4,50 |
| | LCH-12 | JUN | 5,2 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,044 | 0,205 | 0,003 | 20,4 | <0,002 | <0,010 | 11,4 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | <0,007 | 0,170 | 0,097 | <0,005 | 23,0 | <0,002 | <0,01 | 22,5 | <0,006 | -- | <1,0 | 4,50 | 23,00 |
| | LCH-13 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,119 | 0,165 | <0,002 | 3,4 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | <0,007 | 0,020 | 0,08 | <0,005 | 21,7 | <0,002 | <0,01 | 20,0 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | <1,8 |
| | LCH-14 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,090 | 0,201 | <0,002 | 21,6 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | 2,3 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,009 | 0,030 | <0,05 | <0,005 | 19,5 | <0,002 | <0,01 | 19,3 | <0,006 | -- | <1,0 | 2,00 | 23,00 |
| | LCH-15 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,068 | 0,257 | <0,002 | 20,8 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | <0,007 | 0,150 | <0,05 | <0,005 | 22,0 | <0,002 | <0,01 | 19,3 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | <1,8 |
| | LCH-16 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,151 | 0,201 | <0,002 | 22,6 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | <0,007 | 0,020 | 0,11 | <0,005 | 23,3 | <0,002 | <0,01 | 12,9 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | <1,8 |
| | LCH-17 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,102 | 0,201 | <0,002 | 21,7 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,014 | <0,01 | 0,05 | <0,005 | 17,2 | <0,002 | <0,01 | <2,0 | <0,006 | -- | <1,0 | 23,00 | 23,00 |
| | LCH-18 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | 0,07 | 0,052 | 0,149 | <0,002 | 22,6 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,114 | <0,01 | <0,05 | <0,005 | 22,9 | <0,002 | <0,01 | 16,0 | <0,006 | -- | <1,0 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-19 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,140 | 0,370 | <0,002 | 22,33 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,75 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |

EVALUACIONES AMBIENTALES
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L) | Solidos Totales Suspendidos (mg/L) | Solidos Totales Disueltos (mg/L) | Aceites y Grasas (mg/L) | Cianuro WAD (mg/L) | Cianuro Libre (mg/L) | Fosfatos (mg/L) | Nitrógeno Amoniacal (mg/L) | Nitrógeno Nitratos (mg/L) | Nitrógeno Nitrito (mg/L) | Sulfato (mg/L) | Sulfuro (mg/L) | Cromo VI (mg/L) | Demanda Química de Oxigeno (mg/L) | Surfactantes Aniónicos (SAAM) (mg/L) | Nitrógeno Total (mg/L) | Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/L) | Coliformes Fecales (NMP/100ml) | Coliformes Totales (NMP/100ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ECA para agua - Categoria 4 D.S. 002-2008-MINAM | Conservación del Ambiente Acuático - Lagos y Lagunas | | <5 | ≤25 | 500 | Ausencia de película visible | - | 0,022 | 0,4 | <0,02 | 5 | - | - | - | 0,05 | - | - | 1,6 | - | 1000 | 2000 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,108 | <0,01 | <0,05 | <0,005 | 23,5 | <0,002 | <0,01 | 16,6 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | <1,8 |
| | LCH-20 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,058 | 0,507 | <0,002 | 21,69 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,75 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | <0,007 | <0,01 | 0,05 | <0,005 | 18,2 | <0,002 | <0,01 | 16,4 | <0,006 | -- | <1,0 | 23,00 | 23,00 |
| | LCH-21 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,110 | 0,173 | <0,002 | 22,2 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,012 | 0,020 | <0,005 | <0,005 | 20,7 | <0,002 | <0,01 | 15,3 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | <1,8 |
| | LCH-22 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,115 | 0,213 | <0,002 | 49,2 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 0,38 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | <3,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | 0,111 | 0,020 | 0,380 | <0,005 | 21,3 | <0,002 | <0,01 | 14,,0 | <0,006 | -- | <1,0 | <1,8 | <1,8 |
| Delta Upamayo | LCH-01 | JUN | <2,0 | <6 | -- | <1,0 | <0,005 | <0,005 | <0,03 | 0,151 | 1,11 | 0,018 | 93,4 | <0,002 | <0,010 | <5,0 | <0,100 | 1,50 | -- | <1,8E+00 | <1,8E+00 |
| | | SET | <2,0 | 32,0 | -- | <1,0 | <0,004 | <0,004 | <0,007 | 0,040 | 0,08 | <0,005 | 25,1 | <0,002 | <0,01 | 12,7 | <0,006 | 0,08300 | -- | 2,00 | 2,00 |

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo - Inspectorate Services Perú S.A.C.: N° 32788L/15-MA y Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/11834, N° A-15/11833, N° A-0958-PE
Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Enviromental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151503, N° 151504, N° 151505, N° 151515, N° 151516, N° 151517, N° 151518, N° 151547, N° 151548, N° 151549, N° 151493, N° 151494
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 99012L/15-MA-MB, N° 99348L/15-MA-MB, N° 99014L/15-MA-MB, N° 99292L/15-MA-MB, N° 99087L/15-MA-MB y N° 99218L/15-MA-MB y Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00184521, N° J-00185183, N° J-00184535, N° J-00184971, N° J-00184559 y N° J-00184977.
"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua
"*":Parámetro no considerado para análisis.
Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos.
Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).
Elaboración propia.

EVALUACIONES AMBIENTALES - DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

**Demanda Bioquímica de Oxígeno ($DBO_5$)**

72. Las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno registradas en los tres puntos de muestreo del lago Chinchaycocha en el mes de marzo, superaron el valor del ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (< 5 mg/L). Para el mes de junio, solamente el punto LCH-12 correspondientes al lago Chinchaycocha, superó el valor del ECA para Agua para la Categoría 4. Y en el mes de setiembre, ningún punto de muestreo superó el valor establecido en los ECA en mención. Finalmente, en el Delta Upamayo (SCH-01) evaluado en los meses de junio y setiembre, no registraron concentraciones de $DBO_5$ que superen los ECA para Agua Categoría 4 - Lagunas y Lagos. Ver Gráfico 3-6.

**Sólidos Totales en Suspensión**

73. Las concentraciones de los sólidos totales en suspensión registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo en los meses de marzo y junio, no superaron el valor establecido en los ECA para agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (< 25 mg/L). Sin embargo, para el mes de setiembre se registraron concentraciones de este parámetro que superaron dicho estándar en los puntos de muestreo LCH-04 (lago Chinchaycocha) y el punto LCH-01 (Delta Upamayo).Ver Gráfico 3-7.

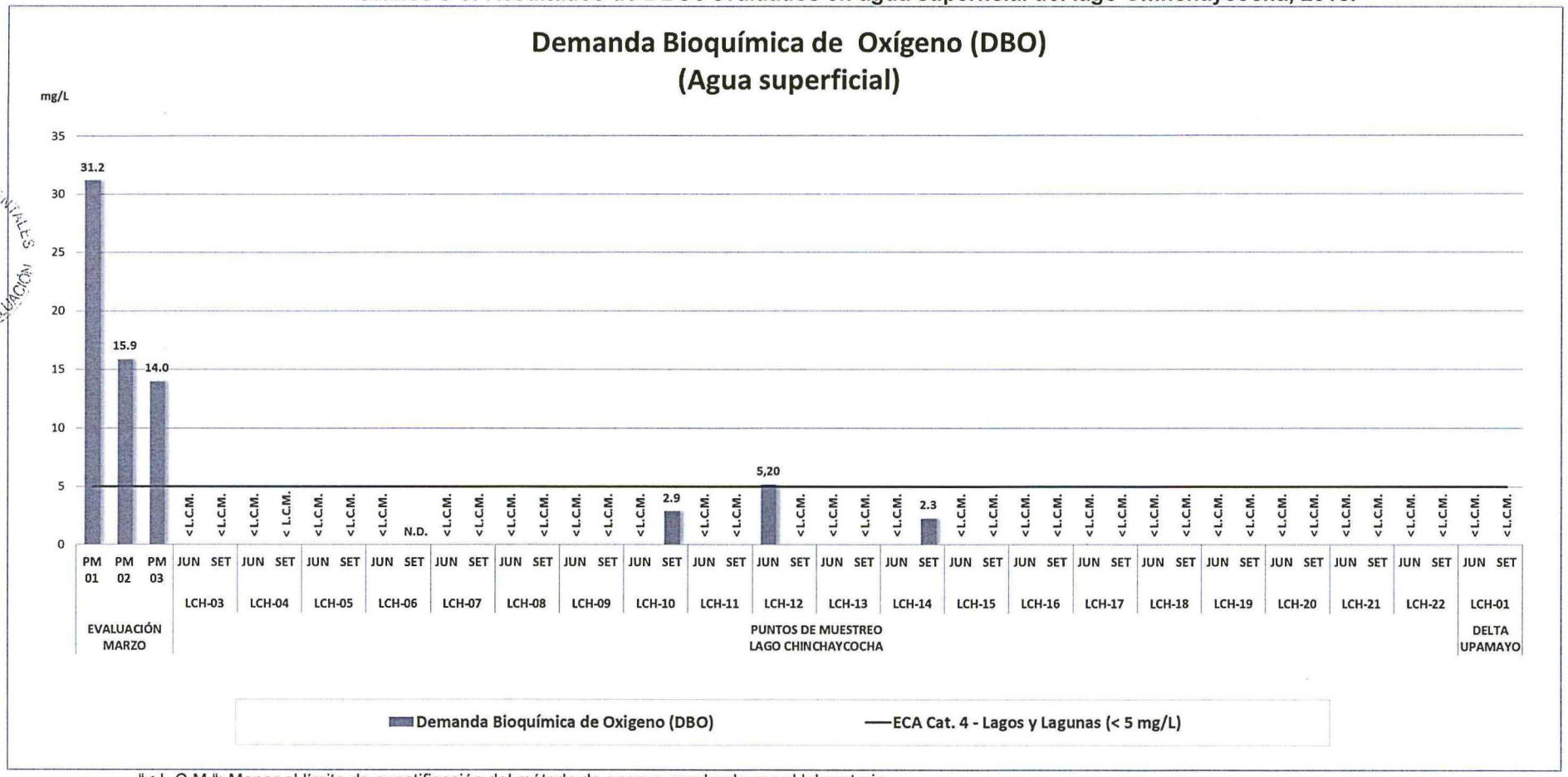
**Sólidos Totales Disueltos**

74. Las concentraciones de los sólidos totales disueltos registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha durante la evaluación realizada en el mes de marzo, ningún punto de evaluación supero el valor del ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y lagos (500 mg/L). El máximo valor registrado fue de 214 mg/L en el punto PM-03.

**Aceites y Grasas**

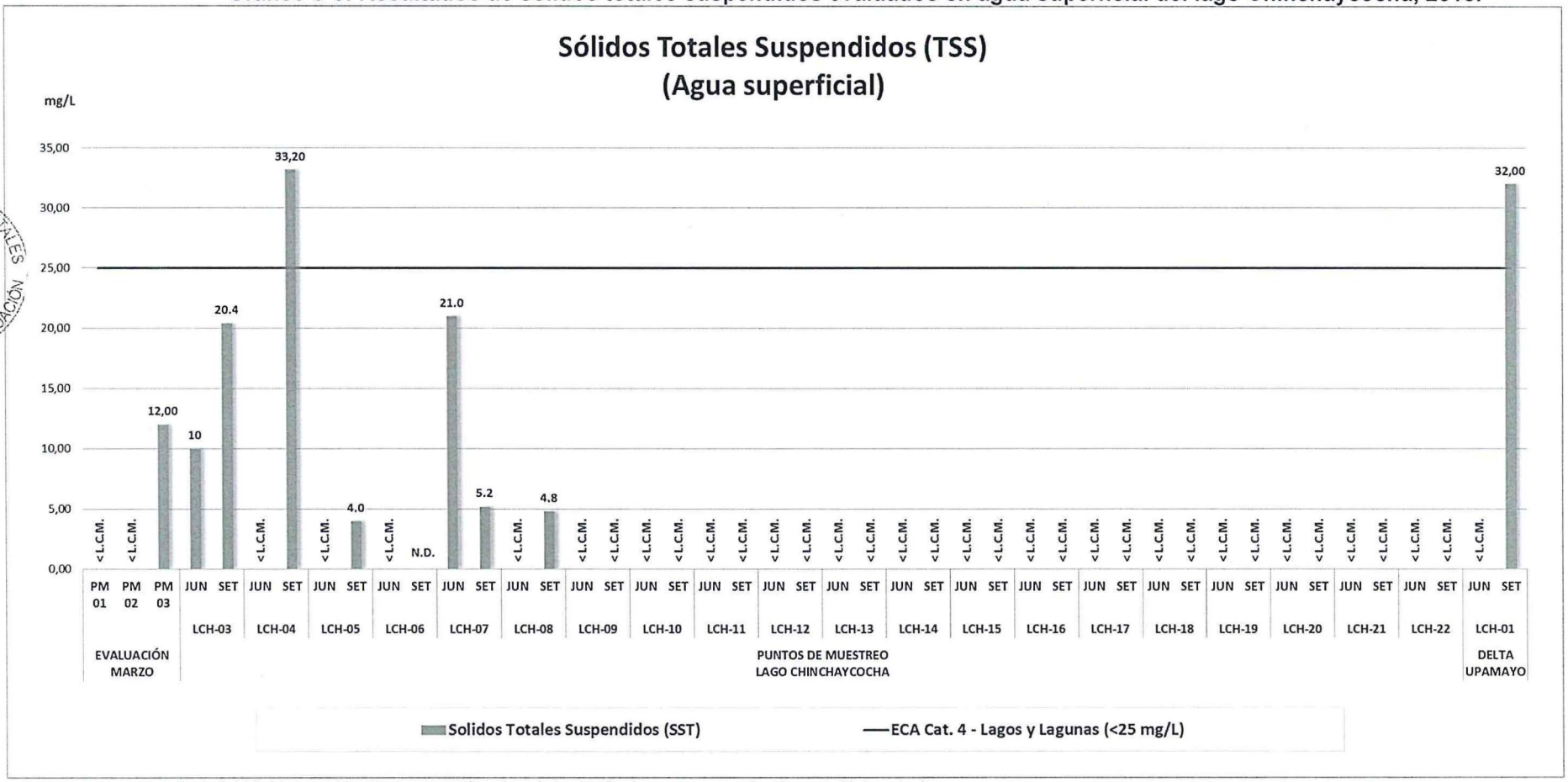
75. En todos los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha y del Delta Upamayo, los valores de aceites y grasas registrados en los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método y en ningún punto se evidencio película visible de dicho contaminante.

**Gráfico 3-6: Resultados de DBO5 evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-6: Resultados de sólidos totales suspendidos evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Cianuro libre**

76. Todos los puntos de muestreo evaluados en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo, registraron valores de cianuro libre por debajo de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (0,022 mg/L) para los meses de marzo, junio y setiembre. Ver Gráfico 3-8.

**Fosfatos**

77. Todos los puntos de muestreo evaluados en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo, registraron valores de fosfatos por debajo de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (0,4 mg/L) para los meses de marzo, junio y setiembre. Ver Gráfico 3-8.

**Nitrógeno Amoniacal**

78. Las concentraciones de nitrógeno amoniacal registrados para el mes de marzo en los puntos de muestreo PM-01 y PM-02 del lago Chinchaycocha[14] superaron el valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (<0,02 mg/L). En el mes de junio, el único punto de muestreo que presentó valores por debajo de los ECA para Agua Categoría 4 para nitrógeno amoniacal, fue el punto LCH-05. Para el mes de setiembre, todos los puntos de muestreo presentaron valores por encima de los ECA para Agua Categoría 4, excepto en los puntos: LCH-17, LCH-18, LCH-19 y LCH-20, los cuales presentaron valores por debajo de la referida norma.

79. Las altas concentraciones de nitrógeno amoniacal indican descomposición de compuestos orgánicos nitrogenados[15], esto probablemente relacionado a residuos generados por la ganadería de la zona y a las aguas residuales domésticas que se estarían vertiendo al lago de manera directa y sin tratamiento previo.

80. Finalmente, las concentraciones de este parámetro muestreado en el Delta Upamayo (SCH-01) en los meses de junio y setiembre, registraron valores que superaron los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos. Ver Gráficos 3-9 y 3-10.

**Nitratos, Cromo VI, Nitrógeno Total**

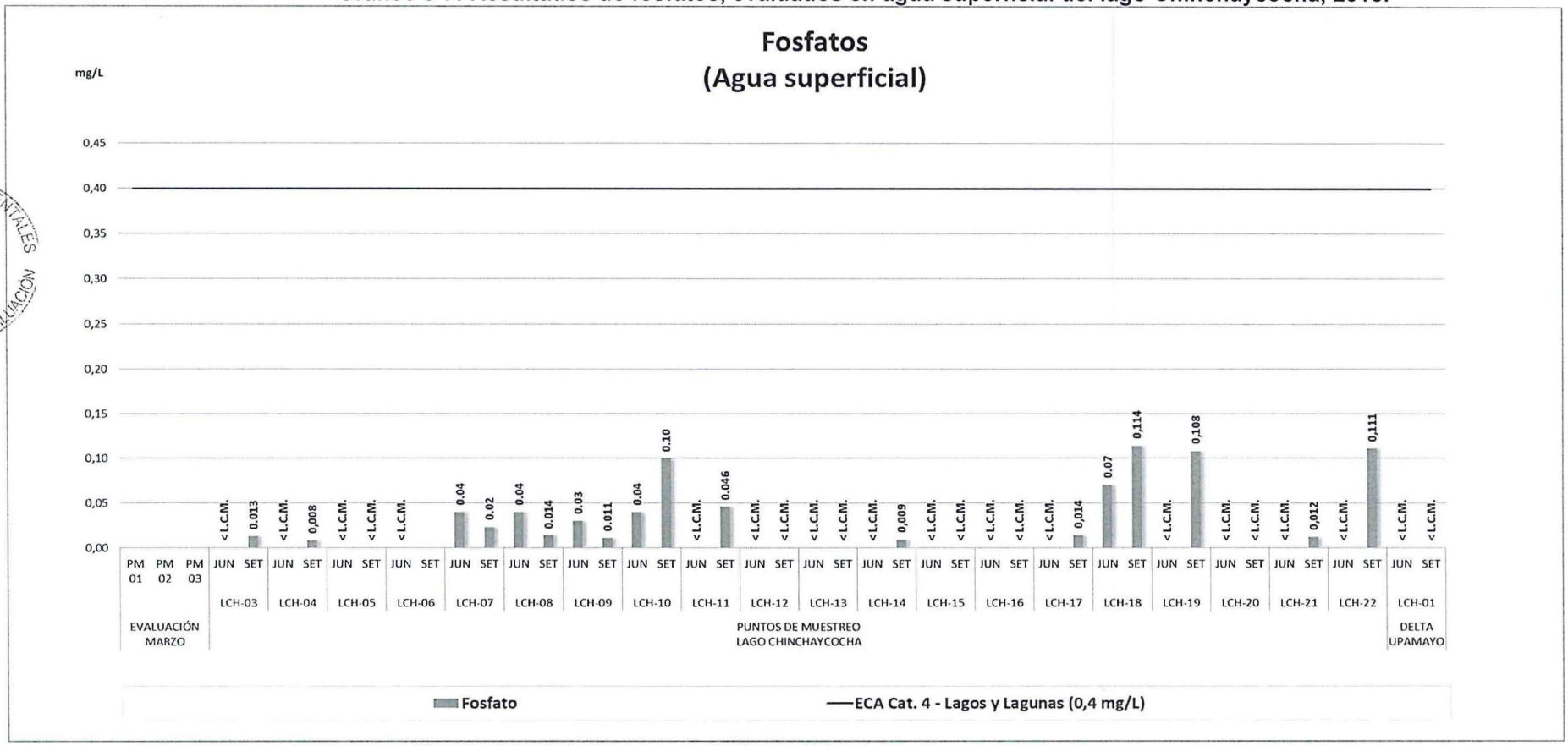
81. Todos los puntos de muestreo evaluados en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo, presentaron valores de nitratos, cromo VI y nitrógeno total por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (5 mg/L), para los meses de marzo, junio y setiembre.

---

[14] En relación a los resultados, la Dirección de Evaluación mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA; reportó de igual manera en todos sus puntos de monitoreo, concentraciones de nitrógeno amoniacal superiores al ECA para Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos, D.S. 002-2008-MINAM.

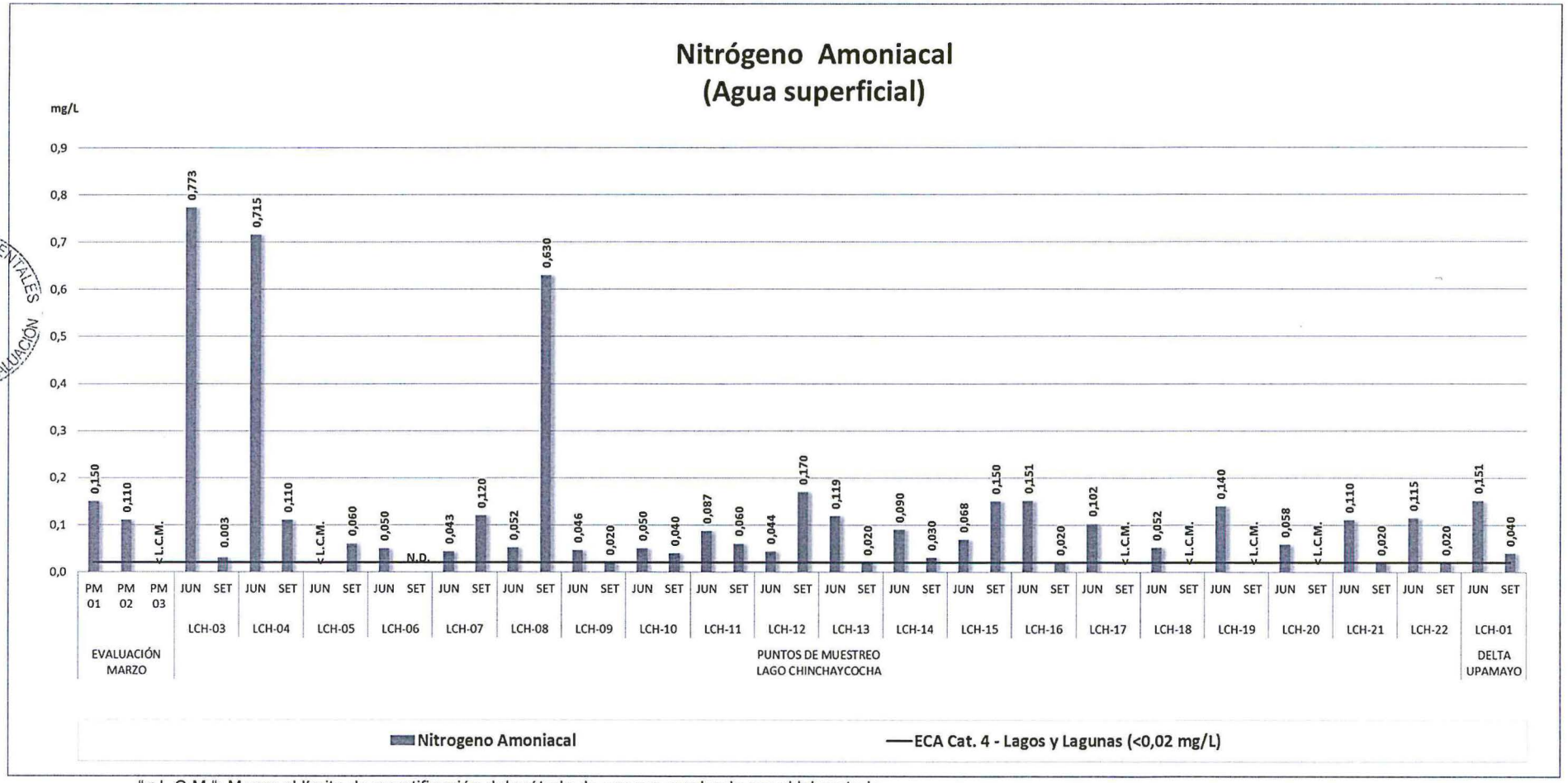
[15] La Autoridad Nacional de Agua – ANA; mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, atribuye las altas concentraciones de nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) haciendo referencia que (...) en el lago existe presencia de nitrógeno orgánico contenido en el material biológico muerto que se encuentra en proceso de descomposición, otra fuente es debido a los vertimientos de aguas residuales domésticas (...).

**Gráfico 3-7: Resultados de fosfatos, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**



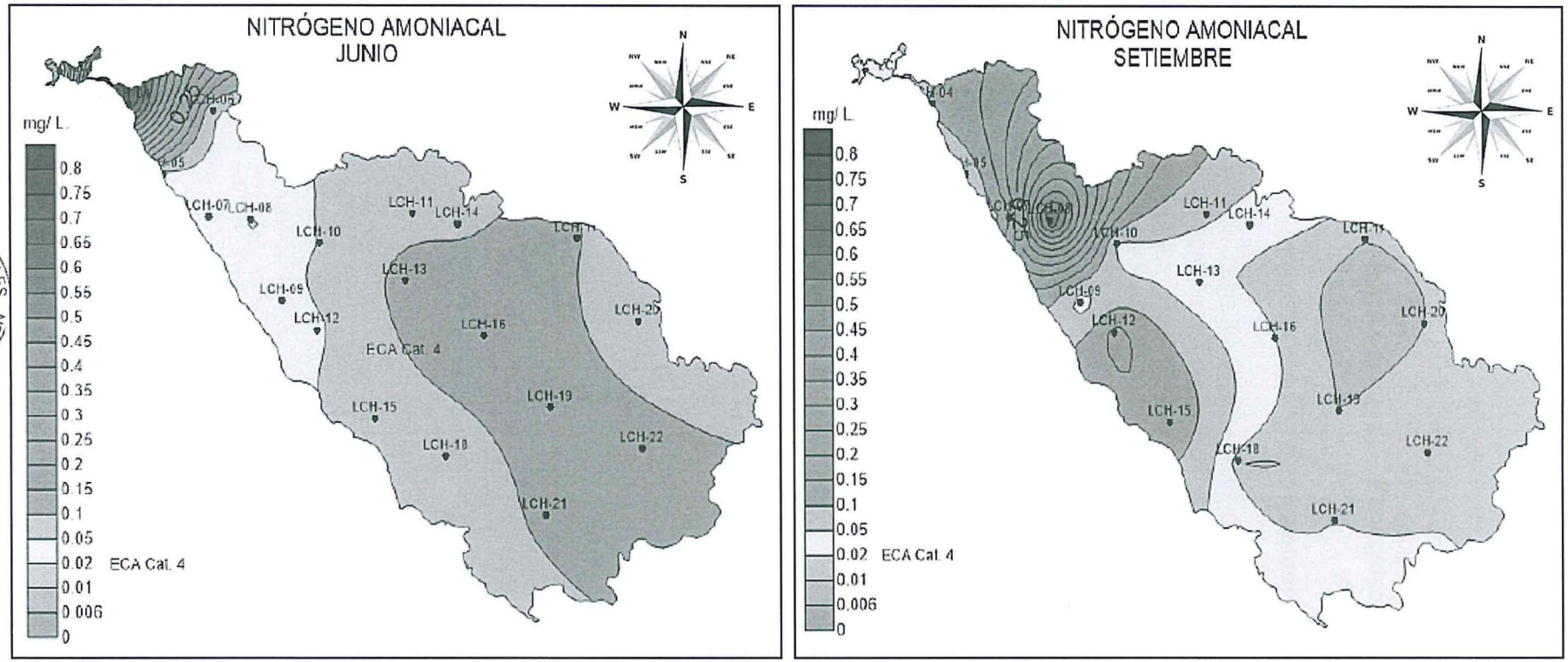

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-8: Resultados de nitrógeno amoniacal, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-9: Distribución espacial de las concentraciones de nitrógeno amoniacal en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**




82. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó niveles elevados de nitrógeno amoniacal superiores al ECA, con una distribución espacial muy variable; por un lado una leve gradiente ascendente de la zona céntrica hacia el sureste del lago, mientras que en la zona noroeste del lago se presentó una gradiente focalizada entre los puntos próximos al Delta Upamayo.
83. En el mes de setiembre; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial muy variable; por un lado niveles elevados de nitrógeno amoniacal superiores al ECA, con gradiente ascendente de la zona céntrica hacia el noroeste y focalizado en el punto LCH-08, mientras que la zona sureste del lago presentó una gradiente descendente por debajo del ECA.

**Cromo Hexavalente**

84. Todos los puntos de muestreo evaluados en la laguna Chinchaycocha y en el Delta Upamayo, se han registrados valores de cromo hexavalente dentro del rango establecido en el ECA categoría 4 – Lagunas y lagos (0,05 mg/L) en los meses de marzo, junio y setiembre.

**Coliformes Termotolerantes**

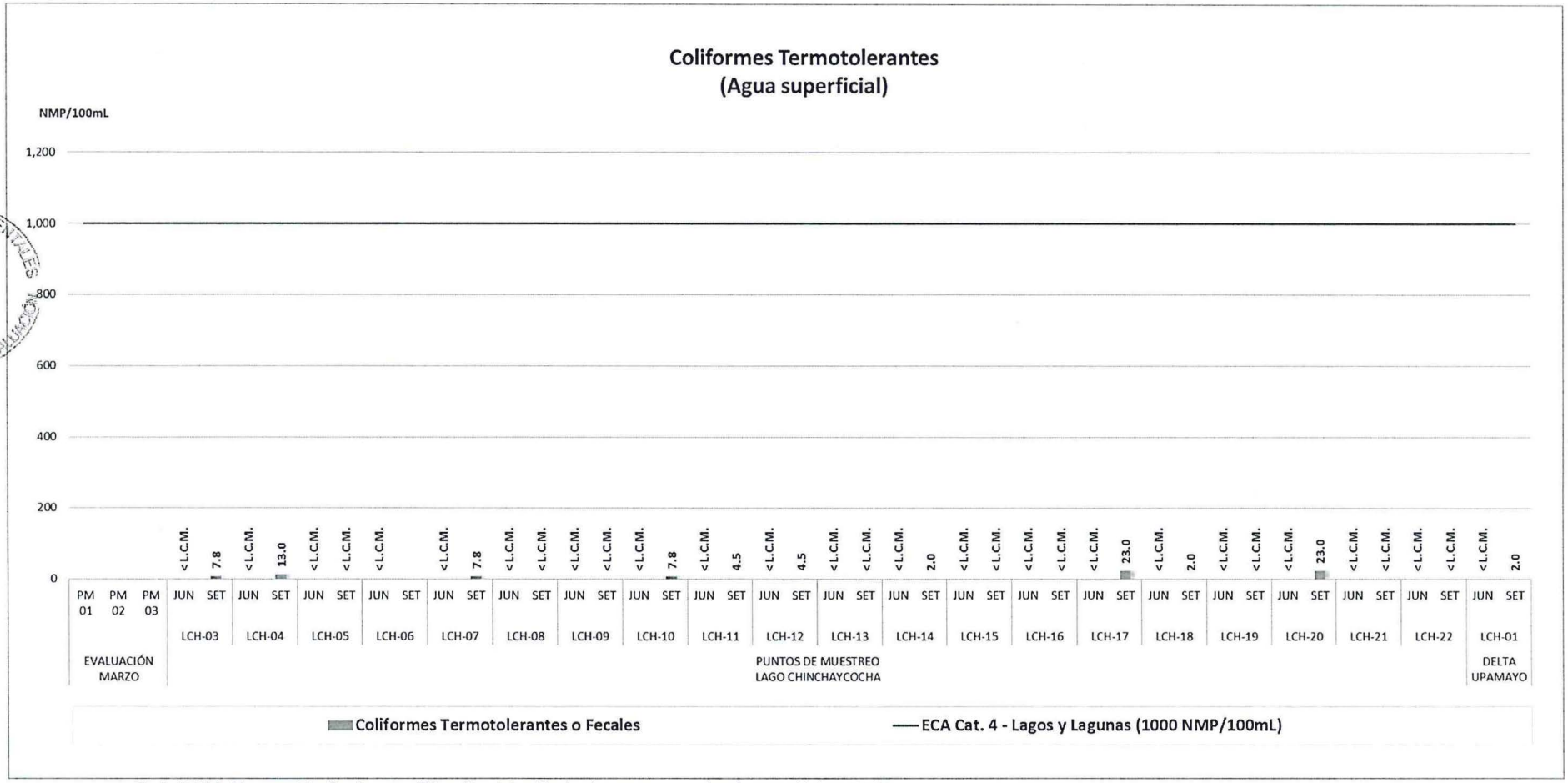
85. Todos los puntos de muestreo evaluados en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo, registraron valores de Coliformes Termotolerantes por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (1 000 NMP/100mL) para los meses de junio y setiembre. Ver Gráfico 3-11.

**Coliformes Totales**

86. Todos los puntos de muestreo evaluados en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo, registraron valores de Coliformes Totales por debajo de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos (2 000 NMP/100mL) para el mes de junio; sin embargo para el mes de setiembre el único punto de muestreo (LCH-05) presentó valores de coliformes totales por encima de los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos. Ver Gráfico 3-12.

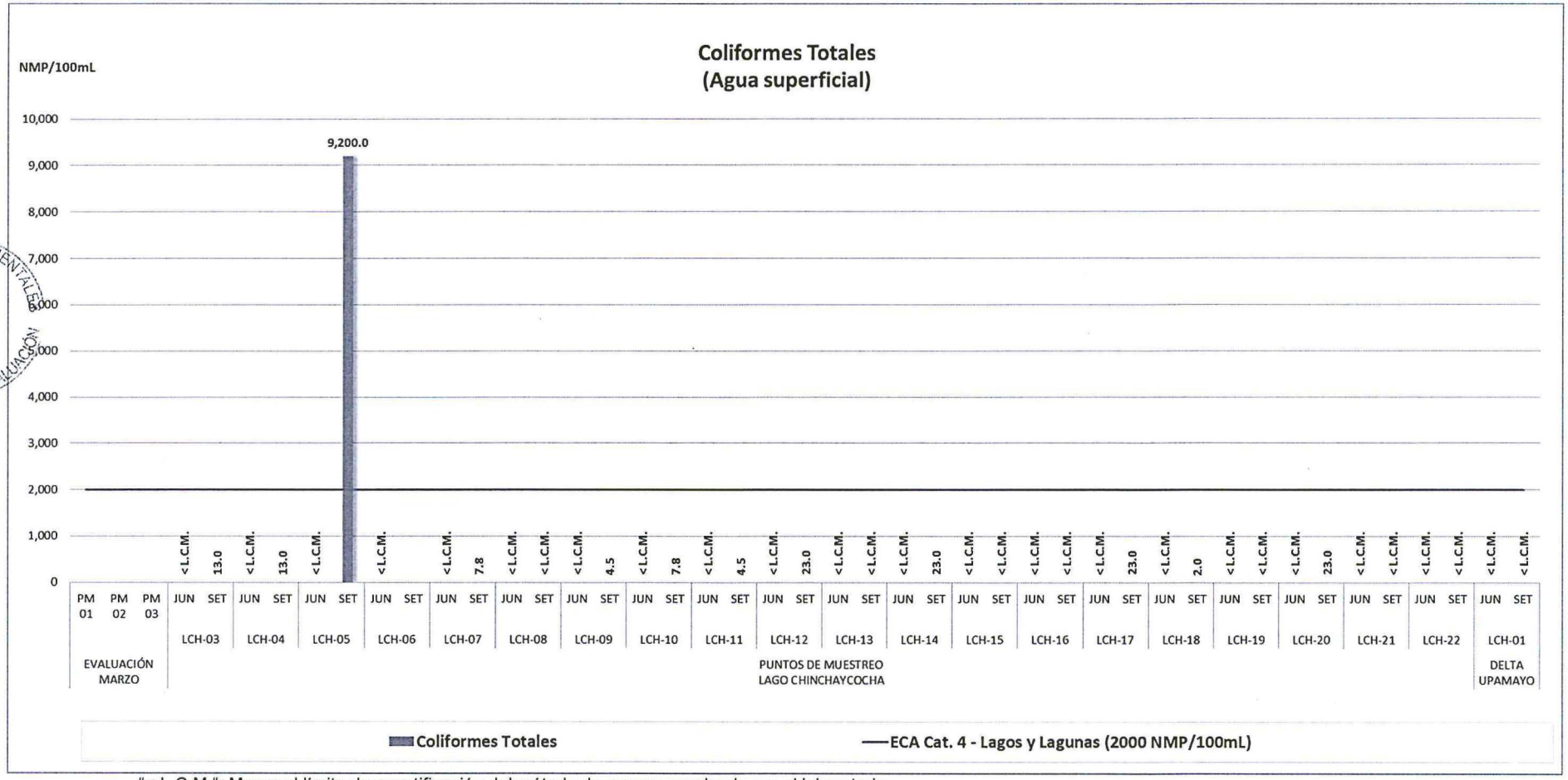
EVALUACIONES AMBIENTALES · V°B° · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

**Gráfico 3-10: Resultados de coliformes termotolerantes, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-11: Resultados de coliformes totales, evaluados en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Tabla 3-3: Resultados de los Parámetros inorgánicos (metales totales) del lago Chinchaycocha, 2015.**

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Plata (mg/L) | Aluminio (mg/L) | Arsénico (mg/L) | Boro (mg/L) | Bario (mg/L) | Berilio (mg/L) | Calcio (mg/L) | Cadmio (mg/L) | Cerio (mg/L) | Cobalto (mg/L) | Cromo (mg/L) | Cobre (mg/L) | Hierro (mg/L) | Potasio (mg/L) | Litio (mg/L) | Magnesio (mg/L) | Manganeso (mg/L) | Molibdeno (mg/L) | Sodio (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ECA para agua - Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM | Conservación del Ambiente Acuático - Lagos y Lagunas | | - | - | 0,01 | - | 0,7 | - | - | 0,004 | - | - | - | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - |
| Lago Chinchaycocha | PM 01 | MAR | 0,0002 | 0,0179 | 0,0051 | 0,0144 | 0,0756 | <0,0006 | 33,0011 | <0,0002 | <0,0003 | <0,0002 | 0,0013 | 0,0059 | 0,1126 | 2,6904 | 0,0073 | 5,8303 | 0,0077 | <0,0002 | 5,5194 |
| | PM 02 | MAR | <0,0002 | 0,0087 | 0,0053 | 0,0159 | 0,0336 | <0,0006 | 36,7720 | <0,0002 | <0,0003 | <0,0002 | <0,0005 | 0,0057 | 0,0260 | 1,0943 | 0,0101 | 8,1599 | 0,0395 | 0,0003 | 4,4564 |
| | PM 03 | MAR | 0,0003 | 0,1450 | 0,0048 | 0,0086 | 0,0335 | <0,0006 | 65,0451 | 0,0004 | <0,0003 | 0,0004 | 0,0011 | 0,0713 | 0,3466 | 0,9334 | 0,0057 | 5,4663 | 0,2703 | 0,0010 | 2,5519 |
| | LCH-03 | JUN | 0,0010 | 0,199 | 0,171 | 0,45 | 0,0431 | <0,0003 | 72,45 | 0,0014 | <0,0004 | <0,001 | 0,0248 | 0,0797 | 0,7091 | 1,743 | 0,0143 | 12,154 | 1,7869 | 0,0048 | 5,77 |
| | | SET | <0,002 | 0,3040 | 0,0080 | 0,0310 | 0,0420 | <0,0005 | 31,3200 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,0320 | 1,1330 | 1,2100 | 0,0090 | 8,9080 | 0,1400 | <0,002 | 4,7000 |
| | LCH-04 | JUN | 0,0008 | 0,175 | 0,184 | 0,29 | 0,0441 | <0,0003 | 70,14 | 0,0015 | <0,0004 | <0,001 | 0,0236 | 0,0784 | 0,3404 | 1,877 | 0,0122 | 11,660 | 1,1651 | 0,0036 | 5,55 |
| | | SET | <0,002 | 0,3560 | 0,014 | 0,0190 | 0,0470 | <0,0005 | 33,0800 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,0460 | 1,5790 | 1,4300 | 0,0100 | 9,8100 | 0,1880 | <0,002 | 6,2600 |
| | LCH-05 | JUN | 0,0008 | 0,043 | 0,142 | 0,24 | 0,0379 | <0,0003 | 52,51 | <0,004 | <0,0004 | <0,001 | 0,0357 | 0,0084 | 0,2416 | 1,624 | 0,0093 | 9,874 | 0,4900 | 0,0084 | 5,03 |
| | | SET | <0,002 | 0,0430 | <0,007 | 0,0160 | 0,0840 | <0,0005 | 23,7500 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,0060 | 0,3630 | 2,0300 | 0,0090 | 16,4500 | 0,1020 | <0,002 | 61,7300 |
| | LCH-06 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,141 | <0,03 | 0,0240 | <0,0003 | 32,66 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | 0,0025 | 0,1233 | 6,484 | <0,0002 | 7,068 | 0,0241 | <0,0005 | 3,82 |
| | | SET | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| | LCH-07 | JUN | <0,0002 | 0,081 | 0,123 | 0,44 | 0,0324 | <0,0003 | 38,09 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | 0,0610 | 0,0415 | 0,7942 | 6,527 | <0,0002 | 8,504 | 0,2968 | <0,0005 | 6,45 |
| | | SET | <0,002 | 0,0610 | <0,007 | 0,0190 | 0,0340 | <0,0005 | 28,5100 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,0095 | 0,3170 | 1,4000 | 0,0100 | 9,5960 | 0,0750 | <0,002 | 6,5000 |
| | LCH-08 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,140 | <0,03 | 0,0234 | <0,0003 | 37,37 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | 0,0062 | 0,1108 | 6,753 | <0,0002 | 8,6600 | 0,1143 | <0,0005 | 6,15 |
| | | SET | <0,002 | 0,0300 | <0,007 | 0,0160 | 0,0350 | <0,0005 | 35,4600 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | <0,002 | 0,1820 | 1,2400 | 0,0080 | 10,2100 | 0,0940 | <0,002 | 4,7500 |
| | LCH-09 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,121 | <0,03 | 0,0180 | <0,0003 | 24,85 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 5,926 | <0,0002 | 7,9150 | 0,0618 | <0,0005 | 6,43 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | <0,007 | 0,0210 | 0,0360 | <0,0005 | 29,7000 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | <0,002 | 0,0580 | 1,4400 | 0,0100 | 10,2200 | 0,0780 | <0,002 | 9,3000 |
| | LCH-10 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,136 | <0,03 | 0,0191 | <0,0003 | 29,18 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 6,304 | <0,0002 | 8,0090 | 0,0304 | <0,0005 | 4,23 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | <0,007 | 0,0170 | 0,0310 | <0,0005 | 32,2000 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | <0,002 | 0,0470 | 1,0000 | 0,0070 | 8,8290 | 0,0720 | <0,002 | 4,1600 |
| | LCH-11 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,091 | <0,03 | 0,0236 | <0,0003 | 29,63 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 2,656 | 0,0077 | 7,9570 | 0,0251 | <0,0005 | 4,57 |
| | | SET | <0,002 | 0,0220 | <0,007 | 0,0200 | 0,0330 | <0,0005 | 34,3800 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | <0,002 | 0,0320 | 1,1300 | 0,0080 | 10,7000 | 0,0490 | <0,002 | 5,7500 |
| | LCH-12 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,134 | <0,03 | 0,0213 | <0,0003 | 27,80 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 5,932 | <0,0002 | 8,1820 | 0,0356 | <0,0005 | 7,30 |
| | | SET | <0,002 | 0,0350 | <0,007 | 0,0250 | 0,0330 | <0,0005 | 28,9600 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,0070 | 0,0480 | 1,2800 | 0,0120 | 8,2730 | 0,0660 | <0,002 | 8,8100 |
| | LCH-13 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,116 | <0,03 | 0,0266 | <0,0003 | 31,65 | <0,0004 | 0,0057 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | 0,0110 | 2,733 | 0,0086 | 7,943 | 0,0265 | <0,0005 | 4,86 |
| | | SET | <0,002 | 0,0370 | <0,007 | 0,0320 | 0,0310 | <0,0005 | 29,2600 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,0060 | 0,0560 | 1,4300 | 0,0100 | 7,6530 | 0,0470 | <0,002 | 15,6300 |
| | LCH-14 | JUN | 0,0008 | 0,010 | 0,119 | <0,03 | 0,0352 | <0,0003 | 31,56 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | 0,0051 | 0,0748 | 2,705 | 0,0083 | 8,138 | 0,0297 | 0,0292 | 4,84 |
| | | SET | <0,002 | 0,031 | <0,007 | 0,031 | 0,034 | <0,0005 | 28,990 | <0,001 | -- | <0,001 | 0,001 | 0,007 | 0,039 | 1,190 | 0,010 | 7,621 | 0,048 | <0,002 | 5,820 |
| | LCH-15 | JUN | 0,0006 | 0,034 | 0,125 | <0,03 | 0,0342 | <0,0003 | 31,48 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | 0,0045 | 0,1180 | 2,661 | 0,0098 | 8,230 | 0,0312 | 0,0062 | 6,01 |
| | | SET | <0,002 | 0,0430 | <0,007 | 0,0270 | 0,0340 | <0,0005 | 31,8800 | <0,001 | -- | <0,001 | 0,0010 | 0,0060 | 0,0420 | 1,2800 | 0,0120 | 8,0270 | 0,0260 | <0,002 | 9,0700 |
| | LCH-16 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,107 | <0,03 | 0,0273 | <0,0003 | 35,52 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 2,318 | 0,0121 | 8,113 | 0,0282 | <0,0005 | 5,02 |
| | | SET | <0,002 | 0,0340 | <0,007 | 0,0220 | 0,0310 | <0,0005 | 27,3900 | <0,001 | -- | <0,001 | 0,0010 | 0,0060 | 0,0410 | 1,0800 | 0,0095 | 6,6910 | 0,0360 | <0,002 | 5,5400 |
| | LCH-17 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,099 | <0,03 | 0,0255 | <0,0003 | 32,93 | <0,0004 | <0,0004 | 0,003 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 2,234 | 0,0117 | 8,416 | 0,0309 | <0,0005 | 4,40 |
| | | SET | <0,002 | 0,0360 | <0,007 | 0,0460 | 0,0380 | <0,0005 | 23,5600 | <0,001 | -- | <0,001 | 0,0010 | 0,0040 | 1,1540 | 1,3900 | 0,0110 | 8,0530 | 0,0440 | <0,002 | 5,8000 |
| | LCH-18 | JUN | 0,0006 | 0,010 | 0,124 | <0,03 | 0,0371 | <0,0003 | 34,87 | <0,0004 | <0,0004 | 0,0030 | 0,0221 | 0,0051 | 0,0703 | 2,255 | 0,0140 | 8,492 | 0,0218 | <0,0005 | 4,74 |
| | | SET | <0,002 | 0,0190 | <0,007 | 0,0250 | 0,0320 | <0,0005 | 26,7600 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | <0,002 | 0,0160 | 1,1200 | 0,0120 | 8,0830 | 0,0380 | <0,002 | 8,6600 |
| | LCH-19 | JUN | 0,0006 | <0,001 | 0,135 | <0,03 | 0,0360 | <0,0003 | 33,86 | <0,0004 | <0,0004 | 0,0021 | 0,0277 | 0,0046 | 0,0773 | 2,218 | 0,0121 | 7,977 | 0,0335 | 0,0231 | 4,76 |

EVALUACIONES AMBIENTALES - DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN V°B°

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Plata (mg/L) | Aluminio (mg/L) | Arsénico (mg/L) | Boro (mg/L) | Bario (mg/L) | Berilio (mg/L) | Calcio (mg/L) | Cadmio (mg/L) | Cerio (mg/L) | Cobalto (mg/L) | Cromo (mg/L) | Cobre (mg/L) | Hierro (mg/L) | Potasio (mg/L) | Litio (mg/L) | Magnesio (mg/L) | Manganeso (mg/L) | Molibdeno (mg/L) | Sodio (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ECA para agua - Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM** | **Conservación del Ambiente Acuático - Lagos y Lagunas** | | - | - | **0,01** | - | **0,7** | - | - | **0,004** | - | - | - | **0,02** | - | - | - | - | - | - | - |
| | | SET | <0,002 | 0,0240 | <0,007 | 0,0230 | 0,0370 | <0,0005 | 36,0300 | <0,001 | -- | <0,001 | 0,0010 | 0,0020 | 0,0220 | 1,4500 | 0,0110 | 9,3860 | 0,0440 | <0,002 | 8,6500 |
| | LCH-20 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,113 | <0,03 | 0,0270 | <0,0003 | 31,29 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 2,206 | 0,0124 | 8,304 | 0,0357 | <0,0005 | 4,51 |
| | | SET | <0,002 | 0,0290 | <0,007 | 0,0400 | 0,0360 | <0,0005 | 18,3800 | <0,001 | -- | <0,001 | 0,0010 | <0,002 | 2,1840 | 1,1100 | 0,0090 | 6,2390 | 0,0460 | <0,002 | 4,3000 |
| | LCH-21 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,113 | <0,03 | 0,0277 | <0,0003 | 30,98 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 2,709 | 0,0077 | 7,760 | 0,0205 | <0,0005 | 4,87 |
| | | SET | <0,002 | 0,0260 | <0,007 | 0,0200 | 0,0340 | <0,0005 | 28,3100 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | <0,002 | 0,0160 | 1,2300 | 0,0097 | 7,7800 | 0,0310 | <0,002 | 6,5600 |
| | LCH-22 | JUN | <0,0002 | <0,001 | 0,097 | <0,03 | 0,0276 | <0,0003 | 30,20 | <0,0004 | <0,0004 | <0,001 | <0,0003 | <0,0004 | <0,0005 | 2,694 | 0,0077 | 7,762 | 0,0473 | <0,0005 | 5,04 |
| | | SET | <0,002 | 0,020 | <0,007 | 0,026 | 0,038 | <0,0005 | 32,500 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,003 | 0,023 | 1,440 | 0,012 | 9,041 | 0,044 | <0,002 | 6,720 |
| Delta Upamayo | LCH-01 | JUN | 0,0013 | 0,141 | 0,133 | 0,34 | 0,0282 | <0,0003 | 60,18 | 0,0011 | <0,0004 | <0,001 | 0,0282 | 0,0555 | 0,4380 | 1,728 | 0,0105 | 9,580 | 0,7274 | 0,0055 | 4,77 |
| | | SET | <0,002 | 0,2670 | <0,007 | 0,0210 | 0,0380 | <0,0005 | 30,4700 | <0,001 | -- | <0,001 | <0,001 | 0,0250 | 0,9150 | 1,2000 | 0,0090 | 8,7410 | 0,1470 | <0,002 | 4,7900 |

*Continuación...*

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Níquel (mg/L) | Fosforo (mg/L) | Plomo (mg/L) | Antimonio (mg/L) | Selenio (mg/L) | Silicio (mg/L) | Estaño (mg/L) | Estroncio (mg/L) | Titanio (mg/L) | Talio (mg/L) | Vanadio (mg/L) | Zinc (mg/L) | Bismuto (mg/L) | Torio (mg/L) | Uranio (mg/L) | Sílice (mg/L) | Silicato (mg/L) | Mercurio (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ECA para agua - Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM** | **Conservación del Ambiente Acuático - Lagos y Lagunas** | | **0,025** | - | **0,001** | - | - | - | - | - | - | - | - | **0,03** | - | - | - | - | - | **0,0001** |
| | PM 01 | MAR | 0,0011 | 0,0539 | 0,0162 | 0,0011 | <0,0002 | -- | <0,0004 | 0,0804 | 0,0011 | <0,0003 | <0,0003 | 0,0274 | <0,0003 | <0,0010 | <0,0003 | 1,3668 | <4,11 | <0,0001 |
| | PM 02 | | 0,0010 | 0,0084 | 0,0019 | 0,0008 | <0,0002 | -- | <0,0004 | 0,1763 | 0,0009 | <0,0003 | 0,0003 | 0,0209 | <0,0003 | <0,0010 | <0,0003 | 1,9224 | <4,11 | <0,0001 |
| | PM 03 | | 0,0024 | 0,0474 | 0,0146 | 0,0025 | <0,0002 | -- | 0,0005 | 0,1775 | 0,0063 | 0,0003 | <0,0003 | 0,1024 | 0,0006 | <0,0010 | 0,0003 | 2,7021 | <4,11 | 0,0001 |
| | LCH-03 | JUN | <0,0005 | <0,01 | 0,0090 | <0,006 | 0,149 | 2,388 | <0,002 | 0,3833 | <0,0003 | <0,02 | 0,0027 | 0,333 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,0007 |
| | | SET | <0,002 | 0,0500 | 0,043 | <0,006 | <0,006 | 1,7300 | <0,003 | 0,1534 | 0,2000 | <0,007 | <0,001 | 0,200 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | 0,0006 |
| | LCH-04 | JUN | <0,0005 | 0,06 | <0,001 | <0,006 | 0,134 | 2,150 | <0,002 | 0,3675 | <0,0003 | <0,02 | 0,0021 | 0,277 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,0092 |
| | | SET | <0,002 | 0,0600 | 0,061 | <0,006 | <0,006 | 1,4900 | 0,0050 | 0,1947 | 0,0040 | <0,007 | <0,001 | 0,234 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | 0,0007 |
| | LCH-05 | JUN | <0,0005 | <0,01 | 0,007 | 0,108 | 0,128 | 0,596 | <0,002 | 0,2403 | <0,0003 | 0,09 | <0,0003 | 0,086 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | 0,005 | <0,006 | <0,006 | 0,7800 | 0,0040 | 0,1835 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,047 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| Lago Chinchaycocha | LCH-06 | JUN | <0,0005 | 0,27 | <0,001 | 0,293 | <0,010 | 0,332 | 0,008 | 0,1276 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,471 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| | LCH-07 | JUN | <0,0005 | 0,36 | <0,001 | 0,325 | <0,010 | 1,429 | 0,024 | 0,1716 | <0,0003 | <0,02 | 0,0014 | 0,494 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,0013 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | 0,011 | <0,006 | <0,006 | 1,0500 | 0,0070 | 0,1924 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,059 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-08 | JUN | <0,0005 | 0,27 | <0,001 | 0,327 | 0,010 | 1,577 | 0,015 | 0,1641 | <0,0003 | <0,02 | 0,0009 | 0,428 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0100 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,6800 | <0,003 | 0,1785 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,040 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-09 | JUN | <0,0005 | 0,23 | <0,001 | 0,224 | <0,010 | 1,352 | <0,002 | 0,1210 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,211 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,3400 | <0,003 | 0,1762 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,042 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-10 | JUN | <0,0005 | 0,25 | <0,001 | 0,270 | <0,010 | 2,406 | 0,011 | 0,0974 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,466 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | <0,01 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 2,1400 | <0,003 | 0,1339 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,063 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-11 | JUN | <0,0005 | 0,21 | <0,001 | <0,006 | <0,010 | 2,403 | 0,005 | 0,1651 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,010 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |

EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Níquel (mg/L) | Fosforo (mg/L) | Plomo (mg/L) | Antimonio (mg/L) | Selenio (mg/L) | Silicio (mg/L) | Estaño (mg/L) | Estroncio (mg/L) | Titanio (mg/L) | Talio (mg/L) | Vanadio (mg/L) | Zinc (mg/L) | Bismuto (mg/L) | Torio (mg/L) | Uranio (mg/L) | Sílice (mg/L) | Silicato (mg/L) | Mercurio (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ECA para agua - Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM | Conservación del Ambiente Acuático - Lagos y Lagunas | | 0,025 | - | 0,001 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,03 | - | - | - | - | - | 0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 2,8100 | <0,003 | 0,1439 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,066 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-12 | JUN | <0,0005 | 0,27 | <0,001 | 0,246 | <0,010 | 1,656 | 0,006 | 0,1309 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,333 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,8700 | <0,003 | 0,1657 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,053 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-13 | JUN | <0,0005 | 0,19 | <0,001 | 0,123 | <0,010 | 2,500 | 0,006 | 0,1864 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,026 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,3100 | <0,003 | 0,1462 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,082 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-14 | JUN | <0,0005 | 0,33 | 0,0067 | 0,268 | 0,131 | 2,252 | 0,026 | 0,1752 | <0,0003 | 0,07 | 0,0008 | 0,059 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,020 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,410 | <0,003 | 0,143 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,038 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-15 | JUN | <0,0005 | 0,36 | <0,001 | 0,225 | 0,114 | 2,471 | 0,020 | 0,1914 | <0,0003 | 0,09 | <0,0003 | 0,088 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0200 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,6300 | <0,003 | 0,1728 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,068 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-16 | JUN | <0,0005 | <0,01 | <0,001 | 0,136 | 0,119 | 2,412 | 0,007 | 0,1614 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,073 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0100 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,3400 | <0,003 | 0,1405 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,037 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-17 | JUN | <0,0005 | <0,01 | <0,001 | 0,151 | 0,130 | 2,154 | <0,002 | 0,1510 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | <0,002 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0600 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,5500 | <0,003 | 1,1529 | 0,0010 | <0,007 | <0,001 | 0,043 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-18 | JUN | <0,0005 | 0,32 | <0,001 | 0,173 | 0,137 | 2,455 | 0,015 | 0,1778 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,069 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0100 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 2,1600 | <0,003 | 0,1697 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,037 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-19 | JUN | <0,0005 | 0,30 | <0,001 | <0,006 | 0,138 | 2,213 | 0,024 | 0,1586 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,097 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0100 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 2,0200 | <0,003 | 0,1913 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,063 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-20 | JUN | <0,0005 | 0,16 | <0,001 | <0,006 | 0,133 | 2,085 | 0,010 | 0,1502 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,073 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,1200 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,1500 | <0,003 | 0,1221 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,041 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-21 | JUN | <0,0005 | 0,17 | <0,001 | <0,006 | 0,115 | 2,487 | 0,009 | 0,1819 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,031 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,0100 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,6800 | <0,003 | 0,1604 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,039 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | LCH-22 | JUN | <0,0005 | 0,19 | <0,001 | <0,006 | 0,119 | 2,419 | 0,008 | 0,1780 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,290 | -- | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| | | SET | <0,002 | 0,010 | <0,001 | <0,006 | <0,006 | 1,820 | <0,003 | 0,188 | <0,001 | <0,007 | <0,001 | 0,044 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | <0,0001 |
| Delta Upamayo | LCH-01 | JUN | <0,0005 | <0,01 | <0,001 | 0,060 | 0,139 | 1,910 | <0,002 | 0,3156 | <0,0003 | <0,02 | <0,0003 | 0,227 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,0111 |
| | | SET | <0,002 | 0,0400 | 0,0320 | <0,006 | <0,006 | 1,4800 | <0,003 | 0,1570 | 0,0020 | <0,007 | <0,001 | 0,161 | <0,01 | -- | -- | -- | -- | 0,0005 |

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo - Inspectorate Services Perú S.A.C.: N° 32788L/15-MA y Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/11834, N° A-15/11833, N° A-0958-PE
Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Enviromental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151503, N° 151504, N° 151505, N° 151515, N° 151516, N° 151517, N° 151518, N° 151547, N° 151548, N° 151549, N° 151493, N° 151494
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 99012L/15-MA-MB, N° 99348L/15-MA-MB, N° 99014L/15-MA-MB, N° 99292L/15-MA-MB, N° 99087L/15-MA-MB y N° 99218L/15-MA-MB y Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00184521, N° J-00185183, N° J-00184535, N° J-00184971, N° J-00184559 y N° J-00184977.
"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua
"-- ": Parámetro no considerado en la corrida de ensayo para metales totales por ICP, según método de análisis por parte del laboratorio.
Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos.
Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).
Elaboración propia.

EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

**Arsénico (As)**

87. Las concentraciones de arsénico total registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de marzo y setiembre, presentaron valores que no superaron lo establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,01 mg/L), excepto el punto de muestreo LCH-04 correspondiente al mes de setiembre el cual presentó una concentración de arsénico total de 0,014 mg/L, superando así los ECA antes mencionados.

88. Por otro lado, las concentraciones de arsénico registrados en el mes de junio superaron en todos los puntos de muestreo el valor límite establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,01 mg/L). Ver Gráfico 3-13 y 3-14.

**Bario (Ba)**

89. Las concentraciones de bario total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,7 mg/L). Ver Gráfico 3-15.

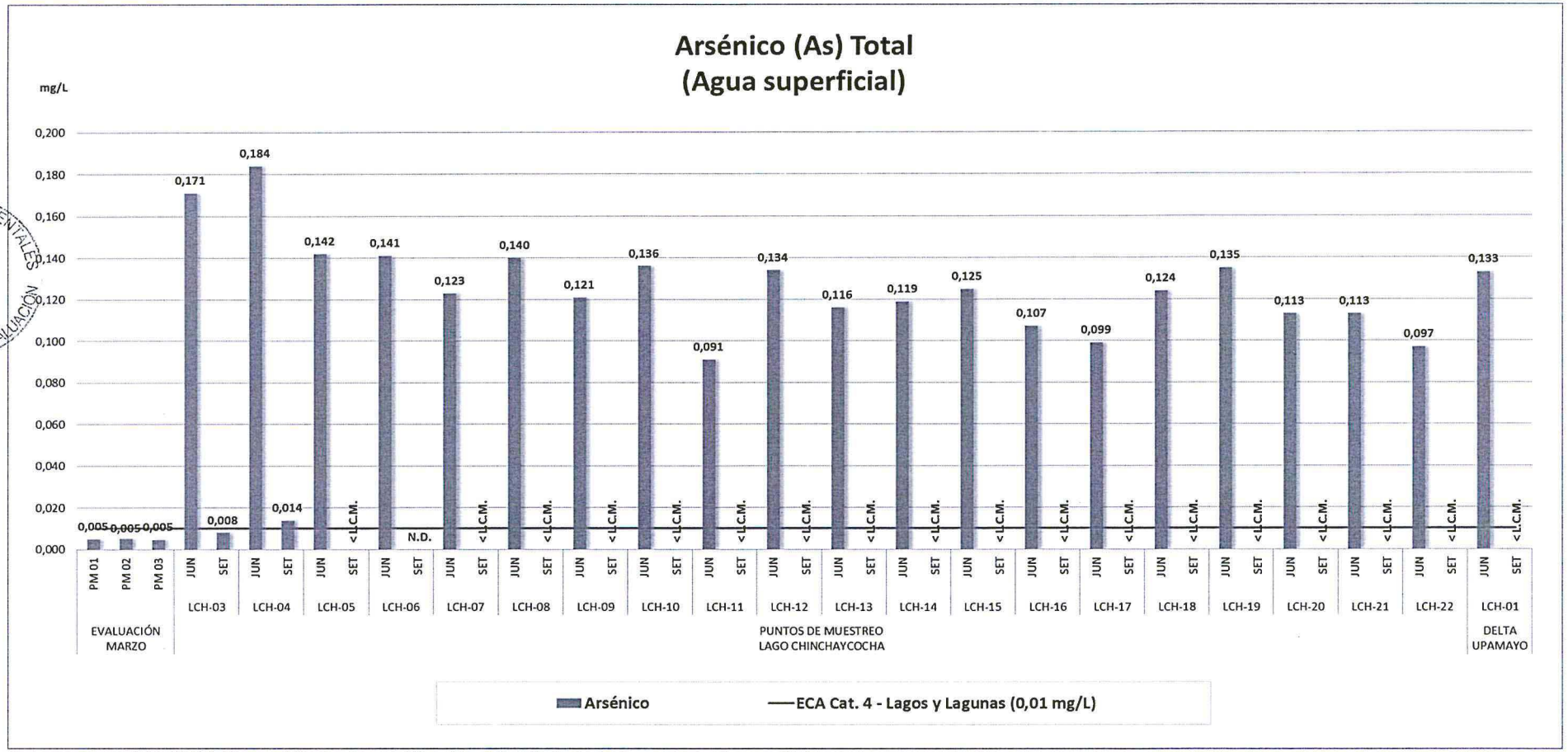
**Cadmio (Cd)**

90. Las concentraciones de cadmio total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,004 mg/L). Asimismo, en la evaluación realizada en el mes de setiembre, los resultados presentaron concentraciones de cadmio total por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio en todos los puntos de muestreo. Ver Gráfico 3-16.

**Cobre (Cu)**

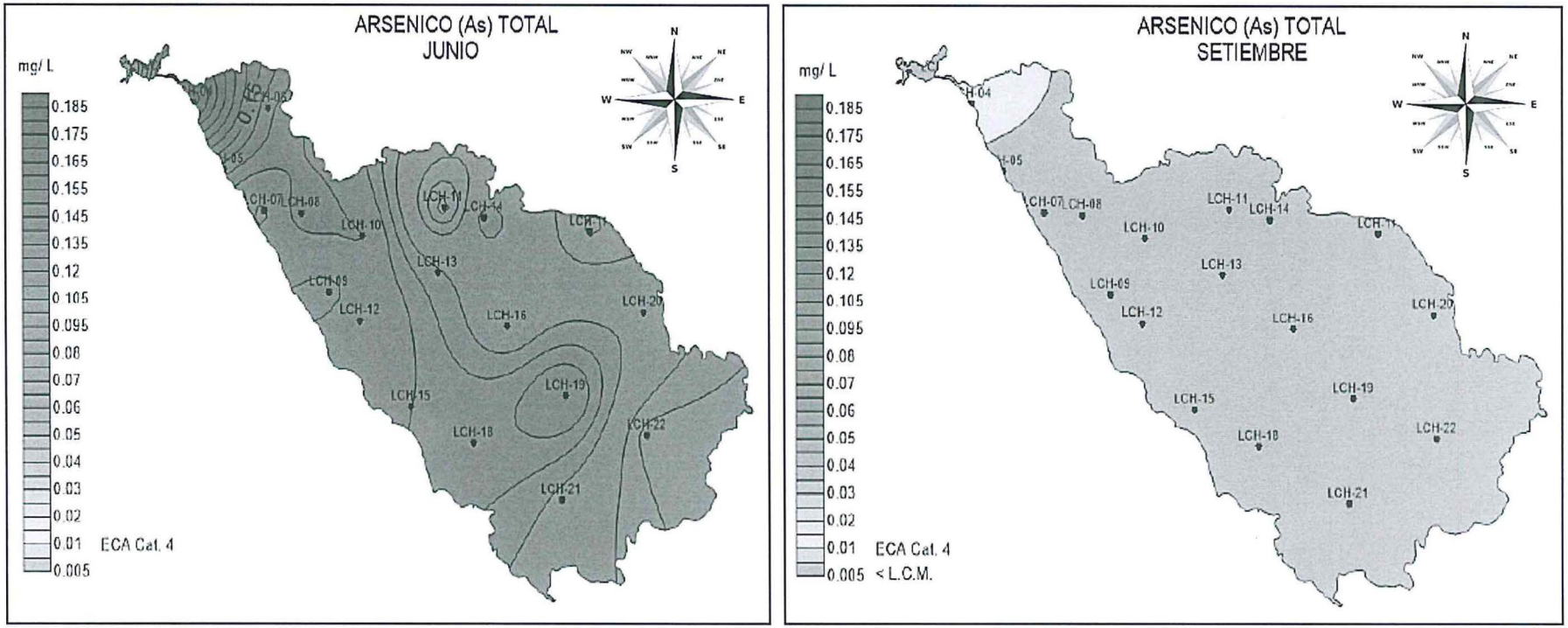
91. Las concentraciones de cobre total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,02 mg/L), excepto el punto de muestreo PM-03 correspondiente al mes de marzo el cual presentó una concentración de cobre total de 0,0713 mg/L, el punto de muestreo LCH-07 correspondiente al mes de junio con una concentración de 0,0415 mg/L los que superaron los valores establecidos por la referida norma. Asimismo los puntos de muestreo LCH-01 (0,133 mg/l) y LCH-03 (0,171 mg/l) presentaron concentraciones de cobre por encima de los ECA antes mencionados en el mes de junio, mientras que el punto de muestreo LCH-04 presentó valores por encima de la misma norma para los meses de junio (0,184 mg/l) y setiembre (0,014 mg/l) respectivamente. Ver Gráficos 3-17 y 3-18.

**Gráfico 3-12: Resultados de arsénico (As) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-13: Distribución espacial de las concentraciones de arsénico (As) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**




92. En el mes de junio el arsénico total presenta una distribución espacial de sus concentraciones notablemente homogénea sobre el lago Chinchaycocha. Dichas concentraciones superan el valor del ECA, y varían de menor a mayor valor desde el sureste al noroeste del lago.

93. En el mes de setiembre el arsénico total presenta una distribución espacial de sus concentraciones notablemente homogénea sobre el lago Chinchaycocha. Dichas concentraciones no superan el valor del ECA en la mayor área del lago. Sin embargo en la parte noroeste del lago se aprecia concentraciones de arsénico que sobrepasa el valor del ECA.

**Gráfico 3-14: Resultados de bario (Ba) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**

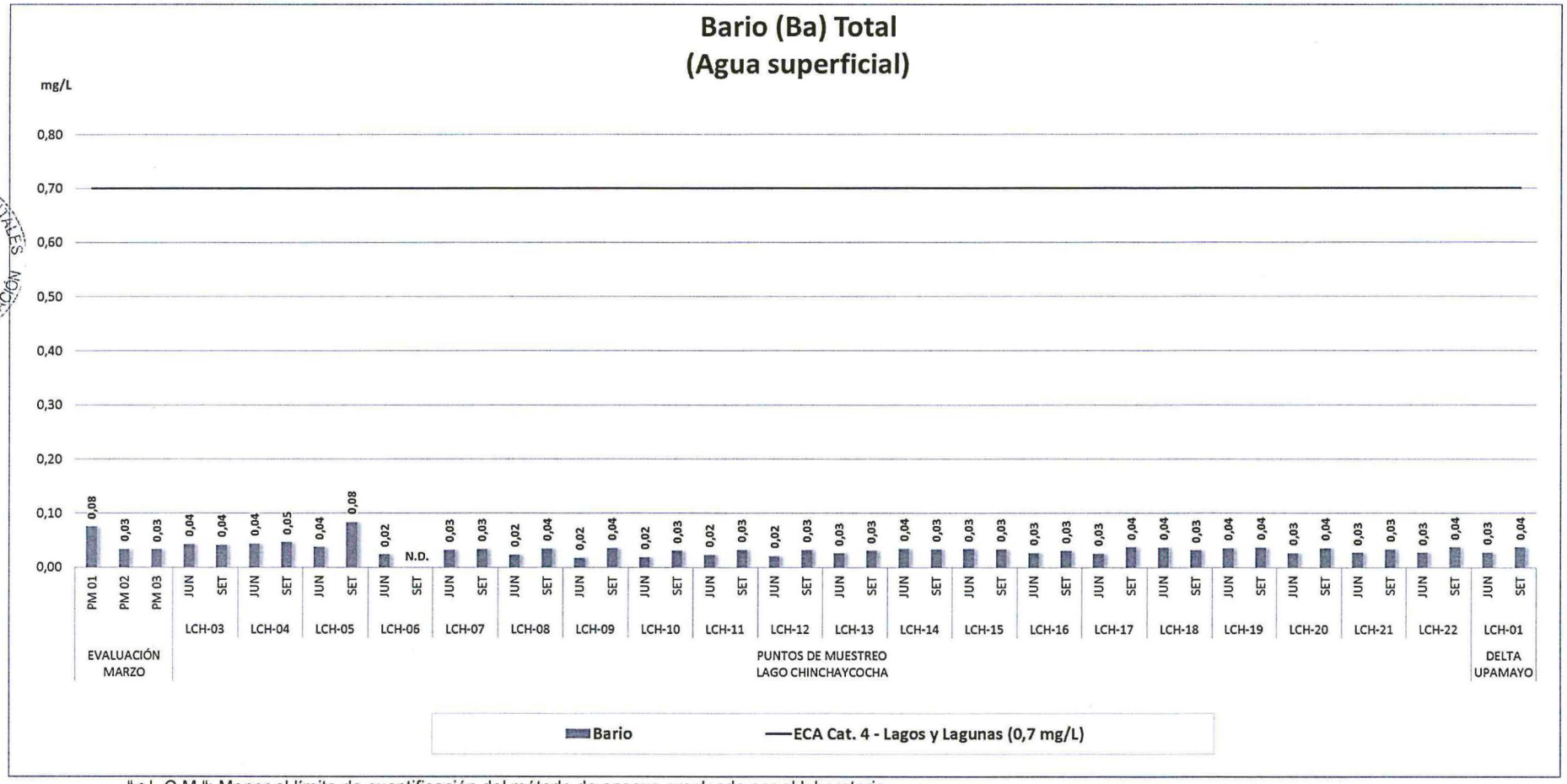
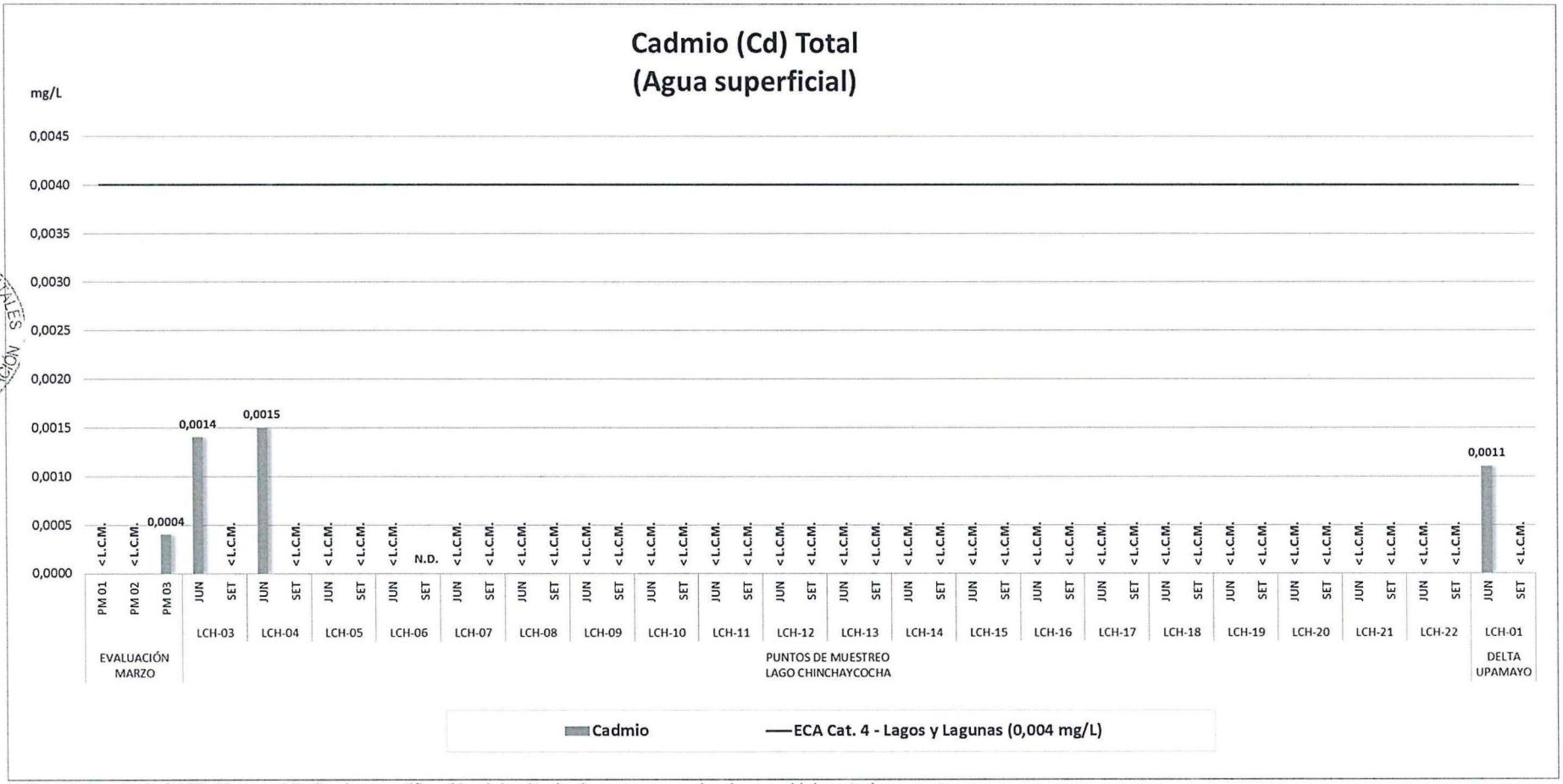
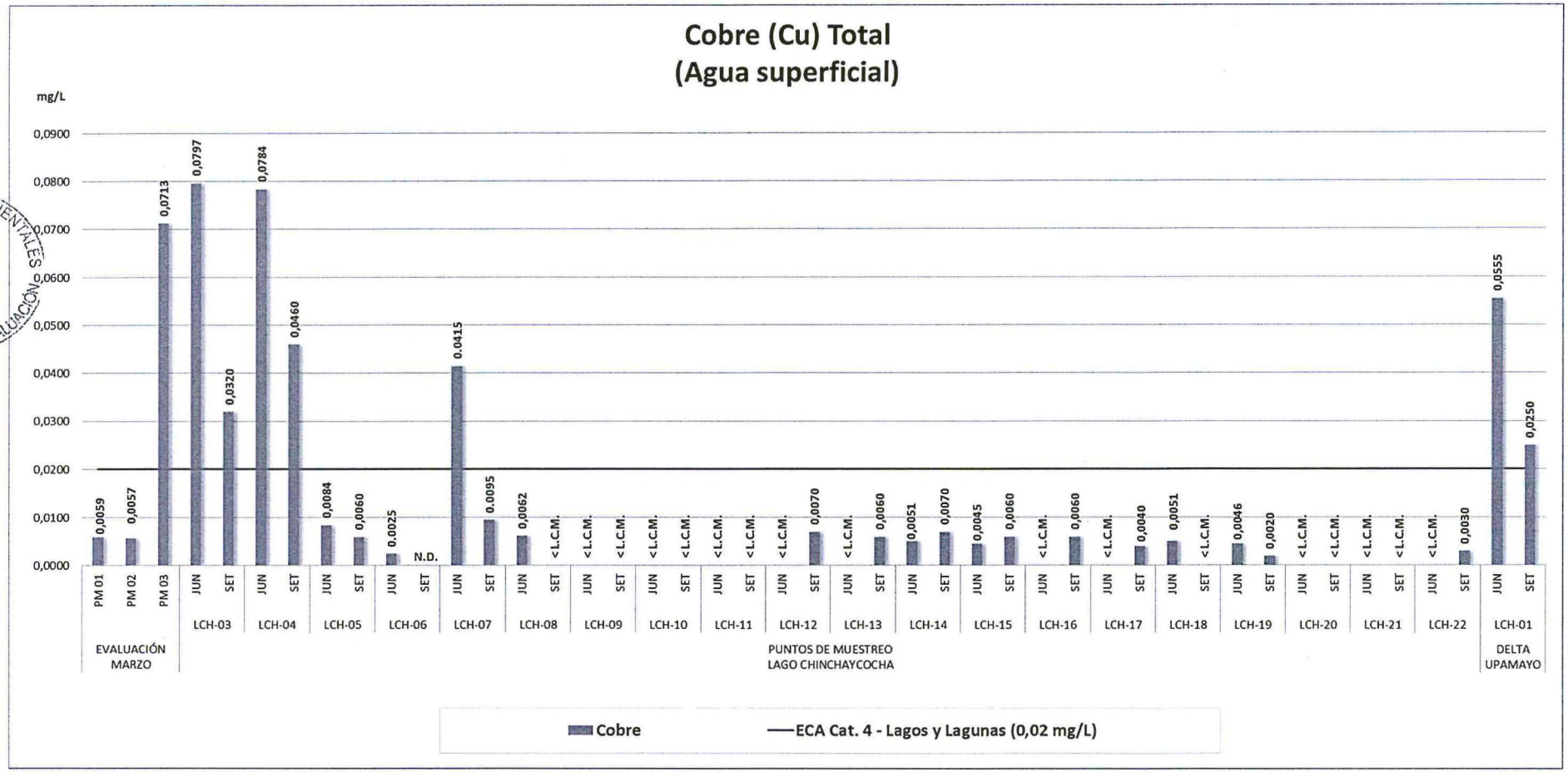

Bario (Ba) Total
(Agua superficial)
mg/L
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
PM 01 PM 02 PM 03 JUN SET JUN SET JUN SET

**Gráfico 3-15: Resultados de cadmio (Cd) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**



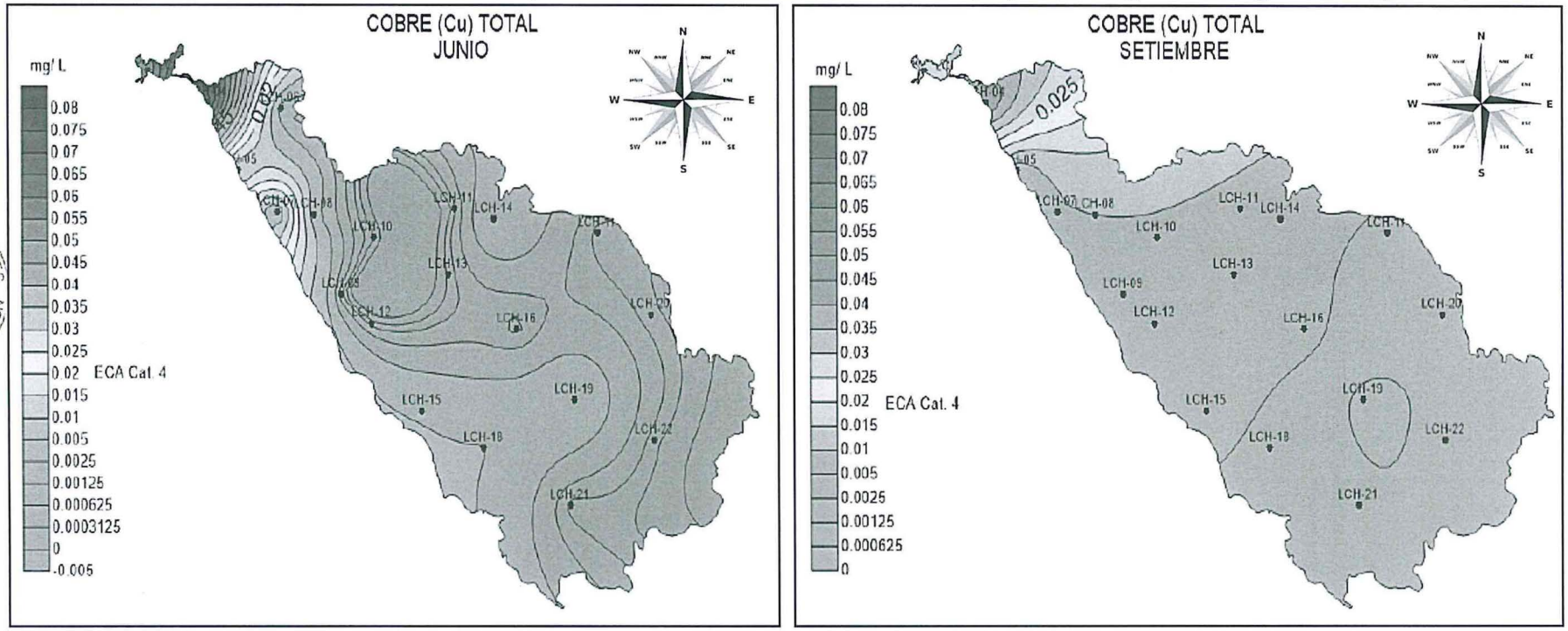

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-16: Resultados de cobre (Cu) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-17: Distribución espacial de las concentraciones de cobre (Cu) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**




94. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial de cobre (Cu) total muy variable; por un lado una leve gradiente ascendente focalizada entre los puntos próximos al Delta Upamayo en la zona noroeste del lago, con concentraciones superiores al ECA, mientras que la zona sureste del lago presentó concentraciones homogéneas de cobre (Cu) total por debajo del ECA.
95. Para el mes de setiembre, el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial de cobre (Cu) total muy similar a la distribución que se observa en la evaluación del mes de junio.

**Mercurio (Hg)**

96. Las concentraciones de mercurio total registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,0001 mg/L), excepto el punto de muestreo LCH-07 correspondiente al mes de junio con una concentración de 0,0013 mg/L. Asimismo los puntos de muestreo LCH-01, LCH-03 y LCH-04 los que presentaron concentraciones de dicho metal por encima del valor establecido en los ECA antes mencionados para las evaluaciones de junio y setiembre. Ver Gráficos 3-19 y 3-20.

**Níquel (Ni)**

97. Las concentraciones de níquel total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,025 mg/L); asimismo en las evaluaciones realizadas en los meses de junio y setiembre, los resultados presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio en todos los puntos de muestreo. Ver Gráfico 3-21.

**Plomo (Pb)**

98. Las concentraciones de plomo total registrados en todos los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,001 mg/L), excepto el punto de muestreo LCH-14 correspondiente al mes de junio (0,0067 mg/L) y los puntos de muestreo LCH-01 (0,032 mg/L), LCH-04 (0,061 mg/L) y LCH-07 (0,011 mg/L), correspondientes al mes de setiembre, con concentraciones por encima de lo establecido en los ECA antes mencionados.

99. Los puntos de muestreo LCH-03 (0,09 mg/L y 0,043 mg/L) y LCH-05 (0,07 mg/L y 0,05 mg/L) presentaron concentraciones por encima del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,001 mg/L) para los meses de junio y setiembre de 2015.

100. Por otro lado, las concentraciones de plomo total registrados en el mes de marzo superaron en todos los puntos de muestreo (PM01=0,0162 mg/L, PM02=0,0019 mg/L y PM03=0,0146 mg/L) el valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,001 mg/L). Ver Gráficos 3-22 y 3-23.

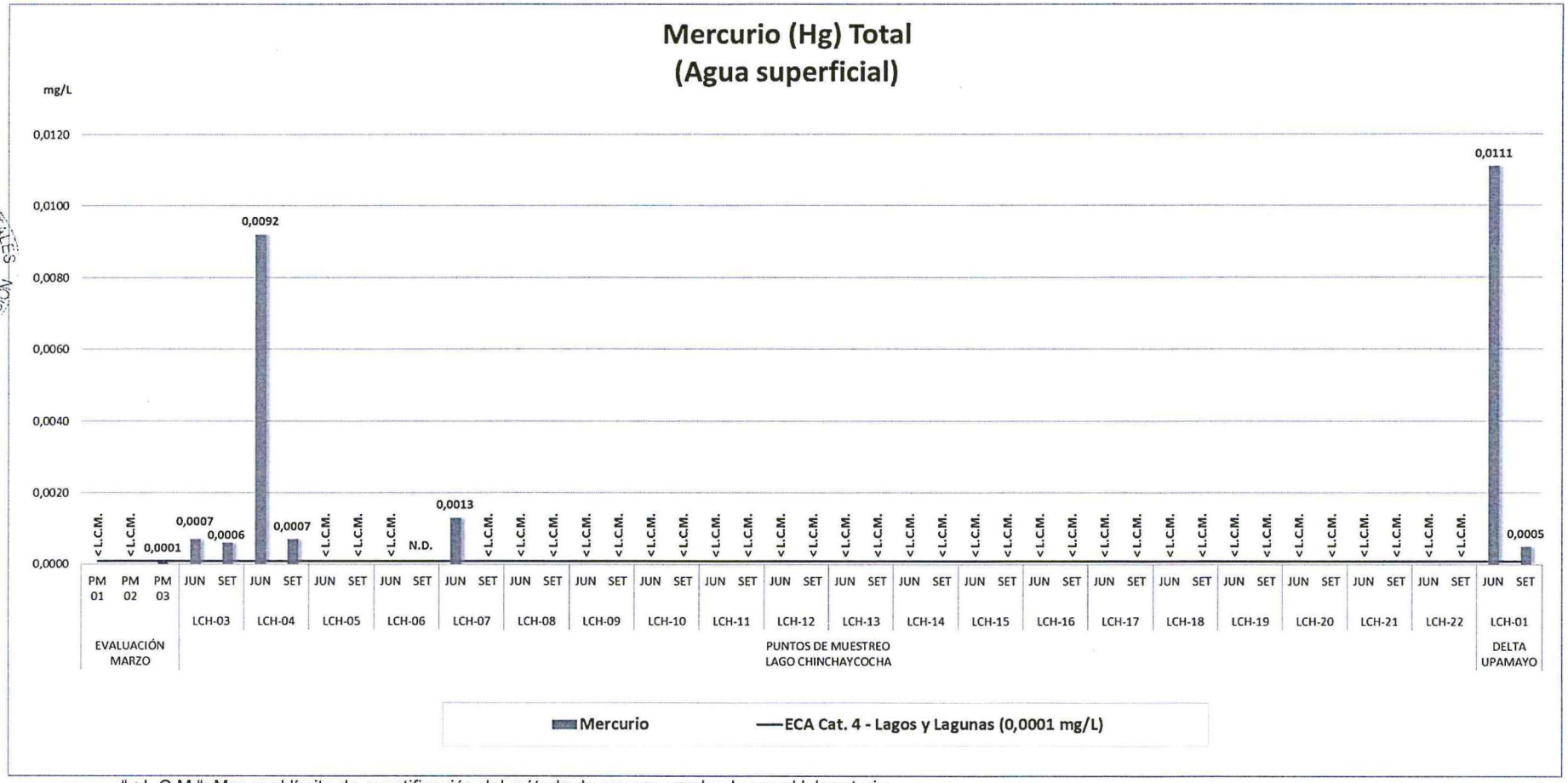
**Zinc (Zn)**

101. Las concentraciones de zinc total registradas en todos los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, se encontraron por encima del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,03 mg/L), excepto los puntos de muestreo LCH-11, LCH-13 y LCH-17 correspondiente al mes de junio, los que presentaron valores por debajo de lo establecido en los ECA antes mencionados.

102. Por otro lado, las concentraciones de zinc total registrados en el mes de marzo se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,03 mg/L), excepto en el punto de muestreo PM-03 el que presentó un valor de 0,1024 mg/L, superando lo establecido en la referida norma. Ver Gráficos 3-24 y 3-25.

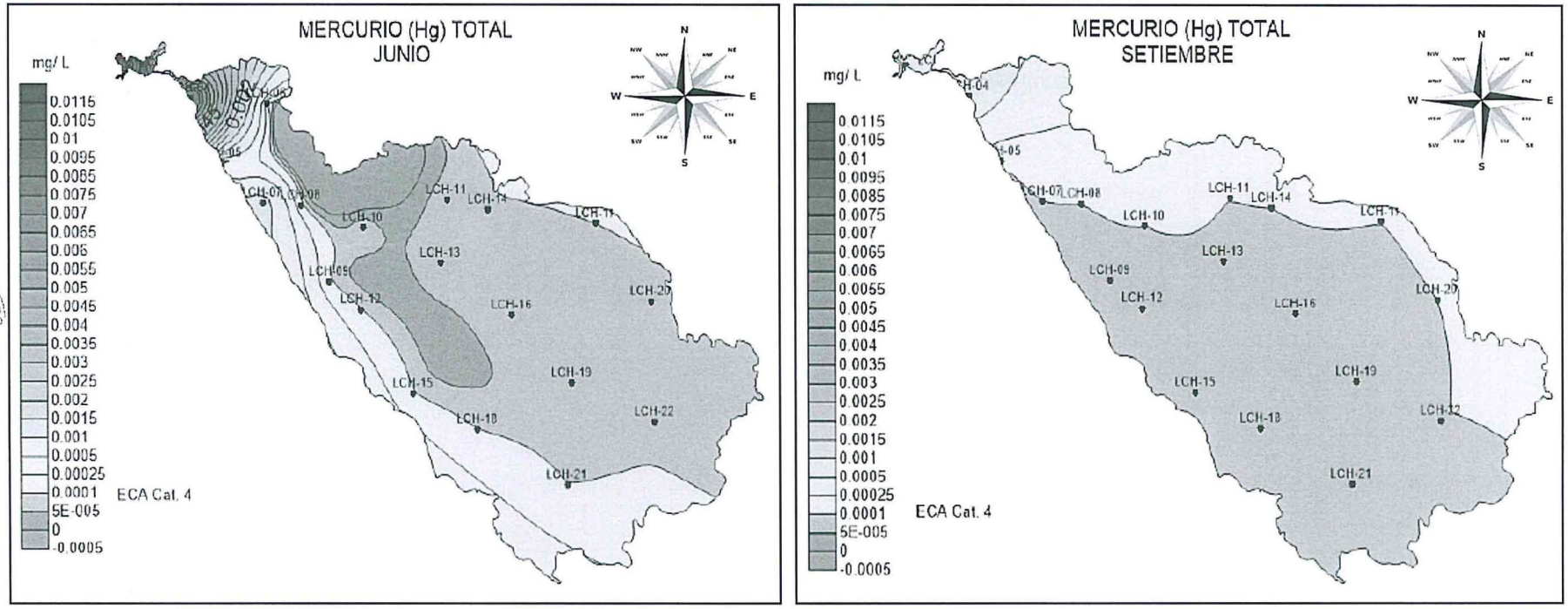
EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

**Gráfico 3-18: Resultados de mercurio (Hg) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**



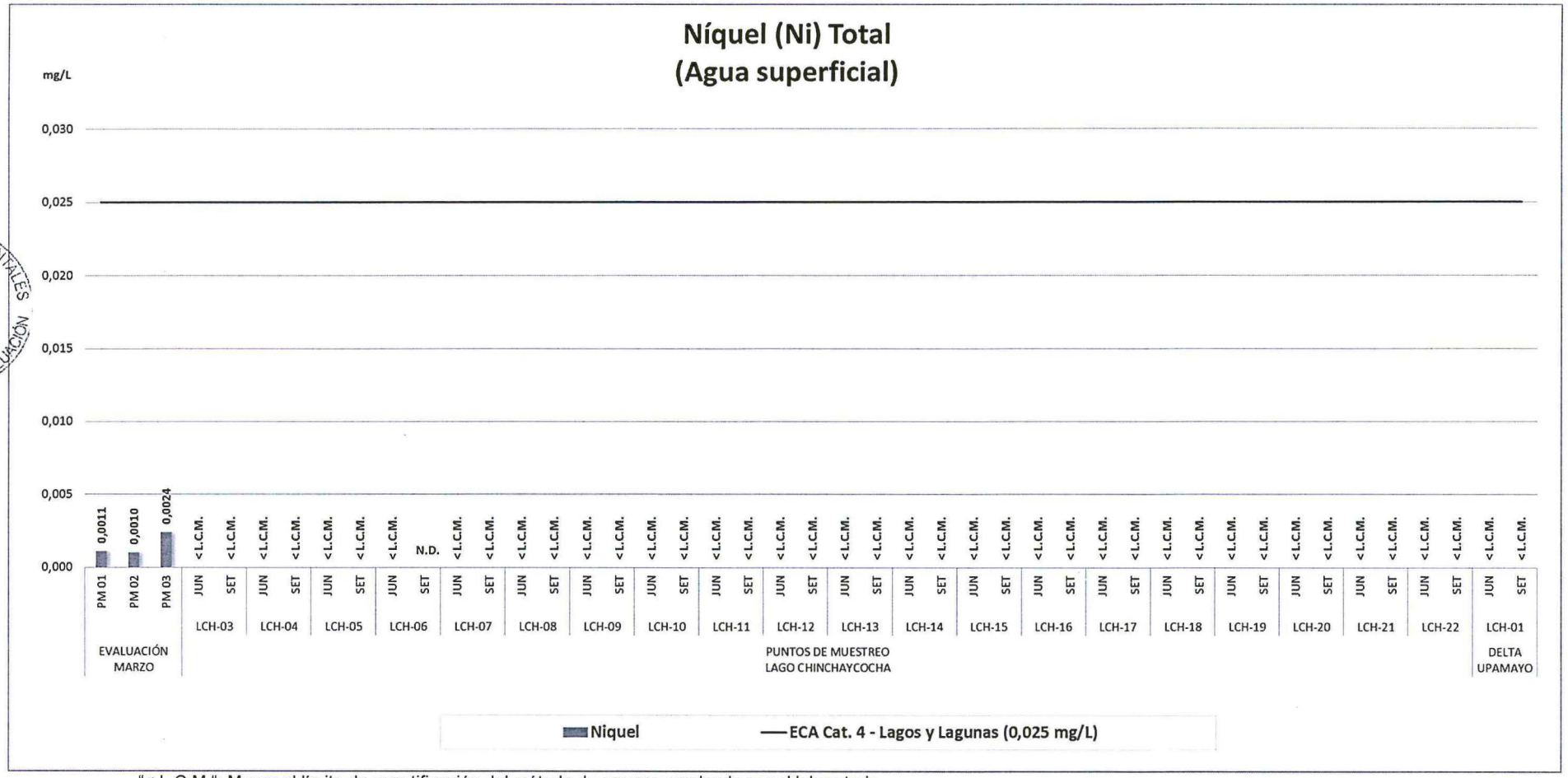

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-19: Distribución espacial de las concentraciones de mercurio (Hg) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**



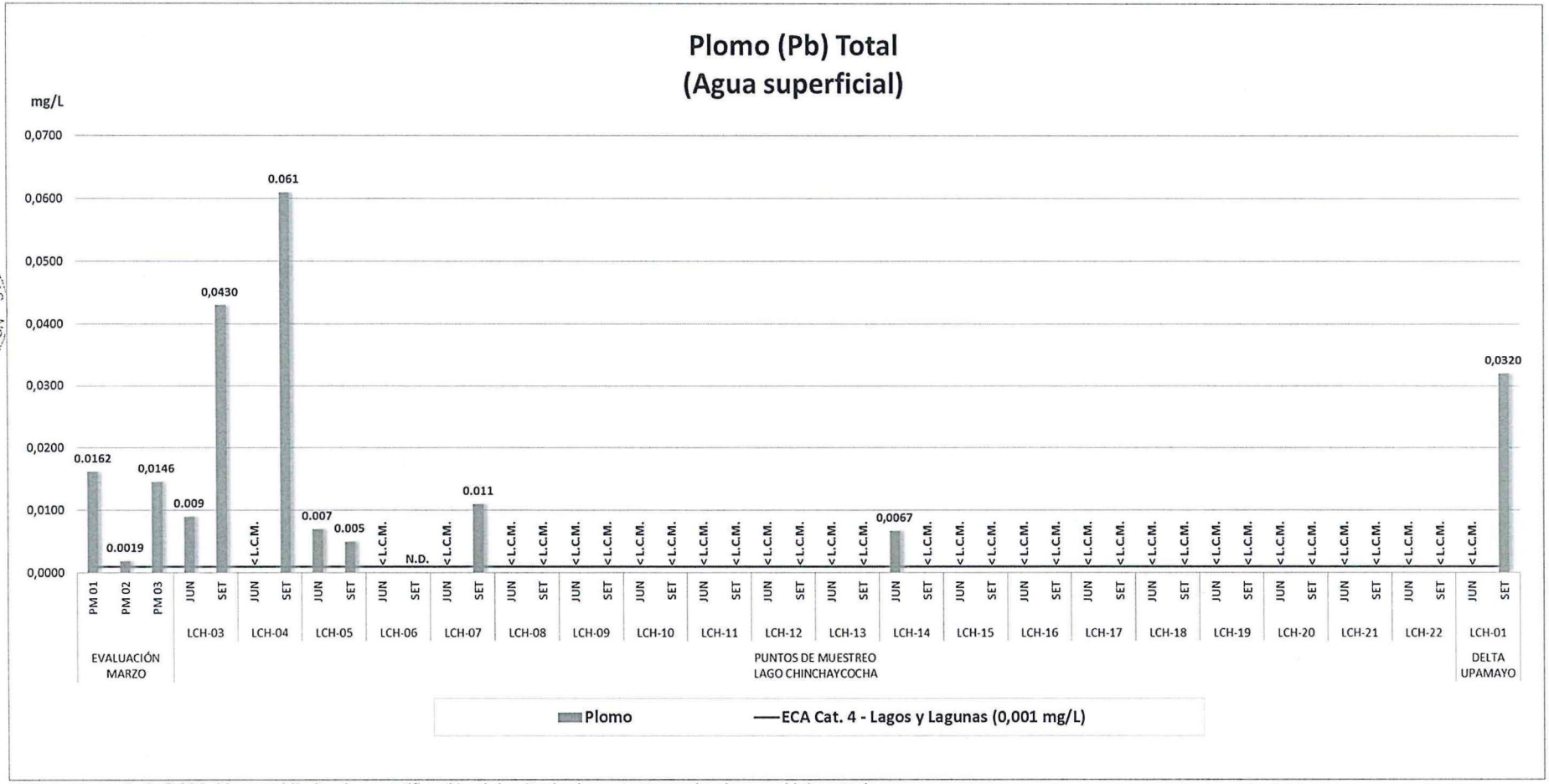

103. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial de mercurio (Hg) total muy variable; por un lado una fuerte gradiente ascendente focalizada entre los puntos próximos al Delta Upamayo en la zona noroeste del lago, con concentraciones superiores al ECA, mientras que las zonas norte y este del lago presentaron concentraciones homogéneas de mercurio (Hg) total por debajo del ECA.
104. En el mes de setiembre, el mercurio (Hg) total presentó una distribución espacial de sus concentraciones menos variable en comparación a la evaluación de junio; por un lado las zonas oeste y sur del lago Chinchaycocha presentaron concentraciones por debajo del ECA. Sin embargo, en los márgenes de la zona norte del lago se aprecia concentraciones de mercurio (Hg) total que superan el valor del ECA.

**Gráfico 3-20: Resultados de níquel (Ni) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**



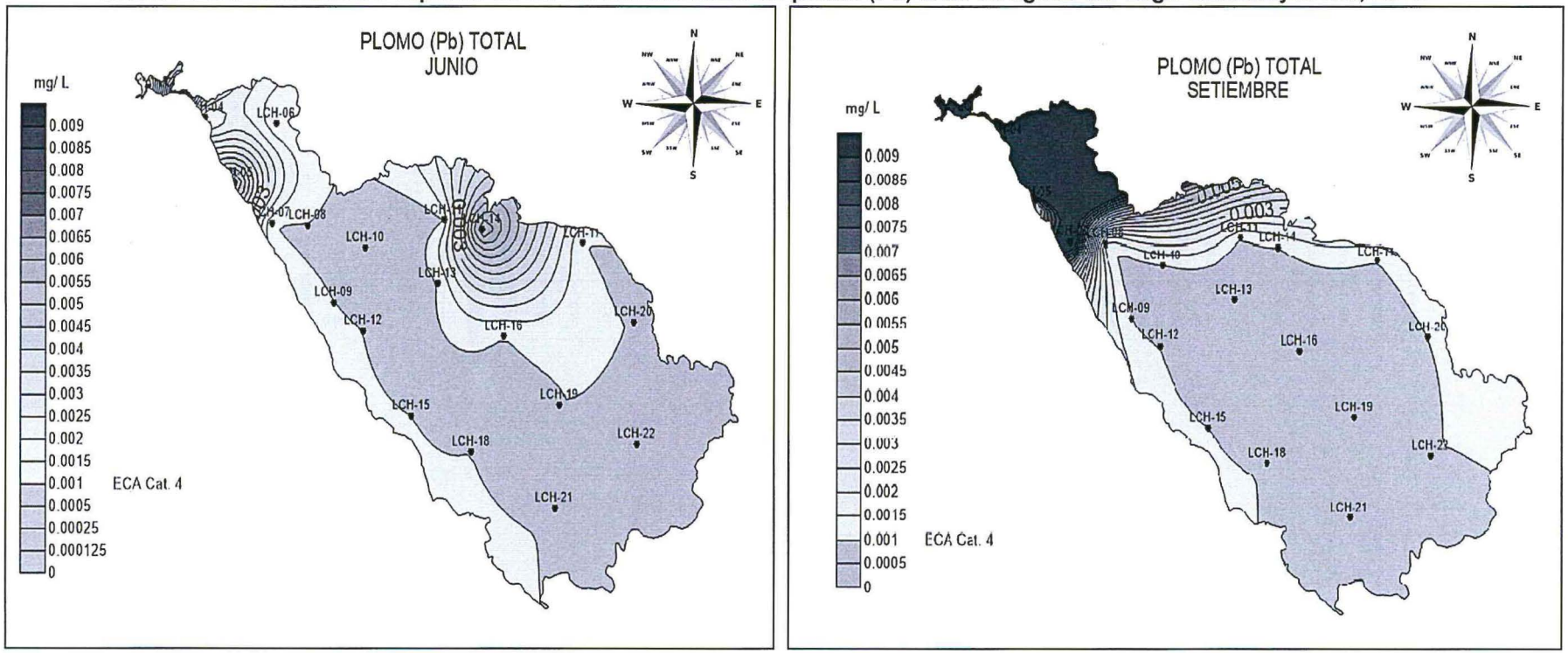

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-21: Resultados de plomo (Pb) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**



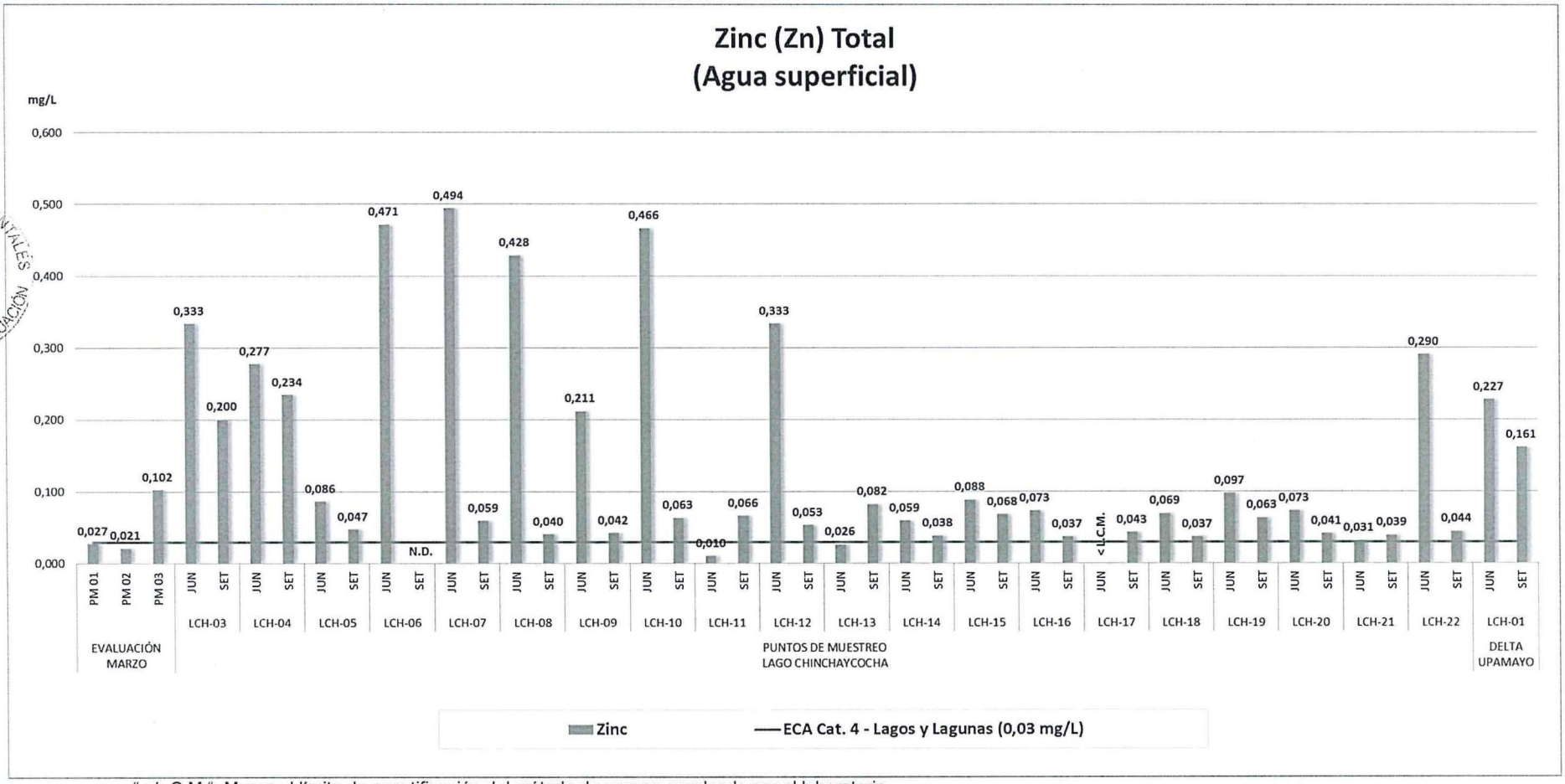

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-22: Distribución espacial de las concentraciones de plomo (Pb) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**



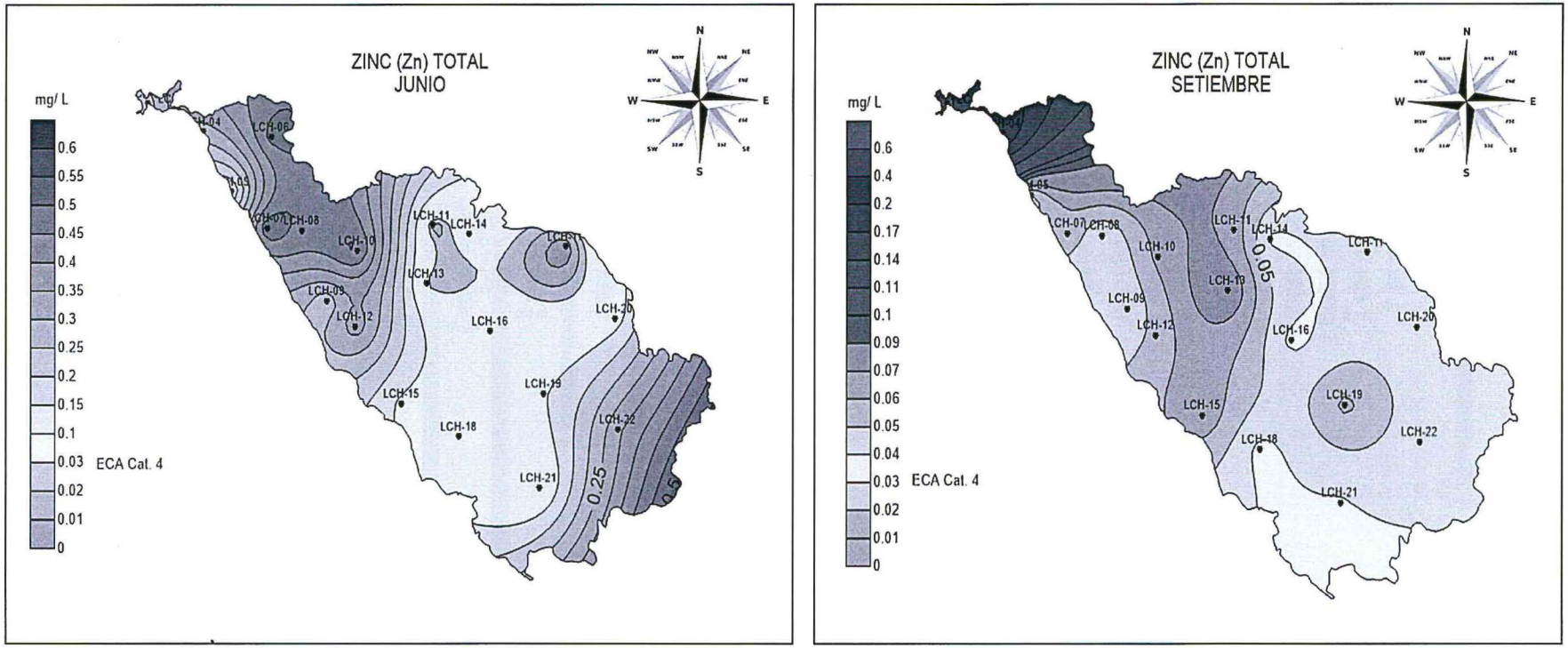

105. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial de plomo (Pb) total muy variable; por un lado una gradiente significativa, con tendencia ascendente y focalizada entre los puntos próximos al Delta Upamayo y la zona norte del lago, con concentraciones superiores al ECA; mientras que la zona céntrica y sureste del lago presentaron concentraciones homogéneas con valores de plomo (Pb) total por debajo del ECA.
106. Para el mes de setiembre, el plomo (Pb) total presentó una distribución espacial similar a la evaluación de junio, con gradientes ascendentes y focalizadas entre los puntos próximos al Delta Upamayo al noroeste del lago Chinchaycocha, pero con niveles más elevados en concentración del metal que superan el ECA.

**Gráfico 3-23: Resultados de zinc (Zn) total en agua superficial del lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-24: Distribución espacial de las concentraciones de zinc (Zn) total en aguas del Lago Chinchaycocha, 2015.**




107. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó niveles elevados de zinc (Zn) total superiores al ECA, con una distribución espacial muy variable; por un lado una gradiente ascendente de la zona céntrica hacia el sureste del lago, así como también para la zona noroeste del lago con gradiente focalizada entre los puntos próximos al Delta Upamayo. Por otro lado, se observó una gradiente descendente focalizada entre los puntos LCH-17, LCH-11 y LCH-13 con valores por debajo del ECA.
108. En el mes de setiembre; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial menos variable pero marcada; con niveles elevados de zinc (Zn) total superiores al ECA y una gradiente ascendente hacia la zona noroeste y focalizada en los puntos próximos al Delta Upamayo, y parte céntrica del lago.

### Pesticidas

109. Las concentraciones de pesticidas organoclorados y organofosforados, en todos los puntos muestreados de las evaluaciones de junio y setiembre, a nivel superficial, presentaron valores por debajo de los respectivos límites de cuantificación del método de ensayo del laboratorio, tal como se aprecia en la tabla 3-4. Estas sustancias, no presentan valor de comparación en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos.

## Tabla 3-4: Resultados de los Pesticidas del lago Chinchaycocha, 2015.

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Pesticidas Organoclorados (No cuenta con ECA para agua - Categoría 4) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Conservación del Ambiente Acuático - Lagos y Lagunas | | | 4,4´-DDD | 4,4´-DDE | 4,4´-DDT | Aldrín | Alfa BHC | Alfa Clordano | Beta BHC | Delta BHC | Dieldrín | Endosulfán I | Endosulfán II | Endosulfán Sulfato | Endrín | Endrín Aldehido | Endrín Cetona | Gamma Clordano | Heptacloro | Heptacloro Epóxido (Isómero B) | Lindano (Gamma BHC) | Metoxicloro | Clordano |
| Lago Chinchaycocha | LCH-03 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-04 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-05 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-06 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| | LCH-07 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-08 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-09 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-10 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-11 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-12 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-13 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-14 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-15 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-16 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-17 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-18 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-19 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-20 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-21 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| | LCH-22 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |
| Delta Upamayo | LCH-01 | JUN | <0,0000052 | <0,0000042 | <0,000001 | <0,0000027 | <0,0000015 | <0,0000039 | <0,0000023 | <0,0000021 | <0,0000041 | <0,0000039 | <0,0000051 | <0,0000056 | <0,000004 | <0,000005 | <0,0000058 | <0,000003 | <0,0000083 | <0,0000038 | <0,0000018 | <0,000025 | -- |
| | | SET | <0,6 | <0,7 | <0,5 | <0,2 | <1 | -- | <0,5 | <0,3 | <0,5 | <0,4 | <0,9 | <0,4 | <0,5 | <1,1 | <0,5 | -- | <0,5 | <1 | <0,2 | <0,7 | <0,5 |

*"-- ": Parámetro no considerado en la corrida de ensayo para pesticidas organoclorados, según método de análisis por parte del laboratorio.*
*"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.*
*"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.*
Elaboración propia.

*Continuación…*

*Continuación…*

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Pesticidas Organofosforados (No cuenta con ECA para agua - Categoría 4) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Conservación del Ambiente Acuático – Lagos y Lagunas | | | Dimetoato | Disulfotón | Famfur | Forato | Malatión | Metil Paratión | O, O, O- Trietil tiofósforo tioato | Paratión | Sulfotep | Tionazinón | EPN |
| Lago Chinchaycocha | LCH-03 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-04 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-05 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-06 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | LCH-07 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-08 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-09 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-10 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-11 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-12 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-13 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-14 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-15 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-16 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-17 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-18 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-19 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-20 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-21 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| | LCH-22 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |
| Delta Upamayo | LCH-01 | JUN | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0002 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | -- |
| | | SET | <2 | <3 | <1 | <1 | <1 | <2 | <1 | <2 | <3 | <1 | <1 |

Fuentes: Informe de laboratorio de junio: Enviromental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151503, N° 151504, N° 151505, N° 151515, N° 151516, N° 151517, N° 151518, N° 151547, N° 151548, N° 151549, N° 151493, N° 151494
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00184521, N° J-00185183, N° J-00184535, N° J-00184971, N° J-00184559 y N° J-00184977
"-- ": Parámetro no considerado en la corrida de ensayo para pesticidas organofosforados, según método de análisis por parte del laboratorio.
"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
Elaboración propia.

## 3.2 Calidad de agua de fondo

### Parámetros Inorgánicos

110. En la Tabla 3-5, se muestran los resultados de los análisis de laboratorio para los parámetros inorgánicos obtenidos en el fondo del lago Chinchaycocha.

**Tabla 3-5: Resultados de los Parámetros inorgánicos obtenidos del fondo del lago Chinchaycocha, 2015.**

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Cianuro WAD (mg/L) | Cianuro Libre (mg/L) | Cromo VI (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|
| ECA para agua - Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM | Conservación del Ambiente Acuático – Lagos y Lagunas | | - | 0,022 | 0,05 |
| Lago Chinchaycocha (a nivel de fondo) | LCH-13P | JUN | <0,005 | <0,005 | <0,010 |
| | | SEP | <0,004 | <0,004 | <0,01 |
| | LCH-16P | JUN | <0,005 | <0,005 | <0,010 |
| | | SEP | <0,004 | <0,004 | <0,01 |
| | LCH-17P | JUN | <0,005 | <0,005 | <0,010 |
| | | SEP | <0,004 | <0,004 | <0,01 |
| | LCH-19P | JUN | <0,005 | <0,005 | <0,010 |
| | | SEP | <0,004 | <0,004 | <0,01 |
| | LCH-20P | JUN | <0,005 | <0,005 | <0,010 |
| | | SEP | <0,004 | <0,004 | <0,01 |
| | LCH-22P | JUN | <0,005 | <0,005 | <0,010 |
| | | SEP | <0,004 | <0,004 | <0,01 |

Fuentes: Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Enviromental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151505, N° 151517. Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 99012L/15-MA-MB, N° 99348L/15-MA-MB, N° 99014L/15-MA-MB, N° 99292L/15-MA-MB, N° 99087L/15-MA-MB y N° 99218L/15-MA-MB; Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00184521, N° J-00185183, N° J-00184535, N° J-00184971, N° J-00184559 y N° J-00184977.
"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua.
Elaboración propia.

### Cianuro Libre y Cromo Hexavalente

111. En todos los puntos de muestreo evaluados en el lago Chinchaycocha, se han registrados valores de cianuro libre y cromo hexavalente por debajo de los límites de cuantificación del método de ensayo del laboratorio por lo tanto no superaron los ECA para Agua Categoría 4 – Lagunas y Lagos.

### Parámetros Inorgánicos - Metales totales

112. En la Tabla 3-6, se muestran los resultados de los análisis de laboratorio para los parámetros de metales totales obtenidos del lago Chinchaycocha.

**Arsénico (As)**

113. Las concentraciones de arsénico total registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha correspondientes al mes de junio, presentaron valores por encima de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,01 mg/L), con concentraciones que van de 0,095 mg/L y 0,124 mg/L.

114. Por otro lado, las concentraciones de arsénico total registrados en el mes de setiembre, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio, por lo tanto no superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4. Ver Gráfico 3-26.

**Bario (Ba)**

115. Las concentraciones de bario total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – Lagunas y lagos (0,7 mg/L). Ver Gráfico 3-27.

**Cadmio (Cd)**

116. Los resultados de cadmio total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones de cadmio total por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio en todos los puntos de muestreo, por lo tanto dichas concentraciones no excedieron los valores límite establecidos en los ECA agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – Lagunas y lagos (0,004 mg/L).

**Cobre (Cu)**

117. Las concentraciones de cobre total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores límite establecidos en los ECA agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – Lagunas y lagos (0,02 mg/L), excepto el punto de muestreo LCH-22P correspondiente al mes de setiembre el cual presentó una concentración de cobre total de 0,030 mg/L superando los ECA antes mencionados. Ver Gráfico 3-28.

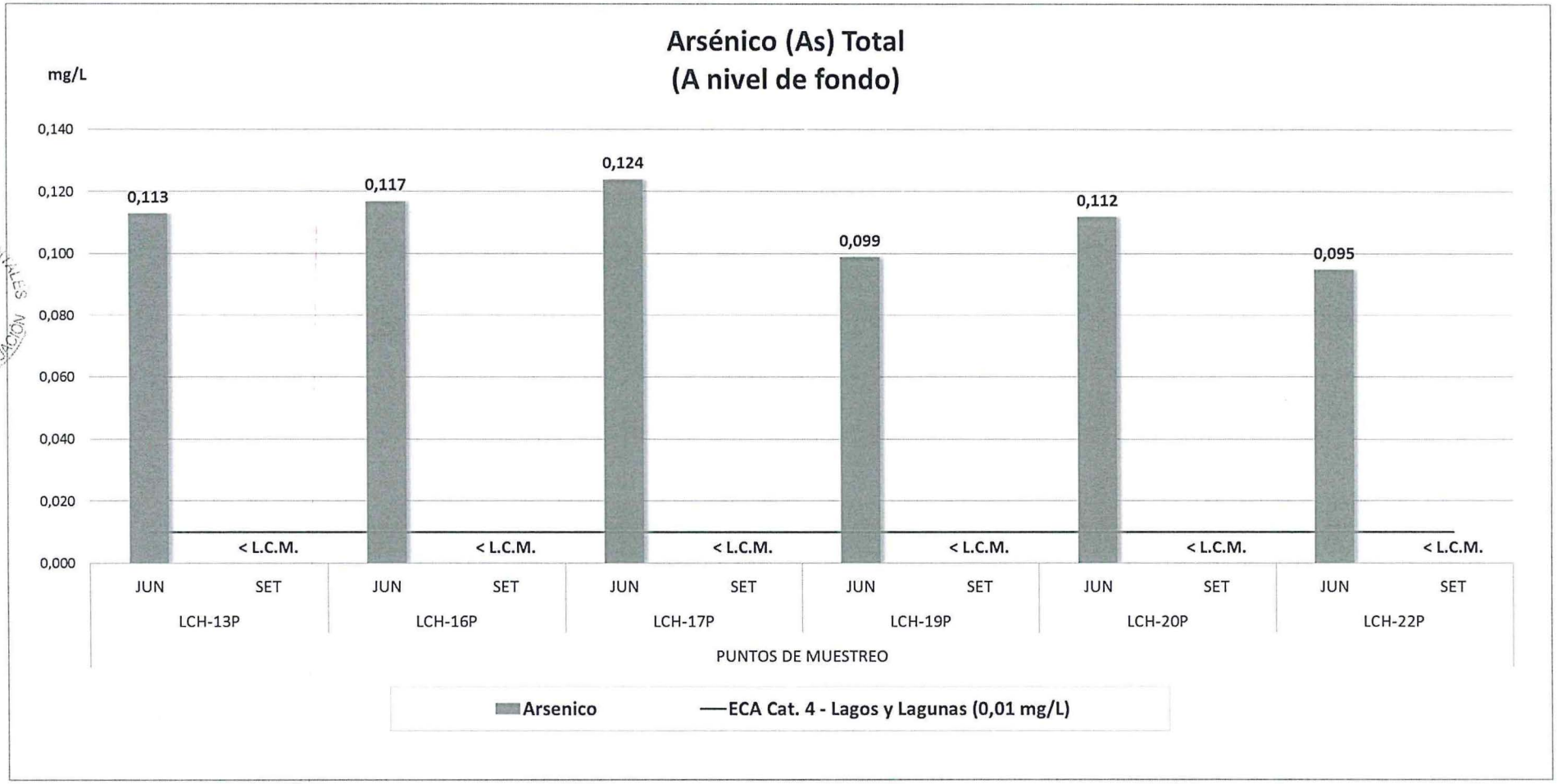
**Tabla 3-6: Resultados de los metales totales tomados de fondo del lago Chinchaycocha, 2015.**

| Metales Totales (mg/L) | PUNTOS DE MUESTREO | | | | | | | | | | | | ECA Cat. 4 – Conservación del Ambiente Acuático Lagunas y Lagos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LCH-13P | | LCH-16P | | LCH-17P | | LCH-19P | | LCH-20P | | LCH-22P | | |
| | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | |
| Plata | <0.0002 | <0.002 | 0,0035 | <0.002 | 0,0007 | <0.002 | 0,0012 | <0.002 | 0,0009 | <0.002 | <0.0002 | <0.002 | - |
| Aluminio | <0.001 | 0,0480 | 0,027 | 0,0340 | 0,009 | 0,0670 | 0,008 | 0,0230 | 0,022 | 0,0410 | <0.001 | 0,0210 | - |
| Arsénico | 0,113 | <0.007 | 0,117 | <0.007 | 0,124 | <0.007 | 0,099 | <0.007 | 0,112 | <0.007 | 0,095 | <0.007 | **0,01** |
| Boro | <0.03 | 0,0230 | <0.03 | 0,0200 | <0.03 | 0,0320 | <0.03 | 0,0260 | <0.03 | 0,0220 | <0.03 | 0,0220 | - |
| Bario | 0,0281 | 0,0320 | 0,0345 | 0,0350 | 0,0339 | 0,0390 | 0,0332 | 0,0340 | 0,0326 | 0,0420 | 0,0283 | 0,0350 | **0,7** |
| Berilio | <0.0003 | <0.0005 | <0.0003 | <0.0005 | <0.0003 | <0.0005 | <0.0003 | <0.0005 | <0.0003 | <0.0005 | <0.0003 | <0.0005 | - |
| Calcio | 31,97 | 29,7600 | 34,05 | 32,4000 | 31,19 | 31,0300 | 34,34 | 32,4000 | 30,14 | 28,7600 | 30,17 | 28,8500 | - |
| Cadmio | <0.0004 | <0.001 | <0.0004 | <0.001 | <0.0004 | <0.001 | <0.0004 | <0.001 | <0.0004 | <0.001 | <0.0004 | <0.001 | **0,004** |
| Cerio | 0,0057 | -- | <0.0004 | -- | <0.0004 | -- | <0.0004 | -- | <0.0004 | -- | 0,0056 | -- | - |
| Cobalto | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | - |
| Cromo | <0.0003 | 0,0020 | 0,0234 | 0,0020 | 0,0168 | 0,0030 | 0,0156 | <0.001 | 0,0131 | 0,0030 | <0.0003 | <0.001 | - |
| Cobre | <0.0004 | 0,008 | 0,006 | 0,006 | 0,004 | 0,005 | 0,005 | 0,017 | 0,004 | 0,003 | <0.0004 | 0,030 | **0,02** |
| Hierro | <0.0005 | 0,1240 | 0,1318 | 0,0640 | 0,0903 | 1,8870 | 0,0806 | 0,0270 | 0,0962 | 2,1370 | <0.0005 | 0,0250 | - |
| Potasio | 2,723 | 1,1600 | 2,203 | 1,2500 | 2,196 | 1,4900 | 2,311 | 1,2700 | 2,257 | 1,4100 | 2,707 | 1,3200 | - |
| Litio | 0,0083 | 0,0100 | 0,0110 | 0,0110 | 0,0103 | 0,0130 | 0,0106 | 0,0100 | 0,0101 | 0,0130 | 0,0080 | 0,0095 | - |
| Magnesio | 8,111 | 7,1670 | 7,851 | 7,4890 | 8,025 | 9,2860 | 7,833 | 8,3370 | 7,727 | 9,1170 | 7,841 | 7,8790 | - |
| Manganeso | 0,0240 | 0,0650 | 0,0325 | 0,0460 | 0,0394 | 0,0680 | 0,0381 | 0,0450 | 0,0369 | 0,0740 | 0,0455 | 0,0470 | - |
| Molibdeno | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | - |
| Sodio | 5,03 | 5,8300 | 4,97 | 5,9100 | 4,45 | 6,8800 | 7,83 | 6,1300 | 5,10 | 6,6200 | 5,02 | 5,8300 | - |
| Níquel | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | <0.0005 | <0.002 | **0,025** |
| Fosforo | 0,20 | 0,0200 | <0.01 | 0,0200 | <0.01 | 0,0300 | <0.01 | 0,0100 | <0.01 | 0,0200 | 0,23 | 0,0100 | - |
| Plomo | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | **0,001** |

| Metales Totales (mg/L) | PUNTOS DE MUESTREO | | | | | | | | | | | | ECA Cat. 4 – Conservación del Ambiente Acuático Lagunas y Lagos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LCH-13P | | LCH-16P | | LCH-17P | | LCH-19P | | LCH-20P | | LCH-22P | | |
| | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | JUN | SET | |
| Antimonio | 0,134 | <0.006 | 0,208 | <0.006 | 0,168 | <0.006 | 0,143 | <0.006 | 0,124 | <0.006 | 0,105 | <0.006 | - |
| Selenio | <0.010 | <0.006 | 0,134 | <0.006 | 0,128 | <0.006 | 0,107 | <0.006 | 0,110 | <0.006 | <0.010 | <0.006 | - |
| Silicio | 2,538 | 1,4100 | 2,199 | 1,4900 | 2,044 | 1,7800 | 2,177 | 1,8100 | 1,875 | 1,7400 | 2,451 | 1,5200 | - |
| Estaño | 0,009 | <0.003 | 0,011 | <0.003 | 0,008 | <0.003 | 0,013 | <0.003 | 0,006 | <0.003 | 0,010 | <0.003 | - |
| Estroncio | 0,1892 | 0,1502 | 0,1490 | 0,1587 | 0,1411 | 0,1863 | 0,1483 | 0,1733 | 0,1293 | 0,1851 | 0,1824 | 0,1662 | - |
| Titanio | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | 0,0020 | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | - |
| Talio | <0.02 | <0.007 | <0.02 | <0.007 | <0.02 | <0.007 | <0.02 | <0.007 | <0.02 | <0.007 | <0.02 | <0.007 | - |
| Vanadio | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | <0.0003 | <0.001 | - |
| Zinc | 0,028 | 0,058 | 0,041 | 0,068 | 0,066 | 0,105 | 0,140 | 0,039 | 0,233 | 0,054 | 0,141 | 0,062 | **0,03** |
| Bismuto | -- | <0.01 | -- | <0.01 | -- | <0.01 | -- | <0.01 | -- | <0.01 | -- | <0.01 | - |
| Mercurio | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | **0,0001** |

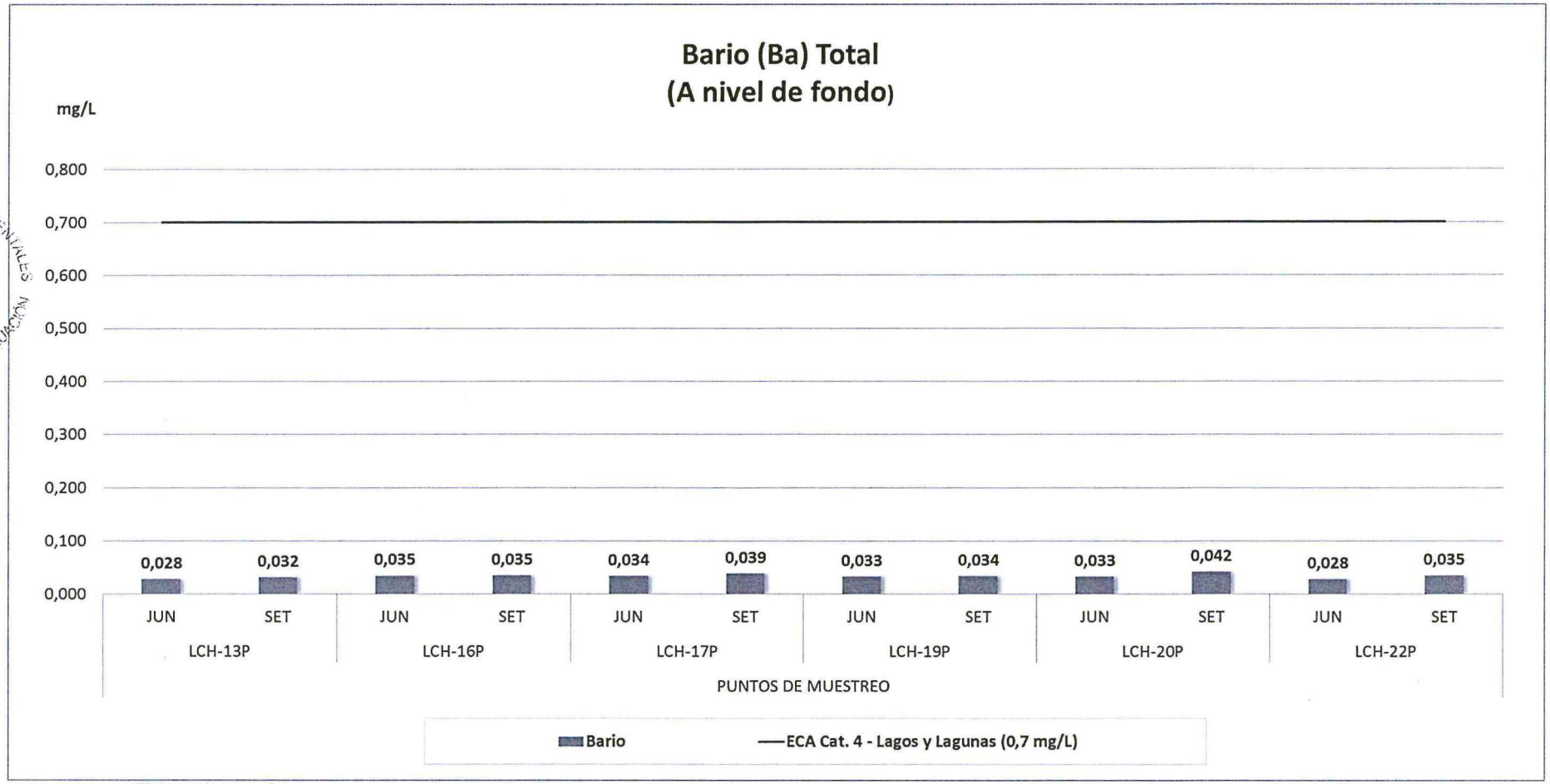
Fuentes: Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Enviromental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151505, N° 151517
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 99012L/15-MA-MB, N° 99348L/15-MA-MB, N° 99014L/15-MA-MB, N° 99292L/15-MA-MB, N° 99087L/15-MA-MB y N° 99218L/15-MA-MB; Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00184521, N° J-00185183, N° J-00184535, N° J-00184971, N° J-00184559 y N° J-00184977.
"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua.
"-- ": Parámetro no considerado en la corrida de ensayo para metales totales por ICP, según método de análisis por parte del laboratorio.
Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos.
Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático / Lagunas y lagos, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).
Elaboración propia.

**Gráfico 3-25: Resultados de arsénico (As) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015.**



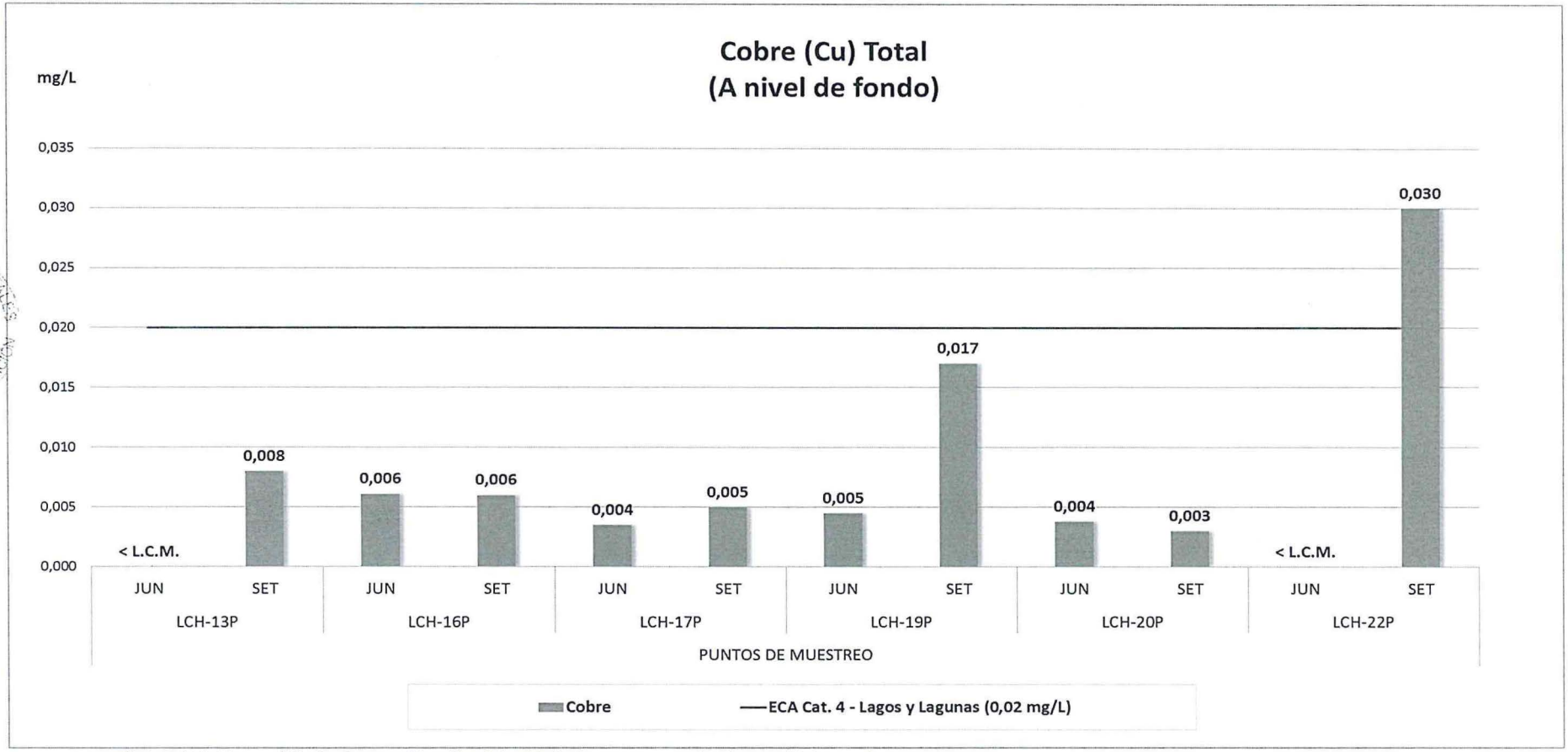

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-26: Resultados de bario (Ba) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Elaboración propia.

**Gráfico 3-27: Resultados de cobre (Cu) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
Elaboración propia.

**Mercurio (Hg)**

118. Los resultados de mercurio total registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones de mercurio total por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio en todos los puntos de muestreo, por lo tanto dichas concentraciones no excedieron los valores límite establecidos en los ECA agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – Lagunas y lagos (0,0001 mg/L).

**Níquel (Ni)**

119. Los resultados de níquel total registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones de níquel total por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio en todos los puntos de muestreo, por lo tanto dichas concentraciones no excedieron los valores límite establecidos en los ECA agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – Lagunas y lagos (0,025 mg/L).

EVALUACIONES AMBIENTALES · V°B° · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

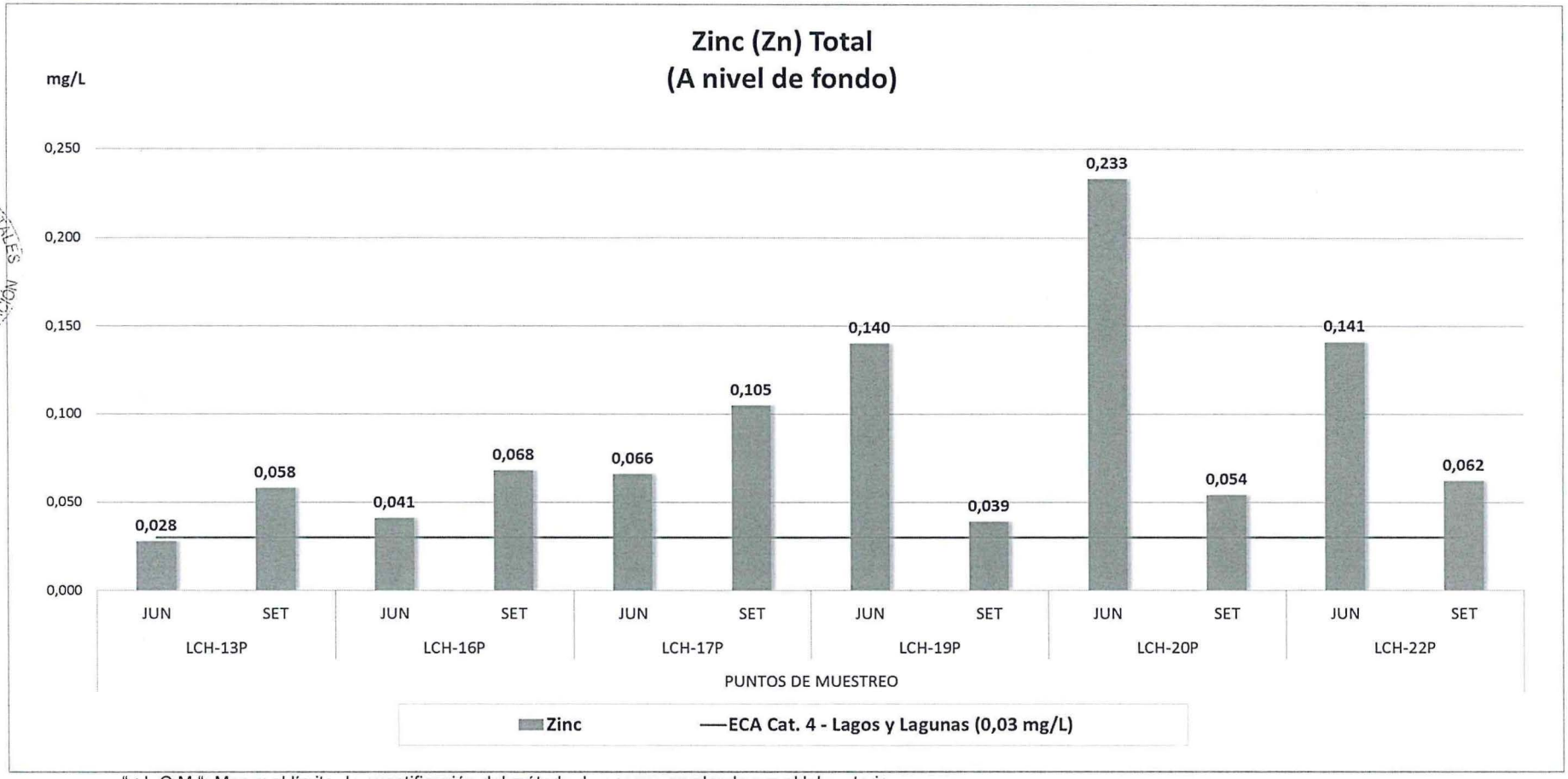
**Plomo (Pb)**

120. Los resultados de plomo total registrados en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones de plomo total por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio en todos los puntos de muestreo, por lo tanto dichas concentraciones no excedieron los valores límite establecidos en los ECA agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – Lagunas y lagos (0,001 mg/L).

**Zinc (Zn)**

121. Las concentraciones de zinc total registradas en los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha para los meses de junio y setiembre, se encontraron por encima del valor límite establecidos en los ECA para Agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático – Lagunas y lagos (0,03 mg/L), excepto el punto de muestreo LCH-13P correspondiente al mes de junio, con una concentración de dicho metal de 0,028 mg/L lo cual no excedió los ECA antes mencionados. Ver Gráfico 3-29.

**Gráfico 3-28: Resultados de zinc (Zn) total en aguas a nivel de fondo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

## 3.3 Calidad de sedimentos

122. Los sedimentos son el hábitat de muchos organismos bentónicos (comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos) y epibentónicos (organismos que viven encima del sustrato). También influyen en el destino ambiental de muchas sustancias químicas en los ecosistemas acuáticos, actuando como sumideros de ambos y, posteriormente, fuentes de sustancias que han entrado en el medio ambiente acuático. Muchos organismos acuáticos pueden estar expuestos a sustancias químicas a través de sus interacciones inmediatas con los sedimentos del lecho[16].

123. La calidad de sedimentos se determinó mediante diversos análisis en laboratorio. Las cadenas de custodia de las muestras y los reportes de ensayo de los laboratorios se presentan en los Anexos C y D respectivamente.

### Parámetros físico-químicos y orgánicos

124. En la Tabla 3-7 se presentan los resultados de las mediciones de los parámetros fisicoquímicos y orgánicos registrados en los sedimentos del lago Chinchaycocha.

**Tabla 3-7: Resultados de los Parámetros físico-químico y orgánicos en sedimentos del lago Chinchaycocha, 2015.**

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | pH en pasta (mg/Kg) | Materia Orgánica (%) | Nitrógeno orgánico (mg/Kg) | Potencial Redox (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lago Chinchaycocha | PM 01 | MAR | 7,43 | 40,70 | 25 | 240 |
| | PM 02 | | 8,09 | 24,40 | <24 | 271 |
| | PM 03 | | 7,90 | 28,30 | <24 | 279 |
| | SCH-03 | JUN | 7,82 | 7,40 | 1 093 | -- |
| | | SET | 8,10 | 13,70 | -- | -- |
| | SCH-04 | JUN | 7,61 | 2,80 | 1 476 | -- |
| | | SET | 7,58 | 8,20 | -- | -- |
| | SCH-05 | JUN | 6,65 | 23,00 | 3 976 | -- |
| | | SET | 7,46 | 28,80 | -- | -- |
| | SCH-06 | JUN | 7,66 | 15,30 | 7 258 | -- |
| | | SET | ND | ND | ND | -- |
| | SCH-07 | JUN | 7,89 | 11,90 | 4 663 | -- |
| | | SET | 7,39 | 18,80 | -- | -- |
| | SCH-08 | JUN | 7,47 | 9,80 | 3 239 | -- |
| | | SET | 7,31 | 17,20 | -- | -- |
| | SCH-09 | JUN | 7,73 | 33,48 | 6 121 | -- |
| | | SET | 7,62 | 42,30 | -- | -- |
| | SCH-10 | JUN | 7,23 | 32,23 | 8 468 | -- |
| | | SET | 7,24 | 77,00 | -- | -- |
| | SCH-11 | JUN | 7,80 | 33,80 | 9 433 | -- |
| | | SET | 6,97 | 84,30 | -- | -- |
| | SCH-12 | JUN | 7,29 | 24,11 | 3 390 | -- |
| | | SET | 7,77 | 77,60 | -- | -- |

[16] Canadian Council of Ministers of the Environment, 1995. Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | pH en pasta (mg/Kg) | Materia Orgánica (%) | Nitrógeno orgánico (mg/Kg) | Potencial Redox (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SCH-13 | JUN | 7,34 | 15,00 | 2 837 | -- |
| | | SET | 7,52 | 60,60 | -- | -- |
| | SCH-14 | JUN | 7,63 | 29,10 | 6 842 | -- |
| | | SET | 7,53 | 55,10 | -- | -- |
| | SCH-15 | JUN | 7,73 | 15,80 | 1 635 | -- |
| | | SET | 7,96 | 51,30 | -- | -- |
| | SCH-16 | JUN | 7,55 | 29,60 | 7 359 | -- |
| | | SET | 7,82 | 65,80 | -- | -- |
| | SCH-17 | JUN | 7,80 | 22,80 | 3 656 | -- |
| | | SET | 7,89 | 43,00 | -- | -- |
| | SCH-18 | JUN | 7,66 | 26,90 | 2 391 | -- |
| | | SET | 7,27 | 72,70 | -- | -- |
| | SCH-19 | JUN | 7,89 | 18,80 | 4 305 | -- |
| | | SET | 7,90 | 64,80 | -- | -- |
| | SCH-20 | JUN | 7,64 | 25,20 | 3 985 | -- |
| | | SET | 7,79 | 59,90 | -- | -- |
| | SCH-21 | JUN | 7,63 | 18,80 | 2 436 | -- |
| | | SET | 7,94 | 42,60 | -- | -- |
| | SCH-22 | JUN | 7,71 | 23,10 | 4 314 | -- |
| | | SET | 7,93 | 38,60 | -- | -- |
| Delta Upamayo | SCH-01 | JUN | 7,22 | 6,50 | 2 375 | -- |
| | | SET | 7,87 | 16,90 | -- | -- |

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 150700.
Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151550, N° 151551, N° 151563 y N° 151562.
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° SAA-15/01791, N° SAA-15/01792, N° SAA-15/01793, N° SAA-15/01828, N° SAA-15/01829, N° SAA-15/01830, N° SAA-15/01831, N° SAA-15/01832, N° SAA-15/01930.
"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
"-- ": Parámetro no considerado en la evaluación correspondiente a los meses de junio y setiembre.
Elaboración propia.

### Parámetros Inorgánicos – Metales totales

125. En la Tabla 3-8, se presentan los resultados de las mediciones de los metales totales registrados en los sedimentos del lago Chinchaycocha.

**Tabla 3-8: Resultados de los Metales totales en sedimentos del lago Chinchaycocha, 2015.**

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Magnesio (mg/Kg) | Calcio (mg/Kg) | Potasio (mg/Kg) | Sodio (mg/Kg) | Fosforo (mg/Kg) | Aluminio (mg/Kg) | Antimonio (mg/Kg) | Arsénico (mg/Kg) | Bario (mg/Kg) | Berilio (mg/Kg) | Bismuto (mg/Kg) | Boro (mg/Kg) | Cadmio (mg/Kg) | Cobalto (mg/Kg) | Cobre (mg/Kg) | Cromo (mg/Kg) | Estaño (mg/Kg) | Estroncio (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Norma Canadiese | ISQG[1] | | - | - | - | - | - | - | - | **5,9** | - | - | - | - | **0,6** | - | **35,7** | **37,3** | - | - |
| | PEL[2] | | - | - | - | - | - | - | - | **17,0** | - | - | - | - | **3,5** | - | **197,0** | **90,0** | - | - |
| Lago Chinchaycocha | PM 01 | MAR | 2074 | 24329 | 694,7 | 190 | 719 | 6234 | 34,8 | <0,8 | >500 | <0,03 | -- | <3 | 2,78 | <0,1 | 42,69 | 7,29 | <0,2 | 59,97 |
| | PM 02 | | 2816 | >50000 | <0,3 | 131 | 126 | 154 | 68,2 | <0,8 | 160,3 | <0,03 | -- | <3 | 5,2 | <0,1 | 49,18 | 0,68 | <0,2 | 411,4 |
| | PM 03 | | 1138 | 3898 | <0,3 | 51 | 706 | 14434 | 27,1 | <0,8 | 144,7 | 1 | -- | <3 | 3,38 | 7,5 | 29,04 | 8,67 | <0,2 | 13,23 |
| | SCH-03 | JUN | 5483,4 | 6052 | 11416 | <1 | 115 | 8151,3 | <0,6 | 209,7 | 220,1 | <0,03 | -- | >1500 | <0,04 | <0,1 | 21,14 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 4434 | 63414 | 823 | 240 | 780 | 9171 | 16,3 | 224 | 188 | 0,52 | 40,3 | 6,27 | 82,861 | 5,219 | 692 | 6,9 | 3,75 | 109 |
| | SCH-04 | JUN | 5956,6 | 4995 | >50000 | 656 | 1251 | 13606 | <0,6 | 542,2 | 325,2 | <0,03 | -- | >1500 | <0,04 | 4,5 | 1221,74 | 6,98 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 4910 | 75820 | 979 | 146 | 1082 | 11670 | 18,8 | 247 | 284 | 0,768 | 27,2 | 6,96 | 11,8 | 6,813 | 788 | 8,9 | 5,52 | 146 |
| | SCH-05 | JUN | 1655,7 | 810 | 37817 | 733 | 1215 | 3050 | <0,6 | 284,3 | 258,5 | <0,03 | -- | >1500 | 5,46 | 7,4 | 237,87 | 4,96 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 2064 | 19304 | 530 | 151 | 720 | 8086 | 13 | 379 | 193 | 0,589 | 21,6 | 8,82 | 30,1 | 10,1 | 1400 | 8 | 2,51 | 56,6 |
| | SCH-06 | JUN | 1010 | 90830 | 838,1 | <1 | 29 | 1175 | 1,5 | 18 | 80,19 | <0,03 | -- | 3798 | 1,8 | <0,1 | 106,1 | <0,03 | <0,2 | 120,8 |
| | | SET | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | .-- | -- | -- |
| | SCH-07 | JUN | 3507 | 136288 | <0,3 | 120 | 1717 | 4179 | 3 | 58,4 | 215,5 | 0,5 | -- | 2226 | 8,09 | <0,1 | 131,4 | 3,06 | <0,2 | 208,2 |
| | | SET | 4244 | 85716 | 1039 | 177 | 692 | 10008 | 72,885 | 114 | 206 | 0,699 | 10,9 | 6,34 | 51,556 | 6,242 | 265 | 8,7 | 1,7 | 178 |
| | SCH-08 | JUN | 1202 | 75270 | <0,3 | 189 | 291 | 3097 | <0,6 | 58,5 | 96,24 | 0,38 | -- | 6286 | 36,38 | <0,1 | 847,7 | 3,03 | <0,2 | 124,4 |
| | | SET | 3344 | 111334 | 774 | 171 | 816 | 8756 | 13,2 | 352 | 163 | 0,575 | 29,5 | 6,2 | 34,5 | 10,3 | 1250 | 7,5 | 3,37 | 209 |
| | SCH-09 | JUN | 959,6 | 90362 | 26208 | 140 | 203 | 451,1 | <0,6 | 194,8 | <0,03 | <0,03 | -- | >1500 | 17,21 | <0,1 | 254 | 0,069 | <0,2 | 145,6 |
| | | SET | 3530 | 197181 | 575 | 191 | 285 | 1933 | 31,485 | 76,4 | 169 | 0,156 | 23,828 | 6,37 | 10,3 | 3,914 | 261 | 1,2 | 0,23 | 579 |
| | SCH-10 | JUN | 980,9 | 39196 | 25211 | 269 | 276 | 809,7 | 6,8 | 99,01 | 50,69 | <0,03 | -- | >1500 | 26,05 | 3 | 234 | 0,98 | <0,2 | 80,49 |
| | | SET | 877 | 64992 | 86 | 89 | 187 | 177 | 16,585 | 15,7 | 35,4 | 0,012 | 10,063 | 5,52 | 30,194 | 0,821 | 23,9 | 0,2 | 0,15 | 80 |
| | SCH-11 | JUN | 3078 | 11238 | 7281 | 668,3 | 785,5 | 1200 | <0,6 | 363,3 | 104,7 | <0,03 | -- | >1500 | 6,977 | <0,1 | 70,49 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 1040 | 43495 | 80,2 | 172 | 538 | 299 | 27,371 | 28,7 | 35,5 | 0,027 | 21,486 | 12 | 1,846 | 0,438 | 22,3 | 0,5 | 0,61 | 61,5 |
| | SCH-12 | JUN | 1572 | 80331 | >50000 | 137 | 341 | 2797 | <0,6 | 158,4 | 91,76 | 0,22 | -- | >1500 | 48,71 | 3,7 | 827,8 | 2,75 | <0,2 | 131,3 |
| | | SET | 1707 | 45980 | 245 | 409 | 708 | 948 | 15,622 | 36 | 50,2 | 0,043 | 0,5749 | 61,7 | 48,567 | 0,987 | 36,6 | 1 | 0,31 | 123 |
| | SCH-13 | JUN | 1811 | 2594 | >50000 | 657,9 | 466,5 | 3246 | <0,6 | 293,6 | 76,26 | <0,03 | -- | >1500 | 38,38 | 8,473 | 753,2 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 2652 | 150883 | 180 | 164 | 457 | 1653 | 46,663 | 106 | 120 | 0,092 | 20,938 | 13 | 65,789 | 2,054 | 125 | 1,3 | 1,67 | 311 |
| | SCH-14 | JUN | 3386 | 125,32 | 9943 | 682,3 | 268,4 | 1029 | <0,6 | 428,3 | 151 | <0,03 | -- | >1500 | 3,47 | <0,1 | 70,04 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 2940 | 196866 | 787 | 209 | 662 | 595 | 79,363 | 89,7 | 148 | 0,073 | 35,339 | 19,7 | 17,6 | 3,748 | 133 | 0,7 | 2,44 | 344 |
| | SCH-15 | JUN | 4862 | 17926 | 6065 | 649 | 252 | 849,4 | <0,6 | 460,7 | 225,1 | <0,03 | -- | 1466 | <0,04 | <0,1 | 35,07 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 3622 | 210095 | 107 | 183 | 244 | 346 | 11,334 | 18 | 161 | 0,031 | 0,6362 | 12,2 | 19,464 | 0,64 | 13,2 | 0,6 | 0,29 | 479 |
| | SCH-16 | JUN | 2594,7 | 7542 | 34890 | 502 | 454 | 1413,6 | 3 | 432 | 112,8 | <0,03 | -- | >1500 | 25,24 | 1 | 246,02 | 1,98 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 2212 | 140028 | 68,1 | 120 | 264 | 364 | 28,315 | 67,1 | 109 | 0,025 | 1,247 | 8,9 | 0,5371 | 0,501 | 10,4 | 0,6 | 0,71 | 286 |
| | SCH-17 | JUN | 3391,8 | 10309 | 8534 | 1371 | 250 | 1054,2 | 41,9 | 294,8 | 136,2 | 1 | -- | >1500 | 1,5 | <0,1 | 32,16 | 3,49 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 4052 | 246879 | 138 | 164 | 157 | 475 | 0,4444 | 13,4 | 169 | 0,028 | 0,0904 | 6,42 | 0,3729 | 0,27 | 4,56 | 0,6 | < 0,01 | 394 |
| | SCH-18 | JUN | 2841 | 93,9 | 2488 | 287,6 | 154,8 | 1137 | <0,6 | 252,3 | 108,5 | <0,03 | -- | >1500 | <0,04 | <0,1 | 8,798 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 1171 | 79033 | 211 | 288 | 379 | 664 | 14,059 | 21,2 | 50,3 | 0,031 | 0,4364 | 13,5 | 0,8556 | 0,338 | 10,7 | 1,2 | 0,24 | 175 |

EVALUACIONES AMBIENTALES - V°B° - DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Magnesio (mg/Kg) | Calcio (mg/Kg) | Potasio (mg/Kg) | Sodio (mg/Kg) | Fosforo (mg/Kg) | Aluminio (mg/Kg) | Antimonio (mg/Kg) | Arsénico (mg/Kg) | Bario (mg/Kg) | Berilio (mg/Kg) | Bismuto (mg/Kg) | Boro (mg/Kg) | Cadmio (mg/Kg) | Cobalto (mg/Kg) | Cobre (mg/Kg) | Cromo (mg/Kg) | Estaño (mg/Kg) | Estroncio (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Norma Canadiese | ISQG[1] | | - | - | - | - | - | - | - | **5,9** | - | - | - | - | **0,6** | - | **35,7** | **37,3** | - | - |
| | PEL[2] | | - | - | - | - | - | - | - | **17,0** | - | - | - | - | **3,5** | - | **197,0** | **90,0** | - | - |
| | SCH-19 | JUN | 4780 | 19230 | 6315 | 989 | 291,4 | 944,9 | <0,6 | 409,7 | 224,8 | <0,03 | -- | >1500 | <0,04 | <0,1 | 36,2 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 1811 | 119318 | 67,4 | 111 | 189 | 255 | 28,564 | 36 | 91,5 | 0,015 | 11,101 | 6,44 | 13,023 | 0,466 | 12,5 | 0,4 | 0,31 | 229 |
| | SCH-20 | JUN | 4541 | 172,8 | 11186 | 1066 | 407,1 | 1717 | <0,6 | 427,1 | 164,6 | <0,03 | -- | >1500 | <0,04 | <0,1 | 28,54 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 2679 | 172802 | 378 | 222 | 323 | 1144 | 29,191 | 36,5 | 131 | 0,084 | 1,208 | 11,3 | 13,9 | 2,127 | 53,8 | 1 | 0,25 | 294 |
| | SCH-21 | JUN | 3819 | 17454 | 6737 | 697 | 384 | 931,6 | <0,6 | 459,1 | 194,3 | <0,03 | -- | >1500 | 6,44 | <0,1 | 68,57 | <0,03 | <0,2 | >500 |
| | | SET | 2379 | 167087 | 60,9 | 81,3 | 126 | 213 | 78,001 | 68,4 | 131 | 0,008 | 11,2 | 5,55 | 19,389 | 0,128 | 41,7 | 0,4 | 3,24 | 355 |
| | SCH-22 | JUN | <0,3 | 108 | <0,3 | <1 | <1 | <0,1 | <0,6 | 143 | <0,03 | <0,03 | -- | <3 | <0,04 | <0,1 | <0,04 | <0,03 | <0,2 | <0,03 |
| | | SET | 2652 | 253642 | 328 | 216 | 235 | 427 | 4,351 | 30,8 | 161 | 0,036 | 0,7812 | 5,62 | 51,508 | 1,132 | 52,3 | 0,5 | 0,05 | 491 |
| Delta Upamayo | SCH-01 | JUN | 5508 | 105537 | 5171 | 309 | 383 | 8765 | 1,6 | 77,6 | 227,3 | 0,88 | -- | >1500 | 7,95 | 0,6 | 753,5 | 5,53 | <0,2 | 149,3 |
| | | SET | 5594 | 76713 | 1195 | 165 | 1013 | 12521 | 87,653 | 151 | 279 | 0,766 | 20,2 | 9,96 | 74,314 | 6,699 | 470 | 8,1 | 2,75 | 133 |

*Continuación…*

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Hierro (mg/Kg) | Litio (mg/Kg) | Manganeso (mg/Kg) | Mercurio (mg/Kg) | Molibdeno (mg/Kg) | Níquel (mg/Kg) | Plata (mg/Kg) | Plomo (mg/Kg) | Selenio (mg/Kg) | Silicio (mg/Kg) | Talio (mg/Kg) | Titanio (mg/Kg) | Uranio (mg/Kg) | Vanadio (mg/Kg) | Zinc (mg/Kg) | Cerio (mg/Kg) | Torio (mg/Kg) | Wolframio (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Norma Canadiese | ISQG [i] | | - | - | - | **0,170** | - | - | - | **35,0** | - | - | - | - | - | - | **123** | - | - | - |
| | PEL [ii] | | - | - | - | **0,486** | - | - | - | **91,3** | - | - | - | - | - | - | **315** | - | - | - |
| Lago Chinchaycocha | PM 01 | MAR | 8727 | 13,95 | 330,3 | <0,080 | <0,05 | 9,36 | <0,02 | 139,8 | 59,5 | 852,5 | <2 | 17,45 | -- | 17,21 | 248,2 | 9,9 | -- | -- |
| | PM 02 | | 821,3 | 0,25 | 474,3 | <0,080 | <0,05 | 3,17 | 0,07 | 91,93 | 144,4 | 226,7 | <2 | 3,12 | -- | 2,74 | 988,2 | <0,04 | -- | -- |
| | PM 03 | | 17670 | 5,14 | 2073 | 12237 | <0,05 | 9,6 | <0,02 | 62,95 | 42,6 | 764,3 | <2 | 73,56 | -- | 28,44 | 150,4 | 25,23 | -- | -- |
| | SCH-03 | JUN | >20000 | 87,66 | 1518 | 43,38 | <0,05 | <0,05 | <0,02 | 108,6 | <1 | 67,1 | 114 | 33,71 | -- | 3,97 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 33935 | 9,67 | 1153 | 29,4 | 0,789 | 10,5 | 22,6 | 1072 | 2,751 | -- | 0,8302 | 49,8 | 11,185 | 32,9 | 4020 | 20,3 | 10,515 | 11,476 |
| | SCH-04 | JUN | >20000 | 118,1 | 2222 | 33,55 | <0,05 | 15,96 | 17,96 | 1770 | <1 | 1689 | 323 | 37,41 | -- | 103,76 | >1500 | 18,46 | -- | -- |
| | | SET | 46382 | 11,4 | 2048 | 28,5 | 1,142 | 14,3 | 19,4 | 1205 | 1,438 | -- | 18,461 | 37,1 | 14,125 | 44,9 | 4498 | 21,7 | 14,306 | 1,043 |
| | SCH-05 | JUN | 14313 | 142,3 | >7000 | 3,91 | <0,05 | 19,35 | 1,49 | 386,5 | <1 | 512,2 | 305 | 17,86 | -- | 24,31 | >1500 | 0,99 | -- | -- |
| | | SET | 186878 | 5,45 | 3761 | 10,5 | 3,255 | 19,7 | 10,6 | 1574 | 1,858 | -- | 21,164 | 21,1 | 32,972 | 46 | 8686 | 11,7 | 14,212 | 0,8403 |
| | SCH-06 | JUN | 12547 | <0,02 | 2215 | 1,49 | <0,05 | 0,96 | <0,02 | 23,93 | <1 | 59,1 | 5 | 8,84 | -- | 0,81 | >1500 | 0,53 | -- | -- |
| | | SET | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | SCH-07 | JUN | 6964 | <0,02 | 1055 | 2,386 | 1,53 | 7,54 | 0,88 | 132,9 | 8,6 | 439,6 | 18 | 14,07 | -- | 8,68 | 1397 | 7,46 | -- | -- |
| | | SET | 29489 | 12,3 | 994 | 8,31 | 1,176 | 15,6 | 7,055 | 386 | 1,299 | -- | 14,656 | 22,5 | 1,253 | 27,5 | 2166 | 17,6 | 22,134 | 0,4577 |
| | SCH-08 | JUN | 17411 | <0,02 | 4119 | 4,768 | <0,05 | 8,99 | <0,02 | 287,5 | <1 | 231,6 | 30 | 22,88 | -- | 11,68 | >1500 | 3,1 | -- | -- |
| | | SET | 72052 | 6,71 | 5258 | 13,9 | 1,312 | 19,2 | 14,1 | 1689 | 1,89 | -- | 42,314 | 32 | 13,089 | 37,5 | 10165 | 12,3 | 1,394 | 0,9271 |
| | SCH-09 | JUN | 11943 | 17,19 | 985,9 | 2,095 | <0,05 | <0,05 | <0,02 | <0,13 | <1 | 78 | <2 | 2,48 | -- | <0,03 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 24814 | 2,4 | 4197 | 1,34 | 0,69 | 9,03 | 1,29 | 215 | 1,255 | -- | 10,743 | 9,45 | 0,4909 | 8,3 | 3135 | 27,272 | 0,1656 | 0,063 |
| | SCH-10 | JUN | 13957 | 3,6 | 2211 | 0,2487 | <0,05 | 8,48 | <0,02 | 127,4 | <1 | 64,3 | 8 | 12,04 | -- | 1,69 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 976 | 0,49 | 170 | 0,06 | 0,292 | 2,46 | 0,153 | 32,9 | 0,745 | -- | 0,7426 | 2,95 | 0,2905 | 1 | 1241 | 0,2332 | 0,0793 | < 0,0017 |
| | SCH-11 | JUN | 5227 | <0,02 | 582,6 | 1,787 | <0,05 | 7,476 | <0,02 | 54,82 | <1 | 180,6 | 356,8 | 20,93 | -- | 4,485 | >1500 | <0,04 | -- | -- |

EVALUACIONES AMBIENTALES · V°B° · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

| Ambiente Evaluado | Código punto de muestreo | Mes | Hierro (mg/Kg) | Litio (mg/Kg) | Manganeso (mg/Kg) | Mercurio (mg/Kg) | Molibdeno (mg/Kg) | Níquel (mg/Kg) | Plata (mg/Kg) | Plomo (mg/Kg) | Selenio (mg/Kg) | Silicio (mg/Kg) | Talio (mg/Kg) | Titanio (mg/Kg) | Uranio (mg/Kg) | Vanadio (mg/Kg) | Zinc (mg/Kg) | Cerio (mg/Kg) | Torio (mg/Kg) | Wolframio (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Norma Canadiese | ISQG [i] | | - | - | - | **0,170** | - | - | - | **35,0** | - | - | - | - | - | - | **123** | - | - | - |
| | PEL [ii] | | - | - | - | **0,486** | - | - | - | **91,3** | - | - | - | - | - | - | **315** | - | - | - |
| | | SET | 1399 | 0,57 | 186 | 0,15 | 0,701 | 2,4 | 0,188 | 52,6 | 0,303 | -- | 0,5642 | 5,84 | 0,8558 | 1,2 | 763 | 0,4263 | 0,2006 | 0,0089 |
| | SCH-12 | JUN | >20000 | 5,3 | 5257 | 6,703 | <0,05 | 8,69 | <0,02 | 331,7 | <1 | 158,7 | 16 | 7,9 | -- | 5,08 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 2262 | 2,53 | 287 | 0,14 | 1,627 | 4,23 | 0,185 | 23,6 | 1,571 | -- | 11,653 | 21,2 | 16,623 | 2,5 | 1535 | 14,324 | 0,0946 | 0,0334 |
| | SCH-13 | JUN | >20000 | <0,02 | >7000 | 1,787 | <0,05 | 20,44 | <0,02 | 353,4 | <1 | 534,5 | 402,7 | 32,9 | -- | <0,03 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 10202 | 1,98 | 1324 | 0,79 | 1,933 | 4,8 | 0,616 | 110 | 1,363 | -- | 0,366 | 15,3 | 12,606 | 8 | 1688 | 13,738 | 0,1317 | 0,0891 |
| | SCH-14 | JUN | 4744 | <0,02 | 1863 | 0,295 | <0,05 | 2,971 | <0,02 | 139,6 | <1 | 410,7 | 368,4 | 16,84 | -- | 6,932 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 6397 | 2,33 | 3952 | 0,57 | 1,226 | 15,1 | 1,26 | 363 | 1,397 | -- | 73,827 | 7,25 | 0,7401 | 3,4 | 7925 | 0,8757 | 0,1149 | 0,3203 |
| | SCH-15 | JUN | 2680 | <0,02 | 2780 | 0,0932 | <0,05 | 1,98 | <0,02 | 63,47 | <1 | 360,2 | 462 | 11,9 | -- | 4,46 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 870 | 1,57 | 1203 | 0,14 | 0,394 | 4,81 | 0,164 | 21 | 0,789 | -- | 0,7711 | 5,71 | 0,3287 | 1,4 | 1237 | 0,4368 | 0,0595 | 0,0412 |
| | SCH-16 | JUN | 13969 | 171,6 | 3675 | 0,19 | <0,05 | 13,86 | <0,02 | 428,1 | <1 | 251,1 | 340 | 20,79 | -- | 1683 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 767 | 1,2 | 321 | 0,27 | 3,229 | 1,37 | 0,225 | 37,9 | 1,231 | -- | < 0,0002 | 6,95 | 16,529 | 3,5 | 111 | 0,3599 | 0,0646 | 0,0309 |
| | SCH-17 | JUN | 2615 | <0,02 | 908,3 | 0,15 | 29,93 | 3,99 | 2,49 | <0,13 | <1 | 523,9 | 470 | 25,94 | -- | 10,47 | 380,6 | 8,98 | -- | -- |
| | | SET | 1100 | 1,89 | 608 | 0,06 | 0,803 | 1,52 | 0,119 | 4,594 | 0,409 | -- | < 0,0002 | 7,66 | 12,581 | 1,6 | 131 | 0,8233 | 0,0812 | < 0,0017 |
| | SCH-18 | JUN | >20000 | <0,02 | 806,6 | 0,109 | <0,05 | 0,4976 | <0,02 | 3,981 | <1 | 76,29 | 266,7 | 22,89 | -- | 1,99 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 1084 | 1,38 | 180 | 0,06 | 1,76 | 2,83 | 0,123 | 11,1 | 0,847 | -- | 0,2988 | 12,6 | 0,8033 | 3 | 410 | 0,8572 | 0,088 | < 0,0017 |
| | SCH-19 | JUN | >20000 | <0,02 | 2464 | 0,175 | <0,05 | 1,189 | <0,02 | 16,41 | <1 | 325,9 | 498,7 | 16,41 | -- | 5,47 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 736 | 0,78 | 375 | 0,1 | 1,767 | 1,92 | 0,134 | 35,4 | 0,56 | -- | 0,036 | 5,05 | 0,9352 | 2,3 | 287 | 0,2841 | 0,0443 | < 0,0017 |
| | SCH-20 | JUN | 4719 | <0,02 | 985,4 | 0,183 | <0,05 | 2,994 | <0,02 | 13,47 | <1 | 574,9 | 412,1 | 26,94 | -- | 7,983 | 924,5 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 3503 | 3,39 | 1606 | 0,11 | 1,405 | 9,85 | 0,217 | 43,1 | 0,999 | -- | 38,547 | 13,8 | 14,803 | 3,1 | 5644 | 19,441 | 0,1793 | 0,0918 |
| | SCH-21 | JUN | 3012 | <0,02 | 1873 | 14,38 | <0,05 | 6,94 | <0,02 | 75,36 | <1 | 375,9 | 422 | 1388 | -- | 5,45 | >1500 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 408 | 1,04 | 527 | 0,03 | 0,267 | 1,17 | 0,686 | 347 | 1,027 | -- | 0,2213 | 2,94 | 0,1188 | 0,7 | 299 | 0,2457 | 0,0342 | 0,0235 |
| | SCH-22 | JUN | <0,05 | <0,02 | <0,04 | 0,1921 | <0,05 | <0,05 | <0,02 | <0,13 | <1 | <0,5 | 56 | <0,03 | -- | <0,03 | 15,4 | <0,04 | -- | -- |
| | | SET | 1253 | 1,54 | 867 | 0,09 | 1,165 | 8,19 | 0,201 | 29,8 | 0,941 | -- | 19,992 | 5,7 | 0,5698 | 3,3 | 2643 | 0,4588 | 0,0926 | 12,964 |
| Delta Upamayo | SCH-01 | JUN | 10614 | <0,02 | 3049 | 17,55 | <0,05 | 11,1 | 6,83 | 477,4 | <1 | 664,1 | 20 | 15,78 | -- | 19,04 | >1500 | 10,32 | -- | -- |
| | | SET | 31636 | 12,8 | 1430 | 19,9 | 0,891 | 12,8 | 14,7 | 806 | 2,576 | -- | 11,019 | 38,3 | 1,086 | 44,5 | 3083 | 25,1 | 12,335 | 0,533 |

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 150700.
Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151550, N° 151551, N° 151563, N° 151562.
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° SAA-15/01828, N° SAA-15/01829, N° SAA-15/01830, N° SAA-15/01831, N° SAA-15/01832, N° SAA-15/01930
"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"-": No cuenta con valor para los estándares ISQG y PEL.
"-- ": Parámetro no considerado en la corrida de ensayo para metales totales por ICP, según método de análisis por parte del laboratorio.
[i] ISQG (Interim Sediment Quality Guideline), Estándar interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso.
[ii] PEL (Probable Effect Level), Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.
Los valores representan a los resultados que exceden de manera referencial la Norma Canadiense (CEQG) para su directriz ISQG. Elaboración propia, 2015.
Los valores representan a los resultados que exceden el valor referencial de la Norma Canadiense (CEQG para su directriz PEL).Elaboración propia, 2015.
Elaboración propia.

EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

**Arsénico (As) total**

126. El origen natural del arsénico en América Latina está relacionado con el vulcanismo y la actividad hidrotermal asociada de la cordillera de los Andes[17] que atraviesa de norte a sur de muchos países, entre ellos el Perú; sin embargo también está asociado a actividades antropogénicas.

127. En el mes de marzo, se registraron concentraciones de arsénico total en el lago Chinchaycocha, que no superaron referencialmente los valores del ISQG (5,9 mg/kg) y PEL (17 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG). Sin embargo, para el mes de junio todos los puntos evaluados (21) superaron referencialmente los valores del ISQG y PEL.[18,19]

128. Finalmente, para el mes de setiembre, todos los puntos de muestreo superaron referencialmente los valores del ISQG (5,9 mg/kg) y PEL (17 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG), excepto los puntos SCH-10 y SCH-17 que superaron referencialmente el valor ISQG (5,9 mg/kg) pero no al valor PEL (17 mg/kg). Ver Gráfico 3-30 y 3-31.

**Cadmio (Cd) total**

129. El Cadmio es el segundo elemento toxico en ambientes acuáticos después del mercurio según la UNEP[20], este metal puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre, la actividad volcánica es la mayor fuente natural de liberación de cadmio a la atmósfera y es considerado el más móvil en el ambiente acuático y una de sus principales características es que es bioacumulativo y persistente en el ambiente[21].

130. Las concentraciones de cadmio total registradas en los puntos de muestreo PM-01 y PM-03 del lago Chinchaycocha en el mes de marzo, superaron referencialmente los valores del ISQG (0,6 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG); y el punto PM-02 superó referencialmente los valores del ISQG (0,6 mg/kg) y del PEL (3,5 mg/kg).

131. Para el mes de junio, en los puntos SCH-05, SCH-07, SCH-08, SCH-09, SCH-10, SCH-11, SCH-12, SCH-13, SCH-16 y SCH-21 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores del ISQG (0,6 mg/kg) y del PEL (3,5 mg/kg); y en los puntos SCH-06, SCH-14 y SCH-17 se registraron concentraciones de cadmio menores al valor PEL (3,5 mg/kg) pero mayores al valor ISQG (0,6 mg/kg) de la misma norma.

132. Para el mes de setiembre, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-07, SCH-08, SCH-09, SCH-12, SCH-13, SCH-14, SCH-20 y SCH-22 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores

---

17 J. Bundschuh, A. Pérez Carrera, M. I. Litter. Distribución del arsénico en las regiones Ibérica e Iberoamericana. CYTED. ISBN 13 978-84-96023-61-1. Octubre de 2008. Pág. 55 – 56.

18 La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en todos sus puntos de monitoreo concentraciones de arsénico (As) que sobrepasan la directriz de la Environmental Pretection Agency (EPA) (>8 mg/kg), haciendo referencia a la categorización de los sedimentos (...) *situándose en la categoría de muy contaminado* (...) según Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977).

19 Mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA, correspondiente a la Evaluación ambiental de la calidad del agua y sedimento en el lago Chinchaycocha, la Dirección de Evaluación reportó concentraciones de arsénico (As) que superaron referencialmente los valores estándar para ISQG y PEL.

20 United Nations Environment Programme (UNEP)

21 Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (2010). Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe, pág. 35-37.

del ISQG y del PEL[22]; y en los puntos SCH-10, SCH-11, SCH-15, SCH-18, SCH-19 y SCH-21 se registraron concentraciones de cadmio menores al valor PEL (3,5 mg/kg) pero que superaron referencialmente los valores del ISQG (0,6 mg/kg) de la misma norma.

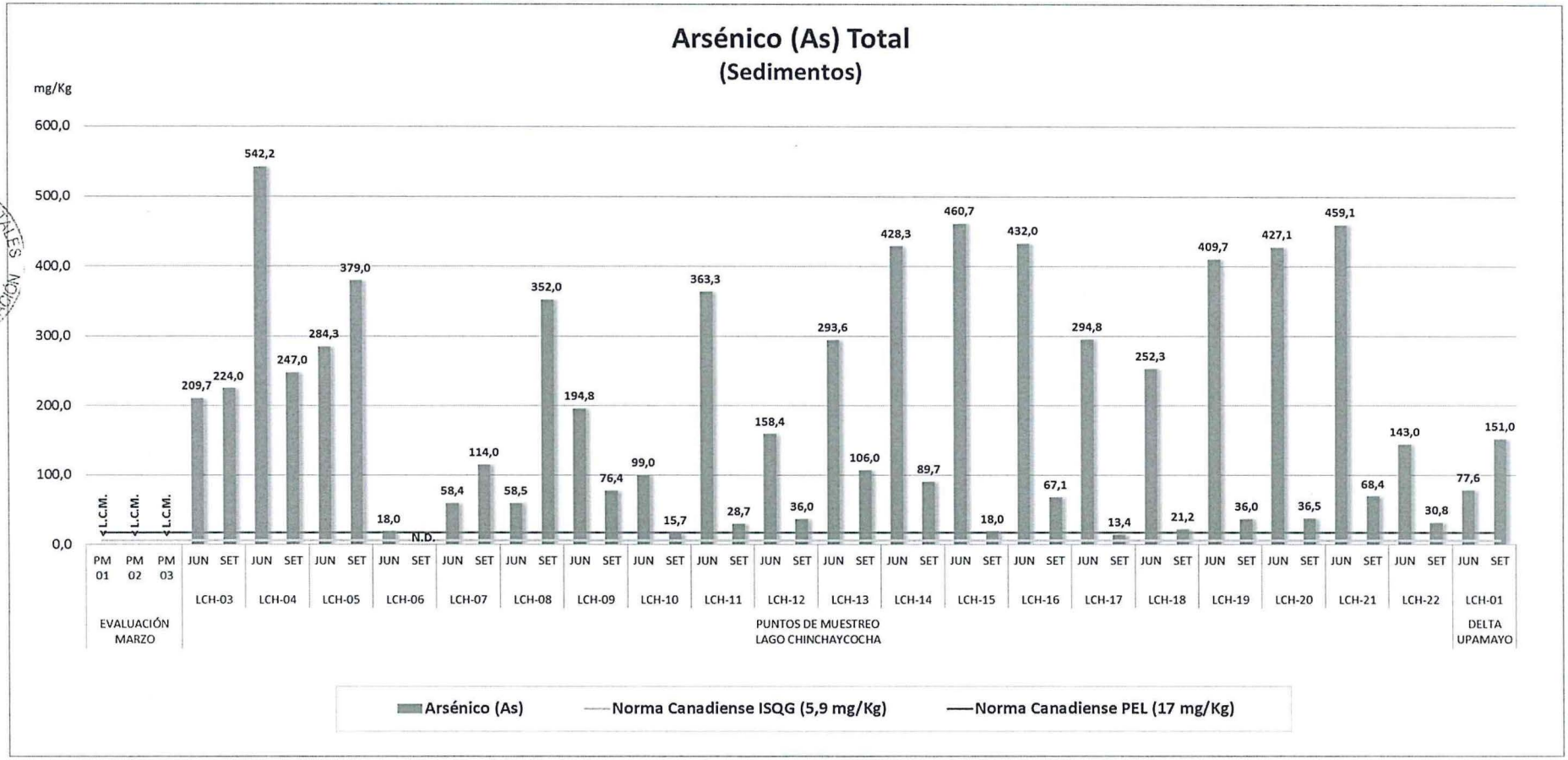
133. Finalmente en el Delta Upamayo[23] en el punto SCH-01, registró concentraciones de cadmio que superó referencialmente los valores del ISQG (0,6 mg/kg) y del PEL (3,5 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG). Ver Gráfico 3-32 y 3-33.

EVALUACIONES AMBIENTALES · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN · V°B°

[22] Mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA, correspondiente a la Evaluación ambiental de la calidad del agua y sedimento en el lago Chinchaycocha, la Dirección de Evaluación reportó concentraciones de cadmio (Cd) que superaron referencialmente los valores estándar para ISQG y PEL.

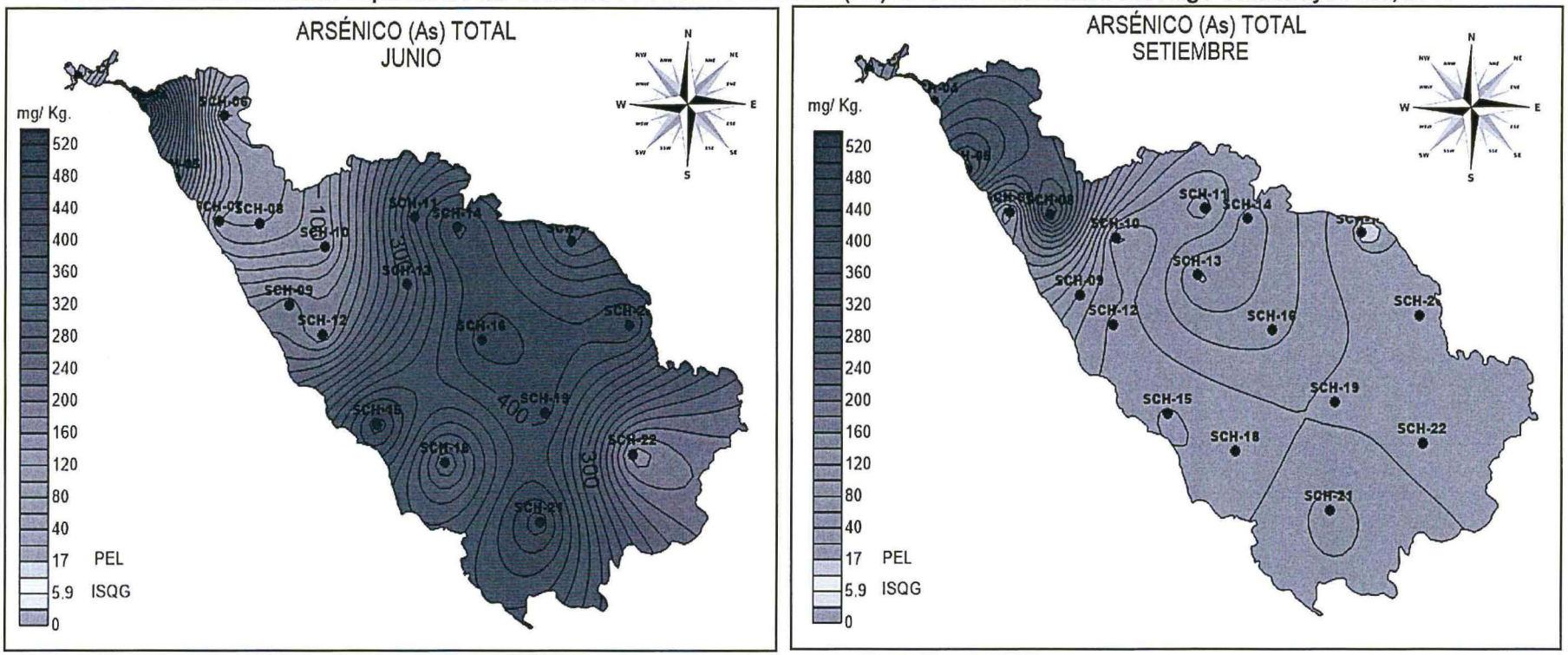
[23] La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en 3 puntos de monitoreo al noroeste del lago Chinchaycocha cerca al delta Upamayo, concentraciones de cadmio (Cd) que sobrepasan la directriz de la Environmental Pretection Agency (EPA) (>6 mg/kg), haciendo referencia a la categorización de los sedimentos (...) *estos puntos de monitoreo se encuentran en la categoría de muy contaminado* (...) según Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977).

**Gráfico 3-29: Resultados de arsénico (As) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**



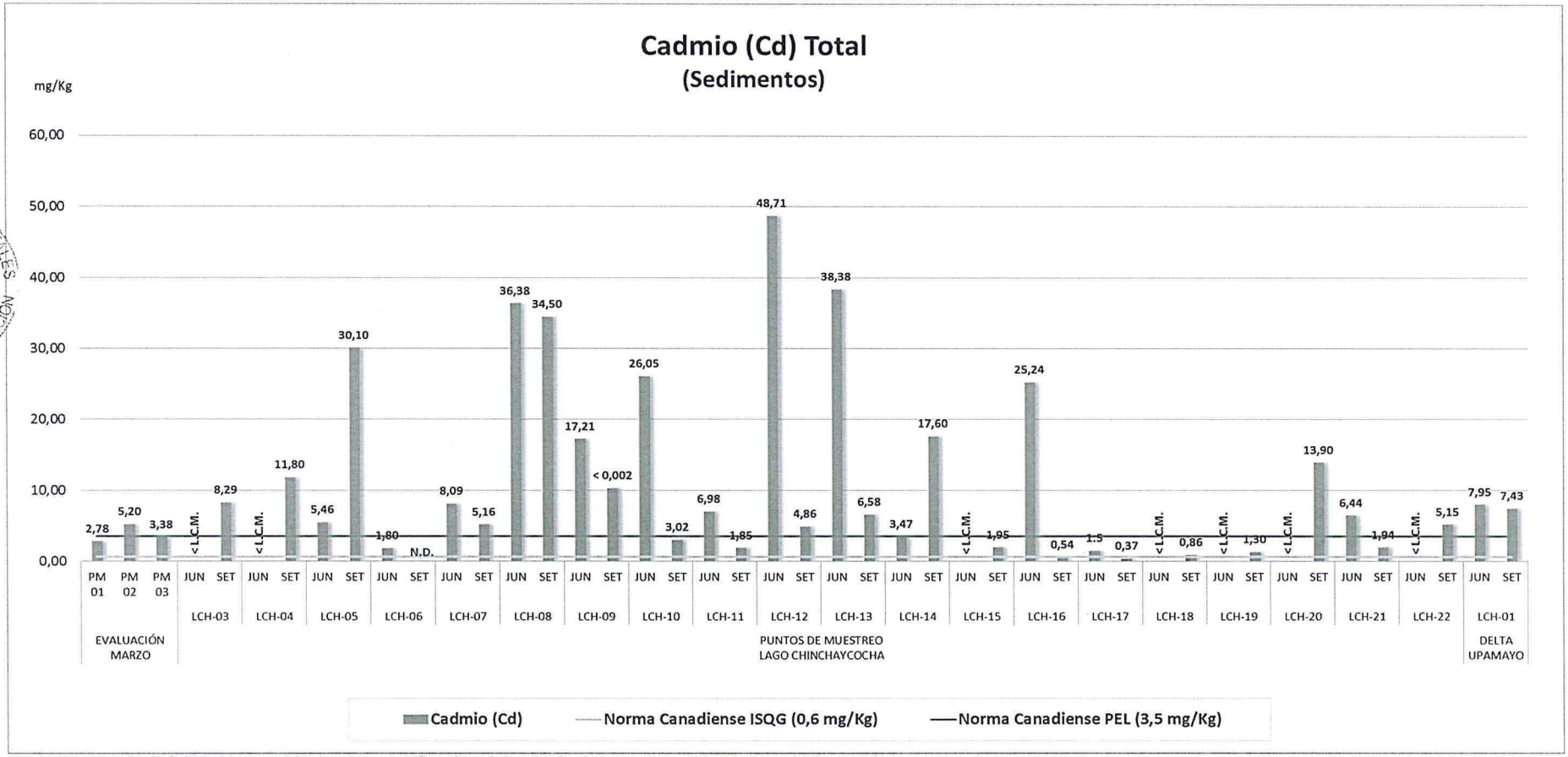

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-30: Distribución espacial de las concentraciones de arsénico (As) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015.**



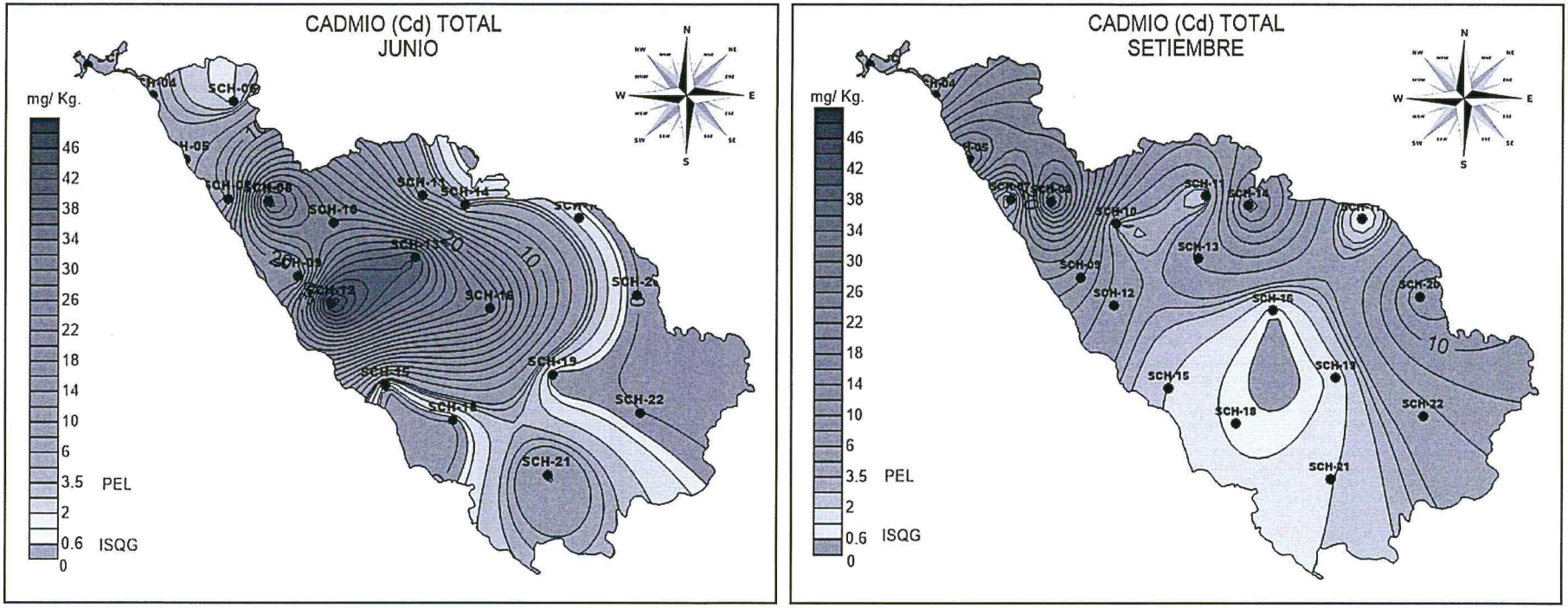

134. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó niveles elevados de arsénico (As) total superiores a los estándares ISQG y PEL de la norma canadiense para sedimentos, con una distribución espacial variable y gradientes ascendentes focalizados en la zona céntrica y noroeste del lago.
135. Para el mes de setiembre, el arsénico (As) total en sedimentos, presentó una distribución espacial similar a la evaluación de junio, con gradientes ascendentes y focalizadas entre los puntos próximos al noroeste del lago Chinchaycocha, pero con niveles más bajos en concentraciones de arsénico e igual de superiores a la norma canadiense, a excepción del punto SCH-17 que estuvo por dejado del estándar PEL.

**Gráfico 3-31: Resultados de cadmio (Cd) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-32: Distribución espacial de las concentraciones de cadmio (Cd) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015.**




136. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó niveles elevados de cadmio (Cd) total superiores a los estándares ISQG y PEL de la norma canadiense para sedimentos, con una distribución espacial variable y gradientes ascendentes focalizados en la zona céntrica y noroeste del lago y levemente en la zona sur del lago cerca al punto SCH-21. Así también, en los márgenes de las zonas cercanas al este y al sur cerca al punto SCH-18, se presentó una gradiente descendente por debajo de la norma canadiense.
137. Para el mes de setiembre, el cadmio (Cd) total en sedimentos, presentó una distribución espacial similar a la evaluación de junio, con gradientes ascendentes y focalizadas entre los puntos próximos al noroeste y este del lago Chinchaycocha, pero con niveles más bajos en concentraciones de cadmio e igual de superiores a la norma canadiense. Así también, en la zona céntrica se presentó una gradiente focalizada entre los puntos SCH-16, SCH-18 y SCH-19 por debajo de la norma canadiense.

**Cobre (Cu) total**

138. El cobre es liberado por la industria minera, actividades agrícolas y de manufactura, y por la liberación de aguas residuales a ríos y lagos; también es liberado desde fuentes naturales como por ejemplo volcanes, polvo que sopla el viento y vegetación en descomposición[24].

139. En el mes de marzo se registraron concentraciones de cobre total en los puntos de muestreo PM-01 y PM-02 del lago Chinchaycocha, los cuales superaron referencialmente los valores del ISQG (35,7 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG). Para el mes de junio, en los puntos SCH-04, SCH-05, SCH-08, SCH-09, SCH-10, SCH-12, SCH-13 y SCH-16 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores del ISQG (35,7 mg/kg) y del PEL (197 mg/kg); y en los puntos SCH-06, SCH-07, SCH-11, SCH-14, SCH-19 y SCH-21, se registraron concentraciones de cobre por debajo del valor PEL (197 mg/kg) pero que superaron referencialmente los valores del ISQG (35,7 mg/kg).

140. Para el mes de setiembre, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-07, SCH-08 y SCH-09 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores del ISQG (35,7 mg/kg) y del PEL (197 mg/kg); y en los puntos SCH-12, SCH-13, SCH-14, SCH-20, SCH-21 y SCH-22, se registraron concentraciones por debajo del valor PEL (197 mg/kg) pero que superaron referencialmente los valores del ISQG (35,7 mg/kg).

141. Finalmente en el Delta Upamayo[25] en el punto SCH-01, se registró concentraciones de cadmio que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL de la norma de Canadá (CEQG). Ver Gráficos 3-34 y 3-35.

**Cromo (Cr) total**

142. La contaminación del agua y sedimentos por cromo, generalmente, se debe a los efluentes industriales no tratados, generados por la minería, las industrias de curtiembre, entre otras.[26]

143. Las concentraciones de cromo total registradas en todos los puntos de muestreo del lago Chinchaycocha[27] y del delta Upamayo en los meses de marzo, junio y setiembre se encuentran dentro del valor referencial del ISQG (37,3 mg/kg) y PEL (90 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG)[28]. Ver Gráfico 3-36.

---

[24] Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2004. Reseña Toxicológica del Cobre (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts132.pdf

[25] La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en 4 puntos de monitoreo al noroeste del lago Chinchaycocha cerca al delta Upamayo, concentraciones de cobre (Cu) que sobrepasan la directriz de la Environmental Pretection Agency (EPA) (>50 mg/kg), haciendo referencia a la categorización de los sedimentos (...) *estos puntos de monitoreo se encuentran en la categoría de muy contaminado* (...) según Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977).

[26] Grau, M. "Toxicología ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana". Mexico: McGraw Hill Interamericana; 2003.

[27] En relación a los resultados reportados en la presente evaluación, la Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG; reportó de igual manera en todos sus puntos de monitoreo, concentraciones de cromo (Cr) que se encontraron, según la directriz de la Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977) en el rango de no contaminado (<25 mg/kg) de la Environmental Pretection Agency (EPA), haciendo referencia a la categorización de sedimentos por niveles de contaminación.

[28] La Dirección de Evaluación mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA; reportó de igual manera en todos sus puntos de monitoreo, concentraciones de cromo (Cr) que se encontraron por debajo de los valores estándar para ISQG y PEL comparados de forma referencialmente.

**Plomo (Pb) total**

144. El plomo está considerado como el tercer elemento tóxico, se encuentra en el ambiente en forma natural. Sin embargo, la mayoría de los niveles altos que se encuentran en el ambiente se originan de actividades humanas[29].

145. En el mes de marzo se registraron concentraciones de plomo total en los puntos de muestreo PM-01 y PM-02 del lago Chinchaycocha, los cuales superaron referencialmente los valores del ISQG (35 mg/kg) y del PEL (91,3 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG); mientras que el punto de muestreo PM-03 registró concentraciones de plomo por debajo del valor PEL (91,3 mg/kg) pero superior al valor ISQG (35 mg/kg) de la misma norma.

146. Para el mes de junio, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-07, SCH-08, SCH-10, SCH-12, SCH-13, SCH-14 y SCH-16 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores del ISQG (35 mg/kg) y del PEL (91,3 mg/kg); y en los puntos SCH-11, SCH-15 y SCH-21, se registraron concentraciones de plomo por debajo del valor PEL (91,3 mg/kg) pero superior al valor ISQG (35 mg/kg) de la misma norma.

147. Para el mes de setiembre, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-07, SCH-08, SCH-09, SCH-013, SCH-14 y SCH-21 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL; y en los puntos SCH-11, SCH-16, SCH-19 y SCH-20, se registraron concentraciones de plomo por debajo del valor PEL (91,3 mg/kg) pero superior al valor ISQG (35 mg/kg) de la misma norma.

148. Finalmente, en el Delta Upamayo[30,31] (SCH-01), se registraron concentraciones de plomo que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL de la norma de Canadá (CEQG). Ver Gráficos 3-37 y 3-38.

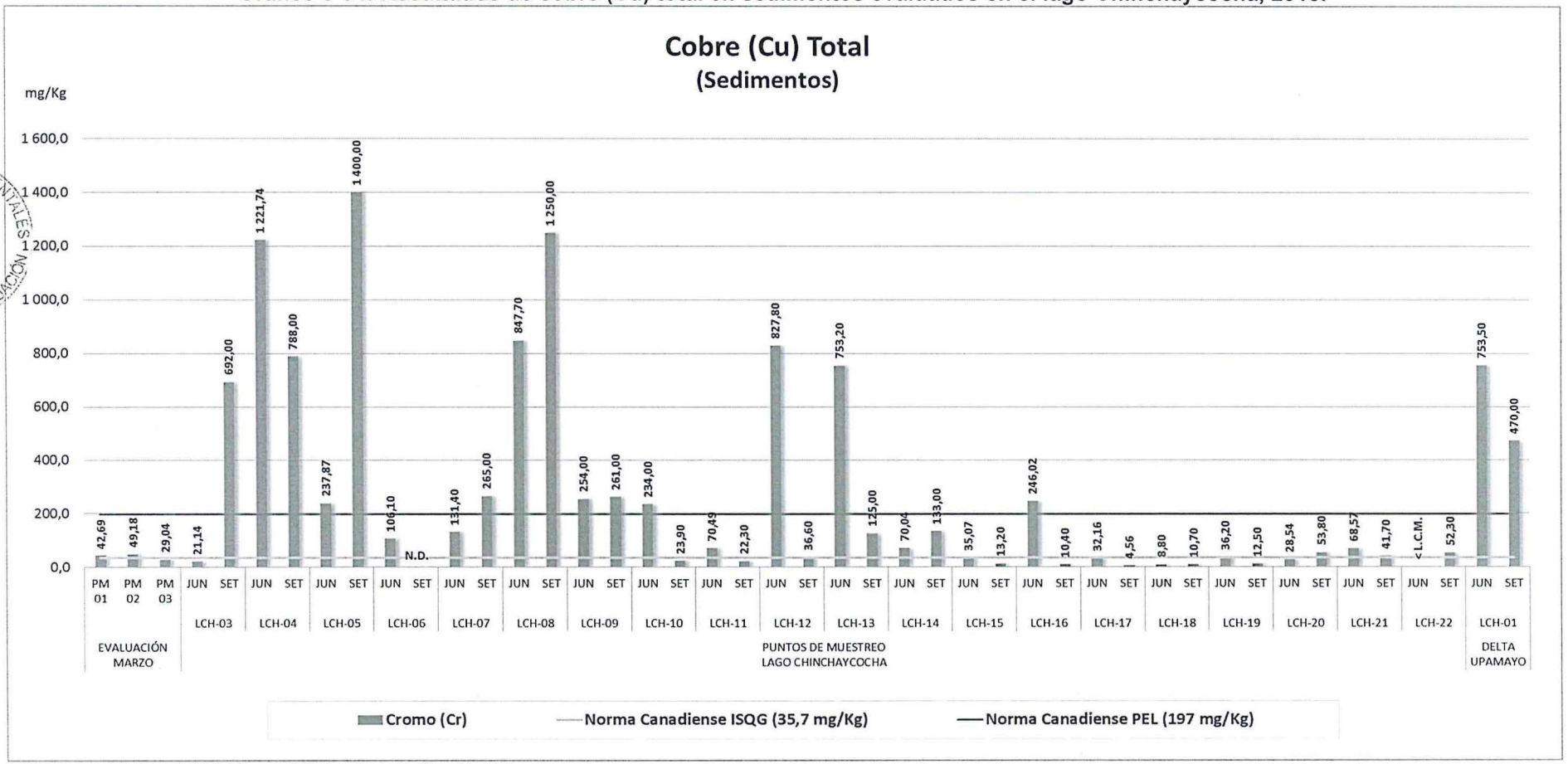
EVALUACIONES AMBIENTALES - V°B° - DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

[29] Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (2010). Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe, pág. 57-60.

[30] La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en 5 puntos de monitoreo al noroeste del lago Chinchaycocha cerca al delta Upamayo, concentraciones de plomo (Pb) que sobrepasan la directriz de la Environmental Pretection Agency (EPA) (>60 mg/kg), haciendo referencia a la categorización de sedimentos (...) *ubicándolos en la categoría de muy contaminado* (...) según Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977).

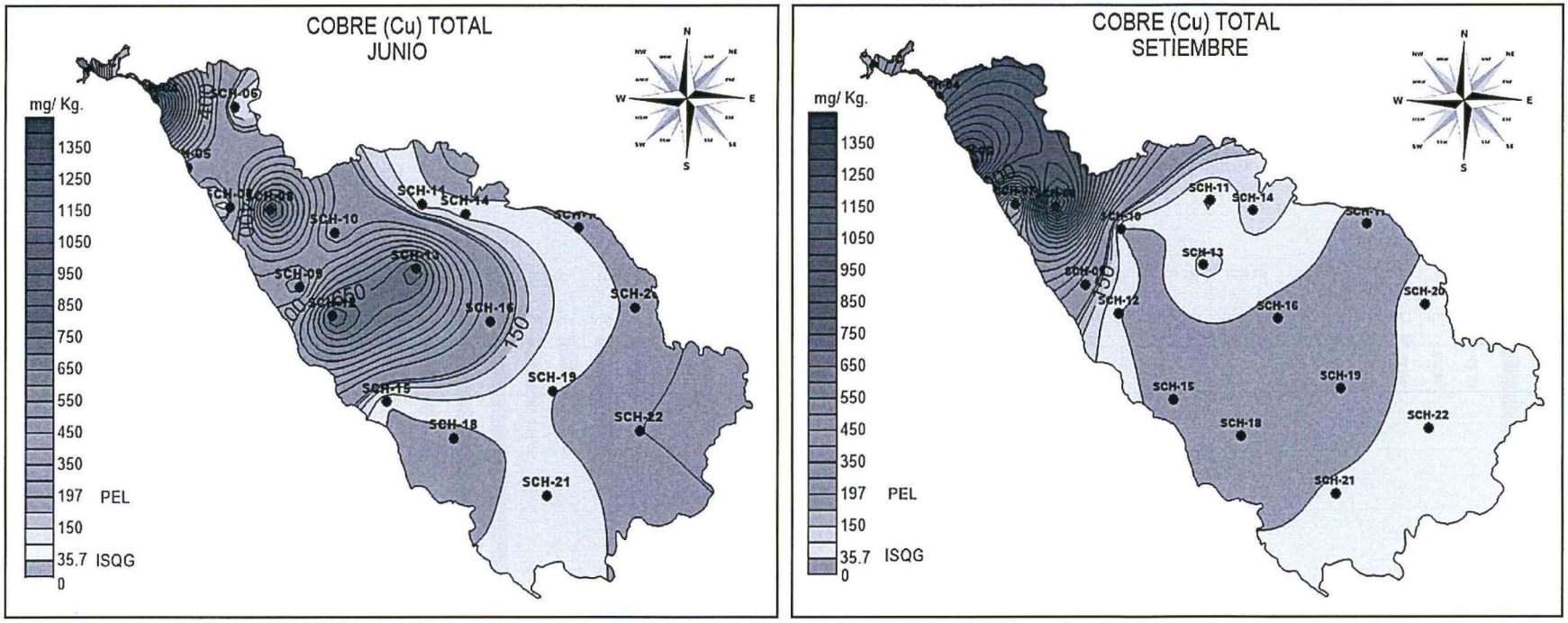
[31] Así también, la Dirección de Evaluación mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA; reportó de igual manera en todos sus puntos de monitoreo, concentraciones de plomo (Pb) que se encontraron por debajo de los valores estándar para ISQG y PEL comparados de forma referencialmente.

**Gráfico 3-34: Resultados de cobre (Cu) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**



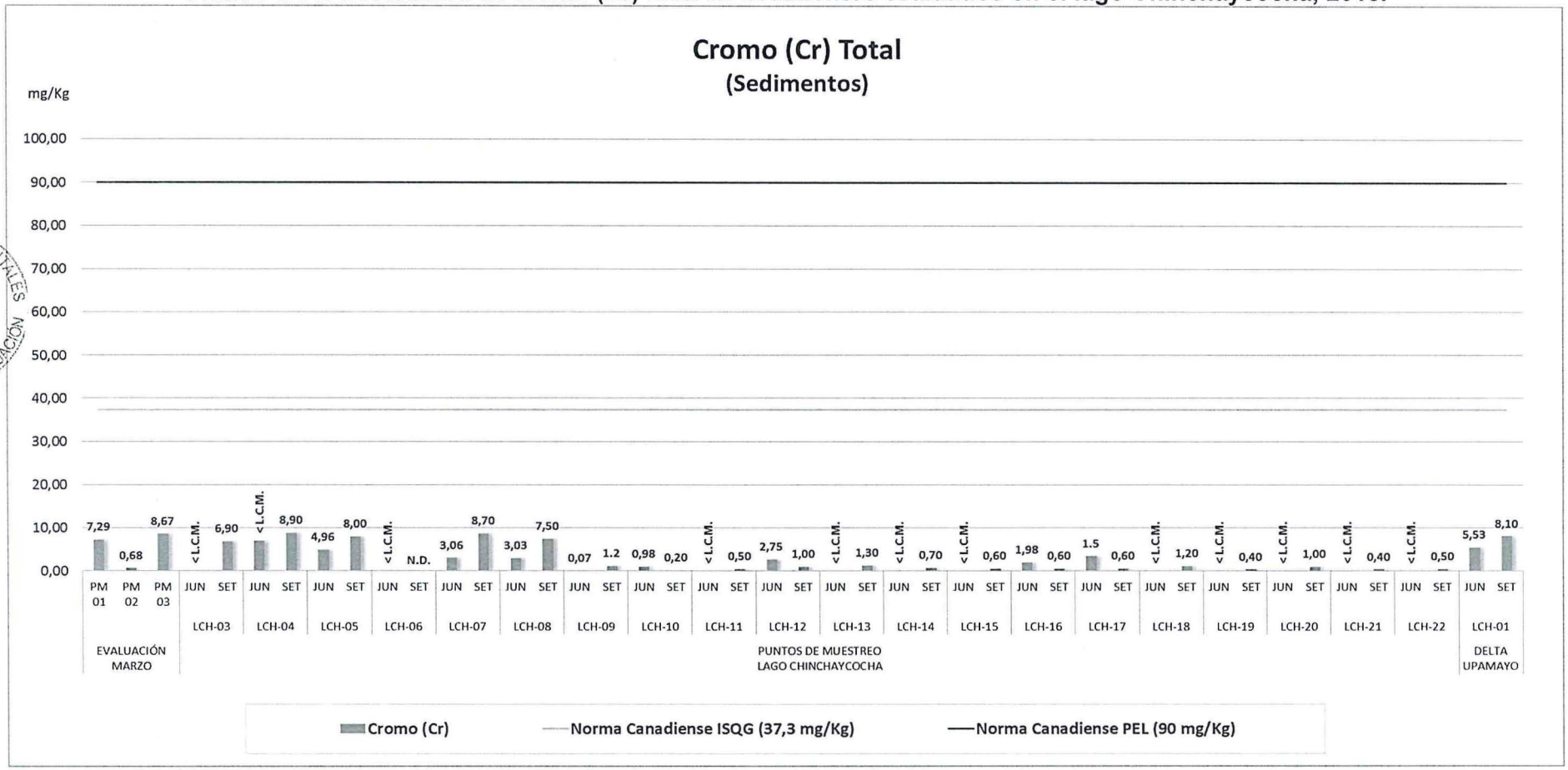

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-33: Distribución espacial de las concentraciones de cobre (Cu) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015.**



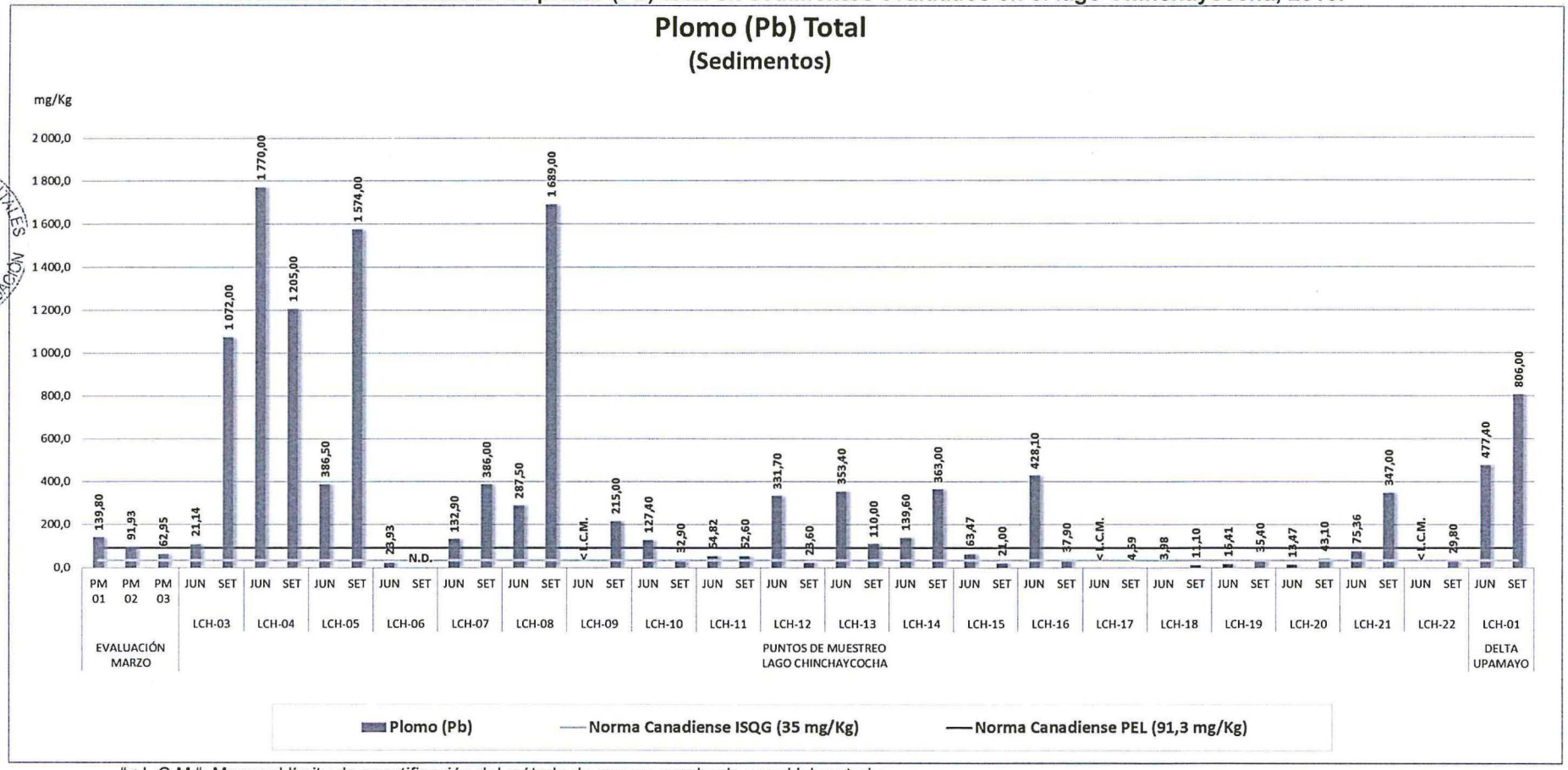

149. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial de cobre (Cu) total en sedimentos muy variable; por un lado una notable gradiente ascendente focalizada entre la zona céntrica y los puntos próximos al Delta Upamayo en la zona noroeste del lago y con concentraciones superiores a los estándares ISQG y PEL de la norma canadiense para sedimentos; mientras que entre la zona sur y este del lago Chinchaycocha, las concentraciones de cobre (Cu) total en sedimentos fueron homogéneas y por debajo de la norma canadiense.
150. Para el mes de setiembre, el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial de cobre (Cu) total en sedimentos muy similar a la distribución que se observa en la evaluación del mes de junio pero con niveles más elevados en concentraciones de cadmio (Cd) total y con focalización a los puntos próximos al Delta Upamayo en la zona noroeste del lago.

**Gráfico 3-36: Resultados de cromo (Cr) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**



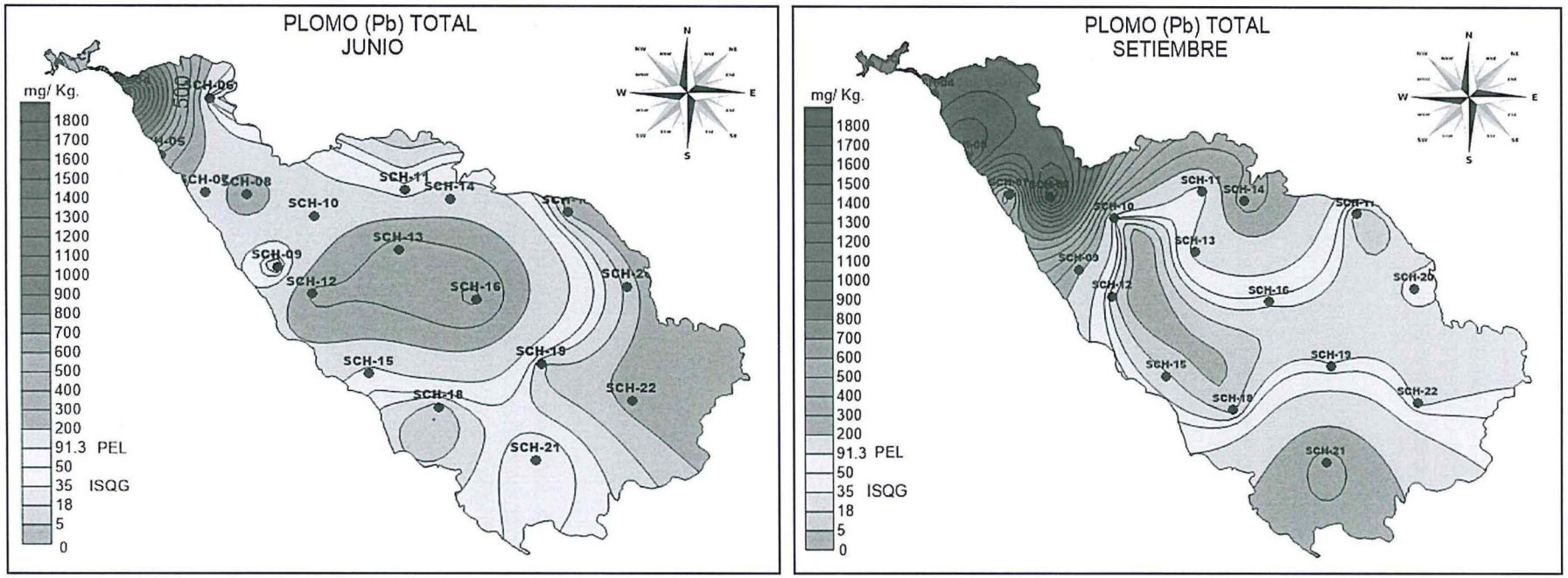

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-34: Resultados de plomo (Pb) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-35: Distribución espacial de las concentraciones de plomo (Pb) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015.**




151. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial heterogénea, por un lado con niveles elevados de plomo (Pb) total superiores a los estándares ISQG y PEL de la norma canadiense para sedimentos y gradientes ascendentes focalizados en la zona céntrica y noroeste del lago y también en la zona sur del lago cerca al punto SCH-21 con valores por debajo del PEL. Por otro lado, en los márgenes de las zonas cercanas al este y al sur cerca al punto SCH-18, se presentó una gradiente descendente por debajo de la norma canadiense.
152. Para el mes de setiembre, el plomo (Pb) total en sedimentos del lago Chinchaycocha, presentó una distribución espacial similar a la evaluación de junio, con una gradiente variable, con tendencia ascendente y focalizada entre los puntos próximos al noroeste y este del lago Chinchaycocha, pero con niveles más elevados en concentraciones de plomo y una mayor distribución. Por otro lado, en la zona céntrica se presentó una gradiente descendiente focalizada entre los puntos SCH-16, SCH-18 y SCH-19 por debajo de la norma canadiense.

**Zinc (Zn) total**

153. En el mes de marzo se registraron concentraciones de zinc total en el punto de muestreo PM-02 del lago Chinchaycocha, que superó referencialmente los valores del ISQG (123 mg/kg) y del PEL (315 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG), mientras que los puntos PM-01 y PM-03 registraron concentraciones de zinc por debajo del valor PEL (315 mg/kg) pero superior al valor ISQG (123 mg/kg) de la misma norma.

154. Para el mes de junio, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-06, SCH-07, SCH-08, SCH-09, SCH-10, SCH-11, SCH-12, SCH-13, SCH-14, SCH-15, SCH-16, SCH-17, SCH-18, SCH-19, SCH-20 y SCH-21 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores del ISQG (123 mg/kg) y valores PEL (315 mg/kg) de la misma norma.

155. Para el mes de setiembre, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-07, SCH-08, SCH-09, SCH-10, SCH-11, SCH-12, SCH-13, SCH-14, SCH-15, SCH-18, SCH-20 y SCH-22 correspondientes al lago Chinchaycocha, superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL de la norma de Canadá (CEQG); mientras que los puntos SCH-17, SCH-19 y SCH-21, registraron concentraciones de zinc por debajo del valor PEL (315 mg/kg) pero superior al valor ISQG (123 mg/kg) de la misma norma.

156. Finalmente, en el Delta Upamayo[32,33] (SCH-01), se registraron concentraciones de zinc que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL de la norma de Canadá (CEQG). Ver Gráficos 3-39 y 3-40.

**Mercurio (Hg) total**

157. El mercurio es un metal natural ampliamente distribuido en el ambiente como resultado de la degradación normal de minerales en rocas y en el suelo a consecuencia de la exposición al viento y al agua y de la actividad volcánica. Sin embargo; actualmente las actividades antropogénicas han producido liberación adicional de mercurio al ambiente, especialmente la minería y el uso de combustibles fósiles[34].

158. En el mes de marzo se registró concentraciones de mercurio total en el punto de muestreo PM-03 del lago Chinchaycocha con valores que superó referencialmente los valores del ISQG (0,17 mg/kg) y del PEL (0,486 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG). Para el mes de junio, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-06, SCH-07, SCH-08, SCH-09, SCH-11, SCH-12, SCH-13 y SCH-21 correspondientes al lago Chinchaycocha, presentaron valores que superaron referencialmente los valores del ISQG (0,17 mg/kg) y del PEL (0,486 mg/kg) de la misma norma; mientras que en los puntos de muestreo SCH-10, SCH-14, SCH-16, SCH-19, SCH-20 y SCH-22 se registraron concentraciones de mercurio por debajo del valor PEL (0,486 mg/kg) pero superior al valor ISQG (0,17 mg/kg) de la misma norma.

---

[32] La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en 5 puntos de monitoreo al noroeste del lago Chinchaycocha cerca al delta Upamayo, concentraciones de zinc (Zn) que sobrepasan la directriz de la Environmental Pretection Agency (EPA) (>200 mg/kg), haciendo referencia a la categorización de sedimentos (...) *ubicándolos en la categoría de muy contaminado* (...) según Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977).

[33] Así también, la Dirección de Evaluación mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA; reportó de igual manera en todos sus puntos de monitoreo, concentraciones de mercurio (Hg) que se encontraron por debajo de los valores estándar para ISQG y PEL comparados de forma referencialmente.

[34] Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2004. Reseña Toxicológica el Mercurio (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.pdf

159. Para el mes de setiembre, en los puntos SCH-03, SCH-04, SCH-05, SCH-07, SCH-08, SCH-09, SCH-13 y SCH-14 correspondientes al lago Chinchaycocha[35], presentaron concentraciones que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL de la norma de Canadá (CEQG), mientras que el punto SCH-16 presentó concentraciones de mercurio por debajo del valor PEL (0,486 mg/kg) pero superior al valor ISQG (0,17 mg/kg) de la misma norma.

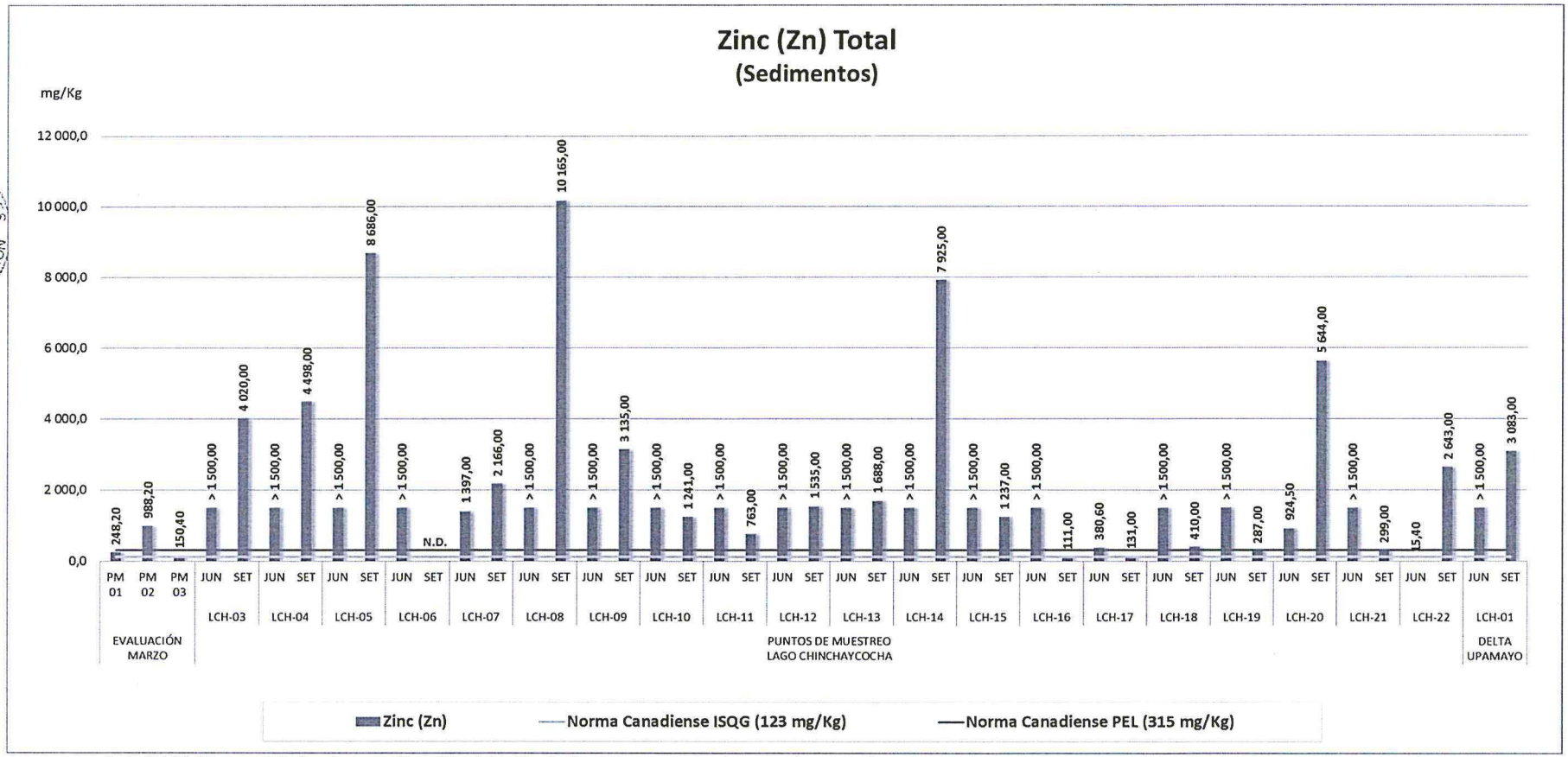
160. Finalmente, en el Delta Upamayo[36] (SCH-01), se registraron concentraciones de mercurio que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL de la norma de Canadá (CEQG). Ver Gráficos 3-41 y 3-42.




[35] La Dirección de Evaluación mediante informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA; reportó de igual manera en todos sus puntos de monitoreo, concentraciones de mercurio (Hg) que se superaron a los valores estándar para ISQG y PEL comparados de forma referencialmente

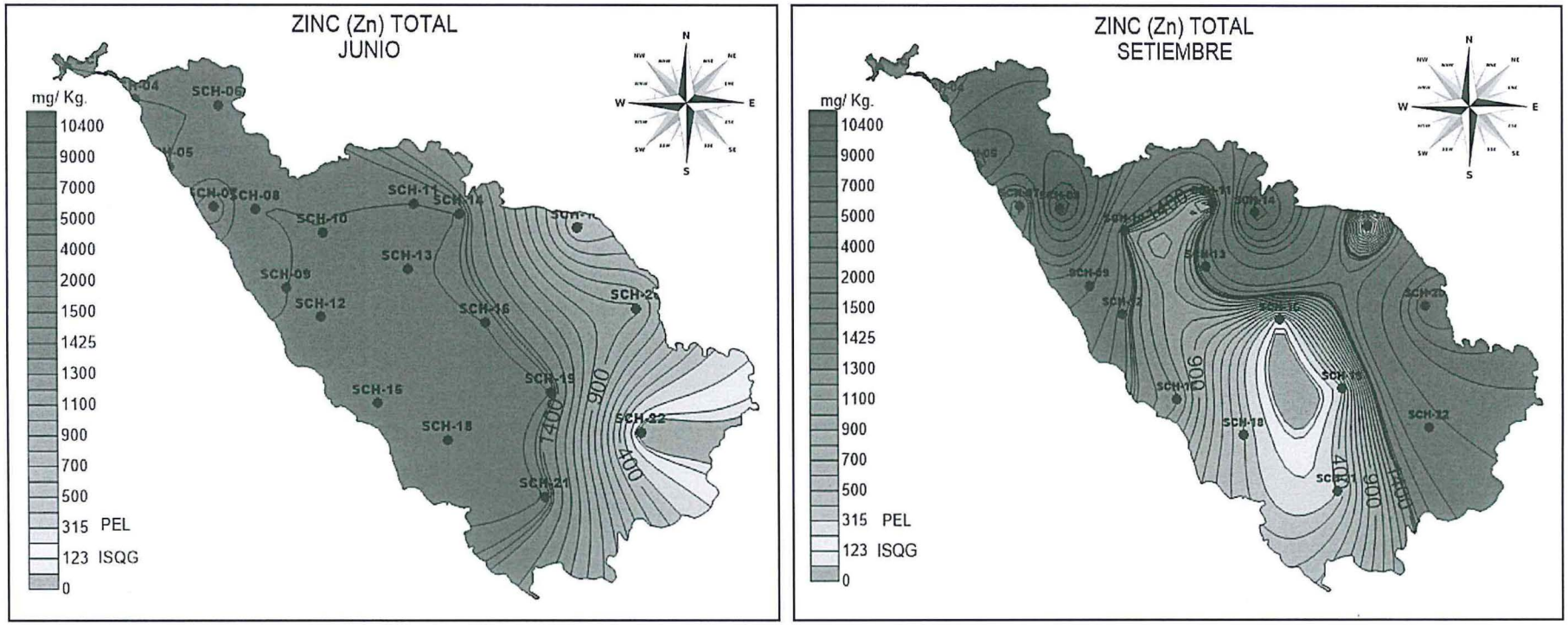
[36] La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en 2 puntos de monitoreo al noroeste del lago Chinchaycocha cerca al delta Upamayo, concentraciones de mercurio (Hg) que en la directriz de la Environmental Pretection Agency (EPA) (>200 mg/kg), haciendo referencia a la categorización de sedimentos (...) *ubicándose en la categoría de moderadamente contaminado* (...) según Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977).

**Gráfico 3-36: Resultados de zinc (Zn) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**



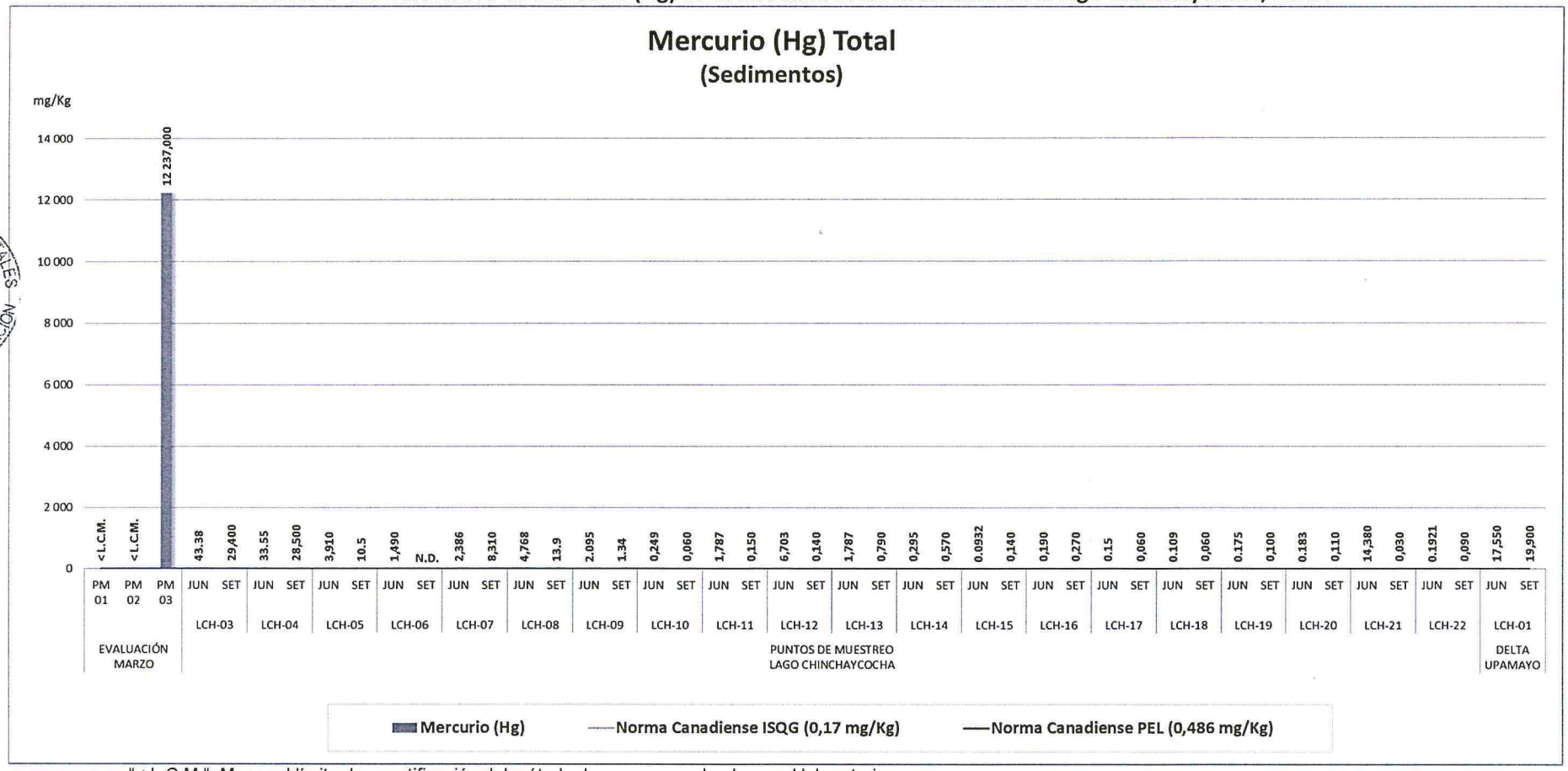

"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-37: Distribución espacial de las concentraciones de zinc (Zn) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015.**



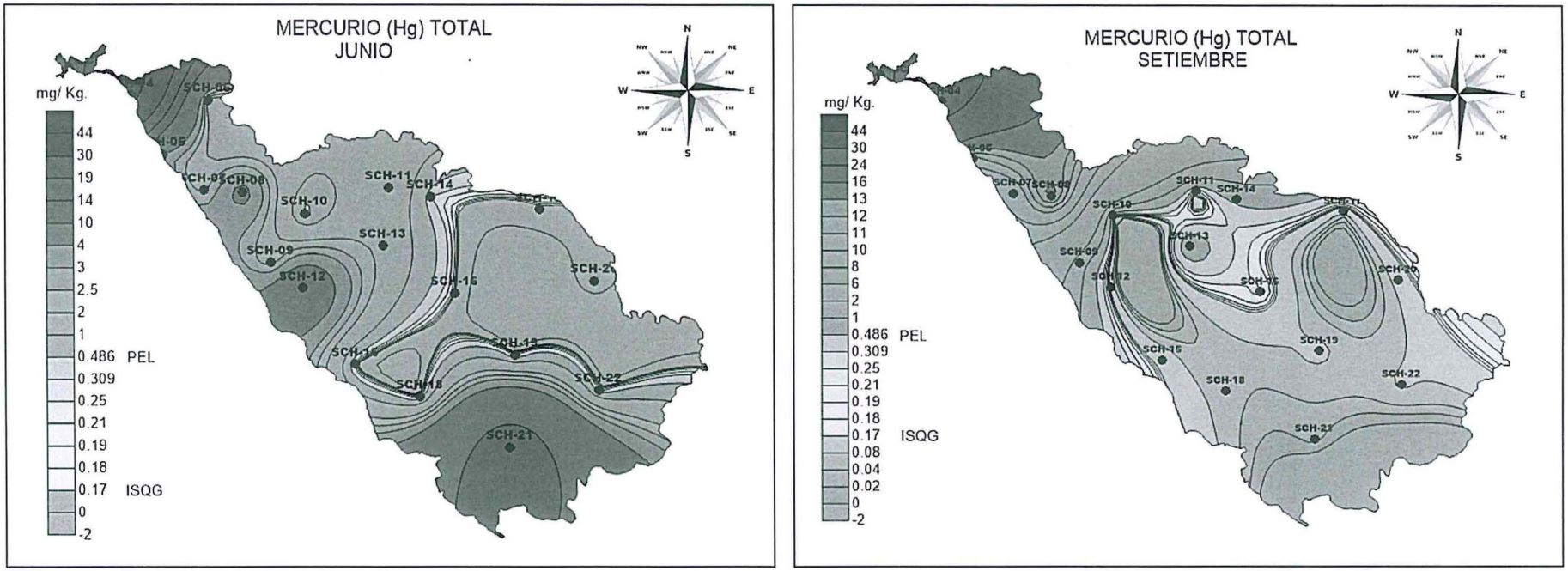

161. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó niveles elevados de zinc (Zn) total superiores a los estándares ISQG y PEL de la norma canadiense para sedimentos, con una distribución espacial homogénea. Sin embargo, se observó una pequeña pero notable gradiente descendente focalizada en el punto SCH-22 en la zona sureste del lago con un valor referencial por debajo de la norma canadiense.
162. Para el mes de setiembre, el zinc (Zn) total en sedimentos, presentó una distribución espacial similar a la evaluación de junio, con gradientes ascendentes y focalizadas en toda la extensión del lago Chinchaycocha, pero con niveles más altos en concentraciones de zinc. Por otro lado, en la zona céntrica se presentó una gradiente focalizada entre los puntos SCH-16, SCH-18 y SCH-19 por debajo de la norma canadiense.

**Gráfico 3-41: Resultados de mercurio (Hg) total en sedimentos evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**




"< L.C.M.": Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
"ND": No determinado, por factores de inaccesibilidad, y baja del nivel del cuerpo de agua.
Elaboración propia.

**Gráfico 3-38: Distribución espacial de las concentraciones de Cobre (Cu) total en sedimentos del Lago Chinchaycocha, 2015.**




163. En el mes de junio; el lago Chinchaycocha presentó niveles elevados de mercurio (As) total superiores a los valores ISQG y PEL de la norma canadiense para sedimentos, con una distribución espacial muy variable; por un lado una leve gradiente ascendente al sureste, focalizado en el punto SCH-21. Así también, en la zona noroeste del lago se presentó una gradiente focalizada entre los puntos próximos al Delta Upamayo con una mayor intensidad. Por otro lado, se presentó una gradiente descendente focalizada entre los puntos de la zona este del lago Chinchaycocha con niveles por debajo de la norma canadiense.
164. En el mes de setiembre; el lago Chinchaycocha presentó una distribución espacial heterogénea e igual de variable; por un lado niveles elevados de arsénico (As) total superiores a la norma canadiense, con una gradiente ascendente focalizada entre los puntos próximos al Delta Upamayo en la zona noroeste. Por otro lado, la zona sureste del lago presentó una gradiente descendente por debajo de la norma canadiense, así como en la zona céntrica del lago focalizada cerca de los puntos SCH-10, SCH-12 y SCH-13.

## 3.4 Hidrobiología

### 3.4.1 Plancton

#### Fitoplancton

#### Composición y riqueza de especies

165. En total se registraron 112 especies distribuidas en los siguientes Phyla: Bacillariophyta (48), Charophyta (26), Chlorophyta (26), Cyanobacteria (10), Miozoa (1) y Ochrophyta (1). Ver Tabla 3-9.

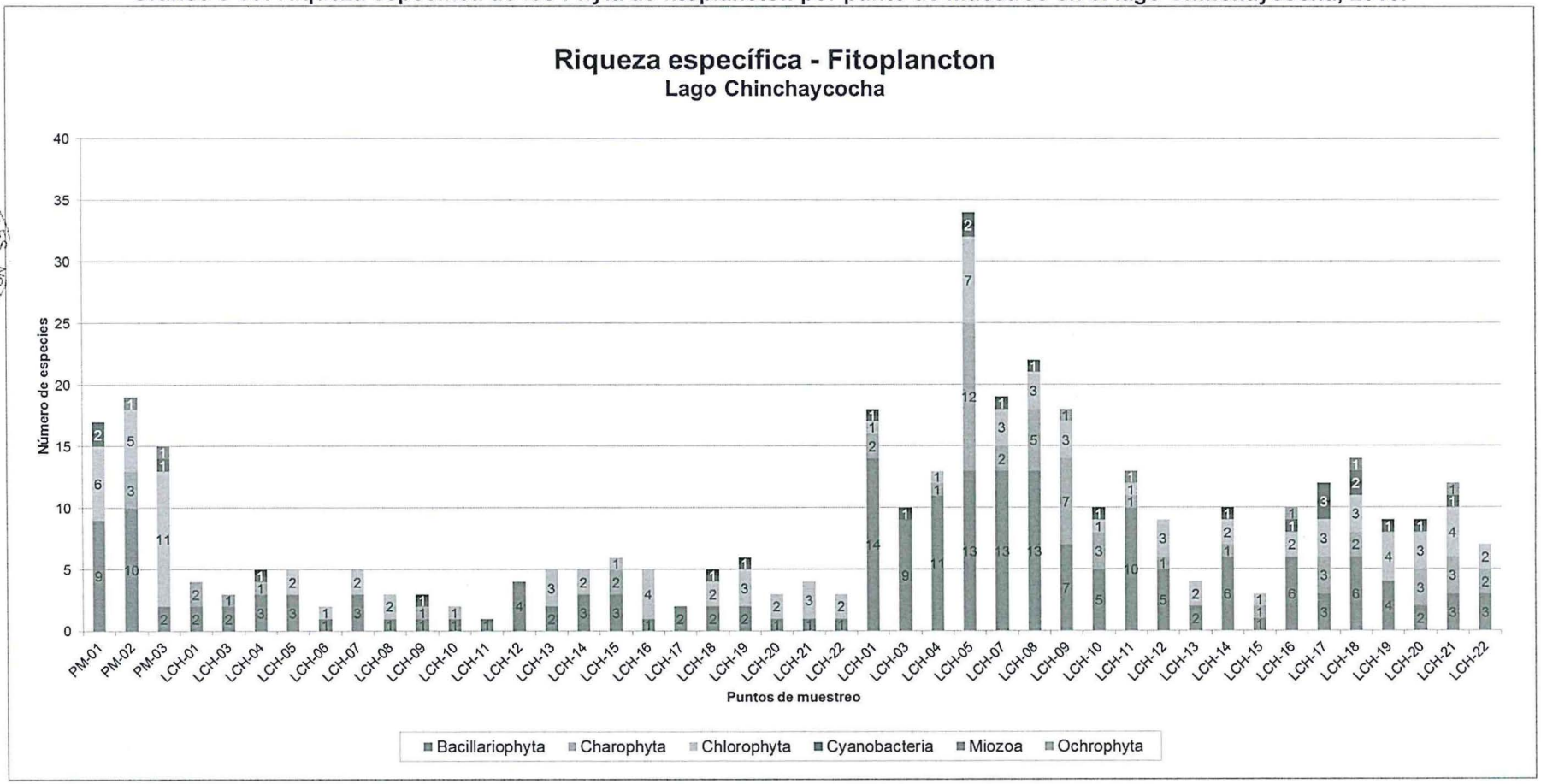
**Tabla 3-9: Riqueza de especies de fitoplancton en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| PHYLUM | TOTAL |
|---|---|
| Bacillariophyta | 48 |
| Charophyta | 26 |
| Chlorophyta | 26 |
| Cyanobacteria | 10 |
| Miozoa | 1 |
| Ochrophyta | 1 |
| **TOTAL** | **112** |

Fuente: Elaboración propia.

166. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de marzo y setiembre registraron los valores de riqueza de especies más altos (particularmente LCH-05 con 34 especies) y la evaluación del mes de junio registró los valores más bajos (menor a 6 especies), ver Gráfico 3-43.

**Gráfico 3-39: Riqueza específica de los Phyla de fitoplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia

### Abundancia (densidad)

167. Se registraron en total 53 002 organismos/mL (Tabla 3-10). La mayor abundancia la presentó el phylum Bacillariophyta (49,28%), seguida del phylum Charophyta (19,41%), Chlorophyta (17,65%), Cyanobacteria (12,86%), Miozoa (0,40%) y Ochrophyta (0,40%). Ver Gráfico 3-44.

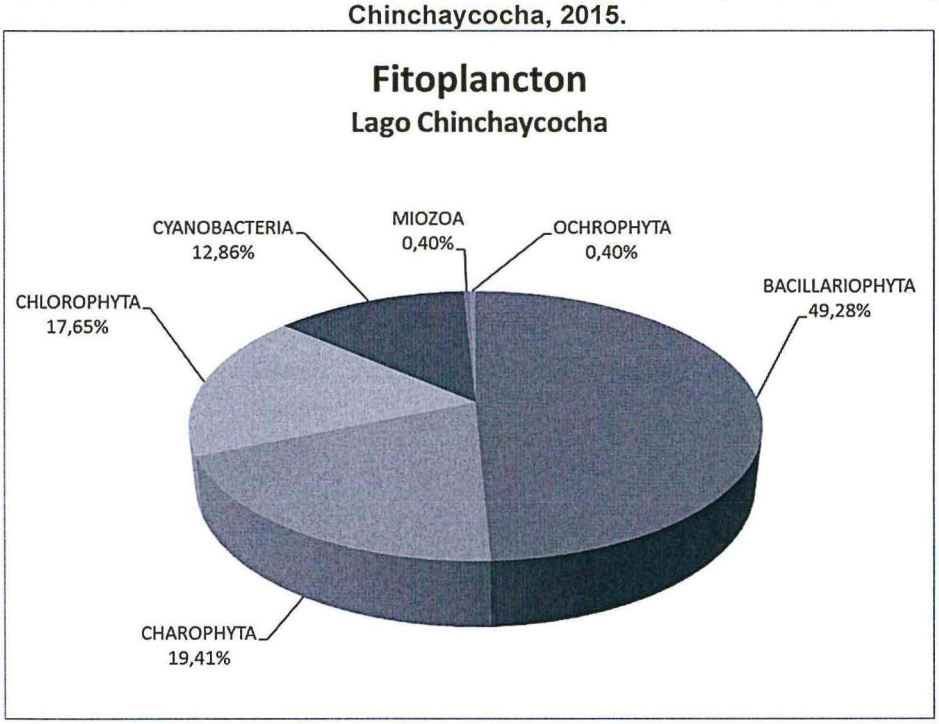
**Tabla 3-10: Abundancia total de los Phyla de fitoplancton (organismos/ml) en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| PHYLUM | EPOCA SECA |
|---|---|
| Bacillariophyta | 26121 |
| Charophyta | 10290 |
| Chlorophyta | 9353 |
| Cyanobacteria | 6815 |
| Miozoa | 213 |
| Ochrophyta | 210 |
| **TOTAL** | **53002** |

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIONES AMBIENTALES - DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN V°B°

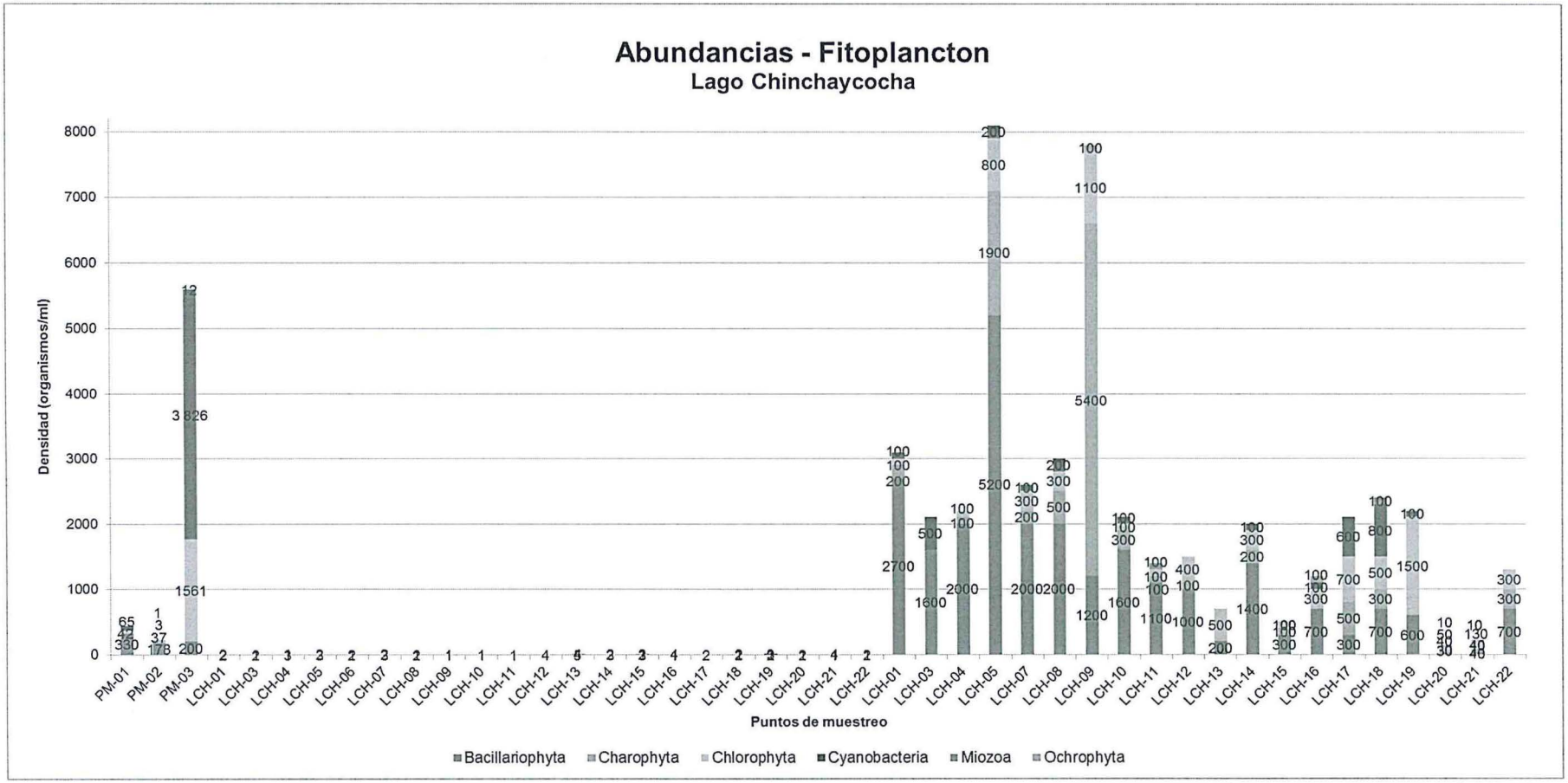
**Gráfico 3-40: Abundancias relativas de los Phyla de fitoplancton en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

168. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de setiembre registraron los valores de abundancia más altos (particularmente LCH-05 con 8 100 organismos/mL), los del mes de marzo presentaron abundancias variables (la mayor de 5 599 organismos/mL y la menor de 219 organismos/mL), y los del mes de junio registraron los valores más bajos (menor a 10 organismos/mL), ver Gráfico 3-45.

**Gráfico 3-45: Abundancias de los Phyla de fitoplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia

### Índices de Diversidad

169. En la evaluación del mes de setiembre, la diversidad en base al índice de Shannon fue relativamente alta, con un promedio de H'=3,10; en el mes de marzo la diversidad fue moderada, con un promedio de H'=2,51; y en el mes de junio, se registró el promedio de diversidad más bajo con H'=1,81. Los valores de dominancia de Simpson y diversidad verdadera también fueron altos en las evaluaciones de marzo y setiembre, y bajos en junio; es decir, el fitoplancton tuvo mayor diversidad y menor dominancia en marzo y setiembre que en junio. Ver Tabla 3-11.

**Tabla 3-11: Índices de diversidad del fitoplancton en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| EVALUACION | PUNTO DE MUESTREO | SHANNON | D | N1 | N2 |
|---|---|---|---|---|---|
| MARZO | PM-01 | 2,65 | 0,77 | 6,26 | 4,43 |
| | PM-02 | 3,17 | 0,85 | 8,98 | 6,61 |
| | PM-03 | 1,70 | 0,51 | 3,26 | 2,03 |
| JUNIO | LCH-01 | 2,00 | 0,75 | 4,00 | 4,00 |
| | LCH-03 | 1,58 | 0,67 | 3,00 | 3,00 |
| | LCH-04 | 2,32 | 0,80 | 5,00 | 5,00 |
| | LCH-05 | 2,32 | 0,80 | 5,00 | 5,00 |
| | LCH-06 | 0,92 | 0,44 | 1,89 | 1,80 |
| | LCH-07 | 2,32 | 0,80 | 5,00 | 5,00 |
| | LCH-08 | 1,58 | 0,67 | 3,00 | 3,00 |
| | LCH-09 | 1,58 | 0,67 | 3,00 | 3,00 |
| | LCH-10 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-11 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-12 | 2,00 | 0,75 | 4,00 | 4,00 |
| | LCH-13 | 2,06 | 0,72 | 4,17 | 3,52 |
| | LCH-14 | 2,32 | 0,80 | 5,00 | 5,00 |
| | LCH-15 | 2,58 | 0,83 | 6,00 | 6,00 |
| | LCH-16 | 2,32 | 0,80 | 5,00 | 5,00 |
| | LCH-17 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-18 | 2,32 | 0,80 | 5,00 | 5,00 |
| | LCH-19 | 2,58 | 0,83 | 6,00 | 6,00 |
| | LCH-20 | 1,58 | 0,67 | 3,00 | 3,00 |
| | LCH-21 | 1,92 | 0,72 | 3,79 | 3,57 |
| | LCH-22 | 1,58 | 0,67 | 3,00 | 3,00 |
| SETIEMBRE | LCH-01 | 3,53 | 0,86 | 11,58 | 7,23 |
| | LCH-03 | 2,91 | 0,83 | 7,49 | 6,04 |
| | LCH-04 | 3,39 | 0,88 | 10,46 | 8,34 |
| | LCH-05 | 3,86 | 0,83 | 14,50 | 5,78 |
| | LCH-07 | 3,99 | 0,92 | 15,93 | 12,52 |
| | LCH-08 | 4,32 | 0,94 | 20,02 | 18,00 |
| | LCH-09 | 2,80 | 0,75 | 6,98 | 4,07 |
| | LCH-10 | 2,80 | 0,80 | 6,95 | 4,96 |
| | LCH-11 | 3,66 | 0,92 | 12,68 | 12,25 |
| | LCH-12 | 2,97 | 0,85 | 7,85 | 6,82 |
| | LCH-13 | 1,84 | 0,69 | 3,59 | 3,27 |

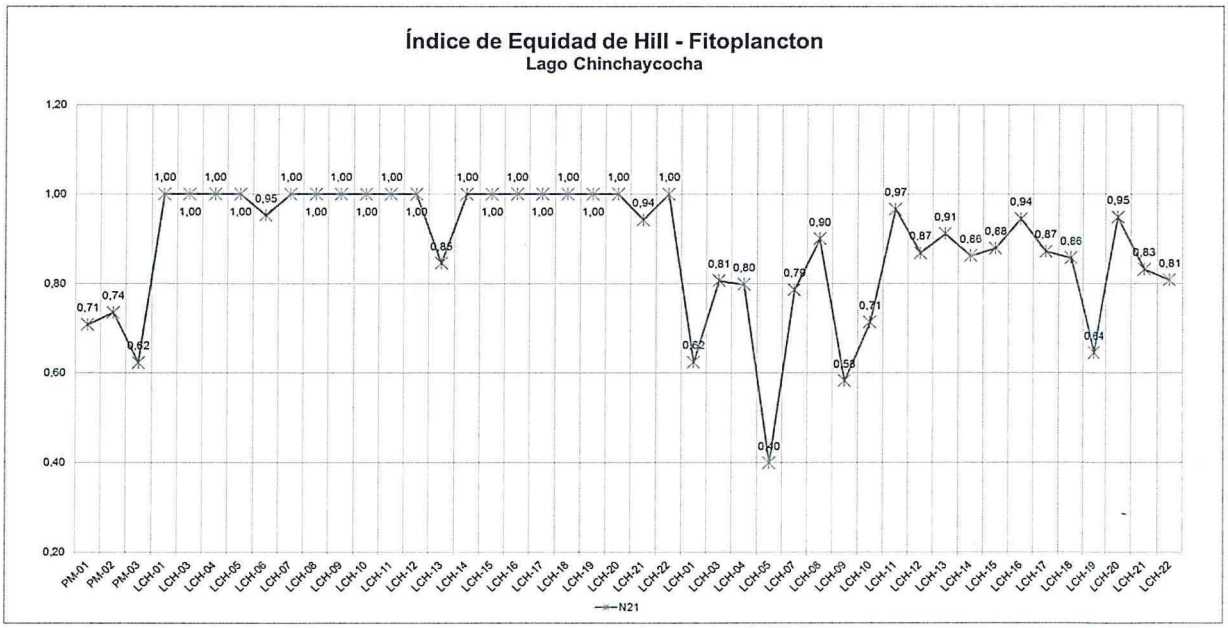
EVALUACIONES AMBIENTALES V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

| EVALUACION | PUNTO DE MUESTREO | SHANNON | D | N1 | N2 |
|---|---|---|---|---|---|
| | LCH-14 | 3,10 | 0,87 | 8,60 | 7,41 |
| | LCH-15 | 1,37 | 0,56 | 2,59 | 2,27 |
| | LCH-16 | 3,25 | 0,89 | 9,52 | 9,00 |
| | LCH-17 | 3,37 | 0,89 | 10,32 | 9,00 |
| | LCH-18 | 3,58 | 0,90 | 12,00 | 10,29 |
| | LCH-19 | 2,42 | 0,71 | 5,36 | 3,46 |
| | LCH-20 | 3,09 | 0,88 | 8,49 | 8,05 |
| | LCH-21 | 3,29 | 0,88 | 9,78 | 8,14 |
| | LCH-22 | 2,50 | 0,78 | 5,66 | 4,57 |

Fuente: Elaboración propia.

170. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en las evaluaciones de marzo y setiembre y más uniformes en la de junio; esto indicaría que el fitoplancton del mes de junio presentó especies igualmente abundantes, es decir fue más homogéneo que en marzo y setiembre. Sin embargo, hay que considerar que este patrón se debió a que en junio se registraron pocas especies con bajas abundancias y, en cambio, en los meses de marzo y setiembre se registraron mayor número de especies y abundancias que hizo variar la equidad dentro de cada punto de muestreo y entre ellos. Ver Gráfico 3-46.

**Gráfico 3-41: Índice de Equidad de Hill del fitoplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia

## Análisis estadístico

### Matriz de especies y abundancias de las tres evaluaciones

171. En la Tabla 3-12 se puede observar todas las especies y sus abundancias por punto de muestreo y mes de evaluación.

**Tabla 3-12: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| ESPECIE | MARZO | | | JUNIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SETIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PM-01 | PM-02 | PM-03 | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 |
| Actinotaenium elongatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amphipleura sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amphora ovalis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aneumastus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ankistrodesmus sp. | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aphanothece sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Asterionella sp. | 7 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chroococcales | 0 | 0 | 3826 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chroococcus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Closterium pseudolunula | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Closterium sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Closterium sp1. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Closterium sp2. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cocconeis placentula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cocconeis sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coelastrum sp. | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coenochloris sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 100 | 0 | 10 | 50 | 100 |
| Comasiella sp. | 0 | 0 | 72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cosmarium botrytis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| cosmarium sp1. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cosmarium sp2. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Craticula ambigua | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| Cymatopleura solea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cymbella affinis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cymbella aspera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Cymbella cistula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Cymbella sp. | 63 | 31 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desmodesmus abundans | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desmodesmus sp. | 4 | 0 | 741 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Diadesmis sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Diatoma sp. | 8 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dinobryon sertularia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| Elakatothrix sp. | 4 | 2 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Encyonema silesiacum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Encyonema ventricosa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Epithemia adnata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Epithemia sorex | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Epithemia turgida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 |

| ESPECIE | MARZO | | | JUNIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SETIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PM-01 | PM-02 | PM-03 | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 |
| Fragilaria crotonensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 200 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 500 |
| Fragilaria sp. | 0 | 0 | 198 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Frustulia rhomboides | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gloeocapsa sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Golenkinia sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gomphonema acuminatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gomphonema angustum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| Gomphonema sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gomphonema truncatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gonatozygon brebissonii | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lagerheimia sp. | 1 | 0 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Melosira sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Meridion sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Merismopedia sp. | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Monoraphidium sp. | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mougeotia sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 200 | 100 | 0 | 100 | 200 | 0 | 10 | 20 | 200 |
| Navicula radiosa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300 | 100 | 300 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Navicula sp. | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chlorophyta ND | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Neidium affine | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Neidium sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nephrocytium limneticum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| Nitzchia sigmoidea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nitzschia acicularis | 77 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nitzschia linearis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nitzschia sigmoidea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 900 | 500 | 500 | 200 | 200 | 100 | 200 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Nitzschia sp. | 170 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 0 | 100 | 3200 | 300 | 200 | 100 | 800 | 200 | 200 | 0 | 500 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 20 | 20 | 0 |
| Oedogonium sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oocystella sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oocystis sp. | 0 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oscillatoria sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oscillatoria sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 400 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Oscillatoria tenuis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 500 | 0 | 0 | 100 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pediastrum boryanum | 8 | 8 | 140 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 300 | 200 | 100 | 200 | 300 | 200 | 1100 | 20 | 40 | 200 |
| Pediastrum duplex | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 |
| Pediastrum tetras | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Peridiniun sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pinnularia dactylus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 200 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Pinnularia maior | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

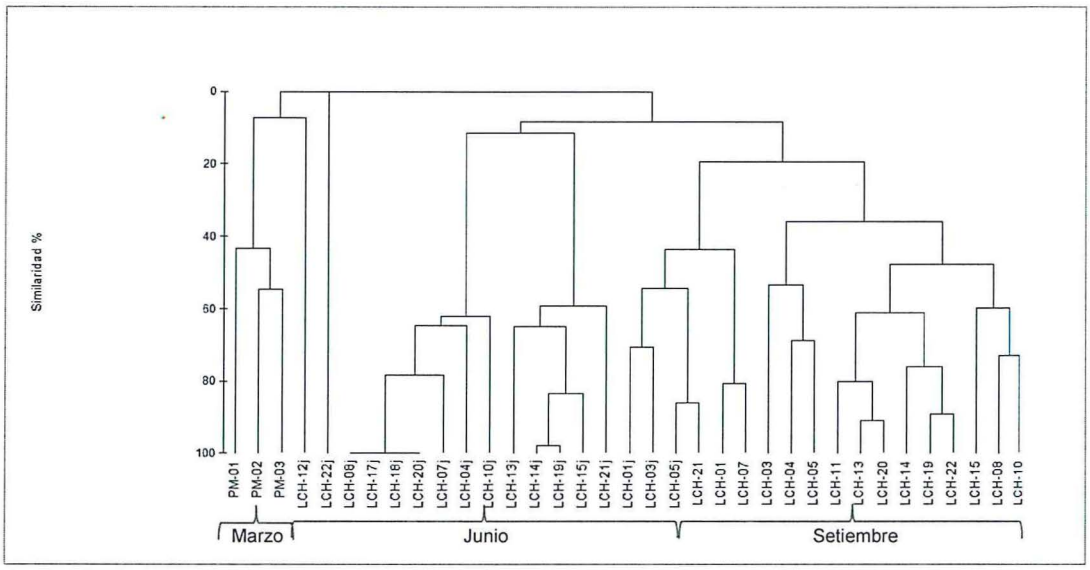
EVALUACIONES AMBIENTALES – DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN – V°B°

| ESPECIE | MARZO | | | JUNIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SETIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PM-01 | PM-02 | PM-03 | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 |
| Pinnularia sp. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Planktolyngbya sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pseudanabaena sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 0 |
| PseudanabaenaceaE | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Radiococcaceae | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rhopalodia gibba | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scenedesmus acuminatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scenedesmus bijuga | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scenedesmus ecornis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 200 | 100 | 20 | 30 | 0 |
| Scenedesmus incrassatulus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scenedesmus maximus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scenedesmus quadricauda | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scenedesmus sp. | 0 | 0 | 230 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Spirogyra communis | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Spirogyra dacimina | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Spirogyra sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Spirogyra sp1. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Spirogyra sp2. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Staurastrum gracile | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 10 | 100 |
| Staurastrum pseudobaldi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| Staurastrum quadrangulare var contectum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 3400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| Staurastrum sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Staurastrum sp1. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Staurastrum sp2. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Staurodesmus dejectus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Staurodesmus sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Stauroneis sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Surirella angustata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Surirella minuta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Surirella robusta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 200 | 300 | 500 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Surirella sp. | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Surirella tenera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Synedra sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tetraedron minimun | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tetraedron sp. | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ulnaria ulna | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 400 | 400 | 400 | 100 | 300 | 300 | 300 | 100 | 200 | 100 | 300 | 300 | 100 | 0 | 200 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Volvox aureus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

172. Se realizó un análisis de similaridad de Bray-Curtis, con transformación de datos log(x+1), a la matriz de fitoplancton de las tres evaluaciones, y se obtuvo un diagrama CLUSTER (Ver Gráfico 3-47). Se observó que las tres evaluaciones se diferenciaron significativamente (R=0,739, con nivel de significancia del 0,1%); sin embargo, las evaluaciones de los meses de marzo y setiembre fueron más similares y se agruparon a un lado, mientras que la evaluación de junio se diferenció completamente y se agrupó al otro lado del diagrama.

**Gráfico 3-42: Cluster de similaridad de Bray-Curtis del fitoplancton por punto de muestreo de los tres meses de evaluación en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

173. Al realizar un análisis de disimilaridad (SIMPER) entre los meses de evaluación, se obtuvo que los meses con mayor disimilaridad fueron marzo y setiembre (promedio de disimilaridad de 100,00%) y que los meses con menor disimilaridad fueron junio y setiembre (promedio de disimilaridad de 91,91%). Ver Tabla 3-13.

**Tabla 3-13: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad del fitoplancton de los meses evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| **Marzo & Junio** | **Promedio de disimilaridad = 96,13%** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Marzo | Junio | | |
| Especies | Prom.Abund | Prom.Abund | Contrib% | Acum% |
| *Nitzschia sp.* | 72,33 | 0,00 | 8,05 | 8,05 |
| *Cymbella sp.* | 31,33 | 0,35 | 6,53 | 14,57 |
| *Nitzschia acicularis* | 29,67 | 0,00 | 6,15 | 20,73 |
| *Pediastrum boryanum* | 52,00 | 0,55 | 5,98 | 26,71 |
| *Diatoma sp.* | 21,00 | 0,00 | 5,63 | 32,34 |
| *Desmodesmus sp.* | 248,33 | 0,00 | 5,26 | 37,60 |
| Chroococcales ND | 1275,33 | 0,00 | 4,83 | 42,43 |
| **Marzo & Setiembre** | **Promedio de disimilaridad = 88,38%** | | | |
| | Marzo | Setiembre | | |
| Especies | Prom.Abund | Prom.Abund | Contrib% | Acum% |
| *Ulnaria ulna* | 1,67 | 185,50 | 4,42 | 4,42 |
| *Cymbella sp.* | 31,33 | 0,00 | 3,29 | 7,71 |
| *Nitzschia sp.* | 72,33 | 322,00 | 3,24 | 10,96 |
| *Mougeotia sp.* | 0,00 | 91,50 | 3,21 | 14,17 |
| *Nitzschia acicularis* | 29,67 | 0,00 | 2,98 | 17,15 |
| *Desmodesmus sp.* | 248,33 | 0,00 | 2,96 | 20,11 |
| *Nitzschia sigmoidea* | 0,00 | 150,00 | 2,90 | 23,02 |
| Chroococcales ND | 1275,33 | 0,00 | 2,85 | 25,86 |
| **Junio & Setiembre** | **Promedio de disimilaridad = 98,16%** | | | |
| | Junio | Setiembre | | |
| Especies | Prom.Abund | Prom.Abund | Contrib% | Acum% |
| *Ulnaria ulna* | 0,00 | 185,50 | 8,75 | 8,75 |
| *Pediastrum boryanum* | 0,55 | 158,00 | 8,08 | 16,83 |
| *Nitzschia sp.* | 0,00 | 322,00 | 5,80 | 22,63 |
| *Mougeotia sp.* | 0,05 | 91,50 | 5,60 | 28,22 |
| *Nitzschia sigmoidea* | 0,00 | 150,00 | 4,15 | 32,38 |
| *Fragilaria crotonensis* | 0,00 | 65,00 | 3,77 | 36,15 |
| *Scenedesmus ecornis* | 0,00 | 47,50 | 3,66 | 39,80 |

Fuente: Elaboración propia

## Zooplancton

### Composición y riqueza de especies

174. En total se registraron 37 especies o táxones distribuidos en los siguientes phyla: Arthropoda (19), Cercozoa (1), Ciliophora (1), Lobosa (3), Nemata (1), Ostracoda (1), Rotifera (10) y Tardigrada (1). Ver Tabla 3-14.

**Tabla 3-14: Riqueza de especies del zooplancton en el lago Chinchaycocha, 2015.**

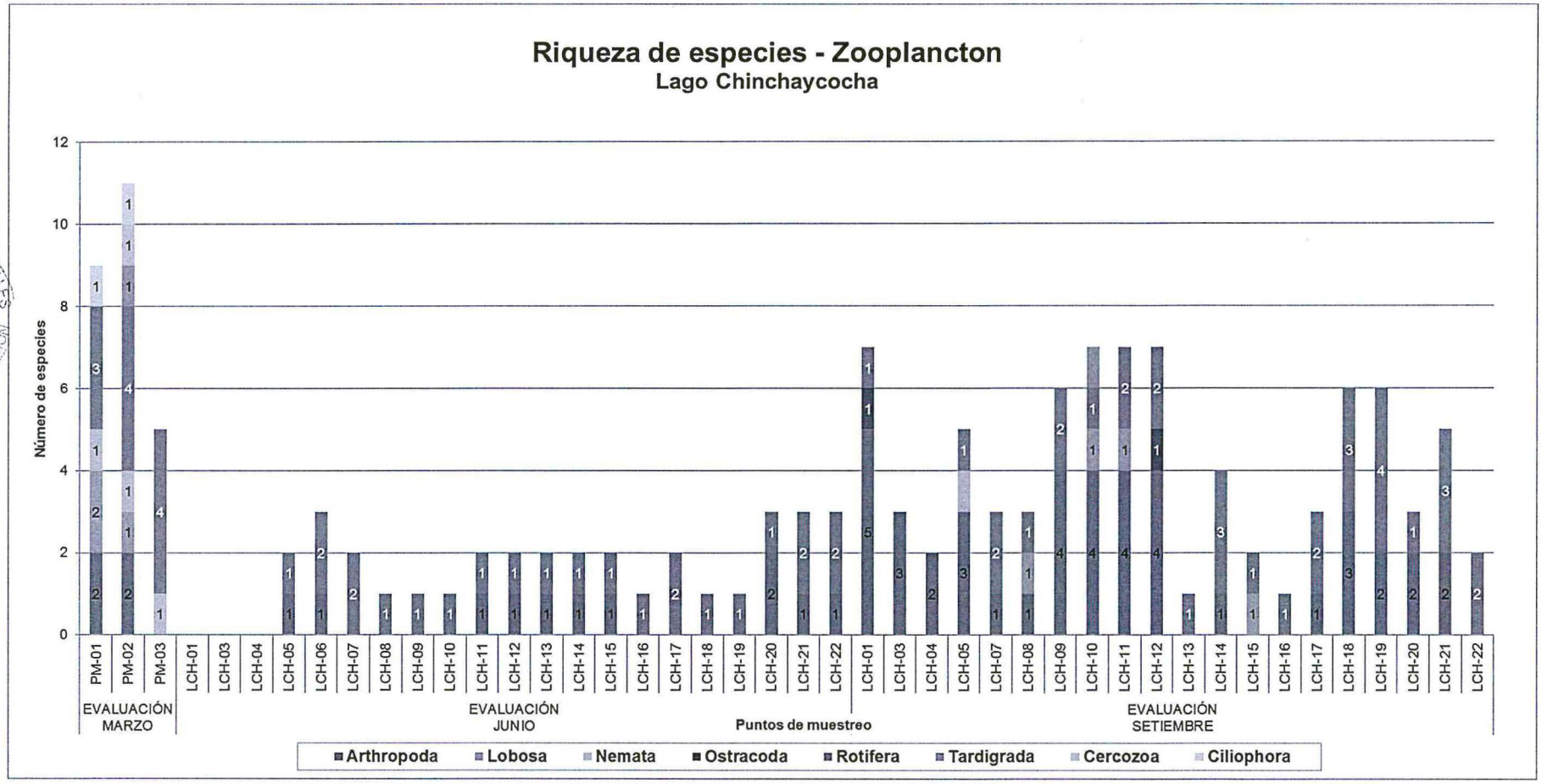
| PHYLUM | TOTAL |
|---|---|
| Arthropoda | 19 |
| Cercozoa | 1 |
| Ciliophora | 1 |
| Lobosa | 3 |
| Nemata | 1 |
| Ostracoda | 1 |
| Rotifera | 10 |
| Tardigrada | 1 |
| **TOTAL** | **37** |

Fuente: Elaboración propia

175. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de marzo y setiembre registraron los valores de riqueza de especies más altos (particularmente en marzo, PM-02 con 11 especies) y la evaluación del mes de junio registró los valores más bajos (menor a 3 especies), ver Gráfico 3-48.

EVALUACIONES AMBIENTALES · V°B° · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

**Gráfico 3-43: Riqueza específica de los Phyla de zooplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha.**




Fuente: Elaboración propia

### Abundancia relativa

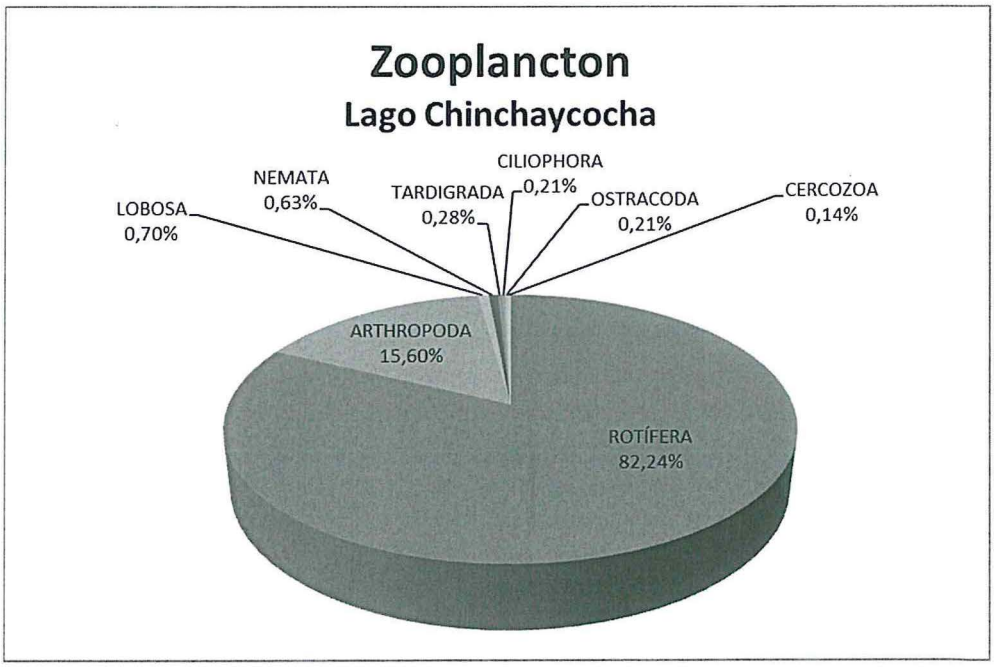
176. En la Tabla 3-15 se presentan los valores de abundancia relativa para cada phylum del zooplancton. El phylum Rotífera (82,24%) fue el grupo dominante, seguido de cladóceros y copépodos del phylum Arthropoda (15,60%). Ver Gráfico 3-49.

**Tabla 3-15: Abundancia relativa de los Phyla de zooplancton (%) en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| PHYLUM | ABUNDANCIA RELATIVA % |
|---|---|
| Arthropoda | 15,60 |
| Cercozoa | 0,14 |
| Ciliophora | 0,21 |
| Lobosa | 0,70 |
| Nemata | 0,63 |
| Ostracoda | 0,21 |
| Rotifera | 82,24 |
| Tardigrada | 0,28 |

Fuente: Elaboración propia, 2015.

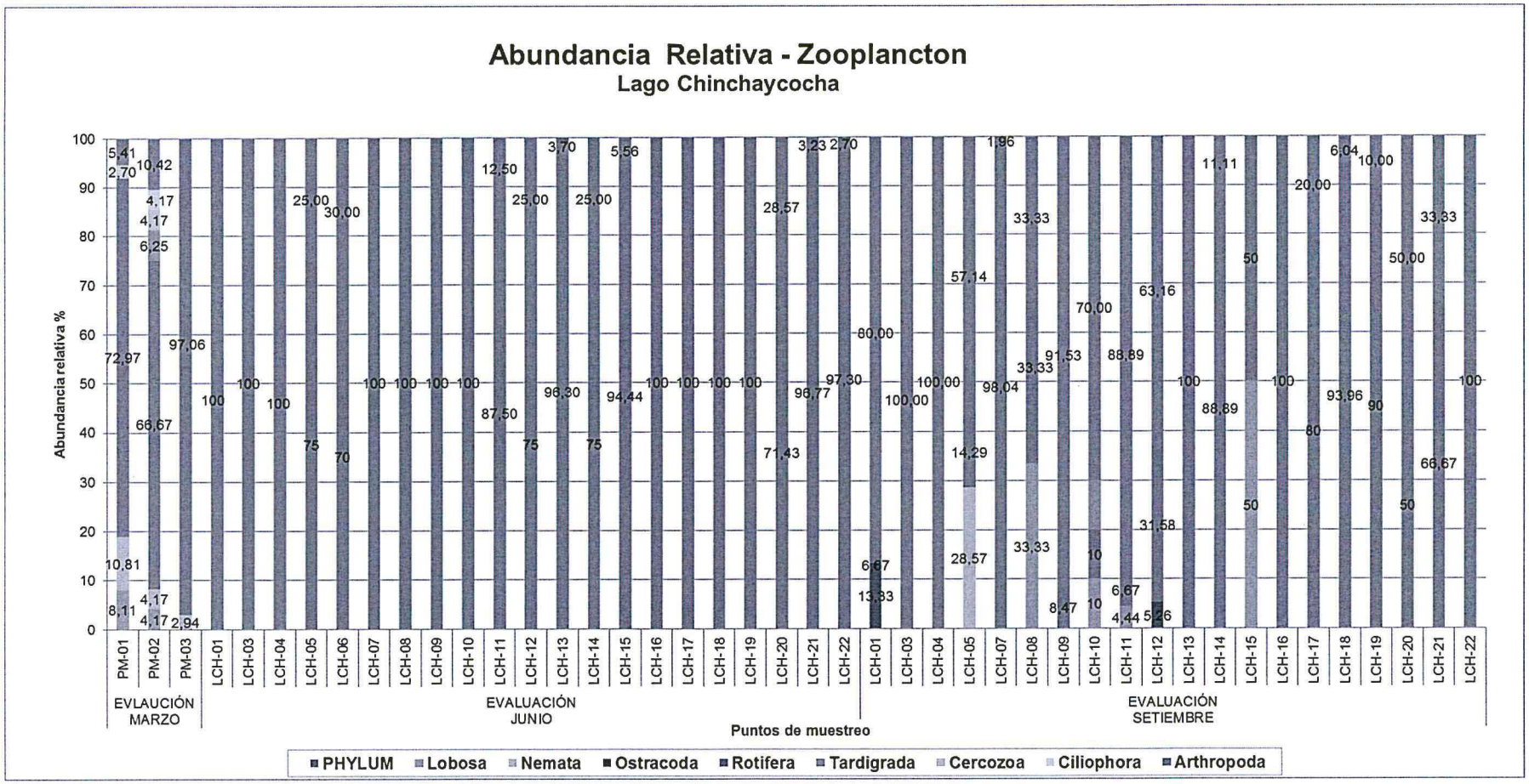
**Gráfico 3-44: Abundancias relativas de los Phyla de zooplancton en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

177. Los rotíferos dominaron en los puntos de muestreo evaluados en el mes de marzo y junio, y los artropodos (cladóceros y copépodos) en el mes de setiembre; además, en los meses de marzo y setiembre se registraron más phyla que en junio. Ver Gráfico 3-50.

**Gráfico 3-50: Abundancias de los Phyla de zooplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

### Índices de Diversidad

178. En la evaluación del mes de marzo, la diversidad del zooplancton fue relativamente moderada, con un promedio de H'=2,23; en el mes de setiembre la diversidad fue menor, con un promedio de H'=1,38; y en el mes de junio, se registró el promedio de diversidad más bajo con H'=0,39. Los valores de dominancia y diversidad verdadera también fueron altos en las evaluaciones de marzo y setiembre, y bajos en junio; es decir, el zooplancton tuvo mayor diversidad y menor dominancia en marzo y setiembre que en junio. Ver Tabla 3-16.

**Tabla 3-16: Índices de diversidad del zooplancton en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| EVALUACION | PUNTO DE MUESTREO | SHANNON | D | N1 | N2 |
|---|---|---|---|---|---|
| MARZO | PM-01 | 2,23 | 0,68 | 4,68 | 3,15 |
| | PM-02 | 2,79 | 0,77 | 6,93 | 4,36 |
| | PM-03 | 1,66 | 0,57 | 3,16 | 2,35 |
| JUNIO | LCH-01 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-03 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-04 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-05 | 0,81 | 0,38 | 1,75 | 1,60 |
| | LCH-06 | 1,57 | 0,66 | 2,97 | 2,94 |
| | LCH-07 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-08 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-09 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-10 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-11 | 0,54 | 0,22 | 1,46 | 1,28 |
| | LCH-12 | 0,81 | 0,38 | 1,75 | 1,60 |
| | LCH-13 | 0,23 | 0,07 | 1,17 | 1,08 |
| | LCH-14 | 0,81 | 0,38 | 1,75 | 1,60 |
| | LCH-15 | 0,31 | 0,10 | 1,24 | 1,12 |
| | LCH-16 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-17 | 0,47 | 0,18 | 1,38 | 1,22 |
| | LCH-18 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-19 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-20 | 1,15 | 0,45 | 2,22 | 1,81 |
| | LCH-21 | 0,41 | 0,12 | 1,33 | 1,14 |
| | LCH-22 | 0,36 | 0,10 | 1,28 | 1,12 |
| SETIEMBRE | LCH-01 | 2,33 | 0,73 | 5,03 | 3,69 |
| | LCH-03 | 1,15 | 0,45 | 2,22 | 1,81 |
| | LCH-04 | 0,65 | 0,28 | 1,57 | 1,38 |
| | LCH-05 | 2,24 | 0,78 | 4,71 | 4,45 |
| | LCH-07 | 0,60 | 0,21 | 1,51 | 1,27 |
| | LCH-08 | 1,58 | 0,67 | 3,00 | 3,00 |

EVALUACIONES AMBIENTALES - DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

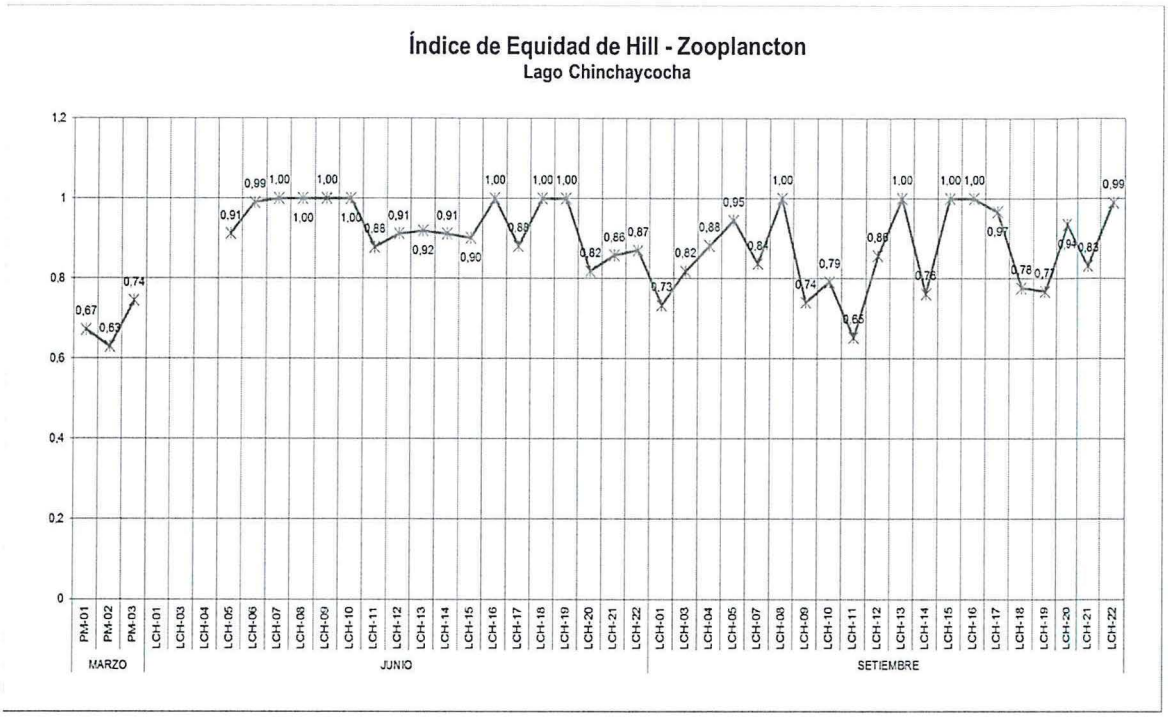
| EVALUACION | PUNTO DE MUESTREO | SHANNON | D | N1 | N2 |
|---|---|---|---|---|---|
| | LCH-09 | 0,84 | 0,25 | 1,79 | 1,33 |
| | LCH-10 | 2,52 | 0,78 | 5,74 | 4,55 |
| | LCH-11 | 1,63 | 0,50 | 3,09 | 2,01 |
| | LCH-12 | 2,41 | 0,78 | 5,33 | 4,57 |
| | LCH-13 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-14 | 1,45 | 0,52 | 2,73 | 2,08 |
| | LCH-15 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-16 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-17 | 1,52 | 0,64 | 2,87 | 2,78 |
| | LCH-18 | 1,42 | 0,52 | 2,67 | 2,08 |
| | LCH-19 | 1,98 | 0,67 | 3,95 | 3,03 |
| | LCH-20 | 1,46 | 0,61 | 2,75 | 2,57 |
| | LCH-21 | 1,93 | 0,68 | 3,81 | 3,17 |
| | LCH-22 | 0,99 | 0,49 | 1,98 | 1,96 |

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIONES AMBIENTALES · V°B° · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

179. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en las evaluaciones de marzo y setiembre y más uniformes en la de junio; esto indicaría que el zooplancton del mes de junio presentó especies igualmente abundantes, es decir fue más homogéneo que en marzo y setiembre. Sin embargo, hay que considerar que este patrón se debió a que en junio se registraron pocas especies con bajas abundancias y, en cambio, en los meses de marzo y setiembre se registraron mayor número de especies y abundancias que hizo variar la equidad dentro de cada punto de muestreo y entre ellos. Ver Gráfico 3-51.

**Gráfico 3-45: Índice de Equidad de Hill del zooplancton por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIONES AMBIENTALES · DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

### Análisis estadístico

180. No se realizó el análisis estadístico debido a que los resultados de las evaluaciones de los meses de marzo y setiembre fueron expresados en organismos/ml y la evaluación del mes de junio en organismos/L, además de haber tenido diferente metodología de colecta (muestras concentradas y muestra directa), por lo que no son estadísticamente comparables.

### Matriz de especies y abundancias de las tres evaluaciones

181. En la Tabla 3-17 se puede observar todas las especies y sus abundancias por punto de muestreo y mes de evaluación.

**Tabla 3-17: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| ESPECIE | MARZO | | | JUNIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SETIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PM-01 | PM-02 | PM-03 | LCH-01j | LCH-03j | LCH-04j | LCH-05j | LCH-07j | LCH-08j | LCH-09j | LCH-10j | LCH-11j | LCH-12j | LCH-13j | LCH-14j | LCH-15j | LCH-16j | LCH-17j | LCH-18j | LCH-19j | LCH-20j | LCH-21j | LCH-22j | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 |
| Alona sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Alona verrucosa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Alonella sp1. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Alonella sp2. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arcella sp. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| bdelloideo | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bosmina sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| calanoida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Centropyxis aculeata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Centropyxis sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ceriodaphnia dubia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 5 | 5 | 0 | 2 | 0 | 51 | 0 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 2 | 4 | 0 |
| Chydorus sphaericus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Colurella sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cyclopidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Daphnia sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 31 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Daphniidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Disparalona dadayi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eucyclops sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Euglypha sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Keratella americana | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 3 | 26 | 6 | 17 | 4 | 9 | 50 | 6 | 5 | 29 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Keratella cochlearis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 7 | 3 |
| Keratella quadrata | 19 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 | 5 | 0 | 6 | 1 | 0 | 2 | 200 | 5 | 3 | 2 | 4 |
| Keratella sp | 7 | 21 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leydigia cf leydigi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Metacyclops sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| nauplio | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| nematodo | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ostracodo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Paracyclops sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Polyarthra sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 475 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| Pseudochydorus sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Simocephalus vetulus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| tardigrado | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Trichocerca sp. | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Trichotria pocillum | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Trichotria tetractis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vorticella sp. | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Fuente: Elaboración propia.*

### Macroinvertebrados bentónicos

### Composición y riqueza de especies

182. En total se registraron 18 especies o táxones distribuidas en las siguientes clases: Bivalvia (1), Gastropoda (1), Neogastropoda (1) y órdenes: Basommatophora (3), Rhynchobdellida (1), Oligochaeta (1), Neoophora (1), Eunicida (1) Hemiptera (4), Diptera (2), Coleoptera (1) y Amphipoda (1). Ver Tabla 3-18.

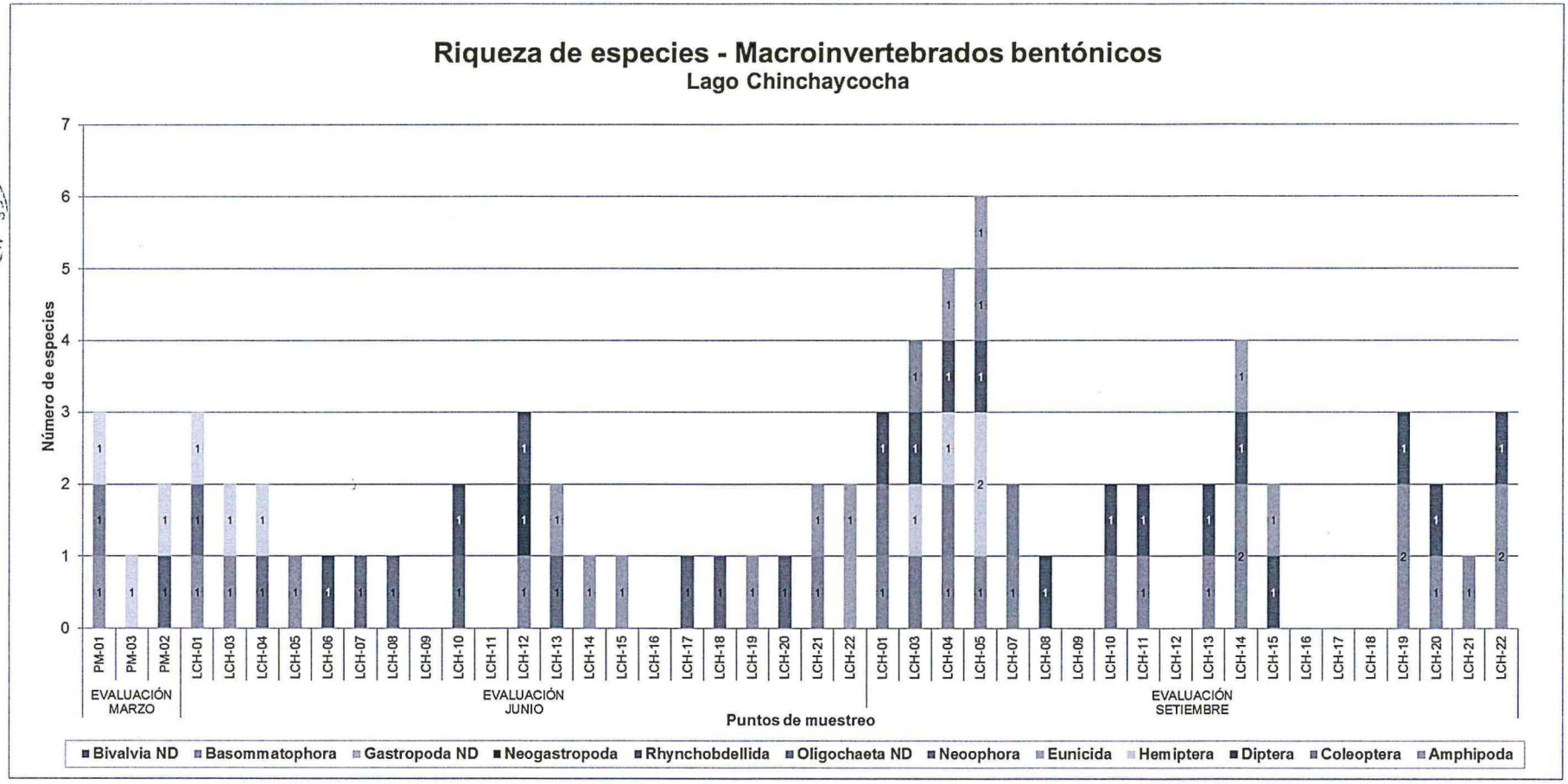
**Tabla 3-18: Riqueza de especies de macroinvertebrados bentónico en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| CLASE/ORDEN | TOTAL |
|---|---|
| Bivalvia | 1 |
| Basommatophora | 3 |
| Gastropoda | 1 |
| Neogastropoda | 1 |
| Rhynchobdellida | 1 |
| Oligochaeta | 1 |
| Neoophora | 1 |
| Eunicida | 1 |
| Hemiptera | 4 |
| Diptera | 2 |
| Coleoptera | 1 |
| Amphipoda | 1 |
| **TOTAL** | **18** |

*Fuente: Elaboración propia.*

183. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de marzo y junio registraron los valores de riqueza de especies más bajos (máximo 3 especies/táxones) y la evaluación del mes de setiembre registró los valores más altos (LCH-05 con 6 especies). Ver Gráfico 3-52.

**Gráfico 3-46: Riqueza específica de las clases no determinadas y órdenes del macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

### Abundancia (densidad)

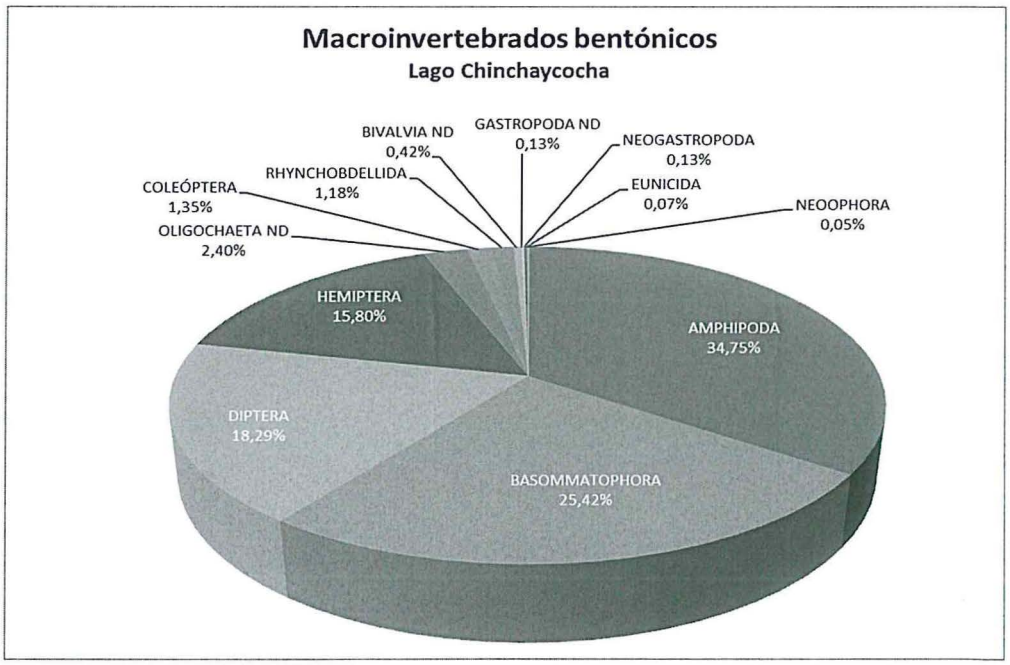
184. Se registraron en total 60 784 organismos/m$^2$ (Tabla 3-19). La mayor abundancia la presentó los anfípodos (Amphipoda, 34,75%), seguido de caracoles (Basommatophora, 25,42%), larvas de dípteros (Diptera, 18,29%), larvas de hemípteros (Hemiptera, 15,80%), oligoquetos (Oligochaeta, 2,40%), larvas de coleópteros (Coleoptera, 1,35%), sanguijuelas (Rhynchobdellida, 1,18%) y de otros órdenes y clases no determinadas. Ver Gráfico 3-53.

**Tabla 3-19: Abundancia total de las clases no determinadas y órdenes de macroinvertebrados bentónicos (organismos/m$^2$) en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| CLASE/ORDEN | TOTAL |
|---|---|
| Bivalvia | 255 |
| Basommatophora | 15 451 |
| Gastropoda | 80 |
| Neogastropoda | 80 |
| Rhynchobdellida | 720 |
| Oligochaeta | 1 460 |
| Neoophora | 33 |
| Eunicida | 40 |
| Hemiptera | 9 605 |
| Diptera | 11 120 |
| Coleoptera | 820 |
| Amphipoda | 21 120 |
| **TOTAL** | **60 784** |

Fuente: Elaboración propia.

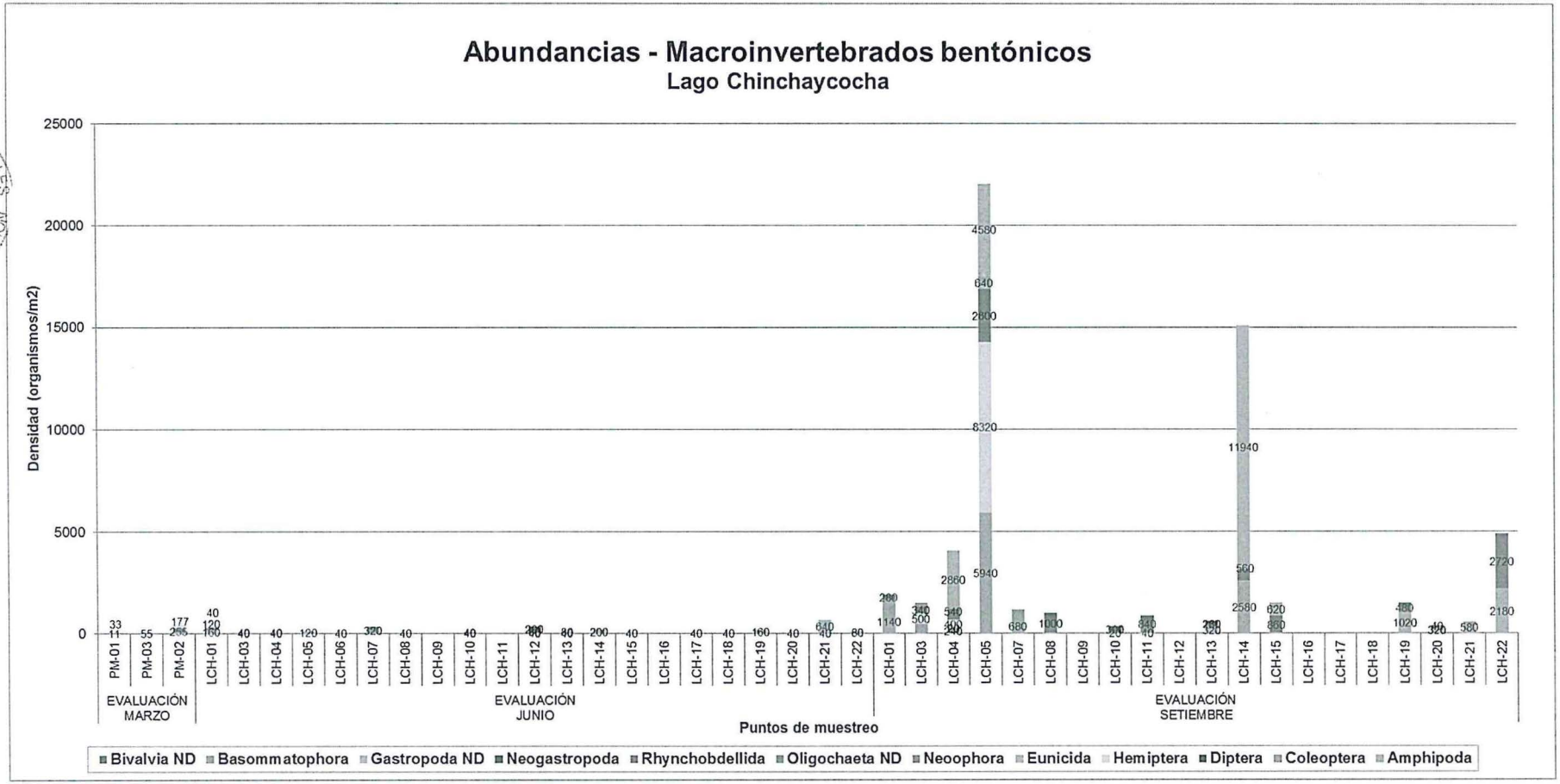
**Gráfico 3-47: Abundancias relativas de las clases no determinadas y los órdenes de macroinvertebrados bentónicos en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

185. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de setiembre registraron los valores de abundancia más altos (particularmente LCH-05 con 22 080 organismos/$m^2$), y los meses de marzo y junio los valores más bajos (máximo 680 organismos/$m^2$ en LCH-21), ver Gráfico 3-39.

**Gráfico 3-54: Abundancias de las clases y órdenes de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

### Índices de Diversidad

186. En las tres evaluaciones los valores de la diversidad fueron bajos, con promedios de H'=0,81 para marzo, H'=0,40 para junio y H'=0,72 para setiembre. Los valores de diversidad verdadera y dominancia de Simpson también fueron bajos; es decir, los macroinvertebrados bentónicos tuvieron menor diversidad y mayor dominancia de algunas especies en marzo y junio que en setiembre. Ver Tabla 3-20.

**Tabla 3-20: Índices de diversidad de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| EVALUACION | PUNTOS DE MUESTREO | SHANNON | D | N1 | N2 |
|---|---|---|---|---|---|
| MARZO | PM-01 | 1,45 | 0,61 | 2,73 | 2,58 |
| | PM-02 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | PM-03 | 0,98 | 0,48 | 1,97 | 1,94 |
| JUNIO | LCH-01 | 1,41 | 0,59 | 2,65 | 2,46 |
| | LCH-03 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-04 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-05 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-06 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-07 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-08 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-09 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-10 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 |
| | LCH-11 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-12 | 1,30 | 0,53 | 2,46 | 2,13 |
| | LCH-13 | 0,92 | 0,44 | 1,89 | 1,80 |
| | LCH-14 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-15 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-16 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-17 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-18 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-19 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-20 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-21 | 0,32 | 0,11 | 1,25 | 1,12 |
| | LCH-22 | 0,92 | 0,44 | 1,89 | 1,80 |
| SETIEMBRE | LCH-01 | 1,35 | 0,55 | 2,55 | 2,24 |
| | LCH-03 | 1,91 | 0,72 | 3,76 | 3,59 |
| | LCH-04 | 1,35 | 0,47 | 2,55 | 1,90 |
| | LCH-05 | 2,10 | 0,74 | 4,29 | 3,80 |
| | LCH-07 | 0,98 | 0,49 | 1,97 | 1,94 |
| | LCH-08 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-09 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-10 | 0,34 | 0,12 | 1,26 | 1,13 |
| | LCH-11 | 0,27 | 0,09 | 1,20 | 1,10 |
| | LCH-12 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-13 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 1,99 |
| | LCH-14 | 1,02 | 0,35 | 2,02 | 1,55 |

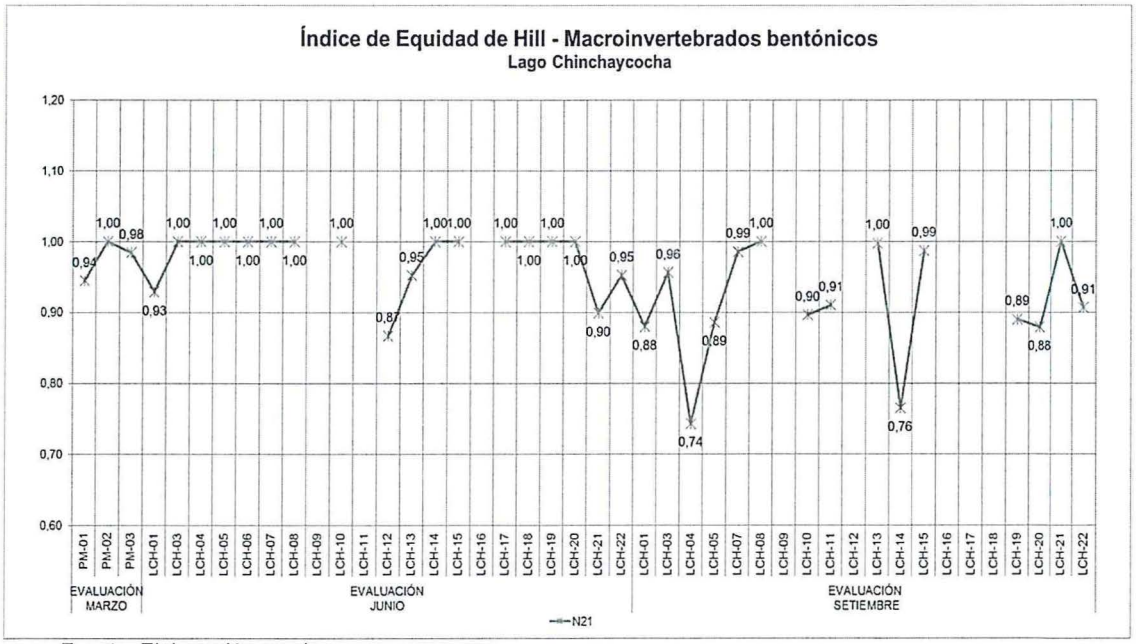
EVALUACIONES AMBIENTALES - V°B° - DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

| EVALUACION | PUNTOS DE MUESTREO | SHANNON | D | N1 | N2 |
|---|---|---|---|---|---|
| | LCH-15 | 0,98 | 0,49 | 1,97 | 1,95 |
| | LCH-16 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-17 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-18 | 0,00 | | 1,00 | |
| | LCH-19 | 1,17 | 0,50 | 2,26 | 2,01 |
| | LCH-20 | 0,50 | 0,20 | 1,42 | 1,25 |
| | LCH-21 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | LCH-22 | 1,38 | 0,58 | 2,61 | 2,37 |

*Fuente: Elaboración propia.*

187. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en las evaluaciones de marzo y setiembre y más uniformes en la de junio; esto indicaría que los macroinvertebrados bentónicos del mes de junio presentaron especies igualmente abundantes, es decir fue más homogéneo que en marzo y setiembre. Ver Gráfico 3-55.

**Gráfico 3-55: Índice de Equidad de Hill en macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

## Análisis estadístico

### Matriz de especies y abundancias de las tres evaluaciones

188. En la Tabla 3-21 se puede observar todas las especies y sus abundancias por punto de muestreo y mes de evaluación.

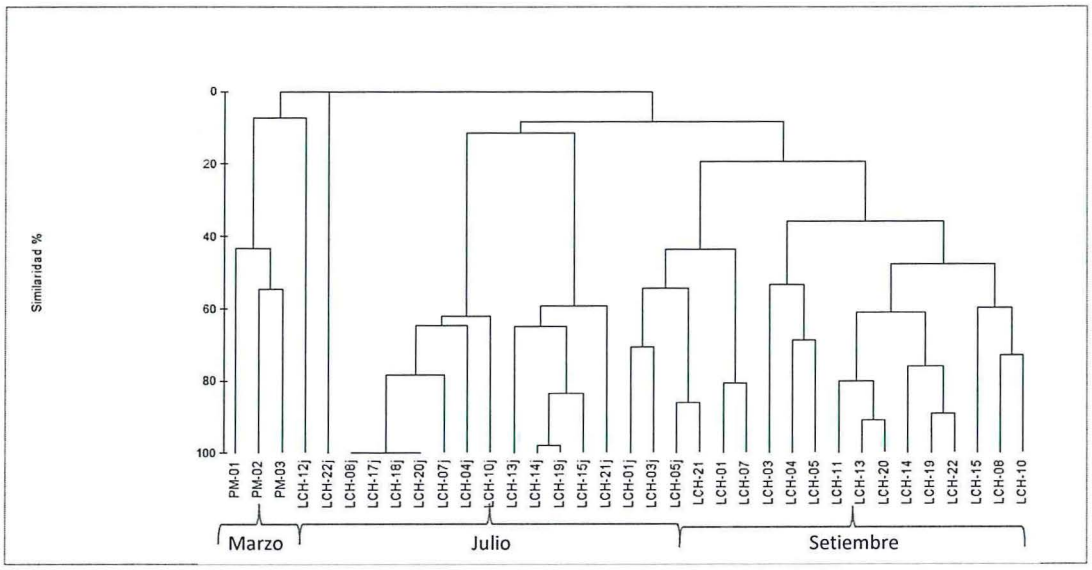
**Tabla 3-21: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| Género y/o Especie | MARZO | | | JUNIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SETIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PM-01 | PM-02 | PM-03 | LCH-01j | LCH-03j | LCH-04j | LCH-05j | LCH-07j | LCH-08j | LCH-09j | LCH-10j | LCH-11j | LCH-12j | LCH-13j | LCH-14j | LCH-15j | LCH-16j | LCH-17j | LCH-18j | LCH-19j | LCH-20j | LCH-21j | LCH-22j | LCH-01 | LCH-03 | LCH-04 | LCH-05 | LCH-07 | LCH-08 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-11 | LCH-12 | LCH-13 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-16 | LCH-17 | LCH-18 | LCH-19 | LCH-20 | LCH-21 | LCH-22 |
| Bivalvia ND | 0 | 255 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Physa sp. | 0 | 0 | 0 | 160 | 40 | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 1140 | 0 | 240 | 5940 | 680 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1960 | 0 | 0 | 0 | 0 | 940 | 0 | 580 | 1520 |
| Planorbidae ND | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Helisoma sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 320 | 620 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 320 | 0 | 660 |
| Gastropoda ND | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Marginellidae ND | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Helobdella sp. | 0 | 0 | 0 | 120 | 0 | 40 | 0 | 320 | 40 | 0 | 40 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oligochaeta ND | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 480 | 460 | 20 | 0 | 480 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dugesia sp. | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lumbrineridae ND | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Centrocorisa kollari | 33 | 177 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Centrocorisa sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 500 | 400 | 8040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tenagobia sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sigara sp. | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae ND | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 280 | 340 | 540 | 2600 | 0 | 1000 | 0 | 300 | 840 | 0 | 280 | 560 | 860 | 0 | 0 | 0 | 480 | 40 | 0 | 2720 |
| Chironimus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tropisternus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180 | 0 | 640 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hyalella sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 200 | 40 | 0 | 0 | 0 | 160 | 0 | 640 | 0 | 0 | 0 | 2860 | 4580 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11940 | 620 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

189. Se realizó un análisis de similaridad de Bray-Curtis, con transformación de datos log(x+1), a la matriz de macroinvertebrados bentónicos de las tres evaluaciones, y se obtuvo un diagrama CLUSTER (Ver Gráfico 3-56). Se observó que las tres evaluaciones no se diferenciaron significativamente (R=0,499, con nivel de significancia del 0,1%) en función a los meses; es decir, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue muy similar entre evaluaciones, excepto marzo y setiembre que si se diferenciaron significativamente (R=0,889 con nivel de significancia del 0,1%).

**Gráfico 3-48: Cluster de similaridad de Bray-Curtis en macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de los tres meses de evaluación en el lago Chinchaycocha, 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

190. Al realizar un análisis de disimilaridad (SIMPER) entre los meses de evaluación, se obtuvo que los meses con mayor disimilaridad fueron marzo y setiembre (promedio de disimilaridad de 100.00%) y que los meses con menor disimilaridad fueron junio y setiembre (promedio de disimilaridad de 91.91%), ver Tabla 3-22.

**Tabla 3-22: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los meses evaluados en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| **Marzo & Junio** | **Promedio de disimilaridad = 99,58%** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Marzo | Junio | | |
| Especies | Prom.Abund | Prom.Abund | Contrib% | Acum% |
| *Centrocorisa kollari* | 88,33 | 0,00 | 31,06 | 31,06 |
| *Helobdella sp.* | 0,00 | 42,35 | 16,29 | 47,34 |
| Bivalvia ND | 85,00 | 0,00 | 10,91 | 58,25 |
| *Hyalella sp.* | 0,00 | 65,88 | 10,71 | 68,96 |
| **Marzo & Setiembre** | **Promedio de disimilaridad = 100,00%** | | | |
| | Marzo | Setiembre | | |
| Especies | Prom,Abund | Prom,Abund | Contrib% | Acum% |
| Chironomidae ND | 0,00 | 722,67 | 22,95 | 22,95 |
| *Centrocorisa kollari* | 88,33 | 0,00 | 19,16 | 42,10 |
| *Physa sp.* | 0,00 | 866,67 | 13,86 | 55,97 |
| **Junio & Setiembre** | **Promedio de disimilaridad = 91,91%** | | | |
| | Junio | Setiembre | | |
| Especies | Prom.Abund | Prom.Abund | Contrib% | Acum% |
| Chironomidae ND | 2,35 | 722,67 | 25,92 | 25,92 |
| *Physa sp.* | 21,18 | 866,67 | 16,49 | 42,41 |
| *Hyalella sp.* | 65,88 | 1 333,33 | 12,11 | 54,52 |
| *Helobdella sp.* | 42,35 | 0,00 | 11,59 | 66,11 |
| *Helisoma sp.* | 0,00 | 136,00 | 10,92 | 77,03 |

*Fuente: Elaboración propia.*

## Peces

### Composición y riqueza de especies

191. En total se registraron 4 táxones distribuidos en los siguientes órdenes: Cyprinodontiformes (17) y Salmoniformes (1). Ver Tabla 3-23.

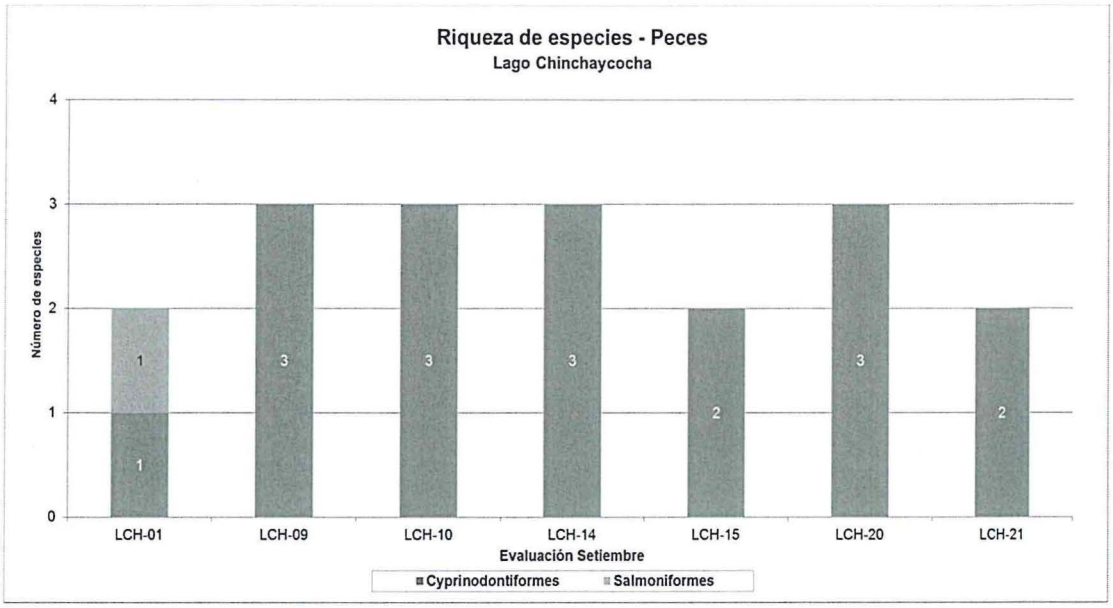
**Tabla 3-23: Riqueza de especies de peces en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| ORDEN | TOTAL |
|---|---|
| CYPRINODONTIFORMES | 3 |
| SALMONIFORMES | 1 |
| **TOTAL** | **4** |

*Fuente: Elaboración propia.*

192. Los peces sólo fueron evaluados en el mes de setiembre y se registraron en siete (7) puntos de muestreo. El punto de muestreo LCH-01 representó especies de los dos órdenes encontrados (Salmoniformes y Cyprinodontiformes) y las demás estaciones solo especies del órden Cyprinodontiformes. Ver Gráfico 57.

**Gráfico 3-49: Riqueza de especies de los órdenes de peces por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, Setiembre 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

## Abundancia (densidad)

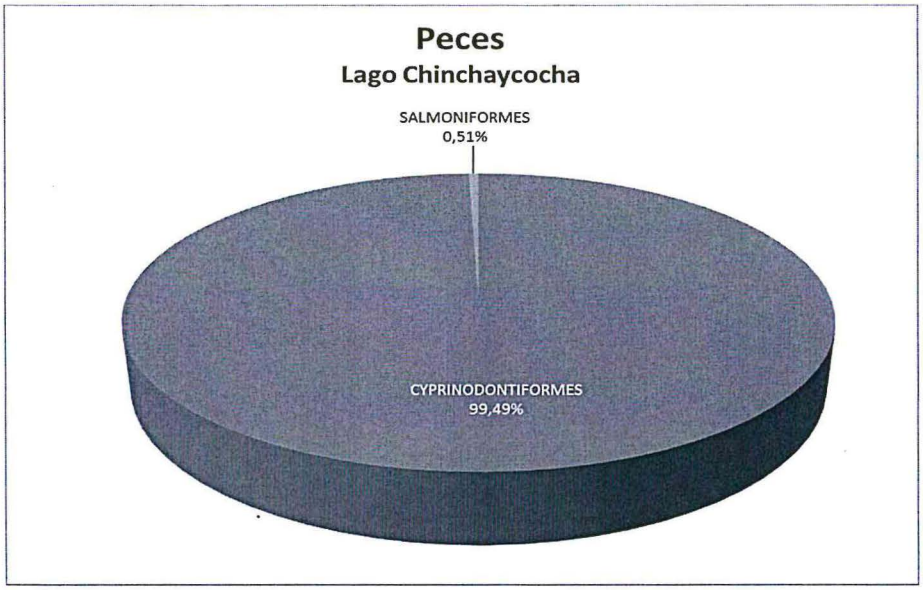
193. Se registraron en total 197 peces (Tabla 3-24). La mayor abundancia la presentó los Cyprinodontiformes (99,49%), y la menor los Salmoniformes (0,51%). Ver Gráfico 3-58.

**Tabla 3-24: Abundancia total de órdenes de peces (individuos totales) en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| CLASE/ORDEN | TOTAL |
|---|---|
| CYPRINODONTIFORMES | 196 |
| SALMONIFORMES | 1 |
| **TOTAL** | **197** |

Fuente: Elaboración propia.

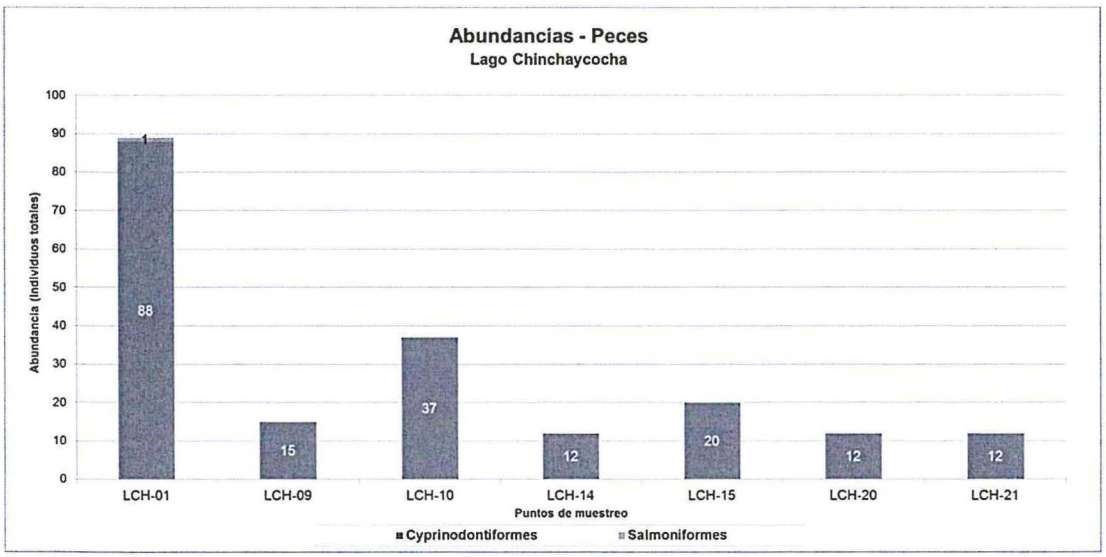
**Gráfico 3-50: Abundancias de los órdenes de peces en el lago Chinchaycocha, Setiembre 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

194. En los siete (7) puntos de muestreo dominaron los Cyprinodontiformes (orestias), y en LCH-01 se registró un individuo de Salmoniformes (trucha arco iris). Ver Gráfico 3-59.

**Gráfico 3-59: Abundancias de los órdenes de peces por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, Setiembre 2015.**




Fuente: Elaboración propia.

195. Los individuos registrados del género *Orestias* se encontraron entre 142,8 y 8 mm de longitudes estándar, es decir juveniles y adultos. Mientras que, en el caso de la trucha, se registró un individuo adulto de 198 mm de longitud estándar. Ver Tabla 3-25.

**Tabla 3-25: Longitud estándar y peso máximo y mínimo de los peces registrados en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| Especie | Longitud estándar máxima (mm) | Longitud estándar mínima (mm) | Peso máximo (g) | Peso mínimo (g) |
|---|---|---|---|---|
| *Orestias empyraeus* | 130 | 83 | 51,1 | 19,1 |
| *Orestias agassii* complex | 142,8 | 8 | 57 | 0,01 |
| *Orestias polonorum* | 108,9 | 95,8 | 34,1 | 30,6 |
| *Oncorhynchus mykiss* | 198 | | 148,7 | |

Fuente: Elaboración propia.

196. El género *Orestias* es endémico de lagos y quebradas tributarias de altas altitudes de los Andes Peruanos, Bolivianos y Chilenos (Parenti, 1984). La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) ha sido introducida en los ríos de aguas frías a lo largo de casi todos los Andes peruanos, esta especie es depredadora y usa generalmente a las especies endémicas como el género *Orestias*, como presas frecuentes, principalmente en su estadio juvenil, lo cual hace que disminuyan sus poblaciones, además de la competencia por alimento y por hábitats (MHN-UNMSM, 2012). Los mayores reportes del género Orestias provienen de cuerpos lénticos como ecosistemas acuáticos de aguas de escaso o nulo movimiento como es el caso de los lagos y lagunas, (Chocano, 2005). Además, este género ha sido registrados anteriormente en el lago Chinchaycocha (CLOFFSCA, 2003).

### Índices de Diversidad

197. En la evaluación del mes de setiembre, la diversidad de peces fue baja, con el mayor valor de H'=1,38 en el punto de muestreo LCH-20 y el menor valor de H'=0,09 en LCH-01. Los valores de dominancia y diversidad verdadera también fueron bajos; es decir, la comunidad íctica presentó menor diversidad y mayor dominancia de especies en los siete puntos de muestreo. Ver Tabla 3-26.

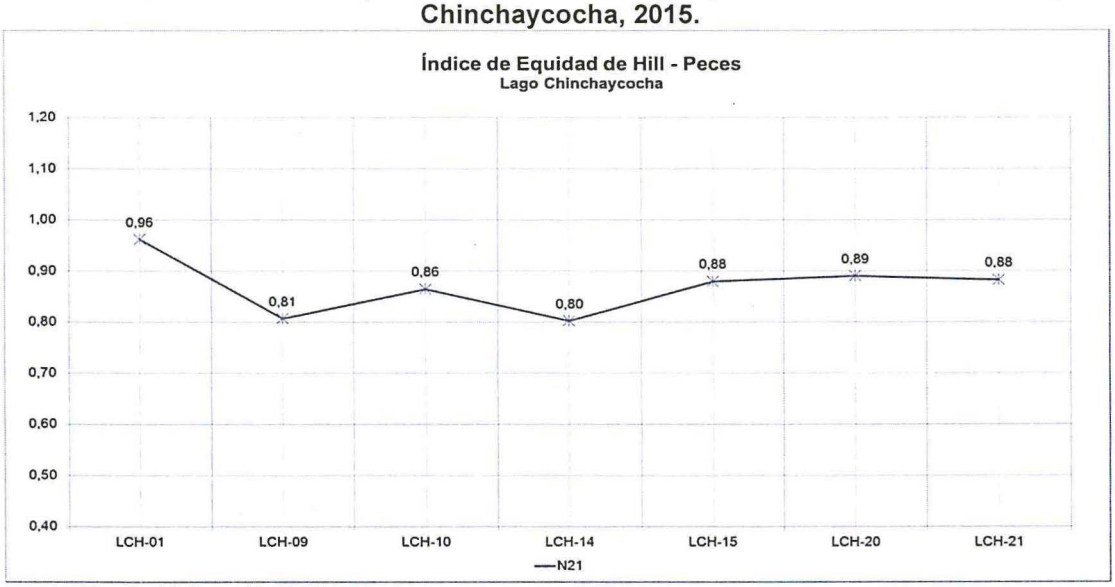
**Tabla 3-26: Índices de diversidad de peces en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| EVALUACION | PUNTOS DE MUESTREO | SHANNON | D | N1 | N2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Setiembre | LCH-01 | 0,09 | 0,02 | 1,06 | 1,02 |
| | LCH-09 | 0,91 | 0,34 | 1,87 | 1,51 |
| | LCH-10 | 1,21 | 0,50 | 2,31 | 2,00 |
| | LCH-14 | 0,82 | 0,29 | 1,76 | 1,41 |
| | LCH-15 | 0,61 | 0,26 | 1,53 | 1,34 |
| | LCH-20 | 1,38 | 0,57 | 2,61 | 2,32 |
| | LCH-21 | 0,65 | 0,28 | 1,57 | 1,38 |

Fuente: Elaboración propia.

198. Los valores del índice de equidad de Hill fueron relativamente altos y uniformes en los siete (7) puntos de muestreo; esto indicaría que la comunidad íctica del mes de setiembre presentó especies con abundancias similares, es decir la comunidad estuvo distribuida homogéneamente, aunque considerando que tuvo pocas especies. Ver Gráfico 3-60.

**Gráfico 3-51: Índice de Equidad de Hill de peces por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**




*Fuente: Elaboración propia.*

## Análisis estadístico

199. No se realizó el análisis estadístico debido a que los peces fueron evaluados en un solo mes (setiembre) y por lo tanto no se puede comparar entre meses de evaluación.

## Matriz de especies y abundancias de las tres evaluaciones

200. En la Tabla 3-27 se puede observar todas las especies y sus abundancias por punto de muestreo y mes de evaluación.

**Tabla 3-27: Lista de especies y sus abundancias por punto de muestreo en el lago Chinchaycocha, 2015.**

| PECES | SETIEMBRE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LCH-01 | LCH-09 | LCH-10 | LCH-14 | LCH-15 | LCH-20 | LCH-21 |
| Orestias agassii complex | 88 | 2 | 10 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Orestias empyraeus | 0 | 12 | 24 | 10 | 17 | 7 | 10 |
| Orestias polonorum | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Oncorhynchus mykiss | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

## 4.0 CONCLUSIONES

### CALIDAD DE AGUA

#### Calidad de agua superficial

(i) De los monitoreos realizados en marzo, junio y setiembre de 2015 al lago Chinchaycocha y el Delta Upamayo se concluye en lo siguiente: sus aguas en promedio tienen un pH neutro, los niveles de oxígeno disuelto son mayores al estándar nacional (ECA para Agua Categoría 4: Lagunas y Lagos), lo cual significa que tienen una buena oxigenación y presentan escasos sólidos suspendidos totales (menores al estándar nacional).

(ii) Durante el muestreo del mes de marzo realizado al lago Chinchaycocha, se observó valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) por encima del estándar nacional, mientras que en los meses de junio y setiembre los valores estuvieron por debajo de la referida norma, excepto en el punto de muestreo LCH-12 para el mes de marzo; así también los valores de nitrógeno amoniacal en el 95% de puntos de muestreo estuvieron por encima del estándar nacional para el mes de junio y en 70% para el mes de setiembre, lo cual significa que el lago Chinchaycocha presenta alta carga orgánica en proceso de descomposición y cuya fuente de contaminación podría deberse a un proceso natural. Similar comportamiento se pudo identificar en el Delta Upamayo, en el que los valores de DBO y nitrógeno amoniacal superan los valores establecidos en el estándar nacional.

(iii) Referente a la presencia de metales totales en el lago Chinchaycocha, se tiene que el 100% de puntos muestreados para el mes de junio superaron la norma nacional para el parámetro arsénico, un 75% para el parámetro zinc y un 15% para los parámetros cobre, plomo y mercurio; mientras que para el mes de setiembre, el 95% de puntos muestreados superaron el estándar nacional para el parámetro zinc, un 20% para el parámetro plomo, un 10% para los parámetros cobre y mercurio y un 5% para el parámetro arsénico. Similar comportamiento se presentó en el Delta Upamayo, ya que las concentraciones de arsénico, cobre, plomo, zinc y mercurio superaron el estándar nacional para los meses de junio y setiembre de 2015.

(iv) Las muestras obtenidas en el fondo del lago también presentaron altas concentraciones de arsénico en el 100% de puntos de muestreo para el mes de junio, un 16,6% de puntos de muestreo superaron el estándar nacional para el parámetro cobre para el mes de setiembre, mientras que un 83,3% de puntos de muestreo superaron el estándar nacional para el parámetro zinc para el mes de junio y un 100% para el mes de setiembre.

**CALIDAD DE SEDIMENTOS**

(v) En la evaluación realizada al lago Chinchaycocha durante el mes de marzo, se registraron concentraciones de cobre, plomo, zinc y cadmio total que sobrepasaron referencialmente los valores ISQG y PEL establecidos en la norma de Canadá (CEQG). Por otra parte, en el Delta Upamayo se registraron concentraciones de plomo, zinc, cadmio y mercurio que superaron referencialmente dichos estándares internacionales.

(vi) Finalmente, en los meses de junio y setiembre, se registraron concentraciones de cobre, plomo, zinc, cadmio, arsénico y mercurio que superaron referencialmente los valores ISQG y PEL establecidos en la norma de Canadá (CEQG), tanto en el lago Chinchaycocha como en el delta Upamayo.

(vii) La presencia de éstos metales en las aguas superficiales y sedimentos del lago Chinchaycocha y del Delta Upamayo, podrían estar asociadas a los efluentes de las actividades mineras (gran minería, mediana minería, pequeña minería y minería artesanal) ubicados en la cuenca el río San Juan, el cual estaría arrastrando en sus sedimentos dichos metales hasta depositarlos en el lago Chinchaycocha y en el Delta Upamayo.

**HIDROBIOLOGÍA**

(viii) El fitoplancton de las tres evaluaciones estuvo dominado por las diatomeas. Sin embargo, cada mes estuvo caracterizado por asociaciones particulares de algas: marzo por clorofitas, junio por clorofitas y diatomeas, y setiembre por diatomeas. Las diatomeas, clorofitas y cianofitas son comunes en lagunas altoandinas, y la presencia de diatomeas (perifiticas) indica que el ambiente esta turbio, con muchas partículas en suspensión, poca profundidad y baja penetración de luz, ya que son altamente resistentes a condiciones adversas y colonizan rápidamente. El mes de setiembre registró la mayor diversidad y el mes de junio la menor; y estadísticamente, las tres evaluaciones se diferenciaron significativamente.

(ix) El zooplancton de las tres evaluaciones estuvo dominado por los rotíferos, aunque los artrópodos presentaron la mayor riqueza de especies. Cada mes estuvo caracterizado por asociaciones particulares de microorganismos: marzo y junio por rotíferos, y setiembre por artrópodos y rotíferos. Además, el mes de marzo registró la mayor diversidad y el mes de junio la menor, aunque en el mes de setiembre se presentaron artrópodos típicos de lagunas (cladóceros y copépodos).

(x) Los macroinvertebrados bentónicos de las tres evaluaciones estuvo dominado por una asociación de anfípodos, caracoles e insectos acuáticos. Sin embargo, cada mes estuvo caracterizado por asociaciones particulares: marzo por caracoles, junio por anfípodos e insectos acuáticos, y setiembre por caracoles, anfípodos e insectos acuáticos. En general, los caracoles se alimentan de materia orgánica y de detritus o de materia en descomposición, y la dominancia de este grupo estaría indicando un alto grado de eutrofia del ambiente. Además, los meses de marzo y setiembre registraron la mayor diversidad y el mes de junio la menor. Y estadísticamente, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue muy similar entre evaluaciones, excepto marzo y setiembre que si se diferenciaron significativamente.

(xi) Predominaron los peces endémicos "orestias", encontrados generalmente en lagunas altoandinas como el lago Chinchaycocha; sin embargo, en un punto de muestreo se registró la especie introducida "trucha arco iris". La diversidad en general fue baja debido a que se presentaron pocos taxones, lo cual se atribuye a las condiciones naturales del hábitat.

## 5.0 RECOMENDACIÓN

(xii) El presente Informe constituye un primer diagnóstico ambiental del lago Chinchaycocha, que únicamente contiene los resultados de la evaluación realizadas en zonas de influencia de actividades fiscalizables por el OEFA, siendo recomendable que se realicen estudios complementarios en áreas no intervenidas durante esta 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 y actividades productivas.

(xiii) En ese sentido, es pertinente remitir el presente informe a las siguientes entidades: (i) Dirección de Supervisión del OEFA, (ii) Autoridad Nacional del Agua, (iii) Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (iv) Gobierno Regional de Junín, (v) Municipalidad Provincial de Junín, (vi) Gobierno Regional de Pasco, y (vii) Municipalidad provincial de Pasco, para los fines correspondientes.

## 6.0 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades – ATSDR. 2004. Reseña Toxicológica del Cobre (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts132.pdf

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades – ATSDR. 2004. Reseña Toxicológica el Mercurio (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.pdf

Canadian Council of Ministers of the Environment, 1995. Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Canadian Environmental Quality Guidelines – CEQG, 2011: Valores guía para la protección de la vida acuática (aguas continentales).

ECOAN, 2010. Plan de manejo con fines de conservación de las especies de Aves amenazadas del lago Chinchaycocha: Zambullidor de Junín *(Podiceps taczanowskii)*, Gallinetita de Junín *(Laterallus tuerosii)* y Parihuana *(Phoenicopterus chilensis)*, en el Ámbito de la Reserva Nacional de Junín. Pág. 33.

Grau, M. 2003. "Toxicología ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana". Mexico: McGraw Hill Interamericana.

Guía para el Muestreo de Suelos, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 085-014-MINAM.

Guidelines for Pollution Classification of Great Lakes Harbor Sediments. Adaptado a la USEPA (1977)

Hernán Ortega, Max Hidalgo, Giannina Trevejo, Ericka Correa, Ana María Cortijo, Vanessa Meza y Jessica Espino, 2012. Lista Anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica-Museo de Historia Natural, UNMSM.

Informe técnico N° 030-2014-ANA-DGCRH-VIG, Autoridad Nacional de Agua – ANA.

Informe técnico N° 284-2013-OEFA/DE-SDCA, Dirección de Evaluación , Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA.

J. Bundschuh, A. Pérez Carrera, M. I. Litter. Distribución del arsénico en las regiones Ibérica e Iberoamericana. CYTED. ISBN 13 978-84-96023-61-1. Octubre de 2008. Pág. 55 – 56.

Lynne Parenti. 1984. A taxonomic revision of the andean killifish Genus Orestias (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Bulletin of the American Museum of Natural History, Vol 178; Article 2. New York.

Locascio de Mitrovich C., Villagra de Gamundi A., Juárez J. & CeraoloM. 2005. Características limnológicas y zooplancton de cinco lagunas de la Puna – Argentina. Ecología en Bolivia, 40 (1): 10-24. Ver pág. 13 – 16.

Plan de Manejo Ambiental Sostenible del Lago Chinchaycocha 2012-2016, aprobado por Resolución Suprema N° 002-2012-MINAM. Pág. 8.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (2010). Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe, pág. 35-37 y 57-60.

Reis et al. 2003, Check List of Freshwater Fishes of South and Central America

Roldán, G. 2003. Bioindicacion de la calidad del Agua en Colombia. Universidad de Antioquia, Colombia. 170 pp.

Sobek, A.A., Schuller, W.A., Freeman, J.R. and Smith, R.M. (1978), Field and laboratory methods applicable to overburden and minesoils.

U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.

Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana - Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental, 2012.

Resolución Jefatural Nº 182-2011-ANA: Protocolo nacional de monitoreo de la calidad de agua superficial, Autoridad Nacional del Agua - Ministerio de Agricultura, 2011.

Decreto Supremo Nº 012-2008-EM: Reglamento de Participación Ciudadana para la realización de Actividades de Hidrocarburos - Ministerio de Energía y Minas, 2008.

## 7.0 ANEXOS

**Anexo A: Reporte de campo.**

**Anexo B: Hojas de campo.**

**Anexo C: Informes de ensayo.**

**Anexo D: Cadenas de custodia.**

**Anexo E: Registro Fotográfico.**

**Anexo F: Planos SIG.**

**Anexo G: Certificado de acreditación del laboratorio otorgado por INACAL.**

**Anexo H: Certificados de calibración de equipos.**

**Anexo I: Biometría de peces y galería fotográfica.**