

**INFORME N° 224-2013-OEFA/DE**

PARA : **CARMEN ROSA ROMERO GALLEGOS**
Directora de Evaluación (e)

ASUNTO : Informe de la Evaluación Ambiental en la Bahía Interior de Puno
en el lago Titicaca-Sector Chimú

FECHA : 30 ABR. 2013

Por medio del presente me dirijo a usted para saludarla cordialmente e informarle sobre los resultados de la evaluación ambiental realizada en la bahía interior de Puno en el lago Titicaca, distrito, provincia y departamento de Puno, del 12 al 15 de Marzo del 2013.

I. ANTECEDENTES

- El 09 de marzo de 2013, en horas de la mañana, ocurrió el hallazgo de peces inertes en la superficie del lago, en la bahía interior de Puno; en la zona denominada "Sector Chimú".
- El 10 de marzo de 2013, se recibió la noticia del hallazgo de peces inertes en la zona denominada "Sector Chimú"; ubicado en la parte sur de la bahía interior de Puno, teniendo como referencia, el km. 6 de la carretera Panamericana Sur.
- El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) a través de la Dirección de Evaluación, programó realizar la evaluación ambiental de la calidad de agua y sedimento en la bahía interior de Puno.
- El 13 y 14 de Marzo del 2013, se realizó el levantamiento de información en campo, incluyendo muestreos de sedimento y agua, dirigidas a la Evaluación Ambiental de la bahía interior de Puno.

**II. OBJETIVO**

Evaluar el estado de la calidad ambiental del agua y sedimento lacustre en la bahía interior de Puno en el lago Titicaca – Sector Chimú.

III. ÁMBITO DEL ÁREA DE EVALUACIÓN**Bahía Interior de Puno**

La bahía interior de Puno, representa una unidad menor de la bahía de Puno, la cual es delimitada por las Penínsulas de Capachica y Chucuito, la bahía de Puno tiene un área aproximada de 589 Km².

La bahía interior de Puno tiene un área aproximada de 16 Km²; cuya orilla colinda con la ciudad de Puno; además esta se encuentra delimitada por los promontorios de Chulluni y Chimú, aunque el estrecho entre estos promontorios es 4 km de ancho aproximadamente, la mayor parte se encuentra bloqueada por extensos totorales, dejando solamente abierto un angosto canal de 300 metros de ancho aproximadamente, cerca de Chimú, que comunica con el lago.

**Mapa N° 01: Ubicación – Bahía Interior de Puno****MARCO NORMATIVO**

- Ley N° 29325 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, que otorga al OEFA, funciones de supervisión y fiscalización ambiental.
- Decreto Supremo N°001-2010-MINAM, y la Resolución de Consejo Directivo N° 003-2010-OEFA/CD, establecen que a partir del 22 de julio como fin del proceso de transferencia de las funciones de supervisión, fiscalización y sanción ambiental en materia de minería serán realizadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA.
- El Decreto Supremo N°002-2008-MINAM de fecha 31 de Julio 2008 que aprobó los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - ECA, mediante el cual se establecen los niveles de concentración de sustancias o parámetros físicos, químicos y microbiológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representen riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.
- El Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM de fecha 18 diciembre del 2009, que aprobó las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- La Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA de fecha 22 de marzo de 2010, clasifica al Lago Titicaca como Categoría 4: Clase Especial.



V. METODOLOGÍA

5.1 SEDIMENTOS

5.1.1 Protocolo de Monitoreo

Para la toma de muestras de sedimento se utilizó referencialmente el "Procedimiento para muestreo de aguas y sedimentos" del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia.

5.1.2 Parámetros de Evaluación

Los parámetros evaluados fueron metales y materia orgánica; cuyo análisis estuvo a cargo del laboratorio SGS del Perú S.A.C., el cual se encuentra acreditado por INDECOPI.

5.1.3 Puntos de Monitoreo

El 14 de marzo de 2013, se tomaron siete (07) muestras de sedimentos en la bahía interior de Puno, en puntos determinados en campo. Los detalles de la ubicación de los puntos monitoreados se muestran en el Cuadro N° 01.

Cuadro N° 01: Descripción de Puntos de Monitoreo de Sedimento en la Bahía Interior de Puno

Punto	Zona	Coordenadas		Descripción
		Este	Norte	
LTBIP-01	19L	396521	8247453	Extremo sur de la bahía interior cerca de la zona de captación de agua potable
LTBIP-02	19L	395102	8247039	Frente al sector Chimú
LTBIP-03	19L	393244	8247174	Frente a la isla de Espinar
LTBIP-04	19L	392871	8248198	Parte central de la bahía interior
LTBIP-05	19L	392265	8249331	Frente a Universidad Nacional del Altiplano
LTBIP-06	19L	393647	8249339	Frente a la Isla Estévez
LTBIP-07	19L	395270	8247980	Canal de Ingreso y Salida de Embarcaciones





Mapa N° 01: Ubicación de Puntos de Monitoreo – Bahía Interior de Puno



5.1.4. Métodos de Análisis

Los métodos utilizados por el laboratorio para el análisis de sedimento se exponen en el Cuadro N° 02.

Cuadro N° 02: Métodos utilizados por el Laboratorio

ANALISIS	METODO
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-200, ítem 7.1.7 As 07, 2000, Determinación de Materia Orgánica (Validado)
Metales por ICP Masa	EPA 200.8: 1994 Rev 5.4 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry



5.2 MUESTRAS DE AGUA

5.2.1 Protocolos de Monitoreo

El monitoreo de calidad de aguas se realizó siguiendo los lineamientos del "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial", aprobado según la Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA; este protocolo estandariza la metodología para el monitoreo del agua en ríos, lagos, lagunas y otros; asimismo determina los procedimientos y criterios técnicos para la evaluación, puntos de monitoreo, frecuencia, toma de muestras, preservación, conservación y el transporte de muestras.



5.2.2 Parámetros de Evaluación

El criterio considerado para la evaluación de la calidad del agua en la Bahía Interior de Puno, fue la comparación de los resultados con los valores de los parámetros físicos y químicos establecidos para la Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático" de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, aprobado mediante el D.S N° 002-2008-MINAM "Conservación del Ambiente Acuático".

Los parámetros evaluados fueron: metales totales, aceites y grasas, N-nitratos, cloruros, N-nitritos, DBO, DQO, fósforo total, pesticidas, sólidos suspendidos totales, sulfuros, coliformes totales y coliformes termotolerantes; cuyos análisis se realizaron en el laboratorio Envirolab – Perú S.A.C., el cual se encuentra acreditado por INDECOPI.

5.2.3 Puntos de Monitoreo

Los cuadros N°03 y N°04 indican los puntos de muestreo de agua establecidas: siete (07) puntos a nivel superficial y dos (02) puntos a profundidad (a un promedio de 8 mts aproximadamente). Cabe señalar que la ubicación de los puntos de monitoreo fueron determinados a través de un plan de evaluación.

Cuadro N° 03: Descripción de Puntos de Muestreo de Agua Bahía Interior de Puno (Nivel Superficial)

Punto	Coordenadas WGS 84 (Zona 17)		Descripción
	Este	Norte	
LTBIP-01	396521	8247453	Extremo sur de la bahía interior cerca de la zona de captación de agua potable
LTBIP-02	395102	8247039	Frente al sector Chimú
LTBIP-03	393244	8247174	Frente a la isla de Espinar
LTBIP-04	392871	8248198	Parte central de la bahía interior
LTBIP-05	392265	8249331	Frente a Universidad Nacional del Altiplano
LTBIP-06	393647	8249339	Frente a la Isla Estévez
LTBIP-07	395270	8247980	Canal de Ingreso y Salida de Embarcaciones

Cuadro N° 04: Descripción de Puntos de Muestreo de Agua Bahía Interior de Puno (Profundidad)

Punto	Coordenadas		Descripción
	Este	Norte	
LTBIP-04 PF	392871	8248198	Parte central de la bahía interior
LTBIP-07 PF	395270	8247980	Canal de Ingreso y Salida de Embarcaciones

5.2.4 Métodos de Análisis

El método utilizado por el laboratorio para el análisis de agua se detalla en el cuadro a continuación:

**Cuadro N° 05: Parámetros Analizados**

Análisis*	Método de Referencia	Límite de Cuantificación
Aceites y Grasas	EPA 1664-A	1
Cloruros	EPA 325.3	0.25
DBO ₅	EPA 405.1	1
DQO	EPA410.0	8
Fósforo Total	EPA 365.3	0.009
N-Nitrato	EPA 352.1	0.05
N- Nitrito	EPA 354.1	0.005
Sólidos Totales en Suspensión	SM 2540-D	...
Sulfuro	SM 4500 S ² D	0.002
Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E.1	...
Coliformes Totales	SM 9221 B	...
Metales Totales por ICP	EPA 200.7	(*)
Mercurio Total	EPA 245.7	0.0001
Pesticidas	EPA 8270D	(*)

*: Depende del elemento a analizar.

VI. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**6.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEDIMENTOS****6.1.1 Análisis de Materia Orgánica**

Los resultados de los análisis de materia orgánica de las muestras de sedimentos son:

**Cuadro N° 06: Concentración de Materia Orgánica
en muestras de Sedimentos**

Parámetro (%)	Punto						
	LTBIP-01	LTBIP-02	LTBIP-03	LTBIP-04	LTBIP-05	LTBIP-06	LTBIP-07
Materia Orgánica	2.2	1.5	8.6	3.3	1.8	2.3	1.8

Fuente: Informe de Ensayo MA1306010 (Laboratorio SGS del Perú S.A.C.)

Los valores obtenidos de los análisis realizados a las muestras de sedimento indican que hay presencia de materia orgánica.

6.1.2 Análisis de Metales

Los resultados de los análisis de metales de las muestras de sedimentos, los cuales fueron comparados con la Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) – Chapter 6 – Freshwater; se muestran en el siguiente cuadro:



**Cuadro N° 07: Concentración de metales en muestras de sedimentos**

Informe de Ensayo:			MA1306010						
Punto de Monitoreo:			LTBIP-01	LTBIP-02	LTBIP-03	LTBIP-04	LTBIP-05	LTBIP-06	LTBIP-07
Fecha:			13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13
Hora:			12:58	13:32	14:30	15:07	10:50	13:50	13:05
PARAMETRO	Unidad	CEQG – Sediment (Freshwater)	RESULTADOS						
Plata	mg/kg	-	0.16	0.101	1.068	0.691	0.642	0.138	0.095
Aluminio	mg/kg	-	4,044.90	822.9	3,536.90	3,118.90	3,270.90	1,406.10	2,508.20
Arsénico	mg/kg	5.9	26.61	18.58	162.01	30.93	25.11	17.86	21.25
Bario	mg/kg	-	274.137	299.97	109.64	253.96	162.1	301.31	185.24
Berilio	mg/kg	-	0.245	0.083	0.197	0.224	0.246	0.138	0.309
Cadmio	mg/kg	-	0.623	0.161	0.177	0.136	0.355	0.2	0.29
Cobalto	mg/kg	-	4.317	1.071	2.448	2.752	3.232	1.438	2.917
Cromo	mg/kg	37.3	6.32	2.39	2.28	1.93	3.61	4.89	5.04
Cobre	mg/kg	35.7	20.59	6.35	37.4	21.07	23.05	10.64	11.45
Mercurio	mg/kg	0.17	0.2842	0.2089	3.8707	1.395	1.442	1.1972	1.309
Manganeso	mg/kg	-	418.89	395.42	231.35	605.98	388.53	396.39	459.66
Molibdeno	mg/kg	-	6.4	4.43	6.05	5.3	3.84	7.31	1.23
Níquel	mg/kg	-	16.66	17.58	6.3	14.44	10.63	18.16	16.84
Plomo	mg/kg	35	19.88	5.07	68.64	33.42	30.66	11.08	9.84
Antimonio	mg/kg	-	1.051	0.538	3.53	1.374	1.123	0.608	0.42
Selenio	mg/kg	0	1	0.88	0.77	1.26	0.82	0.78	1.33
Thorio	mg/kg	0	0.642	0.094	0.941	0.356	0.389	0.143	0.431
Talio	mg/kg	0	0.6111	0.0912	0.1786	0.13	0.1465	0.1125	0.2366
Uranio	mg/kg	0	3.0665	2.0587	3.1604	2.0081	1.3755	2.4275	0.8553
Vanadio	mg/kg	0	30	23	52	30	24	20	15
Zinc	mg/kg	123	69.72	13.71	35.73	29.96	71.45	27.13	34.11

Fuente: OEFA

 No cumple referencialmente con la normativa internacional canadiense CEQG.

Los resultados obtenidos de los análisis realizados a los sedimentos; indican que el arsénico (As), en todos los puntos monitoreados, superó el valor de la norma referencial para sedimentos; que para este caso fue la Canadian Environmental Quality Guidelines – Capítulo 6.

El elemento cobre (Cu) en el punto LTBIP-03, superó el valor de la norma comparativa.

El elemento mercurio (Hg); superó el valor de la norma comparativa en todos los puntos monitoreados.

El elemento plomo (Pb) en el punto LTBIP-03, superó el valor de la norma comparativa.





6.2 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA LACUSTRE

6.2.1 Bahía Interior de Puno

A. Evaluación de los parámetros físicos

Los resultados de las mediciones de la temperatura (°C), potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (C.E.) y oxígeno disuelto para los puntos de monitoreo de agua lacustre en la bahía interior de Puno se presentan en el Cuadro N° 08.

**Cuadro N° 08: Resultados de parámetros in situ, de agua lacustre
Bahía Interior de Puno**

Punto	Parámetro			
	T (°C)	OD (mg/L)	pH	C.E. (mS/cm)
LTBIP-01	20.3	2.57	7.79	1373
LTBIP-02	20.0	0.41	7.92	1348
LTBIP-03	21.0	0.79	7.97	1390
LTBIP-04	19.5	0.94	7.95	1359
LTBIP-05	19.2	1.29	7.34	1339
LTBIP-06	18.6	1.32	7.94	1339
LTBIP-07	19.0	0.97	7.93	1319
ECA 002-2008-MINAM – Cat. 4	-	≥ 5	6.8 – 8.5	V.N.E

Fuente: OEFA - Mediciones en campo

(*) El lago Titicaca es clasificada como Categoría 4: Lagunas y lagos - "Conservación del Ambiente Acuático", aprobada mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (Clasificación de los cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas)

ECA para Agua: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

No cumple el valor del ECA.

Según la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, el Lago Titicaca está clasificado en la Categoría 4; Clase Especial.

Los valores del nivel de oxígeno disuelto se encuentran por debajo del valor mínimo establecido en el ECA - D.S.002-2008-MINAM–Categoría 4; estos valores estuvieron entre 0.41 y 2.57 mg/L; correspondiendo el valor mínimo al punto LTBIP-02 frente al sector Chimú; y el más alto al punto LTBIP-01 ubicado en el extremo sur de la bahía interior.

El ECA – Categoría 4 indica que el valor de pH debe estar entre 6.8 y 8.5; los valores obtenidos de pH en todas las muestras están dentro del rango óptimo establecido en el ECA.

El ECA – Categoría 4, no indica el valor de Conductividad, sin embargo, los valores de conductividad en todas las muestras están dentro del rango óptimo establecido en otras categorías del ECA; siendo el valor más bajo al punto LTBIP-07 PF con 1319 mS/cm, canal de ingreso y salida de embarcaciones y el valor más alto fue en el punto LTBIP-03 con 1390 mS/cm; frente a la isla de Espinar.





B. Evaluación de Metales Pesados en Agua Lacustre a Nivel Superficial – Bahía Interior de Puno

Como se observa en el Cuadro N° 9, los niveles de metales pesados no exceden los valores de la Categoría 4 del ECA para Agua; a excepción del elemento arsénico (As), el cual superó la norma comparativa en el punto LTBIP-01; sin embargo, es necesario realizar monitoreos sistemáticos a fin de ampliar la línea base y verificar su comportamiento en tiempo y espacio.

Cuadro N° 9: Niveles de Metales Totales en Agua Lacustre a Nivel Superficial Bahía Interior de Puno

Informe de Ensayo:			N° 1303251 – N° 1303273						
Punto de Monitoreo:			LTBIP-01	LTBIP-02	LTBIP-03	LTBIP-04	LTBIP-05	LTBIP-06	LTBIP-07
Fecha:			13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13
Hora:			12:58	13:32	14:30	15:07	10:50	13:50	13:05
PARAMETRO*	Unidad	ECA - D.S. 002-2008-MINAM (Categoría 4**)	RESULTADOS						
Aluminio (Al)	mg/L	-	0.0102	0.0297	0.0439	0.0374	0.0367	0.0357	0.0178
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.0115	0.0091	<0.0004	0.0089	0.0099	0.0082	0.0082
Boro (B)	mg/L	-	0.9852	0.9282	0.8446	0.9197	0.9786	0.9913	1.0320
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0518	0.0614	0.0592	0.0657	0.0649	0.0640	0.0576
Berilio (Be)	mg/L	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Bismuto (Bi)	mg/L	-	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio (Ca)	mg/L	-	63.9400	69.6700	61.5600	68.8800	66.5100	67.1800	64.0500
Cadmio (Cd)	mg/L	0.004	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018	<0.00018
Cobalto (Co)	mg/L	-	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cromo (Cr)	mg/L	-	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Cobre (Cu)	mg/L	0.02	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Hierro (Fe)	mg/L	-	0.01710	0.05760	0.06580	0.06220	0.06010	0.06080	0.03180
Potasio (K)	mg/L	-	14.940	16.140	16.870	16.170	15.480	15.960	15.300
Litio (Li)	mg/L	-	0.3283	0.3043	0.3026	0.29870	0.1398	0.1403	0.1467
Magnesio (Mg)	mg/L	-	40.6600	39.5800	35.3500	39.2400	36.8500	37.7200	37.6200
Manganeso (Mn)	mg/L	-	0.0361	0.1511	0.1368	0.1465	0.1492	0.1447	0.1103
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Sodio (Na)	mg/L	-	146.2	141.9	140.3	139.1	134.8	137.9	138.6
Niquel (Ni)	mg/L	0.025	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Fósforo (P)	mg/L	-	0.0834	0.6748	0.5247	0.6227	0.6224	0.6426	0.4237
Plomo (Pb)	mg/L	0.001	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007
Antimonio (Sb)	mg/L	-	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
Selenio (Se)	mg/L	-	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Silicio	mg/L	-	0.6223	1.5780	1.6230	1.5780	1.5270	1.5600	1.0820
Estaño (Sn)	mg/L	-	0.0048	0.0039	0.0067	0.0055	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Estroncio (Sr)	mg/L	-	1.0580	1.0490	0.9652	1.0570	1.0110	1.0370	1.0320
Titanio (Ti)	mg/L	-	<0.001	0.001	0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
Talio (Tl)	mg/L	-	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Vanadio (V)	mg/L	-	<0.00019	<0.00019	<0.00019	0.00020	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Zinc (Zn)	mg/L	0.03	0.006	0.007	0.010	0.013	0.020	0.015	0.013
Plata (Ag)	mg/L	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Fuente: Informes de Ensayo N° 1303251 y N°1303273 (Laboratorio ENVIROLAB)

(*) Se incluye a los metaloides Arsénico y Boro

(**) El lago Titicaca es clasificada como Categoría 4: Lagunas y lagos - "Conservación del Ambiente Acuático", aprobada mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (Clasificación de los cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas)

ECA para Agua: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

< : Indica menor al límite de detección del método empleado en laboratorio.

No cumple con el ECA

**C. Evaluación de otros parámetros en agua lacustre a nivel de Superficie en la Bahía Interior de Puno**

Con la finalidad de evaluar otros parámetros, se evaluaron: aceites y grasas, cloruros, DBO₅, DQO, fósforo total, N-Nitratos, N-Nitritos, sólidos totales en suspensión, sulfuros, coliformes fecales y coliformes totales; cuyos resultados fueron comparados con los valores de la Categoría 4 de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).

Cuadro N° 10: Otros Parámetros en agua Lacustre a nivel superficial Bahía Interior de Puno

Informe de Ensayo:			N° 1303251 – N° 1303273						
Punto de Monitoreo:			LTBIP-01	LTBIP-02	LTBIP-03	LTBIP-04	LTBIP-05	LTBIP-06	LTBIP-07
Fecha:			13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13
Hora:			12:58	13:32	14:30	15:07	10:50	13:50	13:05
PARAMETRO	Unidad	ECA - D.S. 002-2008-MINAM (Categoría 4*)	RESULTADOS						
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	<1	<1	*****	<1	<1	<1	<1
Cloruros	mg/L	*****	259.2	256.7	252.9	258.0	255.45	252.93	251.67
DBO ₅	mg/L	<5	3	3	4	<1	4	3	4
DQO	mg/L	*****	20	28	12	28	36	28	12
Fósforo Total	mg/L	*****	0.058	0.681	0.561	0.614	0.627	0.618	0.358
N- Nitrato	mg/L	5	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
N-Nitrito	mg/L	*****	<0.005	<0.005	0.015	0.016	0.024	0.016	0.011
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	≤25	1	1	1	1	2	2	1
Sulfuro	mg/L	*****	<0.002	<0.002	<0.002	0.036	<0.002	<0.002	<0.002
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1000	<1.8	33	49	4.5	<1.8	<1.8	<1.8
Coliformes Totales	NMP/100mL	2000	<1.8	33	79	4.5	<1.8	<1.8	<1.8

Fuente: Informes de Ensayo N° 1303251 y 1303273 (Laboratorio ENVIROLAB)

(*) El lago Titicaca es clasificada como Categoría 4: Lagunas y lagos - "Conservación del Ambiente Acuático", aprobada mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (Clasificación de los cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas)

ECA para Agua: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

< : Indica menor al límite de detección del método empleado en laboratorio.

No cumple con el ECA

Las concentraciones de aceites y grasas fueron menores al límite de cuantificación (1 mg/L) en todos los puntos monitoreados; sin embargo el estándar del ECA – Categoría 4; indica que debe de haber ausencia de película visible.

La concentración de DBO₅ en todas las estaciones estuvo dentro de lo señalado en el ECA-Categoría 4.

Las concentraciones de N-nitratos en todos los puntos monitoreados, estuvieron dentro de lo establecido en el ECA - Categoría 4.

Las concentraciones de sólidos totales en suspensión en todos los puntos monitoreados están dentro de lo establecido en el ECA – Categoría 4.

**D. Evaluación de Pesticidas Organoclorados en agua lacustre a nivel de Superficie en la Bahía Interior de Puno**

Con la finalidad de evaluar pesticidas, se evaluaron pesticidas organoclorados, para determinar la presencia de productos químicos posiblemente presentes en el agua; los resultados obtenidos estuvieron por debajo del límite de detección en todos los puntos monitoreados; los resultados se detallan en siguiente cuadro:

Cuadro N° 11: Pesticidas Organoclorados en agua Lacustre a nivel superficial – Bahía Interior de Puno

Informe de Ensayo:		N° 1303251 – N° 1303273						
Punto de Monitoreo:		LTBIP-01	LTBIP-02	LTBIP-03	LTBIP-04	LTBIP-05	LTBIP-06	LTBIP-07
Fecha:		13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	13-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13	14-Mar-13
Hora:		12:58	13:32	14:30	15:07	10:50	13:50	13:05
PARAMETRO	Unidad	RESULTADOS						
alfa-BHC	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
beta-BHC	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
gamma-BHC (Lindano)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
delta-BHC	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Heptaclor	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Heptaclor Epoxide	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Aldrin	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Chlordane	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Endosulfan I	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Endosulfan II	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Endosulfan Sulfate	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
4-4'DDD	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
4-4'DDE	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
4-4'DDT	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Dieldrin	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Endrin	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Endrin Aldehyde	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Endrin Ketone	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.
Methoxychlor	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.	N.D.	N.D.	N.D.

Fuente: Informes de Ensayo N° 1303251 y 1303273 (Laboratorio ENVIROLAB)

< : Indica menor al límite de detección del método empleado en laboratorio.

N.D.: No Detectable

N.R.: No Registrado

No cumple con el ECA





6.2.2 Zona Lacustre a Profundidad en la Bahía Interior de Puno

A. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos en agua lacustre a profundidad – Bahía Interior de Puno

Los resultados de las mediciones de la temperatura (°C), potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (C.E.) y oxígeno disuelto para los puntos de agua lacustre a profundidad, se presentan en el cuadro N°12.

Cuadro N° 12: Resultados de parámetros in situ de agua lacustre (profundidad) Bahía Interior de Puno

Punto	Parámetros			
	T (°C)	OD (mg/L)	pH	C.E. (mS/cm)
LTBIP-04 PF	18.1	1.47	7.55	1316
LTBIP-07 PF	17.4	1.64	7.97	1283
ECA 002-2008-MINAM – Cat. 4*	-	≥ 5	6.8 – 8.5	V.N.E

Fuente: OEFA - Mediciones en campo

(*) ECA Agua-Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático. D. S. N° 002-2008-MINAM (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua) y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de los cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas).

No cumple con el ECA

Los registros obtenidos de temperatura, pH y conductividad eléctrica; se encuentran dentro del rango óptimo de acuerdo al valor estándar en todos los puntos monitoreados, según lo señalado en el D.S.002-2008-MINAM-Categoría 4; sin embargo, los valores de oxígeno disuelto en los puntos: LTBIP-04 PF y LTBIP-07 PF se encuentran por debajo del mínimo valor establecido en el D.S.N°002-2008-MINAM-Categoría 4.



B. Evaluación de metales pesados en agua lacustre a nivel profundidad – Bahía Interior de Puno

Como se observa en el Cuadro N° 13, los niveles de metales pesados no exceden los valores de la categoría 4 del ECA para Agua, a excepción del elemento arsénico (As), el cual superó la norma comparativa en el punto LTBIP-07 PF sin embargo, es necesario realizar monitoreos sistemáticos a fin de ampliar la línea de base y verificar su comportamiento en tiempo y espacio.

Cuadro N° 13: Niveles de Metales Totales en Agua Lacustre a Profundidad Bahía Interior de Puno

Informe de Ensayo:		N° 1303273		
Punto de Monitoreo:		LTBIP-04 PF	LTBIP-07 PF	
Fecha:		14-Mar-13	14-Mar-13	
Hora:		10:05	13:32	
PARAMETRO*	Unidad	ECA - D.S. 002-2008-MINAM (Categoría 4**)	RESULTADOS	
Aluminio (Al)	mg/L	-	0.0394	0.0225
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.0077	0.0104
Boro (B)	mg/L	-	0.9507	1.1010
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0654	0.0618
Berilio (Be)	mg/L	-	<0.0005	<0.0005
Bismuto (Bi)	mg/L	-	<0.00003	<0.00003
Calcio (Ca)	mg/L	-	64.7300	70.4300
Cadmio (Cd)	mg/L	0.004	<0.00018	<0.00018



Informe de Ensayo:			N° 1303273	
Punto de Monitoreo:			LTBIP-04 PF	LTBIP-07 PF
Fecha:			14-Mar-13	14-Mar-13
Hora:			10:05	13:32
PARAMETRO*	Unidad	ECA - D.S. 002-2008-MINAM (Categoría 4**)	RESULTADOS	
Cobalto (Co)	mg/L	-	<0.0001	<0.0001
Cromo (Cr)	mg/L	-	<0.00015	<0.00015
Cobre (Cu)	mg/L	0.02	<0.00019	<0.00019
Hierro (Fe)	mg/L	-	0.06470	0.04680
Potasio (K)	mg/L	-	15.050	16.910
Litio (Li)	mg/L	-	0.1371	0.1519
Magnesio (Mg)	mg/L	-	36.4400	40.5700
Manganeso (Mn)	mg/L	-	0.1412	0.1427
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	<0.0002	<0.0002
Sodio (Na)	mg/L	-	133.1	148.0
Niquel (Ni)	mg/L	0.025	<0.0002	<0.0002
Fósforo (P)	mg/L	-	0.6420	0.5720
Plomo (Pb)	mg/L	0.001	<0.00007	<0.00007
Antimonio (Sb)	mg/L	-	<0.00008	<0.00008
Selenio (Se)	mg/L	-	<0.0004	<0.0004
Silicio	mg/L	-	1.4960	1.4550
Estaño (Sn)	mg/L	-	<0.0004	<0.0004
Estroncio (Sr)	mg/L	-	0.9929	1.1120
Titanio (Ti)	mg/L	-	<0.001	<0.001
Talio (Tl)	mg/L	-	<0.00015	<0.00015
Vanadio (V)	mg/L	-	<0.00019	<0.00019
Zinc (Zn)	mg/L	0.03	0.013	0.012
Plata (Ag)	mg/L	-	<0.0003	<0.0003
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001

Fuente: Informe de Ensayo N° 1303273 (Laboratorio ENVIROLAB)

(*) Se incluye a los metaloides Arsénico y Boro

(**) El lago Titicaca es clasificada como Categoría 4: Lagunas y lagos - "Conservación del Ambiente Acuático", aprobada mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (Clasificación de los cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas).

< : Indica menor al límite de detección del método empleado en laboratorio.

No cumple con el ECA



C. Evaluación de otros parámetros en Agua Lacustre a Nivel de profundidad – Bahía Interior de Puno

Con la finalidad de evaluar otros parámetros, se evaluaron: cloruros, DBO₅, DQO, fósforo total, N-Nitratos, N-Nitritos, sólidos totales en suspensión, sulfuros, coliformes fecales y coliformes totales; cuyos resultados fueron comparados con los valores de la Categoría 4 de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).

**Cuadro N° 14: Otros Parámetros en Agua Lacustre a Nivel de Profundidad – Bahía Interior de Puno**

Informe de Ensayo:			N° 1303273	
Punto de Monitoreo:			LTBIP-04 PF	LTBIP-07 PF
Fecha:			14-Mar-13	14-Mar-13
Hora:			10:05	13:32
PARAMETRO	Unidad	ECA - D.S. 002-2008-MINAM (Categoría 4*)	RESULTADOS	
Cloruros	mg/L	*****	254.19	255.45
DBO ₅	mg/L	<5	3	1
DQO	mg/L	*****	36	12
Fósforo Total	mg/L	*****	0.645	0.495
N- Nitrato	mg/L	5	0.06	<0.05
N-Nitrito	mg/L	*****	0.009	0.012
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	≤25	3	1
Sulfuro	mg/L	*****	<0.002	<0.002
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1000	<1.8	<1.8
Coliformes Totales	NMP/100mL	2000	2.0	<1.8

Fuente: Informe de Ensayo N°1303273 (Laboratorio ENVIROLAB)

(*) El lago Titicaca es clasificada como Categoría 4: Lagunas y lagos - "Conservación del Ambiente Acuático", aprobada mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (Clasificación de los cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas).

< : Indica menor al límite de detección del método empleado en laboratorio.

 No cumple con el ECA

Las concentraciones de DBO₅ en todos los puntos monitoreados se encuentran por debajo del valor límite establecido en el ECA – Categoría 4.

Las concentraciones de N-Nitratos en todos los puntos monitoreados está dentro de lo señalado en el ECA – Categoría 4.

Las concentraciones de sólidos totales en suspensión están por debajo del valor límite establecido en el ECA – Categoría 4.

D. Evaluación de Pesticidas Organoclorados en agua lacustre a nivel de profundidad en la Bahía Interior de Puno

Con la finalidad de evaluar pesticidas, se evaluaron pesticidas organoclorados; para determinar la presencia de productos químicos posiblemente presentes en el agua.





Cuadro N° 11: Pesticidas Organoclorados en agua Lacustre a nivel superficial Bahía Interior de Puno

Informe de Ensayo:		N° 1303273	
Punto de Monitoreo:		LTBIP-04 PF	LTBIP-07 PF
Fecha:		14-Mar-13	14-Mar-13
Hora:		10:05	13:32
PARAMETRO	Unidad	RESULTADOS	
alfa-BHC	mg/L	N.D.	N.D.
beta-BHC	mg/L	N.D.	N.D.
gamma-BHC (Lindano)	mg/L	N.D.	N.D.
delta-BHC	mg/L	N.D.	N.D.
Heptaclor	mg/L	N.D.	N.D.
Heptaclor Epoxido	mg/L	N.D.	N.D.
Aldrin	mg/L	N.D.	N.D.
Chlordane	mg/L	N.D.	N.D.
Endosulfan I	mg/L	N.D.	N.D.
Endosulfan II	mg/L	N.D.	N.D.
Endosulfan Sulfate	mg/L	N.D.	N.D.
4-4'DDD	mg/L	N.D.	N.D.
4-4'DDE	mg/L	N.D.	N.D.
4-4'DDT	mg/L	N.D.	N.D.
Dieldrin	mg/L	N.D.	N.D.
Endrin	mg/L	N.D.	N.D.
Endrin Aldehyde	mg/L	N.D.	N.D.
Endrin Ketone	mg/L	N.D.	N.D.
Methoxychlor	mg/L	N.D.	N.D.

Fuente: Informes de Ensayo N°1303273 (Laboratorio ENVIROLAB)
< : Indica menor al límite de detección del método empleado en laboratorio.

No cumple con el ECA



VII. CONCLUSIONES

7.1. Resultados de Calidad de Sedimentos

La evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos en las muestras recolectadas en la bahía interior de Puno, indica lo siguiente:

- El análisis de materia orgánica indica que existe presencia de la misma.
- Los análisis de metales en las muestras de sedimento reportaron que los valores de concentración de arsénico (As) en todos los puntos monitoreados no cumplen con lo señalado en la Norma Internacional: Canadian Environmental Quality Guidelines, utilizada como norma referencial.



- Los análisis de metales en las muestras de sedimento reportaron que los valores de concentración de mercurio (Hg) en todos los puntos monitoreados no cumple con lo señalado en la Norma Internacional: Canadian Environmental Quality Guidelines, utilizada como norma referencial.
- Los resultados de los análisis de los elementos cobre (Cu) y plomo (Pb) en el punto muestreo LTBIP-03 indican que no cumple con el valor señalado en la Norma Internacional: Canadian Environmental Quality Guidelines; utilizada como norma referencial.

7.2. Resultados de Calidad de Agua Lacustre a Nivel Superficial – Bahía Interior de Puno

- Los valores obtenidos de pH en los puntos: LTBIP-01, LTBIP-02, LTBIP-03, LTBIP-04, LTBIP-05, LTBIP-06 y LTBIP-07; se encuentran dentro del rango señalado en el ECA para agua – Categoría 4.
- Los valores obtenidos de oxígeno disuelto en los puntos: LTBIP-01, LTBIP-02, LTBIP-03, LTBIP-04, LTBIP-05, LTBIP-06 y LTBIP-07; no cumple con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- El elemento arsénico (As) en el punto LTBIP-01 no cumple con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados de las concentraciones de aceites y grasas estuvieron por debajo del límite de detección del análisis; cabe mencionar que durante el muestreo no se observó presencia alguna de película iridiscente en la superficie del agua.
- Los resultados de los análisis de cloruros estuvieron entre 251.67 y 259.2 mg/L; sin embargo no puede ser comparado al no estar considerado en el D.S. N°002-2008-MINAM – Categoría 4.
- Los resultados de los análisis de DBO₅ cumplen con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados de N-Nitratos cumple con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados de los análisis de N-Nitritos, estuvieron entre 0.005 y 0.024 mg/L; sin embargo no puede ser comparado al no estar considerado en el D.S. N°002-2008-MINAM – Categoría 4.
- Los resultados de los análisis de sólidos totales en suspensión estuvieron entre el valor de 1 y 2 mg/L; siendo el valor comparativo ≤ 25 mg/L, indicado en el D.S. N°002-2008-MINAM – Categoría 4.
- Los resultados obtenidos de los análisis de coliformes fecales, estuvieron entre 1.8 y 49 NMP/100 ml; por lo que cumple con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados obtenidos de los análisis de coliformes totales se encuentran entre 1.8 y 79 NMP/100 ml, los cuales cumplen con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.





- Los resultados de los análisis de pesticidas organoclorados, resultaron todos menor al límite de detección del método; cabe señalar que el D.S. N°002-2008-MINAM – Categoría 4 no indica algún valor comparativo de pesticidas.

7.3. Resultados de Calidad de Agua Lacustre a Profundidad – Bahía Interior de Puno (Punto de muestreo LTBIP-04 PF y LTBIP- 07 PF)

- Los valores obtenidos de pH en campo, se encuentran dentro del rango señalado en el D.S. N°002-2008-MINAM – Categoría 4.
- Los resultados obtenidos de oxígeno disuelto en campo, no cumplen con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- El resultados de los análisis de metales en la muestras indican que el elemento arsénico (As) en el punto LTBIP-07 PF tuvo un valor de 0.0104 mg/L; valor que no cumple con lo señalado.
- Los resultados de análisis de cloruros en las muestras de los puntos LTBIP-04 PF y LTBIP-07 PF fueron de 25.19 y 255.45 mg/L respectivamente.
- Los resultados del análisis de DBO₅ cumplen con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados del análisis de N-Nitrato cumple con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados del análisis de Sólidos Totales en Suspensión cumplen con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S.002-2008-MINAM.
- Los resultados obtenidos de los análisis de coliformes fecales indicaron un valor menor de 1.8 para ambos puntos; por lo que cumplen con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados obtenidos de los análisis de coliformes totales estuvieron entre 1.8 y 2.0 NMP/100 ml; por lo que cumple con el estándar establecido para este parámetro en la Categoría 4 - D.S. N°002-2008-MINAM.
- Los resultados de los análisis de pesticidas organoclorados se encontraron menores al límite de detección del método, cabe señalar que el D.S. N°002-2008-MINAM – Categoría 4 no indica algún valor comparativo de pesticidas.



Los resultados del parámetro de campo oxígeno disuelto no cumplen con lo establecido en el D.S. N°002-2008-MINAM – Categoría 4; y en algunos caso reportó valores menores a uno (1.0 mg/L); esto se debe posiblemente al aporte de materia orgánica, que se pudo apreciar en la superficie.

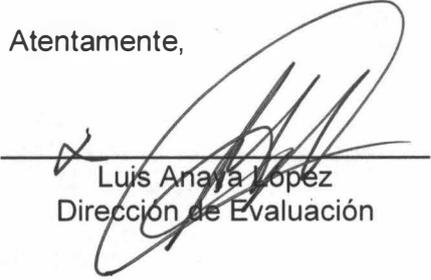
Cabe mencionar que en la Isla Espinar existe una laguna de oxidación, la cual es administrada por EMSAPUNO y que generalmente se encuentra colmatada; lo que posiblemente en momentos de lluvia genera un trasvase hacia las aguas superficiales de la bahía interior de Puno; lo que hace que haya materia orgánica en la bahía.

**VIII. RECOMENDACIÓN**

- Remitir el presente informe a la Dirección de Supervisión para su conocimiento y atención según corresponda.

Siendo todo cuanto tengo que informar a usted para los fines consiguientes,

Atentamente,



Luis Anaya López
Dirección de Evaluación

San Isidro,

Visto el informe N° 224-2013-OEFA/DE-SDCA y estando conforme con su contenido, PÓNGASE a consideración de la Dirección de Evaluación para los fines correspondientes.

Atentamente,



PAOLA CHINÉN GUIMA
Subdirectora de Calidad Ambiental
Dirección de Evaluación



Anexo

Registro Fotográfico





Fotografía N°01: Materia Orgánica Flotante

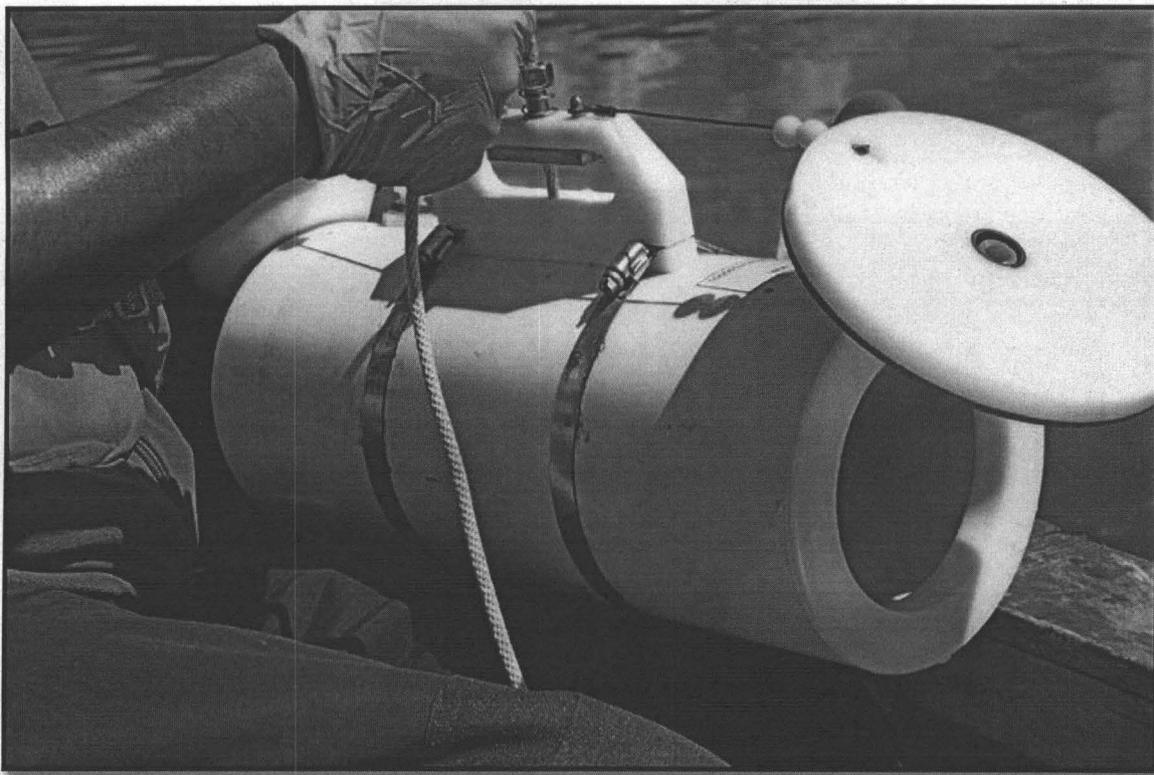


Fotografía N°02: Peces Inertes





Fotografía N°05: Muestreo de agua a profundidad con uso de botella Niskin

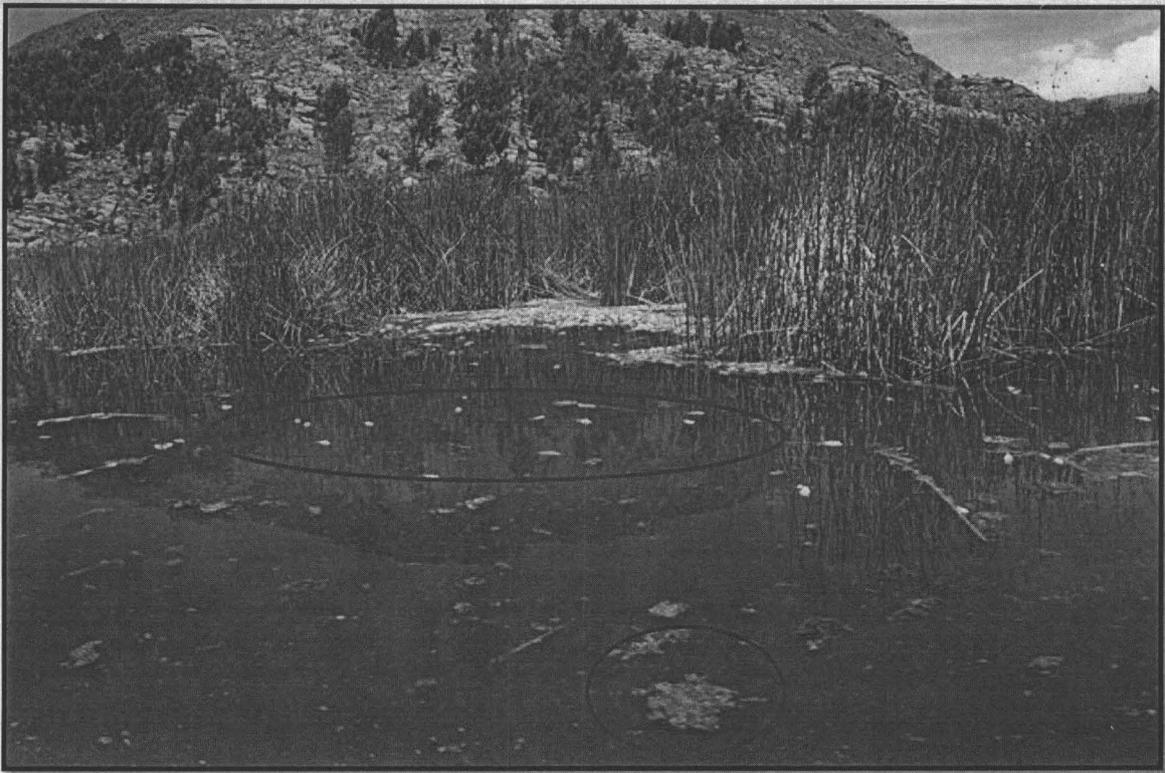


Fotografía N°06: Muestreo de sedimentos con uso de draga Van Veen





Fotografía N°03: Materia Orgánica y Peces Muertos



Fotografía N°04: Muestreo y Preservación de muestras de agua

