



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL



#### TESIS

#### MODELAMIENTO DE LA EUTROFIZACIÓN DE LA BAHÍA INTERIOR – PUNO LAGO TITICACA

PRESENTADA POR:

FRAN OLGER LINO TALAVERA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

PUNO, PERÚ

2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

MODELAMIENTO DE LA EUTROFIZACIÓ  
N DE LA BAHÍA INTERIOR – PUNO LAGO  
TITICACA.docx

AUTOR

FRAN OLGER LINO TALAVERA

RECuento DE PALABRAS

57779 Words

RECuento DE CARACTERES

261201 Characters

RECuento DE PÁGINAS

229 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

33.1MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 5, 2024 3:36 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 5, 2024 3:41 PM GMT-5

● 16% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



  
W. Ronald Quiza Vilca  
E.P. INGENIERIA GEOLOGICA  
CIP. 84613

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
PUNO  
M.Sc. Ronald Quiza Vilca  
E.P. INGENIERIA GEOLOGICA  
CIP. 84613

Resumen



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

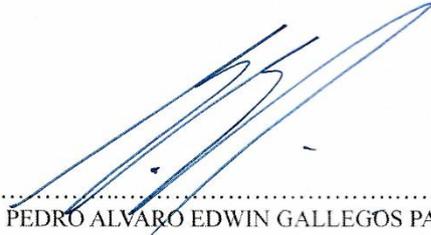
**TESIS**  
**MODELAMIENTO DE LA EUTROFIZACIÓN DE LA BAHÍA INTERIOR**  
**PUNO LAGO TITICACA**



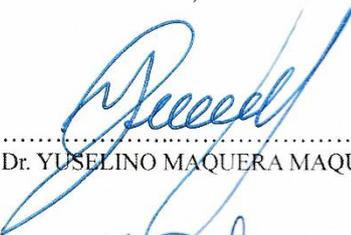
**PRESENTADA POR:**  
**FRAN OLGER LINO TALAVERA**  
**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**  
**MAGISTER SCIENTIAE EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

  
.....  
D.Sc. PEDRO ALVARO EDWIN GALLEGOS PASCO

PRIMER MIEMBRO

  
.....  
Dr. YUSELINO MAQUERA MAQUERA

SEGUNDO MIEMBRO

  
.....  
M.Sc. CESAR ENRIQUE YUPANQUI BENDITA

ASESOR DE TESIS

  
.....  
M.Sc. RONALD QUIZA VILCA

Puno, 31 de enero de 2024.

ÁREA: Ciencias de la ingeniería.  
TEMA: Recursos hídricos.  
LÍNEA: Recursos naturales y medio ambiente.



## DEDICATORIA

A mis padres JOSÉ y AMANDA, por ser mi guía y apoyo incondicional y todo lo que soy, todo lo que seré, se lo debo a ellos. A mis hijos, THAÍS FIORELLA y FRANK BRUNO, los pilares de mi vida, es maravilloso pensar que Dios ha creado a cada niño. Gracias por ser mis hijos.

*Fran Olger Lino Talavera.*



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano, a la Escuela de Postgrado, y a la Maestría en Tecnologías de Protección Ambiental, por permitirme continuar mi formación académica y profesional.

Agradezco profundamente a mis hijos, por permitir el logro de este trabajo y su apoyo incondicional en todo momento.

Agradezco a todas las personas que tuvieron que ver algo en la realización del presente trabajo, muchas gracias a todos.

*Fran Olger Lino Talavera.*



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
ACRÓNIMOS	xx
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
1.1 Marco teórico	4
1.1.1 Eutrofización	4
1.2 Antecedentes	15
1.2.1 Internacionales	15
1.2.2 Nacionales	18
1.2.3 Locales	20
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
2.1 Identificación del problema	22
2.2 Enunciados del problema	22
2.2.1 Problema general	22
2.2.2 Problemas específicos	22
2.3 Justificación	23
2.4 Objetivos	24
2.4.1 Objetivo general	24
2.4.2 Objetivos específicos	24
2.5 Hipótesis	25
2.5.1 Hipótesis general	25
2.5.2 Hipótesis específicas	25
	iii



### CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	26
3.1.1	Ubicación Geográfica y Política	26
3.1.2	Ubicación Hidrográfica	27
3.1.3	Sistema Hidrográfico	28
3.2	Población	30
3.3	Muestra	30
3.4	Método de investigación	30
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	32
3.5.1	Estaciones de Monitoreo de Calidad del Agua	32
3.5.2	Parámetros a Evaluar	34
3.5.3	Recolección y Análisis de Muestras de Agua	34
3.5.4	Laboratorio de Análisis de Agua	36
3.5.5	Materiales	36
3.5.6	Procedimiento de Muestreo	37
3.5.7	Establecimiento del Índice de Estado Trófico	37
3.5.8	Variables que Determinan el Estado Trófico	38
3.5.9	Variables Abióticas	38
3.5.10	Variables Bióticas	45
3.5.11	Flora Acuática	47

### CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	51
4.1.1	Altura Total del Punto de Muestreo	51
4.1.2	Transparencia (m)	55
4.1.3	Índice de Estado Trófico	59
4.1.4	Resultados de las Variables Complementarias que Determinan el Estado Eutrófico	68
4.1.5	Comparación de Resultados	122
4.2	Discusión	146
4.2.1	Interpretación de Resultados	146
4.2.2	Causas de la Eutrofización en la Bahía Interior de Puno Lago Titicaca	148
4.2.3	Transparencia	150



4.2.4	Índice de Estado Trófico	151
4.2.5	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	152
4.2.6	Nutrientes	153
4.2.7	Nitratos	154
4.2.8	Nitritos	154
4.2.9	Fosfatos	156
4.2.10	Temperatura	158
4.2.11	Oxígeno Disuelto	159
4.2.12	Conductividad	159
4.2.13	Potencial de Hidrogeniones (pH)	160
	CONCLUSIONES	162
	RECOMENDACIONES	163
	BIBLIOGRAFÍA	165
	ANEXOS	167

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Escala de Valores del Estado Trófico en los cuerpos de agua	31
2. Fórmulas para estimar el estado trófico aplicando los indicadores de eutrofia	32
3. Puntos de monitoreo en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca	33
4. Altura de la columna de agua año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	51
5. Altura de la columna de agua año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	52
6. Altura de la columna de agua año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	52
7. Altura de la columna de agua año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	53
8. Altura de la columna de agua año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	53
9. Altura de la columna de agua año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	54
10. Altura de la columna de agua año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	54
11. Altura de la columna de agua año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	55
12. Medida de la transparencia de la columna de agua año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	55
13. Medida de la transparencia de la columna de agua año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	56
14. Medida de la transparencia de la columna de agua año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	56
15. Medida de la transparencia de la columna de agua año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	57
16. Medida de la transparencia de la columna de agua año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	57
17. Medida de la transparencia de la columna de agua año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	58
18. Medida de la transparencia de la columna de agua año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	59
19. Fórmulas para la determinación del índice de estado trófico	60
20. Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	60
21. Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	61



22.	Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	62
23.	Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	63
24.	Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	64
25.	Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	65
26.	Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	66
27.	Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	67
28.	DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	68
29.	DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	69
30.	DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	69
31.	DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	70
32.	DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	70
33.	DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	71
34.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	72
35.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	72
36.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	73
37.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	73
38.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	74



39.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	74
40.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	75
41.	NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	75
42.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	76
43.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	76
44.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	77
45.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	77
46.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	78
47.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	78
48.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	79
49.	NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	79
50.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	80
51.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	81
52.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	81
53.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	82
54.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	82
55.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	83



56.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	83
57.	NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	84
58.	NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	84
59.	NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	85
60.	NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	85
61.	NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	86
62.	NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	86
63.	NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	87
64.	NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	87
65.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	88
66.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	89
67.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	89
68.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	90
69.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	90
70.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	91
71.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	91
72.	FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	92



73.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	92
74.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	93
75.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	93
76.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	94
77.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	94
78.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	95
79.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	95
80.	FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	96
81.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	97
82.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	97
83.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	98
84.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	98
85.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	99
86.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	99
87.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	100
88.	OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	100
89.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	101



90.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	101
91.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	102
92.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	102
93.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	103
94.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	103
95.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	104
96.	OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	104
97.	C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	105
98.	C. E.20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	106
99.	C. E.20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	106
100.	C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	107
101.	C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	107
102.	C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	108
103.	C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.	108
104.	C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	109
105.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	109
106.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	110



107.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	110
108.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	111
109.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	111
110.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	112
111.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	112
112.	C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	113
113.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	114
114.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	114
115.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	115
116.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	115
117.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	116
118.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	116
119.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	117
120.	pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	117
121.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	118
122.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	118
123.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	119



124.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	119
125.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	120
126.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	120
127.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	121
128.	pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca	121
129.	Equivalencias de puntos de monitoreo	122
130.	Promedios anuales de índices de estados tróficos por años	123
131.	Promedios anuales de DBO5 para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	124
132.	Promedios anuales de DBO5 para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	126
133.	Promedios anuales de los NITRATOS para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	127
134.	Promedios anuales de los NITRATOS para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	128
135.	Promedios anuales del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	129
136.	Promedios anuales del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	130
137.	Promedios anuales de la CONDUCTIVIDAD para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	132
138.	Promedios anuales del pH para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	133



139. Promedios anuales del pH para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua 134
140. Promedios anuales de la TEMPERATURA para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua 136
141. Promedios anuales de la TEMPERATURA para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua 138
142. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE SETIEMBRE para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua 139
143. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE OCTUBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua 140
144. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE NOVIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua 141
145. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE DICIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua 142
146. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE SETIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua 143
147. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE OCTUBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua 144
148. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE NOVIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua 145
149. Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE DICIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua 146
150. Promedios anuales de los NITRITOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua. 155



151. Promedios anuales de los NITRITOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua. 155
152. Promedios anuales de los FOSFATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua 157
153. Promedios anuales de los FOSFATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua 158

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Esquema del Proceso de Eutrofización de los Lagos	10
2. Crecimiento de plantas acuáticas por la entrada de nutrientes a la Bahía Interior de Puno, Lago Titicaca	12
3. Vista del lago Titicaca con presencia de lemna	14
4. Comparación de un lago oligotrófico frente a un lago eutrófico	15
5. Ubicación del Área de Estudio	28
6. Microcuenca de la Bahía Interior de Puno	28
7. Ubicación de Microcuencas de la Bahía Interior de Puno	29
8. Distribución de puntos de monitoreo en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca	33
9. Índices de estado trófico	37
10. Esquema de lago oligotrófico y lago eutrófico referido a la presencia de oxígeno disuelto y la presencia de nutrientes	39
11. Eutrofización en la Bahía Interior de Puno Lago Titicaca	40
12. Coloración del agua, indica la presencia de contaminantes	42
13. Relación de la Conductividad con la Alcalinidad	44
14. Menor cantidad de oxígeno en un lago, mayor cantidad de oxígeno en un lago oligotrófico	47
15. Flora béntica y fitoplancton en lagos	48
16. Paisajes de un lago eutrófico y un lago oligotrófico	49
17. Vista del crecimiento excesivo de algas producto de la eutrofización	49
18. Mapa del comportamiento de transparencia año 2008	60
19. Mapa del comportamiento de transparencia año 2009	61
20. Mapa del comportamiento de transparencia año 2010	62
21. Mapa del comportamiento de transparencia año 2011	63
22. Mapa del comportamiento de transparencia año 2012	64
23. Mapa del comportamiento de transparencia año 2013	65
24. Mapa del comportamiento de transparencia año 2014	66
25. Mapa del comportamiento de transparencia año 2015	67
26. Gráfico en barras de la determinación de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca	123



27.	Gráfico en barras de la DBO5 para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	124
28.	Gráfico en barras de la DBO5 para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	125
29.	Gráfico en barras de los NITRATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	127
30.	Gráfico en barras de los NITRATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	128
31.	Gráfico en barras del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	129
32.	Gráfico en barras del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	130
33.	Gráfico en barras de la CONDUCTIVIDAD para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	131
34.	Gráfico en barras de la CONDUCTIVIDAD para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	132
35.	Gráfico en barras del pH para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	133
36.	Gráfico en barras del pH para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	134
37.	Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	135
38.	Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua	136
39.	Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	137
40.	Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua	137
41.	Sinopsis como cada parámetro influye de manera directa en crear condiciones apropiadas para el aumento de la eutrofización	147
42.	Causas de la Eutrofización en la Bahía interior de Puno Lago Titicaca	148
43.	Gráfico en barras de la TRANSPARENCIA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, a nivel de la columna de agua	150



44. Diagrama de la importancia de los nutrientes en la contribución del aumento de la eutrofización 153



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Diagrama de causas y efectos de la eutrofización en lagos.	167
2. Batimetría de la Bahía Interior Puno Lago Titicaca	168
3. Mapas del estado Eutrófico de la Bahía Interior Puno Lago Titicaca	168



## ACRÓNIMOS

MINAM	:	Ministerio del Ambiente
MINEM	:	Ministerio de Energía y Minas
PEBLT	:	Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca
UNA	:	Universidad Nacional del Altiplano

## RESUMEN

La Bahía Interior de Puno Lago Titicaca, en la actualidad viene atravesando serios problemas de contaminación por el vertido de las aguas residuales sin tratamiento. El estudio servirá para evaluar el comportamiento de la calidad del agua de la Bahía interior frente a distintas medidas de intervención de parte de la política local, regional y nacional. Los objetivos fueron: Determinar del grado de contaminación del agua expresado como porcentaje de agua pura en la Bahía Interior de Puno - Lago Titicaca. Cuantificar y evaluar la calidad del agua. Reconocer las fuentes de contaminación de las aguas afluentes y Conocer los contaminantes más relevantes de los cauces y mecanismos de eutrofización. La metodología empleada es el índice de estado trófico de Carlson (1977) o TSI (Trophic State Index). Un estudio Longitudinal desde el año 2008 al 2016. Con 15 puntos de muestreo se realizó 12 veces al año, evaluando los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en cada punto de muestreo a 20% y 80% de la columna de agua. El resultado a esperar es utilizar el modelamiento a fin predecir la concentración de los contaminantes para las distintas alternativas de tratamiento, así mismo, dar una descripción de un modelo para estimar la calidad del agua en la Bahía Interior del lago Titicaca. Como conclusión podemos manifestar que con el índice de estado trófico de Carlson Se ha determinado que los contaminantes más relevantes en el proceso de eutrofización de la Bahía Interior son los nutrientes y fosfatos, estos provenientes del vertimiento de aguas residuales de la ciudad de Puno.

**Palabras clave:** Disco Secchi; Eutrofización; Calidad del Agua; Nutrientes, Modelamiento del Estado Trófico.



## ABSTRACT

The Inner Bay of Puno Titicaca Lake is currently experiencing serious pollution problems due to the discharge of untreated wastewater. The study will serve to evaluate the behavior of water quality of the Inner Bay in front of different intervention measures of local, regional, and national politics. The objectives were to: Determine the degree of water contamination expressed as a percentage of pure water in the Inner Bay of Puno-Titicaca Lake Quantify and evaluate water quality. Recognize the sources of pollution of tributary waters and know the most relevant pollutants of the channels and mechanisms of eutrophication. The methodology used is Carlson trophic state index (1977) or TSI (Trophic State Index). A Longitudinal study from 2008 to 2016 with 15 sampling points was carried out 12 times a year, evaluating the physical, chemical, and microbiological parameters in each sampling point at 20% and 80% of the water column. The expected result is to use the modeling to predict the concentration of contaminants for the different treatment alternatives, as well as to give a description of a model to estimate the quality of water in the Inner Bay of Titicaca Lake. In conclusion, we can state that with the Carlson trophic state index, it has been determined that the most relevant pollutants in the eutrophication process of the Inner Bay are nutrients and phosphates, these coming from the discharge of wastewater from the city of Puno.

**Keywords:** Eutrophication, nutrients, Secchi disc, Trophic State Modeling, water quality.



## INTRODUCCIÓN

El aumento en los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas producto del vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales a los cuerpos de agua, ha generado la necesidad de cuantificar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Por otra parte, debido a las diferencias de interpretación entre los encargados de tomar decisiones, los expertos en el tema y del público en general, existe un esfuerzo creciente para desarrollar un sistema indicador que agrupe los parámetros contaminantes más representativos dentro de un marco de referencia unificado. Este modelo tiene como finalidad representar en términos matemáticos el proceso de contaminación de la bahía interior del lago, identificar las fuentes de contaminación y los niveles de contaminación de la bahía interior, pero sobre todo servirá para evaluar el comportamiento de la calidad del agua de la bahía interior frente a distintas medidas de intervención, por ejemplo, si recordamos la ALT instalo aireadores mecánicos para disminuir los niveles de contaminación en la bahía interior del lago, pero no sabemos si esto cumplió dichos objetivos, pero si contáramos con este modelo de eutrofización de la bahía interior del lago, podríamos adelantarnos a obtener conclusiones y decir si esa medida de mitigación llegara o no a cumplir sus objetivos, así como el ejemplo que puse, puedo darle miles de aplicaciones al modelo, puedo evaluar cualquier escenario de interés, ahora que se requiere para este estudio, primero el software para desarrollar el modelo puede ser el AQUATOOL u otro modelo como el QUAL2D.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1 Marco teórico

##### 1.1.1 Eutrofización

La palabra eutrofización o eutroficación significa literalmente "el proceso de la buena nutrición". Pero en relación con un lago o laguna, hoy en día esta palabra se refiere a una fertilización excesiva de una masa de agua que da por resultado el crecimiento perjudicial de plantas acuáticas, tales como algas y macrófitas.

La eutrofización de las aguas es una palabra que como refiere Xavier Domenech (Química de la Hidrosfera. Origen y destino de los contaminantes. Madrid 1995, p. 21) proviene del griego eutros (eu= bien, y trofein= alimentar o nutrir) significa bien alimentado y consiste en que la presencia excesiva de materia orgánica en el agua, provoca un crecimiento rápido de algas y otras plantas verdes que recubren la superficie del agua e impiden el paso de luz solar a las capas inferiores.

Según Pabón et al. (2023) el proceso de contaminación de la bahía del Lago Titicaca. Prieto y Martínez (1999) la contaminación del agua es un problema grave que afecta tanto a los ecosistemas acuáticos como a la salud humana. La contaminación del agua, también conocida como contaminación hídrica, ocurre cuando los cuerpos de agua naturales, como lagos, ríos y mares, se ven afectados por sustancias químicas ajenas a su composición original. Estas sustancias alteran las propiedades del agua, haciéndola insalubre y dañina para la vida. Según Lissette (1982) el Lago Titicaca, en la actualidad, es considerado una maravilla natural del mundo. Es el hábitat de muchas especies nativas únicas y en extinción, con flora y fauna de gran diversidad, sitio de anidamiento de muchas aves migratorias, fuente de agua dulce filtrada, por su volumen, regula la temperatura del aire de la región permitiendo condiciones del clima menos agresivas para la vida. Sin embargo, en las últimas décadas, la influencia antropogénica afectó su conservación (Aguirre, 2018).

La eutrofización de los cuerpos de agua y el consecuente desarrollo masivo de floraciones tóxicas de cianobacterias son un problema en el mundo entero. Para solucionarlo existe un amplio espectro de actividades, desde múltiples cambios en las cuencas, a través del desarrollo de nuevos métodos de restauración de los lagos, hasta la evaluación de los efectos de cianocidas en el medio acuático (Bauzá y Giannuzzi, 2011).

Las concentraciones de nitratos, nitritos, fosfatos, silicatos, materia orgánica particulada y clorofila *a* fueron determinadas en laboratorio a partir de muestras de agua superficial. Los parámetros físicos fueron medidos *in situ* y los morfométricos fueron estimados a partir de imágenes satelitales. La calidad del agua de las lagunas fue determinada a partir de su estado trófico (Bohn et al., 2012).

La abundancia de nutrientes en los ríos y en los lagos no es benéfica cuando llega al exceso. Esta abundancia puede tener causas naturales o deberse a las actividades humanas. Uno pensaría que mientras más nutrientes haya en un ecosistema, más crecen y se desarrollan los organismos que lo habitan. Sin nutrientes, en cambio, los seres vivos mueren. Así pues, una gran abundancia de nutrientes tendría que ser benéfica. Resulta que no siempre es así. El exceso de alimento puede afectar negativamente los procesos químicos y la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Chapa y Guerrero, 2010).

Los lagos urbanos presentan una grave degradación ambiental y paisajística ya que las actividades antropogénicas han desencadenado y acelerado la contaminación del agua, comprometiendo su calidad y disponibilidad, pilar de la supervivencia humana (Chaves Ramírez, 2022).

La eutrofización es uno de los procesos químicos más contaminantes para fuentes hídricas, puesto que ocasiona la deteriorización del agua y el desequilibrio ecológico (Correal, 2022).

Se evaluaron las condiciones ambientales de 6 sitios a orillas del lago Titikaka (La Paz, Bolivia), encontrándose diferentes grados de eutrofización. Se emplearon 4 indicadores de evaluación rápida: macrófitas flotantes y sumergidas,

fitoplancton y propiedades organolépticas, complementándolos con análisis de pH y micro-meso fauna (Fontúrbel Rada, 2016a).

La aparición y proliferación de macrófitas flotantes (pleuston) muestra estar asociada con la reducción de la diversidad de macrófitas sumergidas (limnófitas) y de fitoplancton. A mayor desarrollo del proceso eutrófico las limnófitas tienden a desaparecer, mientras que la composición de las comunidades de fitoplancton se modifica, quedando uno o dos géneros predominantes (como por ejemplo *Oscillatoria* y *Mougeotia*) (Fontúrbel Rada, 2016b).

Este proceso es parte del problema general de la contaminación del agua superficial y se debe esencialmente a los efectos de la civilización. Así mismo es uno de tantos problemas ambientales que amenazan la belleza de ríos, lagos, arroyos y demás sistemas fluviales, así como la vida de los organismos (García Miranda y Miranda Rosales, 2018).

Este fenómeno es parte de un proceso natural de envejecimiento de los lagos, que ocurre en forma lenta e independientemente de la actividad del hombre (Bonansea et al., 2012).

Sin embargo, muchos lagos han sufrido graves daños por parte de las actividades diarias de la sociedad, las cuales afectan su estética, el turismo y la economía en general (Vollenweider, 1970).

Es importante hacer mención que todo lago tiende a desaparecer con el tiempo, pero la acción del hombre puede acelerar el proceso de eutrofización (Roldán y Ramírez, 2008).

La eutrofización se define como un proceso de deterioro de la calidad del recurso agua, se origina por el enriquecimiento de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, condicionando la utilización de estos y ejerciendo grandes impactos ecológicos, sanitarios y económicos a escala regional (Ledesma, et al., 2013).

La palabra eutrófico significa rico en nutrientes y la eutrofización proviene del griego eu “bien” y trophein “nutrido” que significa bien nutrido, autores lo definen como consecuencia de un desequilibrio a la multiplicación de materia

vegetal, que al descomponerse provoca daños como la disminución del oxígeno disuelto, tan necesario para la vida acuática. La eutrofización, a escala de paisaje es una presión importante hacia la pequeña biodiversidad del cuerpo de agua, especialmente porque los pequeños cuerpos de agua ricos en nutrientes son dominantes en el paisaje (Rosset et al., 2014).

La eutrofización es una de las consecuencias de los procesos de contaminación de las aguas en ríos, embalses, lagos, mares, entre otros, que desgraciadamente, debido a la actividad del hombre sobre estos recursos, están cada día más extendidas (Goitía, 2011).

El concepto de Eutrofización y su problemática en los ecosistemas acuáticos lacustres. Tras definir la eutrofización y estimar la carga crítica de fósforo, se tratará la restauración de lagos eutróficos y la importancia de determinar la posible carga interna de fósforo para una correcta gestión del ecosistema acuático (Inmaculada Romero, 2019).

El Lago Titicaca es el último de los grandes lagos del planeta que carece de un sistema de vigilancia constante de la calidad de sus aguas, de su balance hídrico, de la productividad de sus recursos hidrobiológicos. Igualmente, de una red de observaciones automatizadas que determinen la evolución espacio-Recursos hidrológicos e hidrobiológicos del sistema TDPS, evaluación temporal de los indicadores claves para la clasificación de los niveles de deterioración de la masa de agua, así como la alerta anticipada del desarrollo de eventos indeseables de eutrofización y/o contaminación. (Jorge y Daza Pelaez, 2014)

Los ecosistemas andinos están considerados como unos de los más amenazados a nivel mundial y su ictiofauna nativa es una de las más vulnerables debido al alto grado de endemidad y a la gran variedad de impactos antrópicos que les afectan. Por lo tanto, se ha explorado el estado actual de la ictiofauna del lago Titicaca y las relaciones tróficas entre las especies introducidas y las nativas mediante el uso del análisis de isótopos estables (SIA) (Capítulo 1) (Monroy, M 2014).

Para calcular el estado trófico de la Laguna, se utilizaron modelos que se apliquen a éste cuerpo de agua. En efecto, se utilizó en Índice de Estado Trófico

(IET) propuesto por Carlson (1977), en el cual se usó los valores de Fósforo Total, Profundidad Secchi y Clorofila  $\alpha$  (Ortiz y Ordoñez, 2012).

Los lagos y lagunas son fuente de diversos servicios ecosistémicos, muchos de los cuales actualmente están siendo deteriorados por acción antrópica. Este impacto humano acelera el proceso de eutrofización que puede llevar a la extinción de lagos y lagunas, por lo que es importante buscar una gestión integrada para mitigar este problema. (Solombrino y Martínez, 2021)

La eutrofización se produce en muchas masas de agua como resultado de los vertidos agrícolas, urbanos e industriales. La eutrofización se produce en muchas masas de agua como resultado de los vertidos agrícolas, urbanos e industriales.

En general, el fenómeno de la eutrofización implica una pérdida de biodiversidad.

Lo más eficaz para luchar contra este tipo de contaminación es disminuir la cantidad de fosfatos y nitratos en los vertidos, usando detergentes con baja proporción de fosfatos, empleando menor cantidad de detergentes, no abonando en exceso los campos, usando los desechos agrícolas y ganaderos como fertilizantes, en vez de verterlos, etc.

El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.

En suma, la eutrofización se refiere a toda esta serie de sucesos que comienzan con el enriquecimiento de nutrientes, el crecimiento y la muerte del fitoplancton, la acumulación de detritos, el aumento de las bacterias y, por último, el agotamiento del oxígeno y la sofocación de los organismos superiores.

#### **A. El Proceso de Eutrofización**

Es un proceso natural o antropogénico (causado por el hombre) que es provocado por el excesivo incremento de nutrientes a un ambiente acuático.

Actualmente, cantidades muy importantes de sedimentos se depositan en los lagos, provenientes de sus alrededores. Muchos de los aportes consisten en aluviones arrastrados por los ríos que llevan materia orgánica, restos de la actividad humana (materiales de construcción, materiales de campos agrícolas, sedimentos de minas, restos de fertilizantes y plaguicidas, detritos humanos provenientes de los desagües, etc.), los cuales contribuyen llevando grandes cantidades de compuestos formados a base de fósforo, nitrógeno y materia orgánica (nutrientes), indispensables para el proceso de eutrofización.

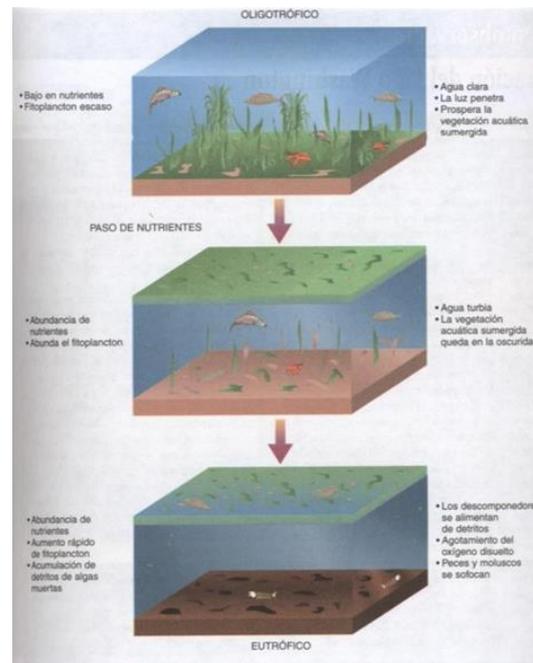
En lagos cuya superficie es mayor en relación a su profundidad, un aporte significativo de nutrientes supone que muchos organismos fotosintéticos tendrán materia prima para funcionar y proliferar. El incremento de la producción primaria aumenta la regeneración de nutrientes y materia orgánica, incrementando aún más el crecimiento.

La proliferación y concentración del fitoplancton en la superficie acapara la luz e impide que esta penetre adecuadamente, produciendo turbidez y oscuridad, restringiendo la productividad en las capas inferiores.

Las plantas que mueren y el aporte de materia orgánica producen mayor cantidad de materia en descomposición, sobre la que actúan las bacterias. Esta actividad consume la cantidad de oxígeno disuelto, modificando las condiciones del medio y restringiendo la vida por debajo de la superficie. El número de especies se reduce considerablemente y la actividad termina por limitarse a la superficie.

**Figura 1**

*Esquema del Proceso de Eutrofización de los Lagos*



En algunos casos, el aporte de sedimentos va llenando el fondo y reduciendo la profundidad del lago, hasta que se transforma en un estanque de aguas someras y, posteriormente en un humedal, problemática que se ve en la bahía interior de Puno.

En resumen, este proceso provocado por la gran cantidad de nutrientes (nitratos y fosfatos principalmente), estimula el crecimiento de fitoplancton, lo que provoca la pérdida de transparencia del agua (que disminuye la fotosíntesis por la falta de luz) y aumenta así la descomposición de la materia orgánica. Todo a su vez, hace que disminuya la concentración de oxígeno (O<sub>2</sub>). Esta disminución de oxígeno va a provocar la muerte de organismos aerobios. Si no hay oxígeno se incrementan las fermentaciones y como resultado se desprenden gases tóxicos como el metano (CH<sub>4</sub>) y el amoníaco (NH<sub>3</sub>), SH<sub>2</sub>, etc. Todo esto conduce a una degradación del medio acuático y a la disminución significativa de la calidad de vida de los seres que lo habitan.

En general, el fenómeno de la eutrofización implica una pérdida de biodiversidad.

Los factores que aceleran el proceso de eutrofización son: el vertido de detergentes, residuos alimenticios y fertilizantes a los ambientes acuáticos.

Lo más eficaz para luchar contra este tipo de contaminación es disminuir la cantidad de fosfatos y nitratos en los vertidos, usando detergentes con baja proporción de fosfatos, empleando menor cantidad de detergentes, no abonando en exceso los campos, usando los desechos agrícolas y ganaderos como fertilizantes, en vez de verterlos, etc.

## **B. Eutrofización de los Lagos**

Un lago sufre eutrofización o eutroficación cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más cómodos los seres vivos que en el habitan. Pero la situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.

En suma, la eutrofización se refiere a toda esta serie de sucesos que comienzan con el enriquecimiento de nutrientes, el crecimiento y la muerte del fitoplancton, la acumulación de detritos, el aumento de las bacterias y, por último, el agotamiento del oxígeno y la sofocación de los organismos superiores. (NEBEL et al., 1999)

## Figura 2

*Crecimiento de plantas acuáticas por la entrada de nutrientes a la Bahía Interior de Puno, Lago Titicaca*



### C. Nutrientes que Eutrofizan las Aguas

Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos. En algunos ecosistemas el factor limitante es el fosfato, como sucede en la mayoría de los lagos de agua dulce, pero en muchos mares el factor limitante es el nitrógeno para la mayoría de las especies de plantas.

El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización.

En los últimos 10 o 20 años las concentraciones de nitrógeno y fósforo en LA Bahía Interior de Puno - Lago Titicaca, casi se han duplicado. La mayor parte llega principalmente por el vertimiento de las aguas residuales de la ciudad de Puno. Durante muchos años los jabones y detergentes fueron los principales causantes de este problema. En las décadas de los 60 y 70 el 65% del peso de los detergentes era un compuesto de fósforo; Estos detergentes tenían alrededor de un 16% en peso de fósforo. El resultado era que los vertidos domésticos y de lavanderías contenían una gran proporción de ion fosfato. A partir de 1973 Canadá

primero y luego otros países, prohibieron el uso de detergentes que tuvieran más de un 2,2% de fósforo. Algunas legislaciones han llegado a prohibir los detergentes con más de 0,5% de fósforo.

#### **D. Tipos de Lagos**

Además del origen, para la clasificación de los lagos hay una característica de gran importancia que sirve para diferenciarlos en cuatro tipos principales. Se trata de la estratificación y la mezcla de sus masas de agua.

Atendiendo a este factor se distinguen:

- Lagos fríos, con una capa de agua profunda a 4°C y otra superior a menor temperatura; ambas solo se mezclan durante el verano.
- Lagos templados, con la capa superficial a más de 4°C en verano y que se mezclan con la inferior en primavera y otoño.
- Lagos templados subtropicales, con la temperatura de la capa superior no inferior nunca a los 4°C en invierno y que se mezclan con el inferior solo durante el invierno.
- Lagos tropicales, con una temperatura de la capa superior de unos 20°C durante todo el año y que solo de modo ocasional se mezcla con la inferior, haciéndolo además a intervalos irregulares.

En cuanto a la productividad biológica cabe distinguir dos clases principales: Según la abundancia de nutrientes (fosfatos y nitratos), los lagos se pueden clasificar como Eutróficos, cuando presentan una gran cantidad de nutrientes y por tanto de plancton y otros organismos, y Oligotróficos en caso contrario (aquellos que son pobres en nutrientes).

Los términos eutrófico y oligotrófico hacen referencia a la cantidad de materia orgánica que poseen cada uno de estos lagos.

Sin embargo, la intervención humana (vertidos) puede alterar esas condiciones y provocar un proceso de eutrofización, que en casos extremos conduce al consumo de todo el oxígeno disponible y la desaparición de las formas de vida superiores.

### **E. Lagos Eutróficos**

Son masas de agua ricas en nutrientes que facilitan en gran manera la proliferación de las algas (plantas acuáticas). Cuando las algas mueren son descompuestas por las bacterias en procesos aeróbicos que consumen el oxígeno, por lo que la vida de los organismos aeróbicos no existe. Al terminarse el oxígeno muchos restos orgánicos quedan depositados en el fondo sufriendo procesos anaeróbicos que desprenden H<sub>2</sub>S (Sulfuro de Hidrógeno con mal olor) y otros gases, dando un aspecto nauseabundo a las aguas en los casos de eutrofización extrema.

En estos lagos la luz penetra con dificultad en el agua y los seres vivos que se encuentran son los característicos de las aguas pobres en oxígeno (barbos, tencas, gusanos, etc.).

### **Figura 3**

*Vista del lago Titicaca con presencia de lemna.*



### **F. Lagos Oligotróficos**

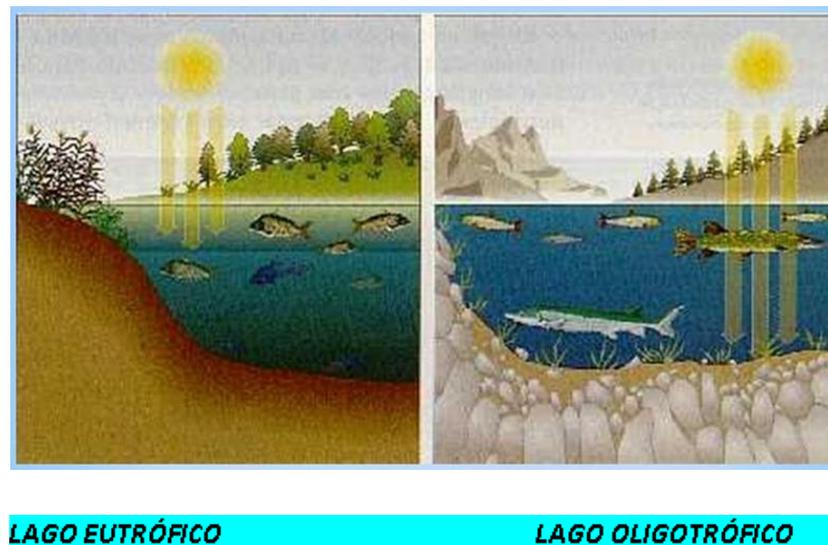
Estos lagos son típicos de montaña y sus aguas son pobres en nutrientes y, por tanto, las algas no proliferan excesivamente, las aguas son claras y penetra la luz con facilidad, hay oxígeno en abundancia, la flora (abundante flora béntica) y la fauna es típica de aguas bien oxigenadas (truchas, larvas de libélulas, etc.).

Muchos lagos tienen en la actualidad importantes problemas de la eutrofización artificial, como es el caso de la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca. Les llegan muchos aportes de nutrientes procedentes de las actividades humanas, lo que origina un gran crecimiento de algas y de muchos organismos heterotróficos que hacen desaparecer el oxígeno, generándose procesos de anaerobiosis. La eutrofización ocurre cuando hay demasiada materia orgánica en el fondo del lago, de modo que los organismos anaerobios (más primitivos y menos eficientes) toman el relevo en la descomposición de la materia orgánica, extrayendo energía por medios menos eficientes y provocando desechos desagradables o incluso venenosos para los seres aerobios (como nosotros).

En suma, antes de la intervención de los seres humanos, casi todas las masas naturales de agua son oligotróficas.

### Figura 3

*Comparación de un lago oligotrófico frente a un lago eutrófico*



## 1.2 Antecedentes

### 1.2.1 Internacionales

Ibarra (2008) con su estudio permitió contar con información sobre las causas que inciden en el fenómeno de eutrofización de los lagos y los posibles efectos que este problema puede ocasionar en el ambiente natural. Para esto se procedió a recolectar información de diferentes fuentes bibliográficas, que

posteriormente fue organizada y sistematizada. Se encontró que la principal causa de eutrofización de los lagos es la entrada excesiva de nutrientes a los cuerpos de agua, proveniente de fuentes naturales y antropogénicas (causadas por los seres humanos). Entre las fuentes naturales se encuentran fundamentalmente las precipitaciones que arrastran pesticidas fertilizantes aplicados en el suelo por la actividad agrícola, la descomposición de materia orgánica ejecutada por las bacterias aerobias y anaerobias, la turbiedad de las aguas producida por los sedimentos, y en general, el aporte natural de nutrientes y sedimentos en los lagos. Entre las fuentes antropogénicas, se encontró que los vertidos e infiltración de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales con alto contenido de nitrógeno y fósforo son en conjunto las causas principales de eutrofización. También se da a conocer en forma breve las variables que determinan el proceso eutrófico lo que encaminó a estudiar los efectos de eutrofización, que ocasionan un desequilibrio ecológico y una disminución o pérdida de la calidad de agua de los lagos. Además se describen las medidas que se deben adoptar para prevenir y mejorar los ambientes lacustres, se presenta un aporte crítico y se expone conclusiones y recomendaciones encaminadas a forjar en la población acciones preventivas y de control contra los indeseables efectos de eutrofización en los ecosistemas acuáticos.

Fontúrbel Rada (2016) manifiesta la aparición y proliferación de macrófitas flotantes (pleuston) muestra estar asociada con la reducción de la diversidad de macrófitas sumergidas (limnófitas) y de fitoplancton. A mayor desarrollo del proceso eutrófico las limnófitas tienden a desaparecer, mientras que la composición de las comunidades de fitoplancton se modifica, quedando uno o dos géneros predominantes (como por ejemplo *Oscillatoria* y *Mougeotia*). Los parámetros DBO5, nitrógeno total, fósforo soluble y turbidez mostraron un elevado grado de correlación y se manifiestan en conjunto como buenos indicadores del grado de eutrofización. Los coliformes termotolerantes se manifiestan como un indicador indirecto relativamente bueno del aporte de aguas servidas al lago. Tanto los parámetros de macrófitas y fitoplancton como los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mostraron ser buenos indicadores del avance del proceso eutrófico localizado en cada uno de los sitios de estudio. Mediante la información obtenida se caracterizó cada localidad según la escala de

clases de aguas de la Ley de Medio Ambiente de Bolivia estableciéndose el siguiente orden decreciente del grado de eutrofización: Cohana > Alaya > Tiquina > Copacabana. Los resultados obtenidos en la presente investigación sugieren un avance de los procesos eutróficos en la parte boliviana del Lago Titikaka, debido principalmente a las actividades antropogénicas y cómo éstas se llevan a cabo, factor que se incrementa a su vez, por el crecimiento demográfico de la región. El creciente aporte de nutrientes a las aguas del lago debería ser controlado para evitar que el proceso de eutrofización siga avanzando, para ello resulta fundamental tomar medidas urgentes de mitigación del problema (especialmente en los sitios más contaminados) e implementar un Plan de Monitoreo Ambiental que sea integral y abarque todo el lago Titikaka.

Vásquez-Zapata et al. (2012) este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto "Actualización de los usos y criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico en Colombia", Convenio de Asociación N°163 entre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Universidad del Valle. El objetivo fundamental es establecer aspectos metodológicos para identificar: variables, condiciones naturales, actividades de origen antrópico, tensores y las acciones de cambio ambiental que puedan incidir en eventuales procesos de eutrofización en ecosistemas acuáticos, acotando que podrá servir de insumo para el diseño de los planes de manejo ambiental en materia de recursos hidrobiológicos, que incluya acciones conducentes a evitar, prevenir, o en su defecto, minimizar los posibles impactos que se puedan generar por procesos de eutrofización. Sobre la base conceptual de eutrofización, de la química ambiental de los macronutrientes asociados (N y P), causas, sintomatología y efectos, se tuvo en cuenta como elemento de juicio, el análisis multivariado de indicadores de eutrofización para el diseño de una matriz conducente a desarrollar un programa de seguimiento y control en los cuerpos hídricos por parte de la Autoridad Ambiental competente o de un programa de desarrollo, matriz que incluye los siguientes elementos fundamentales: tipo de cuerpo de aguas, piso altitudinal, condiciones o procesos que la determinan, variables abióticas-bióticas indicadoras con sus respectivos criterios de referencia, condiciones naturales y eventuales tensores de origen antrópico. Palabras claves: eutrofización, macronutrientes (N y P), ecosistemas acuáticos.

Inmaculada Romero (2019) en este artículo vamos a presentar el concepto de Eutrofización y su problemática en los ecosistemas acuáticos lacustres. Tras definir la eutrofización y estimar la carga crítica de fósforo, se tratará la restauración de lagos eutróficos y la importancia de determinar la posible carga interna de fósforo para una correcta gestión del ecosistema acuático.

### 1.2.2 Nacionales

Mamani (2017) la actual gestión frente a la problemática del fenómeno de eutrofización presente en el Sistema hidráulico Chili, en particular el embalse El Pañe, es insuficiente para el control y prevención del fenómeno, por la falta de articulación en la información que se maneja, la cual está basada en monitoreos exploratorios. La aplicación de modelos numéricos en la gestión de la calidad de recursos hídricos aún no ha sido abordada en la región, enfocándose la gestión hídrica en modelos hidrológicos (cantidad mas no calidad), afectando la actual gestión de la calidad de aguas la cual resulta deficiente técnicamente para la toma de decisiones preventivas y de mitigación. El desarrollo de este modelamiento numérico involucra la relación con los principales actores encargados de la gestión de calidad de los recursos hídricos, así como con los usuarios directos (piscicultores), para tener un mayor acercamiento de la realidad del lugar de estudio y de la real implicancia del contexto ambiental, económico y social.

Rodríguez (2003) otros efectos ambientales y en la salud humana es causada por la aplicación de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo, sodio y potasio; estos causan procesos de eutrofización en los cuerpos de agua, salinización de suelos y efectos nocivos en la salud humana por su infiltración hacia fuentes de abastecimiento de agua.

Osorio López et al. (2022) la eutrofización es un problema mundial y, según muchos estudios, pasó de ser un problema natural a un problema cultural. A través de los años, el problema de eutrofización ha ido creciendo en todas partes del mundo debido a la revolución verde en la década de los 60 que consistía en la producción de agroquímicos con alto contenido de fósforo y nitrógeno. El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo hacer un estudio del estado actual de eutrofización en la laguna de Paca, utilizando el Índice de Estado Eutrófico (IET), un método muy utilizado para determinar el estado

eutrófico de una laguna. Para su determinación, se utilizaron los siguientes parámetros: turbidez, fósforo total y clorofila-a. La turbidez fue medida en metros, fósforo total y clorofila-a en partes por millón. Se ha seguido un procedimiento de monitoreo en campo y después en laboratorio. Una vez que se obtuvieron los datos de cada parámetro, se calculó el Índice de Estado trófico (IET). Se obtuvieron los promedios de los parámetros monitoreados y procesados siendo para turbidez de 48.464, 48.346 y 48.307 en metros, para fósforo total fueron de 47.132, 47.236 y 46.916 en mg/m<sup>3</sup>, para clorofila-a fueron de 48.397, 40.741 y 44.750 en mg/m<sup>3</sup>, estos valores arrojaron que la laguna de Paca se encuentra en un estado mesotrófico. Para evaluar el comportamiento de eutrofización en la laguna de Paca, se compararon los datos actuales con los datos anteriores monitoreados por las instituciones públicas a cargo; los resultados fueron para el IET, en turbidez 51.071 m, en fósforo total 48.273 mg/m<sup>3</sup> y para clorofila a 49.709 mg/m<sup>3</sup> confirmando que la laguna de Paca se encuentra en un estado mesotrófico. Para el grado de eutrofia, los resultados fueron en turbidez 1.86 m, para fósforo total 25.385 ug/l y para clorofila-a fue de 5.840 ug/l.

La eutrofización de los cuerpos de agua y el consecuente desarrollo masivo de floraciones tóxicas de cianobacterias son un problema en el mundo entero. Para solucionarlo existe un amplio espectro de actividades, desde múltiples cambios en las cuencas, a través del desarrollo de nuevos métodos de restauración de los lagos, hasta la evaluación de los efectos de cianocidas en el medio acuático (Bauzá y Giannuzzi, 2011).

La abundancia de nutrientes en los ríos y en los lagos no es benéfica cuando llega al exceso. Esta abundancia puede tener causas naturales o deberse a las actividades humanas. Uno pensaría que mientras más nutrientes haya en un ecosistema, más crecen y se desarrollan los organismos que lo habitan. Sin nutrientes, en cambio, los seres vivos mueren. Así pues, una gran abundancia de nutrientes tendría que ser benéfica. Resulta que no siempre es así. El exceso de alimento puede afectar negativamente los procesos químicos y la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Chapa y Guerrero, 2010).

Los lagos urbanos presentan una grave degradación ambiental y paisajística ya que las actividades antropogénicas han desencadenado y acelerado

la contaminación del agua, comprometiendo su calidad y disponibilidad, pilar de la supervivencia humana (Chaves Ramírez, 2022).

La eutrofización es uno de los procesos químicos más contaminantes para fuentes hídricas, puesto que ocasiona la deterioración del agua y el desequilibrio ecológico (Correal, 2022).

Se evaluaron las condiciones ambientales de 6 sitios a orillas del lago Titikaka (La Paz, Bolivia), encontrándose diferentes grados de eutrofización. Se emplearon 4 indicadores de evaluación rápida: macrófitas flotantes y sumergidas, fitoplancton y propiedades organolépticas, complementándolos con análisis de pH y micro-meso fauna (Fontúrbel Rada, 2016a).

Este proceso es parte del problema general de la contaminación del agua superficial y se debe esencialmente a los efectos de la civilización. Así mismo es uno de tantos problemas ambientales que amenazan la belleza de ríos, lagos, arroyos y demás sistemas fluviales, así como la vida de los organismos (García Miranda y Miranda Rosales, 2018).

La eutrofización es una de las consecuencias de los procesos de contaminación de las aguas en ríos, embalses, lagos, mares, entre otros, que desgraciadamente, debido a la actividad del hombre sobre estos recursos, están cada día más extendidas (Goitía, 2011).

Para calcular el estado trófico de la Laguna, se utilizaron modelos que se apliquen a éste cuerpo de agua. En efecto, se utilizó en Índice de Estado Trófico (IET) propuesto por Carlson (1977), en el cuál se usó los valores de Fósforo Total, Profundidad Secchi y Clorofila  $\alpha$ . (Ortiz y Ordoñez, 2012)

### **1.2.3 Locales**

Vásquez (2017) la investigación se realizó en la bahía de Puno del lago Titicaca. Entre los meses de septiembre del 2015 a enero del 2016, con el objetivo de determinar los efectos de la eutrofización, en la diversidad y abundancia de la avifauna, y caracterizar el hábitat para la avifauna de la bahía de Puno. En las dos zonas de estudio (bahía interior de Puno y Ojerani), se aplicó el método de puntos de conteo; así mismo se caracterizó el hábitat, mediante la observación de



vegetación acuática y análisis de los parámetros físico- químicos. Se registró un total de 28 especies, pertenecientes a 15 familias y 7 órdenes; donde se encontró una diferencia significativa en el número de especies entre las zonas de estudio y los meses de evaluación ( $F = 16.86$ ;  $P = 0.015$ ;  $gl = 1,4$  y  $F = 30.19$ ;  $P = 0.003$ ;  $gl = 4,4$ ), respectivamente, y también hay una diferencia en la abundancia de individuos entre las zonas y los meses de evaluación ( $F = 16.15$ ;  $P = 0.016$ ;  $gl = 1,4$  y  $F = 13.35$ ;  $P = 0.014$ ;  $gl = 4,4$ ). La bahía interior presentó una densidad poblacional de 379.7 ind/ha que es superior a la zona de Ojerani 326.2 ind/ha. El índice de similitud de Sorensen en promedio es 0.76 y así mismo el valor del índice de similitud de Morisita en promedio es 0.72. Las zonas de estudio son diferentes en composición de vegetación de macrófitas. Las concentraciones de: 1.2 mg/L de fosfato y 32.6 mg/m<sup>3</sup> de clorofila-a, se mostraron por encima del valor de los ECA-agua 0.4 mg/L y 10 mg/L consecuentemente, la presencia alta de estos parámetros contribuye al proceso de eutrofización de la bahía interior; sin embargo, en la zona de Ojerani es 0.21 mg/L de fosfato y 2.13 mg/m<sup>3</sup> de clorofila-a. Según el coeficiente de correlación hay una asociación alta entre la riqueza y nitratos 0.95.

Hasta la fecha de sustentación de la presente tesis, no se encontraron más trabajos relacionados con el tema investigado, para ello mis jurados y la Coordinación de Investigación de la Unidad de Posgrado de la Maestría En Tecnologías de Protección Ambiental dan conformidad a la presente tesis.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1 Identificación del problema

Las descargas de las aguas residuales de la ciudad de Puno y los canales de escorrentías que en la actualidad sirven como colectores de aguas residuales los mismos que desembocan al Lago Titicaca (bahía interior de Puno), serían las principales fuentes de contaminación, ya sean de origen doméstico e industrial, que producen los pobladores de la ciudad de Puno.

Actualmente, el Lago Titicaca sufre un acelerado y progresivo deterioro, que se traduce en una pérdida de los diferentes servicios ambientales que brinda esta bahía, pérdida del potencial ecológico y de calidad ambiental, necesarios para sustentar el desarrollo del Departamento.

Es necesario un programa de capacitación en los temas de manejo y contaminación de las aguas que permita superar estos problemas.

Los niños recogen con mayor incidencia el peso de la fragilidad social y ambiental, son los que cargarán en el futuro con los problemas que se generen y se producirán, si continúa con el actual estado del problema ambiental y degradación de los recursos naturales.

#### 2.2 Enunciados del problema

##### 2.2.1 Problema general

- Actualmente, el Lago Titicaca sufre un acelerado y progresivo deterioro, que se traduce en una pérdida de los diferentes servicios ambientales que brinda esta bahía, pérdida del potencial ecológico y de calidad ambiental, necesarios para sustentar el desarrollo del Departamento.

##### 2.2.2 Problemas específicos

- Vertimiento de aguas residuales domésticas a la Bahía Interior de Puno - Lago Titicaca.

- Incremento de grandes cantidades de nutrientes a las aguas de la bahía Interior de Puno – Lago Titicaca.

### 2.3 Justificación

A nivel de la región Puno es evidente el incremento en el deterioro de la calidad del agua de la bahía interior de Puno. La toma de decisiones para resolver problemas se debe basar en el nivel de conocimiento del problema, y esto se logrará través de análisis riguroso de la información existente. Por otra parte, la información con que se cuente, acerca de una determinada problemática es variada y no necesariamente enfocada hacia el problema que se desea resolver. Por ello es fundamental ordenar, analizar, evaluar la información base a fin de considerar solamente aquella que conviene al objetivo del estudio, es decir, aquella información que aporta al conocimiento de la problemática.

Puede decirse que solo a partir de los años 60, términos como: contaminación del aire, del agua, protección del medio ambiente, ecología, pasaron a ser palabras de uso común. Desde entonces una idea se ha ido imponiendo, “de que la humanidad estaba trabajando efectivamente para su destrucción, a través de procesos sistemáticos de contaminación del medio ambiente con el fin de conseguir un progreso material”. (Ramalho, 1991).

La clase de contaminación que viene dándose en el Lago Titicaca, está dada por el grado de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas originadas. Dichos efluentes residuales causan la degradación de la bahía interior de Puno - Lago Titicaca con los siguientes efectos: desaparición de la flora y fauna acuática, disminución del oxígeno disuelto en el agua, etc.

En los países en desarrollo el problema se agrava, ya que las fuentes de financiamiento son insuficientes, así como las opciones o los recursos tecnológicos para el monitoreo de la calidad del agua. Por otro lado, los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo, generalmente son irregulares en tiempo y calidad, por lo que la información generada carece de confiabilidad al pretender generar estrategias para el adecuado manejo de los recursos acuáticos y para el control de la contaminación (Mustow, 2002).

De esta manera, ha resurgido el interés sobre técnicas de evaluación rápida para el monitoreo de la calidad del agua en varios países en desarrollo (Chessman, 1995).

La contaminación del Lago Titicaca – bahía interior de Puno, por el vertimiento de las aguas residuales de la ciudad de Puno, es un problema que es evidente, pero pocos estudios científicos se han realizado para conocer cuál es el grado de eutrofización real que se tiene actualmente en la bahía interior de Puno.

El lago Titicaca tiene condiciones excepcionales de belleza natural y única en el mundo, tiene una importancia arqueológica y antropológica, además de la particularidad de sus ecosistemas relacionados con el mayor cuerpo de agua a una altitud superior a los 3800 msnm. Este ecosistema presenta una fauna acuática propia de la zona, así como una avifauna diversa y con numerosas especies endémicas. Su flora, que aporta con la Titora un elemento central de los ecosistemas del lago, junto con la fauna, constituye recursos de importancia socioeconómica para la población.

La determinación de los niveles de eutrofización en un cuerpo acuático, es un área de investigación importante debido a los potenciales efectos negativos que estas sustancias producen sobre la salud pública y el medio ambiente.

Determinando los contaminantes más relevantes se determinó los niveles de eutrofización en la Bahía Interior de Puno - Lago Titicaca.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 Objetivo general**

- Determinar la eficiencia del modelamiento de Carlson en la eutrofización de la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar la eficiencia del método de Carlson para la evaluación de la eutrofización en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca.
- Cuantificar y evaluar la calidad de agua (bahía interior de Puno) Lago Titicaca.
- Reconocer las fuentes de contaminación del agua afluentes a la bahía interior de Puno.
- Conocer los contaminantes más relevantes de los cauces y mecanismos de eutrofización.



## 2.5 Hipótesis

### 2.5.1 Hipótesis general

- Con la eficiencia del modelamiento de Carlson, se determinan los niveles de eutrofización en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca.

### 2.5.2 Hipótesis específicas

- Determinando la eficiencia del modelamiento de Carlson, evaluamos los niveles de eutrofización en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca.
- Cuantificando y evaluando la calidad del agua se determinan los niveles de eutrofización en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca.
- Reconociendo las fuentes contaminantes de agua afluentes a la Bahía Interior de Puno, determinamos los niveles de eutrofización.
- Determinando los contaminantes más relevantes se determinó los niveles de eutrofización en la Bahía Interior de Puno - Lago Titicaca.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de estudio

##### 3.1.1 Ubicación Geográfica y Política

La ciudad de Puno, capital de la provincia y del departamento de Puno, se localiza a orillas del Lago Titicaca a una altitud promedio de 3,827 msnm., oscilando el área urbana entre 3,810 y 4,050 m.s.n.m. La ciudad de Puno se encuentra a 1,535 Km. de la ciudad de Lima.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur  $15^{\circ} 48' 57''$  y  $15^{\circ} 51' 35''$  Longitud Oeste  $69^{\circ} 57' 13''$  y  $70^{\circ} 01' 15''$

La provincia de Puno, se encuentra ubicada en el centro meridional del departamento, ocupando un área de 6,492.60 km<sup>2</sup>. Su superficie está limitada al norte por las provincias de San Román y Huancané; al Oeste por San Román y Sánchez Cerro; al Sur por el departamento de Moquegua, y la provincia del Collao; y al Este por el Lago Titicaca.

El departamento de Puno cuenta con una superficie de 71,949 km<sup>2</sup>. (5.6% del territorio nacional) que incluye 14,50 km<sup>2</sup> de área insular lacustre de islas y 4,996.28 km<sup>2</sup> del Lago Titicaca (Lado Peruano). Su territorio se ubica en la región sur oriental del Perú; y tiene como límites por el norte el departamento de Madre de Dios, por el sur y el este con la República de Bolivia y por el oeste con los departamentos de Cusco, Arequipa y Tacna.

El Lago Titicaca se encuentra inmerso en el espacio geográfico conocido como altiplano, entre las fronteras nacionales de Perú y Bolivia. Se sitúa a una altitud promedio de 3,810 msnm., ocupando un área total de 8,167 km<sup>2</sup> (El lado peruano tiene un área de 4,996.28 km<sup>2</sup>). Se identifican tres zonas en el lago, el Lago Grande con 6,311 km<sup>2</sup>; el Lago Pequeño con 1,292 km<sup>2</sup>; y la Bahía de Puno con 564 km<sup>2</sup>.

La Bahía interior es una pequeña sección de la Bahía de Puno, ubicada frente a la ciudad de Puno, que cuenta con una superficie aproximada de 17.3 Km<sup>2</sup>. Se encuentra constituida por un espejo de agua de forma elíptica y mide 2.4 km desde la Isla Esteves hasta la Isla Espinar y desde el puerto hasta la boca del canal Chimú, mide 3.5 km.

La profundidad máxima encontrada es de 8 m y la profundidad promedio es de aproximadamente 2.4 m; el área de superficie menor a 2 m de profundidad corresponde al 50% del área total de la Bahía Interior de Puno.

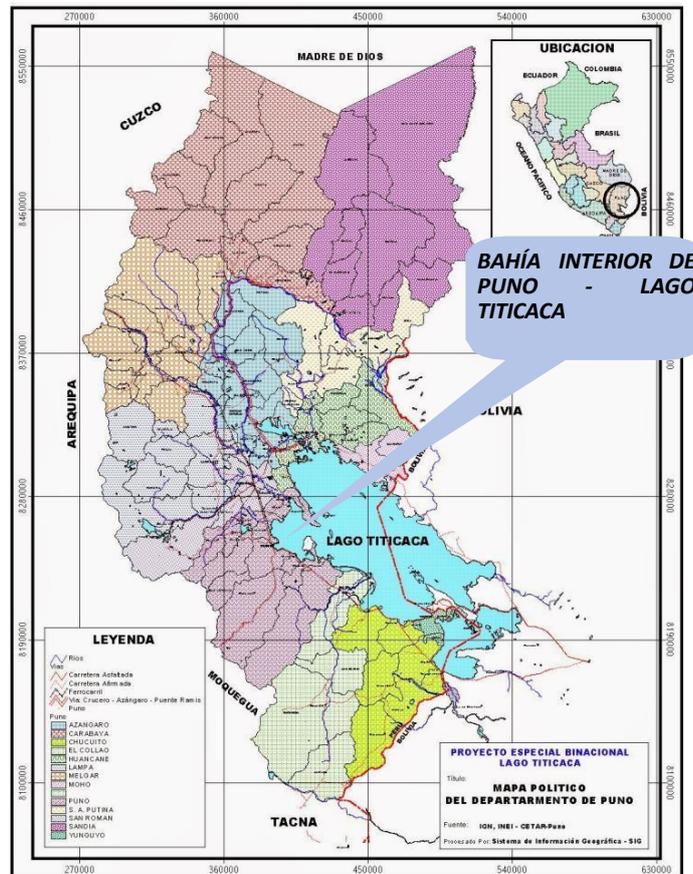
Al este de la Bahía, el acceso se encuentra bloqueado por extensos totorales, dejando abierto un canal de aproximadamente 30m de ancho, cerca de Chimú, que la une a la Bahía Exterior, con profundidad entre 6 a 7 m; asimismo, existe otro canal de navegación que conduce hacia las islas flotantes de los Uros, que tiene una profundidad de 4 m.

### **3.1.2 Ubicación Hidrográfica**

Hidrográficamente se encuentra ubicada en la Vertiente del Lago Titicaca y Sistema T.D.P.S.

La Bahía Interior de Puno, pertenece al Lago Titicaca, y está localizada en la esquina noroeste del Lago Titicaca. La Bahía Interior es un ecosistema de forma casi cuadrada, con una profundidad que va desde los 0.50 m hasta 17.70 m, tiene una extensión de 17.3 Km<sup>2</sup> (representa el 0.21% del área total del Lago Titicaca) y un volumen de agua de aproximadamente 80 millones de metros cúbicos.

**Figura 4**  
*Ubicación del Área de Estudio*



**Figura 5**  
*Microcuenca de la Bahía Interior de Puno*



### 3.1.3 Sistema Hidrográfico

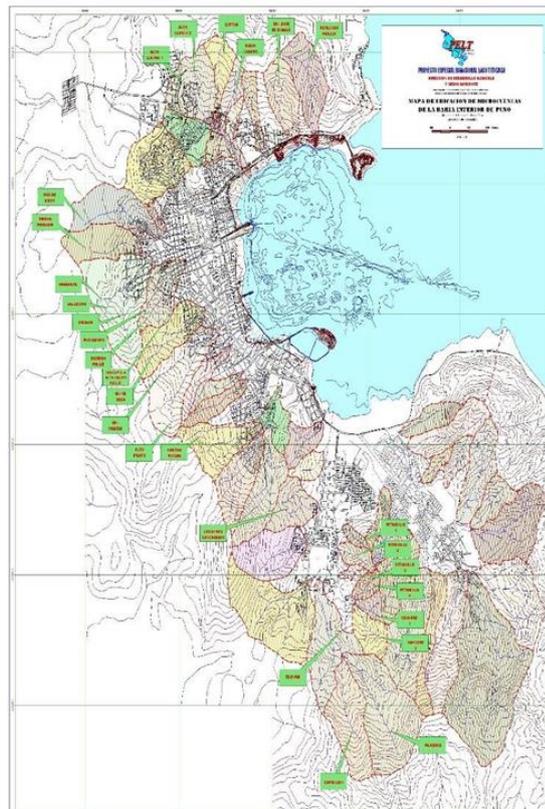
La cuenca hidrológica de la ciudad de Puno, está conformada aproximadamente por 31 microcuencas, distribuidas semi-radialmente con

relación a la ubicación de la ciudad, discurriendo transversalmente para desembocar en la Bahía Interior de Puno. El área de estas microcuencas se estima en 5 275,65 ha y su perímetro promedio es de aproximadamente 33,47 km. Muchas de estas microcuencas abarcan áreas urbanas y gran parte están distribuidas en la parte natural y están comprendidas entre las cotas 3 812 m.s.n.m. y 4 500 m.s.n.m..

Las microcuencas delimitadas dentro de la ciudad de Puno presentan características heterogéneas, debido a la expansión urbana, desarrollo de nuevas urbanizaciones, las que cuentan con infraestructura vial (pistas pavimentadas, etc.) que alteran las características fisiográficas y topográficas de parte de la cuenca, modificando su coeficiente de escorrentía, pendiente, tiempo de concentración, entre otros factores.

### Figura 6

*Ubicación de Microcuencas de la Bahía Interior de Puno.*



### 3.2 Población

La población de estudio para el presente trabajo será el volumen de las aguas de la Bahía Interior de Puno, ubicada frente a la ciudad de Puno, que cuenta con una superficie aproximada de 17.3 Km<sup>2</sup>. Se encuentra constituida por un espejo de agua de forma elíptica y mide 2.4 km desde la Isla Esteves hasta la Isla Espinar y desde el puerto hasta la boca del canal Chimú, mide 3.5 km, geográficamente la Bahía Interior de Puno se encuentra ubicada entre las coordenadas 15°48'57" y 15°51'35" de latitud Sur y 69°57'13" y 70°01'15" de longitud Oeste.

### 3.3 Muestra

El tamaño de la muestra es 15 puntos de muestreo, ubicado en el ámbito de la bahía Interior de Puno, la toma de muestras se realiza 12 veces al año, evaluando los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en cada punto de muestreo a 20% y 80% de la columna de agua, ver tabla N° 03: Red de monitoreo Bahía Interior Puno en el lago Titicaca, y gráfico N° 08.

### 3.4 Método de investigación

#### 3.4.1 Índice de Estado Trófico de Carlson (1977) o TSI (Trophic state index)

Es uno de los más utilizados. Puede variar entre 0 (oligotrófico) y 100 (hipereutrófico). Se obtiene a partir de una transformación de la transparencia del disco de Secchi (DS), tal que un valor de índice TSI= 0 corresponda a una profundidad del disco de DS= 64 m y de tal manera que un incremento de 10 en el valor de TSI represente una reducción de DS en un 50% (Tabla 1). El mismo índice puede determinarse a partir de otros parámetros, tales como la concentración de clorofila y fósforo total en superficie, cuya relación con la transparencia se ha calculado previamente. Las fórmulas que figuran a continuación resultan de una modificación realizada por Aizaki et al (1981) a la propuesta por Carlson (1977).

Para el caso del trabajo de investigación, en la determinación del estado trófico, se ha trabajado con datos monitoreados para transparencia, utilizando el disco Secchi.

$$\text{TSI (Disco de Secchi)} = 10 \times \frac{(2,46 + 3,76 - 1,57 \ln \text{DS}^*)}{\ln 2,5}$$

$$\text{TSI (Clorofila)} = 10 \times \frac{(2,46 + \ln \text{Cl}^{**})}{\ln 2,5}$$

$$\text{TSI (Fósforo total)} = 10 \times \frac{(2,46 + 6,68 + 1,15 \ln \text{PT}^{***})}{\ln 2,5}$$

\* metros; \*\* (mg/m<sup>3</sup>); \*\*\* (mg/l)

De acuerdo con los valores que alcanzan el TSI podemos que diferenciar cuatro categorías:

- Oligotrófico (TSI < 30)
- Mesotrófico (TSI > 30 - < 60)
- Eutrófico (TSI > 60 - < 90) y
- Hipereutrófico (TSI > 90).

### Tabla 1

*Escala de Valores del Estado Trófico en los cuerpos de agua*

Estado de eutrofia	TSI	Ds (m)	Pt(mg/m <sup>3</sup> )	Clorf A (mg/m <sup>3</sup> )
Oligotrófico (TSI < 30)	0	64	0.75	0.04
	10	32	1.5	0.12
	20	16	3	0.34
	30	8	6	0.94
Mesotrófico (30 < TSI < 60)	40	4	12	2.6
	50	2	24	6.4
	60	1	48	20
Eutrófico (60 < TSI < 90)	70	0.5	96	56
	80	0.25	192	154
	90	0.12	384	427
Hipertrófico (90 < TSI < 100)	100	0.06	768	1183
Relación de los parámetros de eutrofización		$\frac{TSI \text{ DS}}{2}$	2 X TSI Pr	$\frac{\sqrt{7.8}}{2} \text{TSI}_{clorofa}$

*Nota.* Modificada de Carlson (1977 – 1980).

**Tabla 2**

*Fórmulas para estimar el estado trófico aplicando los indicadores de eutrofia*

Parametro de eutrofización	Carlson (1997, 1980)	Alzaki et al. (1981)
Claridad del agua (Ds)(m)	TSI DS = 60 - 14.41 Ln (DS)	TSI Ds= 10 X (2.46 + $\frac{3.76 - 1.57Ln(Ds)}{Ln2.5}$ )
Fosforo Total (Pt) (mg/l)	TSI Pt = 14.42Ln(Pt) + 4.15	TSI Pt= 10 X (2.46 + $\frac{6.68 - 1.15Ln(Pt)}{Ln2.5}$ )
Clorofila a (Clorf A) (mg/m <sup>3</sup> )	TSI Clor a = 9.81LN(Clorf a) + 30.6	TSI Clorf a= 10 X (2.46 + $\frac{Ln(Clorf a)}{Ln2.5}$ )

*Nota.* Modificada de Carlson (1977 – 1980) y Aizaki et al. (1981).

### 3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

#### 3.5.1 Estaciones de Monitoreo de Calidad del Agua

Las estaciones de monitoreo analizadas en esta investigación, pertenecen a la red de monitoreo de calidad de agua en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca, por contar con una base de datos de varios años atrás, que administra el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PEBLT) a través de la Dirección de Estudios – Meta 0014: Monitoreo y Evaluación, efectuando monitoreos permanentes con intervalos de tiempo mensuales. Considerar en la presentación de la metodología: a) Descripción de variables analizadas en los objetivos específicos, b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros y c) Aplicación de prueba estadística inferencial.

**Tabla 3**

*Puntos de monitoreo en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca*

ID	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN UTM	
			ESTE	NORTE
1	BI-01	Bahía Exterior de Puno en el Lago Titicaca, en Faro	397822.00	8247385.00
2	BI-02	Bahía Exterior de Puno en el Lago Titicaca, a 100 m en dirección NE de captación de agua potable Chimu	397069.00	8247362.00
3	BI-03	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, en canal de navegación hacia bahía exterior	394842.00	8248098.00
4	BI-04	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 50 m en dirección SO de Isla Blanca	394197.00	8248741.00
5	BI-05	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 1,150 m en dirección SO de muelle de Isla Esteves	393093.00	8248671.00
6	BI-06	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 125 m en dirección O de muelle de Isla Esteves	393383.00	8249637.00
7	BI-07	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 170 m en dirección S de Astillero Huaje	392864.00	8249988.00
8	BI-08	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 100 m en dirección ESE de embarcadero UNA Puno	391502.00	8249561.00
9	BI-09	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 100 m en dirección N de Muelle de Puno	391384.00	8249164.00
10	BI-10	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 740 m en dirección E. 1/4 SE. de Muelle de Puno	39208.00	8248953.00
11	BI-11	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 510 m en dirección S de Muelle de Puno	391467.00	8248575.00
12	BI-12	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 125 m en dirección NE de Muelle Bancharo Rossi	391516.00	8248054.00
13	BI-13	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 365 m en dirección N. 1/4 NO. de muelle El Espinar	392148.00	8247664.00
14	BI-14	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 150 m en dirección NE de efluente laguna de estabilización EL Espinar	393246.00	8247241.00
15	BI-15	Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca, a 650 m en dirección NO de muelle Hotel San Antonio	394369.00	8246881.00

*Nota. Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca año 2017.*

**Figura 7**

*Distribución de puntos de monitoreo en la Bahía Interior de Puno – Lago Titicaca*



### 3.5.2 Parámetros a Evaluar

Los parámetros a evaluar en cada uno de los puntos son: Físicoquímicos, microbiológicos y nutrientes medidos en campo como temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, transparencia y demanda bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub>, los cuales fueron analizados en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua (LCCA) del PELT.

Se utilizó un multiparámetro marca HORIBA Serie U-50 y un Disco Secchi, como equipos de campo para medir los parámetros físicos, y que fue calibrado 24 horas antes del muestreo, en los ambientes del LCCA del PELT.

### 3.5.3 Recolección y Análisis de Muestras de Agua

La toma de muestras de agua se efectuó teniendo en consideración el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, como principal herramienta y los protocolos de monitoreo del LCCA del PELT, como herramienta de apoyo, la toma de muestras se efectuó teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- Se tomó una muestra simple por cada punto de monitoreo, utilizando para ello una botella muestreadora de tipo horizontal y 2.2 litros de capacidad.
- La evaluación de transparencia se efectuó en cada punto de monitoreo utilizando para tal fin un Disco Secchi, tomando en cuenta para ello la altura de columna de agua.
- El volumen de agua colectado por cada muestra fue de 500 ml, esto concordante con los requerimientos de volumen de agua necesarios para cada uno métodos de ensayo efectuados.
- Las muestras fueron colectadas en envases de polietileno, debidamente etiquetadas y rotuladas según punto de monitoreo.
- Las muestras fueron transportadas hasta el LCCA del PELT en una caja térmica (cooler) antes de las 24 horas y posteriormente fueron refrigeradas a 4°C.

## **A. Determinación de Parámetros Físicos**

La temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, salinidad, oxígeno disuelto son medidos directamente en campo con el multiparamétrico HORIBA.

Determinación de la turbidez: Método de la absorciométrico, cuyo principio se basa en la propiedad óptica de las muestras de agua que resulta de la desviación y absorción de la luz producida por las partículas en suspensión presentes. La cantidad de turbidez medida depende de variables como tamaño, forma y propiedades de refracción de las partículas. Se expresa en unidades nefelométricas de turbidez (NTU); se lectura utilizando un espectrofotómetro HACH DR/4000.

Determinación de la transparencia del agua a la luz: Método: disco Sechi, el que se basa en el punto en el cual deja de ser visible un disco blanco de 20 cm de diámetro, desaparece al ser observado a la sombra de la embarcación y el punto en el cual vuelve a ser visible al ser elevado, después de haber sido sumergido en la profundidad del agua por debajo de la visibilidad. Su unidad de medida es en metros de visibilidad.

## **B. Determinación de Parámetros Químicos**

Determinación de Nitratos  $\text{NO}_3$ .- Método reducción de cadmio, basado en la reducción del nitrato ( $\text{NO}_3$ ) por acción del Cadmio metálico. El nitrato reacciona en medio ácido sulfamílico formando una sal de diazono intermedia que se une con el ácido gentésico. Luego es medido con un espectrofotómetro HACH DR/ 4000.

Determinación de Nitritos  $\text{NO}_2$ .- Método del sulfato ferroso, en medio ácido para reducir el nitrito óxido nitroso, donde los iones ferrosos forman un complejo de color pardo, luego es medido con un espectrofotómetro HACH DR/ 4000

Determinación del Nitrógeno Amoniacal.- Método Nessler, con la utilización de estabilizador mineral con la finalidad de complejizar la dureza en la muestra, mientras el agente dispensador (alcohol polivinílico)

ayuda a la formación de color al reaccionar con el reactivo Nessler, luego es medido con un espectrofotómetro HACH DR/ 4000

Determinación del Fosforo Reactivo Soluble.- Método: del orto fosfato (fosVER), el orto fosfato reacciona en medio ácido con el molibdato formando un complejo fosfololibdico. El ácido ascórbico reduce el complejo formando un color azul de molibdeno el cual está relacionado con la cantidad de fosforo (P) y medido con un espectrofotómetro HACH DR/ 4000.

Determinación de la Demanda Química de Oxígeno.-Método es derivado del método standard, basado en la reducción de dicromato de potasio  $K_2Cr_2O_7$  el cual se ha modificado de forma sencilla usando viales de digestión que pasan a ser disgestadas por un lapso de 2 horas a  $150^\circ C$  y es medido con el espectrofotómetro HACH DR/ 4000.

#### **3.5.4 Laboratorio de Análisis de Agua**

Los ensayos de las muestras fueron efectuados en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua (LCCA) del PELT, localizado en la Carretera Panamericana Sur N° 1090, Barco – Chucuito – Puno, el mismo que cuenta con más de 10 años de experiencia en el análisis de la calidad de las aguas en la cuenca del lago Titicaca.

#### **3.5.5 Materiales**

- Embarcación para el muestreo.
- Sensor Multiparamétrico Horiva.
- Espectrofotómetro UV DR 4000
- Computadora personal (LAP TOP).
- GPS
- Ecosonda.
- Mensajeros
- Winche eléctrico.
- Frascos para muestras de 500 mL.
- Ácido Nítrico; 65% ( $HNO_3$ ).

- Disco Secchi.
- Etiquetas para muestras.
- Cadena de Custodia.

Las muestras de agua se obtendrán de las coordenadas establecidas para las estaciones de muestreo, ubicadas con GPS.

### 3.5.6 Procedimiento de Muestreo

Una vez determinada la profundidad máxima, se establece las profundidades de muestreo al 20% y 80% de la columna de agua, luego se lanza la botella muestreadora Niskin, el cual es medido por el winche, una vez alcanzado los niveles requeridos, se envía el mensajero para cerrar la botella.

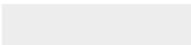
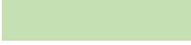
Una vez obtenida las muestras de los dos niveles estas se recopilan en embaces según el parámetro a ser analizado.

### 3.5.7 Establecimiento del Índice de Estado Trófico

Para determinar este índice se debe tener a disposición los datos de transparencia para reemplazarlos en las fórmulas anteriormente dadas y clasificarlos en la tabla de determinación de índice de estado trófico.

#### Figura 8

*Índices de estado trófico*

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO EN METROS		
	OLIGOTRÓFICO	(TSI < 30)
	MESOTRÓFICO	30 < TSI < 60
	EUTRÓFICO	(60 < TSI < 90)
	HIPEREUTRÓFICO	(90 < TSI < 100)

### 3.5.8 Variables que Determinan el Estado Tráfico

Para conocer el estado de eutrofización de un ecosistema acuático es necesario establecer una red de vigilancia que debería realizar las siguientes observaciones con el fin de diagnosticar dicho estado:

### 3.5.9 Variables Abióticas

#### A. Temperatura

Es tal vez el factor que más influencia tiene en los lagos, juega un papel importante en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos.

Las temperaturas bajas retardan la acción desnitrificante de las bacterias y por esta razón los nitratos no son destruidos tan rápidamente y, al permanecer en el agua, son aprovechados por el fitoplancton para la producción de alimentos.

Los cambios de temperatura afectan a la vida según el caso, propicia la aparición o desaparición de poblaciones acuáticas.

#### B. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el agua proviene de la fotosíntesis que realizan los vegetales con clorofila. Como esta actividad fotosintética es mayor en las capas superiores bien iluminadas, su concentración será mayor a este nivel.

En los niveles próximos al fondo, su concentración es mínima debido a los procesos de oxidación de la materia orgánica. Los consumidores agotan pronto esta provisión oxígeno disuelto y sofocan a todos los organismos del medio acuático, excepto a las bacterias y los organismos capaces de sobrevivir sin oxígeno. Vemos que todo esto ocurre en la condición eutrófica.

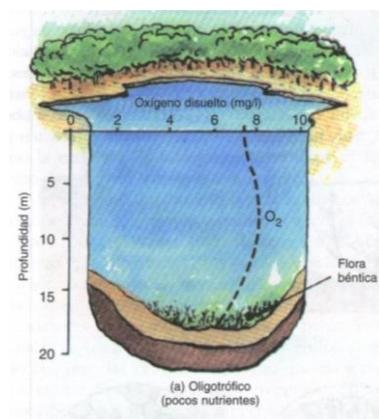
En la práctica a menudo se emplea el contenido de oxígeno como índice de fertilidad del lago y la eutrofia se deduce cuando hay un déficit de oxígeno en aguas profundas. “El agotamiento de oxígeno disuelto

causado por los descomponedores de detritos y la consecuente sofocación de la vida acuática es la etapa final y más destructiva de la eutrofización.”

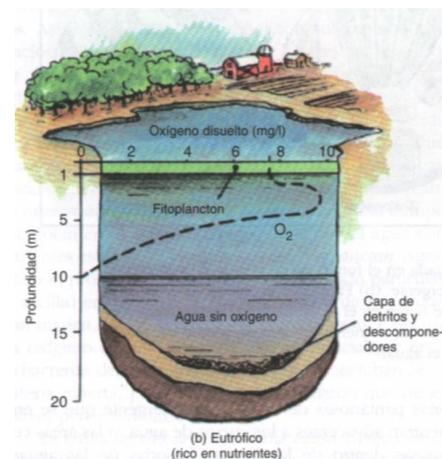
La concentración del oxígeno disuelto en el agua de un lago depende de la temperatura del agua, que a su vez depende de la radiación solar y de la profundidad.

### Figura 9

*Esquema de lago oligotrófico y lago eutrófico referido a la presencia de oxígeno disuelto y la presencia de nutrientes.*



**Lago oligotrófico**

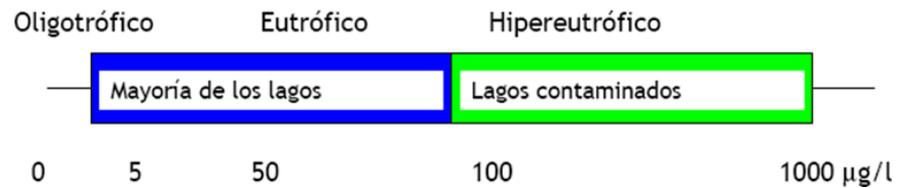


**Lago eutrófico**

### C. Fósforo total

La suma de todas las formas de fósforo, inorgánicas y orgánicas, se denomina fósforo total.

El aporte de fósforo a los lagos se ve muy aumentado por la eliminación de aguas residuales industriales y domésticas, salvo cuando se adoptan medidas para eliminarlo del vertido final. La escorrentía superficial o subterránea de la cuenca de drenaje y los detergentes polifosfatados, también contribuyen sustancialmente a este enriquecimiento. El fósforo dispara la productividad ocasionando la eutrofización.



En los ecosistemas acuáticos alterados por descargas los niveles de fósforo se incrementan de manera alarmante la producción de cianofíceas, y macrófitos, aumentándose la zona litoral y soldándose el sedimento haciéndose cada vez menos profundos, estimulando rápida y progresivamente el proceso eutrófico de un lago.

### Figura 10

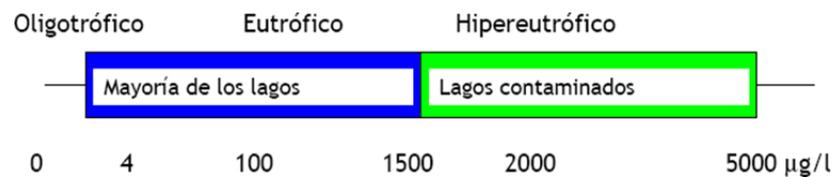
*Eutrofización en la Bahía Interior de Puno Lago Titicaca*



### D. Nitrógeno total

El nitrógeno es un constituyente esencial de aminoácidos y proteínas de organismos, puede entrar a los lagos mediante precipitación, fijación del nitrógeno atmosférico o por escorrentía superficial o subterránea. Al resultado de sus diferentes formas de obtención se lo denomina nitrógeno total

Una cantidad importante de nitrógeno en los lagos se encuentra incorporado a los organismos (N orgánico), pero también puede encontrarse en forma de  $\text{N}_2$  (nitrógeno),  $\text{NO}_3^-$  (nitrato),  $\text{NO}_2^-$  (nitrito) y reducido  $\text{NH}_4^+$  (amoníaco).



En los ecosistemas acuáticos alterados por descargas los niveles de fósforo se incrementan de manera alarmante la producción de cianofíceas, y macrófitos, aumentándose la zona litoral y soldándose el sedimento haciéndose cada vez menos profundos, estimulando rápida y progresivamente el proceso de eutrófico de un lago.

### **E. Turbiedad**

Consiste en la reducción de la claridad del agua por la presencia de materia suspendida y disuelta de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En lagos la turbiedad es debida a dispersiones extremadamente finas y coloidales.

La medición de la turbiedad es una manera rápida que nos sirve para saber cuándo, como y hasta que punto debemos tratar el cuerpo de agua para que cumpla con la especificación requerida.

### **F. Color de agua**

La presencia de color puede ser un indicador de calidad o deficiencia del ambiente acuático. Las algas provocan al agua un color verdoso por el contenido de clorofila, mientras que la presencia de formas solubles de hierro y manganeso le da un tono entre amarillo y pardo, los desechos de cromato le dan color amarillento.

### **Figura 11**

*Coloración del agua, indica la presencia de contaminantes*



El color del agua depende del rango espectral de la luz reflejada de la superficie del agua y de las longitudes de ondas dispersadas de la columna de agua. El agua pura aparece como azul, desde que esta longitud de onda es dispersa y tiene un gran coeficiente de transmisión.

#### **G. Transparencia**

La transparencia es la cantidad de luz que se transmite (traspasa) en el cuerpo de agua, en un lago eutrófico la luz penetra con dificultad y el crecimiento de flora béntica productora de oxígeno se minimiza y queda en la oscuridad. Esta variable nos ayuda a determinar ciertas características de lagos (tipo de lago, flora, fauna, propiedades de agua, etc.)

En los lagos oligotróficos, la transparencia es mayor, puesto que la luz penetra con facilidad, colaborando con el crecimiento exuberante de flora béntica y la fauna es típica de aguas bien oxigenadas. (truchas, larvas de libélulas, etc.).

#### **H. Sólidos disueltos o residuo filtrable (transparente)**

Es el material orgánico e inorgánico desintegrado contenido en el agua. Son los residuos de la evaporación del agua filtrada, desecados por la temperatura.

Una cantidad excesiva hace que el agua disminuya su calidad y dificulte el desarrollo normal de organismos acuáticos.

#### **I. 3.5.9.9 Alcalinidad**

La alcalinidad del agua se refiere al conjunto de compuestos que en su totalidad modifican el pH desde el lado alcalino de la neutralidad. La alcalinidad es debida a la presencia de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y en menor proporción por boratos, silicatos y fosfatos.

La alcalinidad indica la capacidad de buffer frente a ácidos.

Capacidad buffer de los lagos: es decir la capacidad de recibir  $H^+$  o  $OH^-$  sin modificar el pH.

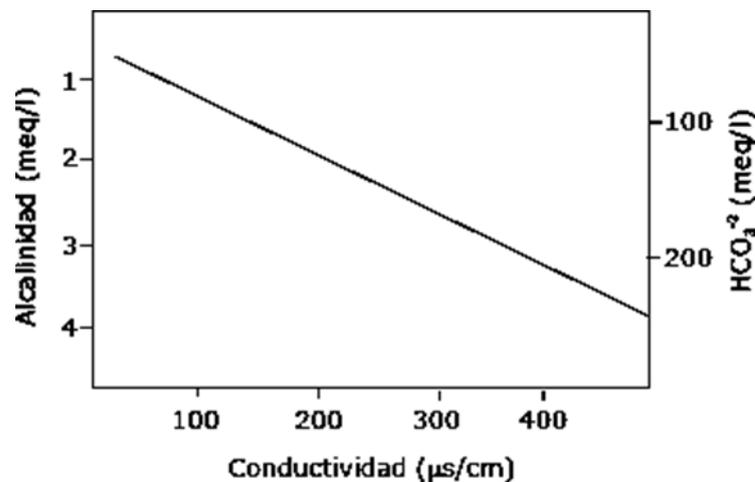
#### **J. Conductividad**

La capacidad de transmisión eléctrica del agua entre dos polos. La conductividad en medios líquidos (Disolución) está relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación genera iones positivos y negativos capaces de transportar la energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico. Estos conductores iónicos se denominan electrolitos o conductores electrolíticos.

Esta propiedad depende fundamentalmente de la concentración de los aniones (de acuerdo a su abundancia, son el  $CO_3^{2-}$  y el  $HCO_3^-$  y el  $SO_4^{2-}$ , el  $Cl^-$  y el  $NO_3^-$  son menos abundantes) y cationes (el  $Ca^{2+}$  es el más abundante, seguido del  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  y el  $K^+$ ).

**Figura 12**

*Relación de la Conductividad con la Alcalinidad*



### K. pH (concentración del ion hidrógeno)

El pH del agua mide su acidez o alcalinidad. La escala de valores es de 0 a 14 unidades de pH. Las aguas que tienen un pH inferior a 7 son ácidas y las superiores a 7 son básicas.



El pH disminuye conforme la acidez se incrementa y el pH se incrementa cuando el OH es adicionado al agua y la concentración de H disminuye.

El pH es importante porque permite determinar los efectos letales del CO<sub>2</sub>. A un pH de

4.5 se empiezan a manifestar los efectos letales y por el lado alcalino a 9.5.

Los lagos eutróficos que son ricos en materia orgánica poseen valores de pHs bajos (aguas ácidas) 3.3 a 4.5 turbas, pantanos.

El pH de las aguas naturales se debe a los caracteres de los suelos que atraviesa. Las aguas calcáreas tienen un pH elevado, las que discurren

por terrenos pobres en caliza o silicatos tienen un pH próximo a 7 o inferior, y las aguas de ciertas regiones volcánicas suelen ser ácidas.

#### **L. Dióxido de carbono**

Es un gas que se combina con el agua para formar ácido carbónico. Proviene de la atmósfera y de la actividad respiratoria de los organismos. Su concentración en el agua es variable; cuando es alta, puede constituir un factor limitante para los animales, ya que en estos casos suele ir asociado a concentraciones bajas de oxígeno. El Dióxido de carbono tiene relación con el pH del medio acuático e interviene en la formación de los esqueletos, carapachos y conchas de muchos invertebrados.

Existen en el medio acuático otros gases como el anhídrido sulfuroso ( $\text{SH}_3$ ), que es muy venenoso y constituye un factor limitante cuando se acumula en aguas estancadas ricas en restos orgánicos. Este gas proviene de la reducción del sulfato de calcio por la bacteria *Microspira aestuarii*. En muchos lagos se desprende a veces metano, el cual se produce por la descomposición anaeróbica de restos vegetales.

### **3.5.10 Variables Bióticas**

#### **A. Productividad primaria (correlación con concentración de clorofila).**

Es realizada por organismos autótrofos como el fitoplancton y las algas acuáticas y consiste en la intensidad que tienen las plantas (productores de un ecosistema) para capturar y almacenar una cantidad dada de energía (productividad primaria), donde parte de esta energía (la que forma los tejidos vegetales) es consumida por animales herbívoros o usada por otros organismos cuando la planta muere.

Los factores que con mayor frecuencia limitan la productividad primaria son la disponibilidad de luz, de nutrientes, la temperatura, la intensidad de la corriente y del ramoneo. Entre los nutrientes, los que resultan limitantes más a menudo son el nitrógeno y el fósforo.

## **B. Biomasa planctónica**

La biomasa planctónica es el conjunto de materia orgánica renovable producida por los productores fotosintéticos (fitoplancton) en los ecosistemas acuáticos. El nivel de biomasa planctónica determina la capacidad de producción de materia orgánica generada por la vegetación acuática que se desarrolla en la superficie de los lagos, que en muchos casos es producto de la sobre nutrición de los medios acuáticos.

La biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de plantas y desechos vegetales que pueden ser convertidos en energía.

La biomasa planctónica aprovecha la energía que se desprende de la descomposición de la materia viva de origen vegetal.

## **C. Fauna béntica**

Es el conjunto de organismos que viven en contacto con el fondo lacustre; hundidos en el sustrato o desplazándose por la superficie cumpliendo su ciclo de vida en el interior de estos.

Estos organismos abundantes sirven de enlace importante, suministrando energía a los niveles tróficos superiores del ecosistema lacustre. Muchas veces tienen una capacidad restringida de movimiento y por lo tanto son sensibles a cambios ambientales. Son opuestos al necton (organismos Nadadores) y al plancton (organismos flotantes o en suspensión).

## **D. Flora microbiana**

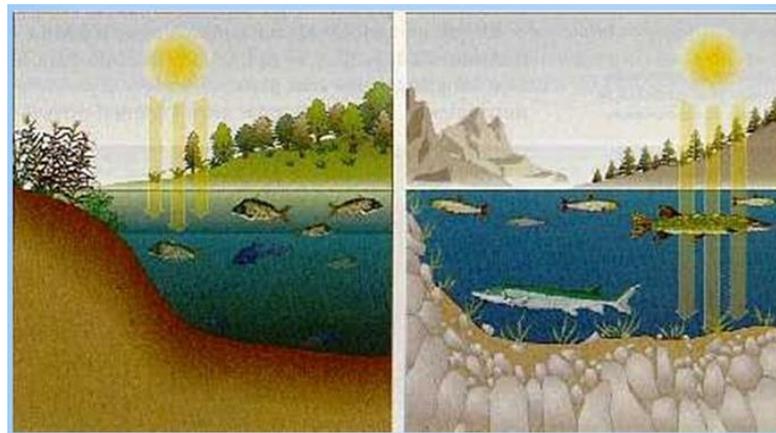
La constituyen organismos flotantes o en suspensión (plancton). Es el conjunto de organismos vegetales que viven en las partes más superficiales de los lagos donde cumplen su ciclo de vida e influyen significativamente en la producción primaria de los lagos; tienen como factor limitante la fertilización de los lagos por nutrientes, en especial el nitrógeno y el fósforo.

## E. Diversidad de peces

Esta variable determina el tipo de fauna existente en función a la calidad del medio donde se desarrolla. Así, el desarrollo y diversidad de animales acuáticos (peces) dependerá de las características de subsistencia que preste el ambiente lacustre.

### Figura 13

*Menor cantidad de oxígeno en un lago, mayor cantidad de oxígeno en un lago oligotrófico*



Lago eutrófico (< cantidad de O)    Lago oligotrófico (> cantidad de O)

### 3.5.11 Flora Acuática

Constituyen diversas formas de vegetación que se desarrollan en un medio acuático, esta vegetación (algas) libera más oxígeno durante el día que el que utilizan, y absorben más dióxido de carbono que el que liberan; la flora acuática normalmente trabaja de forma contraria durante la noche, aumentando la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).

Es importante considerar cualquier acción de eliminación de plantas acuáticas (en función del uso que se le quiera dar al medio lacustre) asegurando de forma positiva las unidades ecológicas.

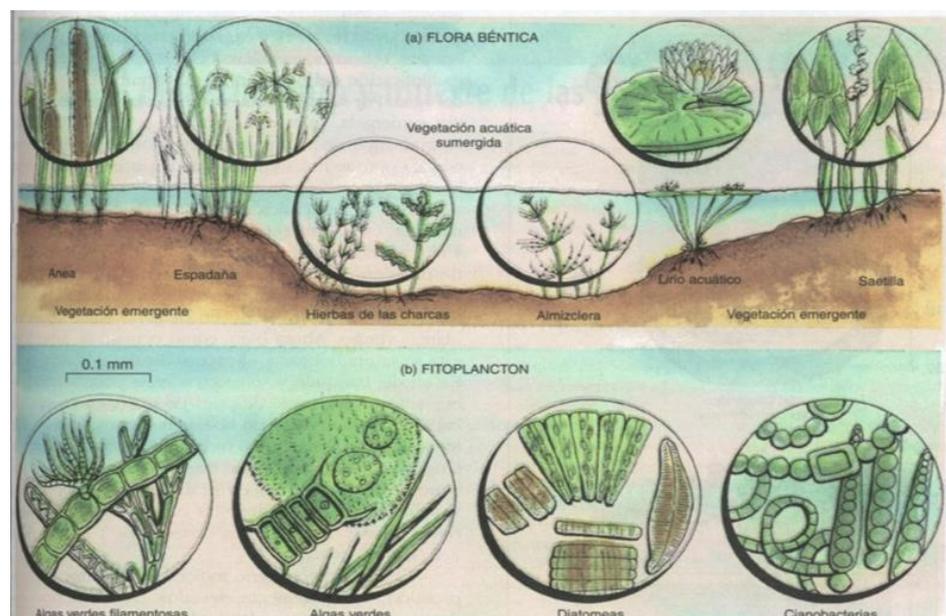
El oxígeno suministrado por la flora acuática mediante la fotosíntesis es beneficioso para los cuerpos de agua, siempre que no se exceda su desarrollo y pase a constituirse en una fuente perjudicial para el medio, por lo tanto hay que realizar una valoración adecuada de su producción.

## A. Flora béntica

La flora béntica constituye un conjunto de plantas acuáticas enraizadas en el fondo de los lagos, las mismas sostienen un ecosistema variado de peces y crustáceos, proporcionando un medio con cantidades elevadas de oxígeno disuelto de la superficie a la profundidad del medio acuático.

### Figura 14

*Flora béntica y fitoplancton en lagos*



## B. Crecimiento excesivo de macrofitas acuáticas

Las zonas litorales donde generalmente existe zonas enriquecidas con exceso de nutrientes normalmente se colmatan con plantas acuáticas macrofitas que crecen en exceso. Esto puede influir en las actividades recreacionales e industriales y alterar la estructura de la red alimenticia. El excesivo crecimiento de fitoplancton y plantas microscópicas en el agua crea problemas de deterioro del paisaje y reduce el valor del agua como recurso recreacional. Desde un punto de vista meramente paisajístico, las aguas cristalinas y claras características de sistemas oligotróficos son más atractivas como aguas de baño y navegación.

### Figura 15

*Paisajes de un lago eutrófico y un lago oligotrófico*



Paisaje de un lago eutrófico

Paisaje de un lago oligotrófico

### C. Crecimiento excesivo de algas

Uno de los síntomas comunes de la eutrofización de los lagos es el desarrollo excesivo de algas. La eutrofización cultural causa frecuentemente dicho crecimiento, por el aporte de nutrientes al medio acuático, hasta el punto de llegar a una saturación de las aguas. En ciertas condiciones de oscuridad producidas por plantas acuáticas que se desarrollan en la superficie de los lagos y con el apoyo de las altas temperaturas, este crecimiento puede quedar inhibido, provocando la muerte de las algas (flora béntica) que se descomponen y causan olores desagradables, el agua adquiere una coloración verdosa y pierde su transparencia.

### Figura 16

*Vista del crecimiento excesivo de algas producto de la eutrofización*



Cuando mueren, al final de la época de crecimiento, se depositan en el fondo de los lagos incrementando el nivel de sedimentación, que pasa



a constituir una fuente secundaria de contaminación, acelerando con el tiempo el proceso de eutrofización.

El crecimiento de las algas en exceso, puede provocar un impacto negativo en la calidad de agua de los lagos, generando problemas que no permiten dar el uso adecuado a estos sistemas lacustres.

## CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1 Resultados

Esta sección de resultados se divide en dos partes. La primera es la aplicación del Índice del Estado Trófico para la Bahía Interior de Puno, La segunda incluye la evaluación espacial de la calidad del agua en la Bahía Interior de Puno, Lago Titicaca. Lago Titicaca mostrando la variación de la calidad del agua a través del tiempo y en el espacio.

## 4.1.1 Altura Total del Punto de Muestreo

Tabla 4

*Altura de la columna de agua año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr	May	Jun	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	22.0	22.0	22.0	22.5	18.6	22.5	22.0	16.5	21.6	21.6	22.2	21.0
Captación de agua Potable (Chimu)	15.0	18.0	18.0	20.5	17.6	19.5	18.0	14.5	17.5	17.0	17.7	17.0
Tercera Boya de Retorno al Faro	6.6	3.0	3.0	3.7	5.3	5.9	3.1	3.2	3.8	3.7	5.7	6.0
50m. Efluente Espinar	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	0.5	0.8	0.7	0.6	0.9
100m antes del muelle espinar	2.0	2.2	2.2	3.0	5.0	3.8	1.9	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6
Faro Viejo	7.0	6.3	7.0	4.0	4.2	3.8	4.1	2.8	3.8	3.8	3.5	3.2
Tercera boya saliendo del muelle	6.5	5.6	5.6	6.8	6.0	7.0	6.4	5.3	6.2	2.1	6.1	3.2
Frente al terminal terrestre	2.1	2.5	2.5	3.0	2.5	6.2	4.5	4.9	2.8	3.0	6.0	6.0
Muelle de puno	3.0	2.2	2.2	3.5	3.0	2.8	2.6	1.9	2.3	6.2	2.1	2.0
Frente a residencias universitarias	2.2	3.0	3.0	2.3	2.2	2.0	1.7	1.6	1.8	2.0	2.2	2.1
Muelle Isla Esteves	1.8	2.0	2.0	2.8	2.8	2.4	2.1	1.7	2.0	2.0	2.0	1.5
100 m antes de Isla Blanca	2.5	2.2	2.2	2.8	2.8	2.9	2.9	2.2	2.0	2.0	2.5	2.0

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 5**

*Altura de la columna de agua año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic
Faro	23.1	23.3	22.0	23.1	21.1	22.0	24.0	22.1	22.5	23.9	24.0	22.5
Captación de agua Potable (Chimu)	17.9	18.0	17.0	20.0	17.1	18.5	19.2	17.6	18.1	18.0	18.2	16.0
Tercera Boya de Retorno al Faro	3.9	6.0	6.0	4.5	5.9	6.8	6.1	6.1	6.9	3.0	5.8	5.1
50m. Efluente Espinar	0.9	0.5	0.8	0.8	1.0	0.9	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2	1.0
100m antes del muelle Espinar	1.8	1.6	2.0	1.8	1.8	1.8	1.2	1.8	2.8	1.9	1.2	1.0
Faro Viejo	3.4	3.7	4.0	3.6	3.2	3.1	3.2	3.0	2.9	4.9	2.8	2.9
Tercera boya saliendo del muelle	2.5	2.4	3.0	4.0	3.2	2.9	2.3	2.1	2.2	2.0	2.1	0.9
Frente al terminal terrestre	0.4	6.5	6.4	6.3	6.0	6.0	5.7	5.5	5.8	5.6	5.8	5.1
Muelle de Puno	2.1	2.2	2.5	2.3	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	1.7	1.6	1.3
Frente a residencias universitarias	2.7	3.0	2.5	3.0	2.8	3.0	2.6	2.0	2.7	2.6	2.3	2.5
Muelle Isla Esteves	2.1	1.9	2.2	2.8	2.1	2.2	1.9	1.6	1.8	1.8	1.6	1.2
100 m antes de Isla Blanca	2.2	2.5	2.4	2.4	2.0	2.0	1.8	1.6	1.5	1.5	1.5	1.3

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 6**

*Altura de la columna de agua año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	20.4	20.2	23.0	23.8	23.6	22.8	22.1	22.0	21.9	21.8	22.0	23.3
Captación de agua Potable (Chimu)	16.3	16.6	18.1	17.1	19.0	18.0	18.9	17.8	17.4	19.1	17.0	18.2
Tercera Boya de Retorno al Faro	4.3	5.6	6.0	6.3	4.9	6.1	5.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
50m. Efluente Espinar	1.5	1.6	1.5	1.6	1.7	1.2	1.5	1.4	1.3	1.2	1.4	1.2
100m antes del muelle Espinar	2.4	1.6	1.8	3.5	2.0	1.6	1.8	1.2	1.5	1.2	1.2	1.2
Faro Viejo	2.9	3.2	3.4	1.9	3.5	3.3	3.5	3.1	3.0	3.0	2.8	2.8
Tercera boya saliendo del muelle	1.9	1.5	2.0	1.9	2.2	1.9	3.8	1.6	2.1	2.0	1.6	1.8
Frente al terminal terrestre	5.4	5.5	6.0	5.2	6.1	6.0	7.8	6.2	5.6	5.7	5.3	6.0
Muelle de Puno	2.1	2.0	2.2	2.5	2.3	2.3	2.1	1.8	1.6	1.8	1.5	1.6
Frente a residencias universitarias	2.6	2.6	3.0	2.8	3.0	3.0	1.7	2.6	2.3	2.1	2.3	2.5
Muelle Isla Esteves	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	1.8	1.6	1.9	1.6	1.6	1.7
100 m antes de Isla Blanca	2.3	1.9	2.1	2.5	2.0	2.0	1.8	1.8	1.6	1.6	1.4	1.5

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 7**

*Altura de la columna de agua año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	21.5	21.9	22.5	22.3	22.1	21.0	21.9	21.5	22.3	21.8	21.7	23.3
Captación de agua Potable (Chimu)	20.0	20.2	20.3	20.1	18.5	18.0	18.0	17.0	17.8	17.5	17.6	18.15
Tercera Boya de Retorno al Faro	5.30	5.60	6.20	6.10	6.20	5.20	4.90	4.50	5.30	5.00	6.10	5.55
50m. Efluente Espinar	1.00	1.40	1.90	1.70	1.50	1.30	1.10	1.00	1.00	0.80	1.00	1.15
100m antes del muelle Espinar	1.05	1.35	1.90	1.85	1.80	1.50	1.30	1.10	1.20	1.00	1.10	1.2
Faro Viejo	4.00	4.20	3.60	3.50	4.50	3.50	3.00	2.70	3.00	2.60	3.00	2.8
Tercera boya saliendo del muelle	1.80	2.00	2.10	2.00	1.80	1.20	1.30	1.10	1.70	1.50	2.80	1.8
Frente al terminal terrestre	5.60	5.80	6.00	6.00	7.50	6.40	5.50	5.00	5.50	5.30	5.10	5.95
Muelle de Puno	1.70	1.90	2.10	2.00	2.00	1.80	2.00	1.70	1.90	1.90	1.85	1.6
Frente a residencias universitarias	2.10	2.30	2.90	2.80	2.90	2.10	2.20	2.00	2.20	2.10	1.60	2.45
Muelle Isla Esteves	1.70	2.00	2.20	2.10	2.00	1.90	1.70	1.40	1.50	1.30	1.40	1.7
100 m antes de Isla Blanca	1.40	1.70	2.10	2.00	2.10	2.00	1.80	1.70	1.80	1.60	1.50	1.45

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 8**

*Altura de la columna de agua año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	21	21	24	24	24	23	23	23	22	22	23	24
Captación de agua Potable (Chimu)	17	17	19	18	20	19	19	18	18	20	18	19
Tercera Boya de Retorno al Faro	5	6	7	7	5	7	6	5	6	6	5	6
50m. Efluente Espinar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
100m antes del muelle Espinar	3	2	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2
Faro Viejo	3	4	4	2	4	4	4	4	3	3	3	3
Tercera boya saliendo del muelle	2	2	3	2	3	2	4	2	3	2	2	2
Frente al terminal terrestre	6	6	7	6	7	6	8	7	6	6	6	6
Muelle de Puno	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Frente a residencias universitarias	3	3	4	3	3	4	2	3	3	3	3	3
Muelle Isla Esteves	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
100 m antes de Isla Blanca	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 9**

*Altura de la columna de agua año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	20	22.8	-	23.9	23.6	23	21.4	22.9	23	22.5	16.5	22
Captación de agua Potable (Chimu)	14.5	15	-	19.6	12.8	17.8	19	20	19.9	21	18	19
Tercera Boya de Retorno al Faro	4.5	3	-	2.8	2.6	3.9	5.6	4.1	2.8	2.8	1.4	1.8
50m. Efluente Espinar	1.5	2.3	-	1.5	2	0.9	0.8	1.2	0.9	0.5	0.6	0.7
100m antes del muelle espinar	1.8	2.8	-	6	6.5	2.9	6	5.8	1.9	2	1.6	1.3
Faro Viejo	3.4	6	-	5.9	2	3.2	4.2	5.8	3.5	2.3	2.2	3
Tercera boya saliendo del muelle	2	3	-	3.9	6.5	6	3.1	2.8	2.3	2	2	2.1
Frente al terminal terrestre	6	3.9	-	3	4	3.7	2.3	2.7	2.8	2.5	2	2.1
Muelle de Puno	2.2	3	-	3.5	3.75	3	2.3	2.8	2.9	2.8	2	2.2
Frente a residencias universitarias	3	2.5	-	3.3	4.4	3.7	2.15	2.4	2.7	2.5	2	1.8
Muelle Isla Esteves	2.2	2.6	-	3	3.2	2.6	2.5	2.6	2.6	2.1	2.3	2.1
100 m antes de Isla Blanca	2.1	2.9	-	2.9	2.7	2.7	2.5	2.7	2.6	2.6	3.1	2.12

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 10**

*Altura de la columna de agua año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.0	21.0
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.3	15.0
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	1.2
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.0
100m antes del muelle espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	1.5
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	3.0
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	6.0
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	3.0
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	2.8
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	3.0
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.8
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	1.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 11**

*Altura de la columna de agua año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	ALTURA DEL PUNTO DE MUESTREO (m) AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	22	29	22	22	22
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	11	15	18	18	18
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	2	3	2	3	3
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	1
100m antes del muelle espinar	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	3	1	2	2	2
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	2	2	3	2	2
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	3	2	2	3	2
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	4	2	3	4	4
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

#### 4.1.2 Transparencia (m)

**Tabla 12**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	5	6	6	3.5	4.5	6	2.5	6	4	2.5	2.5	2
Captación de agua Potable (Chimu)	4	4.8	5	3.1	3	5	2.5	4.5	2.8	2.1	2.5	2.1
Tercera Boya de Retorno al Faro	3.5	2	4.4	2.5	1.5	1.5	1.3	0.5	0.8	0.6	0.6	2
50m. Efluente Espinar	1	0.5	1	0.5	0.2	0.4	0.5	0.6	0.4	0.3	0.6	0.5
100m antes del muelle espinar	2	2	2.8	1.5	0.6	0.5	1.5	0.5	0.5	0.4	0.7	0.9
Faro Viejo	2.8	2	3	2	0.9	0.5	1.1	0.4	0.6	0.6	0.6	3
Tercera boya saliendo del muelle	2.7	2	2.8	1.8	0.8	0.4	1	0.4	0.8	0.5	0.5	3
Frente al terminal terrestre	2	1.6	2.8	2	0.9	0.7	1	0.4	0.5	0.5	0.6	3
Muelle de puno	0.8	2.2	1.2	1.3	0.9	0.6	1.1	0.4	0.5	0.6	0.5	2
Frente a residencias universitarias	2	1.5	1.8	1.5	1	0.9	1	0.5	0.5	0.5	0.55	2.1
Muelle Isla Esteves	1.6	1.6	2	1.8	1.1	0.5	1.3	0.6	0.9	0.6	0.6	1.5
100 m antes de Isla Blanca	2.3	1.5	2	2	0.5	0.8	1.3	0.5	0.9	0.7	0.7	2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 13**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2009 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	3	4	2.2	2	4	8.5	6.8	6.1	4.8	5.1	2.8	3
Captación de agua Potable (Chimu)	2.5	3.5	2.3	3	3.5	6.9	5	6.5	3.9	4.5	3	3.6
Tercera Boya de Retorno al Faro	1	1.1	1.8	1.5	1.2	1.6	1.3	1	1.5	1.25	1.5	0.6
50m. Efluente Espinar	0.5	0.5	0.3	0.7	0.5	0.9	0.9	1	1	1.2	1.2	0.6
100m antes del muelle Espinar	0.7	1.2	1.1	1.1	1.1	1.3	1	0.7	1.1	1.1	1.2	0.8
Faro Viejo	0.9	1	1.5	1.9	1.2	1.55	1.2	0.9	2.4	1.3	1.4	0.9
Tercera boya saliendo del muelle	0.9	1.1	1.2	1.5	1.4	1.45	1.3	1	1.6	1.35	1.2	0.8
Frente al terminal terrestre	0.95	1	1.5	1.1	1.4	1.5	1.3	0.9	1.45	1.3	1.8	0.9
Muelle de Puno	0.8	1.2	1.3	2	1.2	1.3	1.2	0.9	1.3	1.15	1.6	0.5
Frente a residencias universitarias	0.9	0.8	1.4	1.1	1.2	1.6	1.6	1.1	1.4	1.25	1.9	1
Muelle Isla Esteves	0.9	1.2	1.6	1.05	1.2	1.1	1.4	1.5	1.45	1.3	1.4	0.9
100 m antes de Isla Blanca	0.9	1.2	2	1.4	1.3	1	1.6	1.3	1.5	1.1	1.5	1

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 14**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2010 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	4.5	4.1	3.2	5.1	6.1	3.15	4.6	4.8	2.9	3.1	3.2	3.5
Captación de agua Potable (Chimu)	4	3.8	3.2	4.5	4.7	3.2	4.2	3.8	2.5	2.35	2.85	2.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.2	1.1	1.3	1	1.4	1.3	0.9	1.1	0.5	0.5	0.8	0.7
50m. Efluente Espinar	1.2	0.7	1.1	0.9	1.1	1.1	0.9	0.95	0.4	0.45	0.45	0.55
100m antes del muelle Espinar	1.3	1	1.4	1	1.45	1.3	0.8	1	0.6	0.3	0.5	0.6
Faro Viejo	1.3	1.25	1.5	0.9	1.15	1.4	1.3	0.9	0.6	0.5	0.7	0.7
Tercera boya saliendo del muelle	1.3	1.2	1.2	1	1.4	1.35	1	1.05	0.5	0.55	0.4	0.5
Frente al terminal terrestre	1	1.4	1.55	0.9	1.6	1.3	1.1	1	0.5	0.45	0.45	0.6
Muelle de Puno	1.2	1	1.5	1	1.4	1.2	0.9	0.9	0.4	0.45	0.45	0.4
Frente a residencias universitarias	1.1	1	1.3	0.8	1.8	1.3	1.1	1	0.7	0.5	0.5	0.6
Muelle Isla Esteves	1.4	1	1.2	0.8	1.2	1.2	1	1.15	0.5	0.55	0.55	0.85
100 m antes de Isla Blanca	1.1	1.3	1.2	1	1.35	1.4	1	1	0.9	0.6	0.6	0.7

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 15**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2011 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	3.4	3.5	4	4.6	5.9	4.9	4.8	3.8	3.4	3.2	4.3	3.3
Captación de agua Potable (Chimu)	3.8	3.6	3.7	4	5.75	4.5	6	3	3.1	3	4.1	3.4
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.9	1.3	1	1.1	1.5	1	1.3	0.9	0.8	0.8	1.45	1.1
50m. Efluente Espinar	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	1.1	0.8	1	0.9	1	0.8
100m antes del muelle espinar	0.5	0.7	1.1	1	1.4	0.9	1	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9
Faro Viejo	1.9	1.1	1.2	1.1	1.4	1.1	1.55	1	0.9	1	1.75	1.1
Tercera boya saliendo del muelle	1.4	1.3	1.4	1.3	1.5	1.2	1.3	1	0.9	1	1.7	1.4
Frente al terminal terrestre	1.9	1.5	1.4	1.3	1.55	1.1	1.4	1.3	0.9	1.1	1.9	1.4
Muelle de puno	1.1	1	1.3	1.1	1.5	1.2	1.3	1.1	0.9	1	1.45	1.1
Frente a residencias universitarias	2	1.5	1.4	1.2	1.5	1.3	1.45	0.6	0.8	1	1.1	1
Muelle Isla Esteves	1.7	1	1.2	1.1	1.5	1	1.1	0.9	0.8	0.9	1.2	0.9
100 m antes de Isla Blanca	1.4	1	1.1	1	1.3	1.3	1.3	0.8	0.8	0.9	1.2	0.9

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 16**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2012 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	4.9	4.6	4	5.9	6.9	3.75	5.2	5.4	3.5	3.7	3.8	4.1
Captación de agua Potable (Chimu)	4.4	4.3	4	5.3	5.5	3.8	4.8	4.4	3.1	2.95	3.45	3.4
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.6	1.6	2.1	1.8	2.2	1.9	1.5	1.7	1.1	1.1	1.4	1.3
50m. Efluente Espinar	1	0.5	0.9	0.7	0.9	0.9	0.7	0.75	0.2	0.25	0.25	0.35
100m antes del muelle Espinar	1.7	1.5	2.2	1.8	2.25	1.9	1.4	1.6	1.2	0.9	1.1	1.2
Faro Viejo	1.7	1.75	2.3	1.7	1.95	2	1.9	1.5	1.2	1.1	1.3	1.3
Tercera boya saliendo del muelle	1.7	1.7	2	1.8	2.2	1.95	1.6	1.65	1.1	1.15	1	1.1
Frente al terminal terrestre	1.4	1.9	2.35	1.7	2.4	1.9	1.7	1.6	1.1	1.05	1.05	1.2
Muelle de Puno	1.6	1.5	2.3	1.8	2.2	1.8	1.5	1.5	1	1.05	1.05	1
Frente a residencias universitarias	1.5	1.5	2.1	1.6	2.6	1.9	1.7	1.6	1.3	1.1	1.1	1.2
Muelle Isla Esteves	1.8	1.5	2	1.6	2	1.8	1.6	1.75	1.1	1.15	1.15	1.45
100 m antes de Isla Blanca	1.5	1.8	2	1.8	2.15	2	1.6	1.6	1.5	1.2	1.2	1.3

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 17**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2013 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	3.5	5.5	-	3.8	4.5	5.8	3.7	5.3	5.9	3.8	3.4	4
Captación de agua Potable (Chimu)	2.8	4	-	2.6	3.9	6.6	3.6	5.9	4.9	2.5	0.45	3.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.7	1.6	-	1.9	0.8	2.3	1.4	2.4	1.4	0.9	0.35	0.5
50m. Efluente Espinar	0.55	0.2	-	0.06	0.06	0.06	0.1	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
100m antes del muelle espinar	0.6	2.1	-	1.2	1	1.05	1.1	1.8	1.05	1	0.4	0.2
Faro Viejo	0.7	2.3	-	1.45	1.1	1.5	1.5	1.3	2.1	1	0.45	0.3
Tercera boya saliendo del muelle	0.5	2.1	-	1.4	1.1	1.4	1.2	1.95	1.4	1	0.4	0.25
Frente al terminal terrestre	0.6	1.7	-	1.2	1.2	1.1	0.6	0.9	1	0.9	0.47	0.5
Muelle de Puno	0.4	1.9	-	1.95	1.1	1.6	1.5	1.5	1.7	1	0.45	0.45
Frente a residencias universitarias	0.6	1.8	-	1.85	1.2	1.9	0.5	1.1	1.95	1.1	0.4	0.3
Muelle Isla Esteves	0.85	1.8	-	1.1	1	1.2	0.8	1.15	1.8	0.8	0.4	0.3
100 m antes de Isla Blanca	0.7	1.7	-	1.9	0.7	1.5	0.4	1.7	1.6	0.5	0.4	0.5

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 18**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2014 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	4.2
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	5.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.2
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.2
100m antes del muelle espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	2.2
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	1
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	1.1
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	1.1

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 19**

*Medida de la transparencia de la columna de agua año 2015 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	6	3.1	4.5	3.6	4.8
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	6.2	3.8	3.5	3.5	4.2
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	1.2	0.5	0.8	0.6	0.9
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.3	0.4	0.4	0.5
100m antes del muelle espinar	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.3	0.4	0.3	0.5
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.5	0.9	0.5	0.8
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.5	0.4	0.5	0.9
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.5	0.5	0.5	0.7
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.5	0.7	0.4	0.5
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.4	0.7	0.5	0.8
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5	0.9	0.5	0.9
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.4	0.7	0.4	0.9

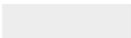
*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

#### 4.1.3 Índice de Estado Trófico

Para determinar este índice se debe tener a disposición los datos de transparencia para reemplazarlos en las fórmulas anteriormente dadas y clasificarlos en la tabla de determinación de índice de estado trófico.

**Tabla 20**

*Índices de estado trófico*

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO	EN METROS
 OLIGOTRÓFICO	(TSI < 30)
 MESOTRÓFICO	30 < TSI < 60
 EUTRÓFICO	(60 < TSI < 90)
 HIPEREUTRÓFICO	(90 < TSI < 100)

*Nota.* Datos analizados con la fórmula Modificada de Carlson (1977 – 1980) y Aizaki et al. (1981).

**Tabla 21**

*Fórmulas para la determinación del índice de estado trófico*

Parámetro de eutrofización	Calson (1997; 1980)	Aizaki et al. (1981)
Claridad del aguaq (Ds)(m)	$TSID_s = 60 - 14.41 \ln(Ds)$	$TSID_s = 10 + (2.46) + \frac{3.76 - 1.57 \ln(Ds)}{\ln 2.5}$

**Tabla 22**

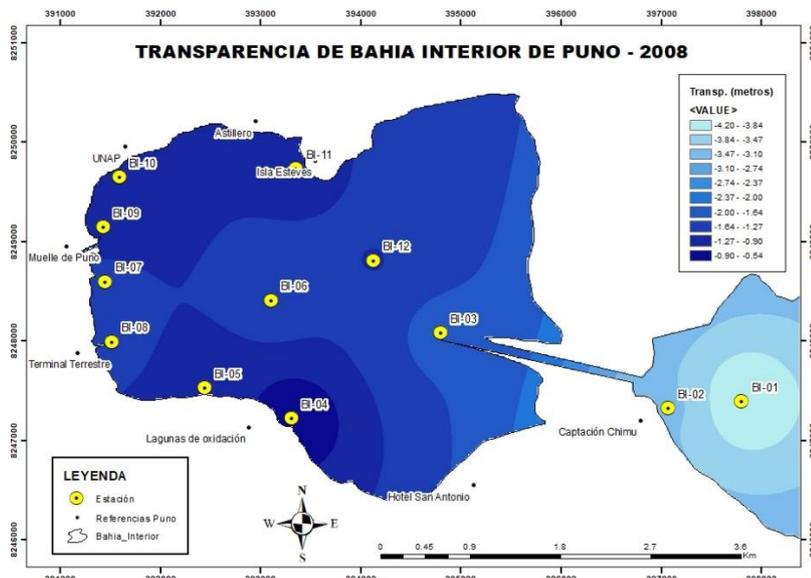
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2008  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	38.06	34.93	34.93	44.17	39.86	34.93	49.94	34.93	41.88	49.94	49.94	53.76
Captación de agua Potable (Chimu)	41.88	38.76	38.06	46.25	46.81	38.06	49.94	39.86	47.99	52.92	49.94	52.92
Tercera Boya de Retorno al Faro	44.17	53.76	40.25	49.94	58.69	58.69	61.14	77.51	69.46	74.39	74.39	53.76
50m. Efluente Espinar	65.64	77.51	65.64	77.51	93.21	81.34	77.51	74.39	81.34	86.26	74.39	77.51
100m antes del muelle espinar	53.76	53.76	47.99	58.69	74.39	77.51	58.69	77.51	77.51	81.34	71.75	67.44
Faro Viejo	47.99	53.76	46.81	53.76	67.44	77.51	64.00	81.34	74.39	74.39	74.39	46.81
Tercera boya saliendo del muelle	48.62	53.76	47.99	55.56	69.46	81.34	65.64	81.34	69.46	77.51	77.51	46.81
Frente al terminal terrestre	53.76	57.58	47.99	53.76	67.44	71.75	65.64	81.34	77.51	77.51	74.39	46.81
Muelle de puno	69.46	52.13	62.51	61.14	67.44	74.39	64.00	81.34	77.51	74.39	77.51	53.76
Frente a residencias universitarias	53.76	58.69	55.56	58.69	65.64	67.44	65.64	77.51	77.51	77.51	75.88	52.92
Muelle Isla Esteves	57.58	57.58	53.76	55.56	64.00	77.51	61.14	74.39	67.44	74.39	74.39	58.69
100 m antes de Isla Blanca	51.36	58.69	53.76	53.76	77.51	69.46	61.14	77.51	67.44	71.75	71.75	53.76

*Nota.* Elaboración Propia (Datos proporcionados por el PEBLT).

**Figura 17**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2008*



**Tabla 23**

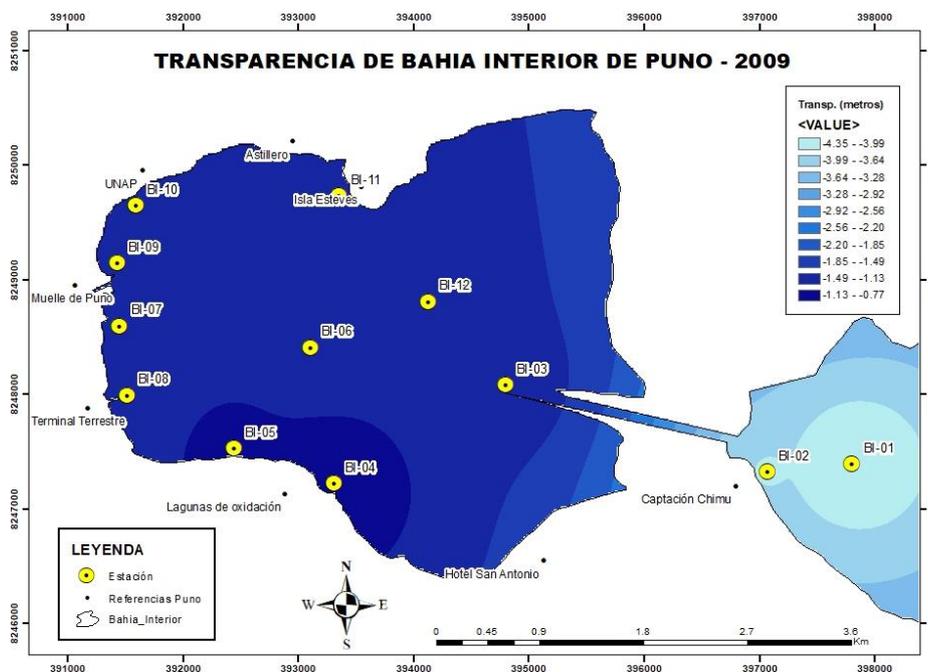
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2009  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	46.81	41.88	52.13	53.76	41.88	28.97	32.79	34.65	38.76	37.72	47.99	46.81
Captación de agua Potable (Chimu)	49.94	44.17	51.36	46.81	44.17	32.54	38.06	33.56	42.32	39.86	46.81	43.69
Tercera Boya de Retorno al Faro	65.64	64.00	55.56	58.69	62.51	57.58	61.14	65.64	58.69	61.81	58.69	74.39
50m. Efluente Espinar	77.51	77.51	86.26	71.75	77.51	67.44	67.44	65.64	65.64	62.51	62.51	74.39
100m antes del muelle espinar	71.75	62.51	64.00	64.00	64.00	61.14	65.64	71.75	64.00	64.00	62.51	69.46
Faro Viejo	67.44	65.64	58.69	54.64	62.51	58.13	62.51	67.44	50.63	61.14	59.87	67.44
Tercera boya saliendo del muelle	67.44	64.00	62.51	58.69	59.87	59.27	61.14	65.64	57.58	60.49	62.51	69.46
Frente al terminal terrestre	66.51	65.64	58.69	64.00	59.87	58.69	61.14	67.44	59.27	61.14	55.56	67.44
Muelle de puno	69.46	62.51	61.14	53.76	62.51	61.14	62.51	67.44	61.14	63.24	57.58	77.51
Frente a residencias universitarias	67.44	69.46	59.87	64.00	62.51	57.58	57.58	64.00	59.87	61.81	54.64	65.64
Muelle Isla Esteves	67.44	62.51	57.58	64.80	62.51	64.00	59.87	58.69	59.27	61.14	59.87	67.44
100 m antes de Isla Blanca	67.44	62.51	53.76	59.87	61.14	65.64	57.58	61.14	58.69	64.00	58.69	65.64

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Figura 18**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2009*



**Tabla 24**

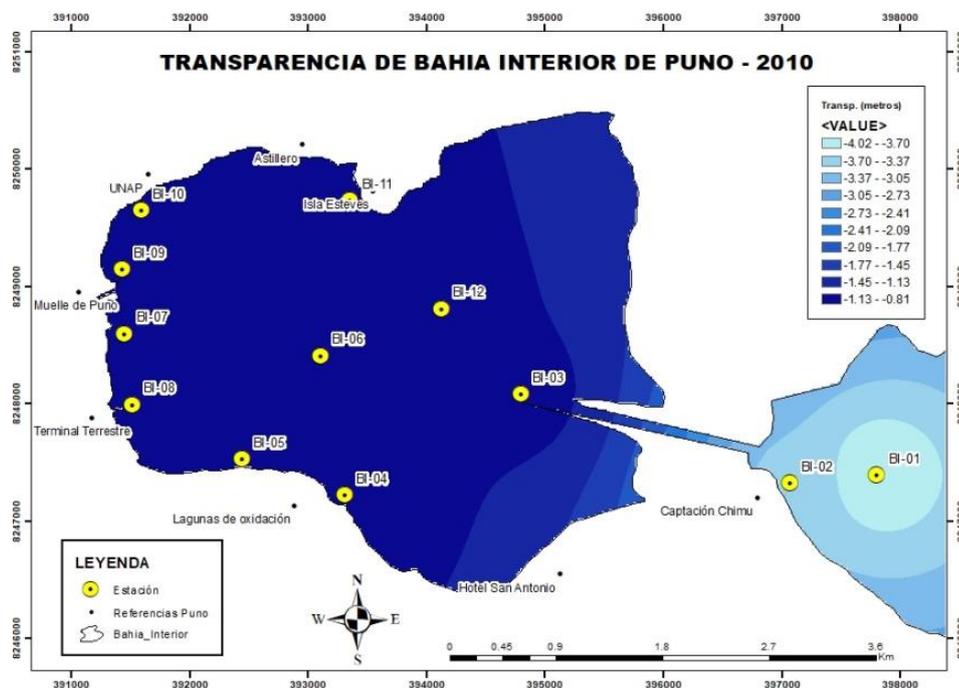
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2010  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	39.86	41.46	45.71	37.72	34.65	45.98	39.49	38.76	47.39	46.25	45.71	44.17
Captación de agua Potable (Chimu)	41.88	42.76	45.71	39.86	39.12	45.71	41.05	42.76	49.94	51.00	47.69	47.99
Tercera Boya de Retorno al Faro	62.51	64.00	61.14	65.64	59.87	61.14	67.44	64.00	77.51	77.51	69.46	71.75
50m. Efluente Espinar	62.51	71.75	64.00	67.44	64.00	64.00	67.44	66.51	81.34	79.32	79.32	75.88
100m antes del muelle espinar	61.14	65.64	59.87	65.64	59.27	61.14	69.46	65.64	74.39	86.26	77.51	74.39
Faro Viejo	61.14	61.81	58.69	67.44	63.24	59.87	61.14	67.44	74.39	77.51	71.75	71.75
Tercera boya saliendo del muelle	61.14	62.51	62.51	65.64	59.87	60.49	65.64	64.80	77.51	75.88	81.34	77.51
Frente al terminal terrestre	65.64	59.87	58.13	67.44	57.58	61.14	64.00	65.64	77.51	79.32	79.32	74.39
Muelle de puno	62.51	65.64	58.69	65.64	59.87	62.51	67.44	67.44	81.34	79.32	79.32	81.34
Frente a residencias universitarias	64.00	65.64	61.14	69.46	55.56	61.14	64.00	65.64	71.75	77.51	77.51	74.39
Muelle Isla Esteves	59.87	65.64	62.51	69.46	62.51	62.51	65.64	63.24	77.51	75.88	75.88	68.42
100 m antes de Isla Blanca	64.00	61.14	62.51	65.64	60.49	59.87	65.64	65.64	67.44	74.39	74.39	71.75

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Figura 19**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2010*



**Tabla 25**

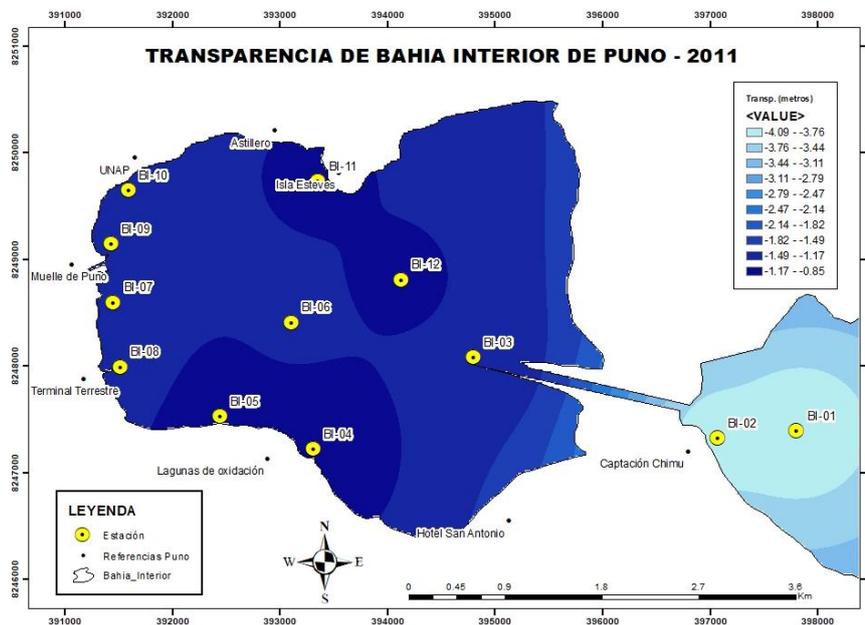
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2011  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	44.67	44.17	41.88	39.49	35.22	38.40	38.76	42.76	44.67	45.71	40.64	45.18
Captación de agua Potable (Chimu)	42.76	43.69	43.22	41.88	35.66	39.86	34.93	46.81	46.25	46.81	41.46	44.67
Tercera Boya de Retorno al Faro	54.64	61.14	65.64	64.00	58.69	65.64	61.14	67.44	69.46	69.46	59.27	64.00
50m. Efluente Espinar	69.46	71.75	69.46	69.46	71.75	69.46	64.00	69.46	65.64	67.44	65.64	69.46
100m antes del muelle espinar	77.51	71.75	64.00	65.64	59.87	67.44	65.64	71.75	69.46	69.46	69.46	67.44
Faro Viejo	54.64	64.00	62.51	64.00	59.87	64.00	58.13	65.64	67.44	65.64	56.05	64.00
Tercera boya saliendo del muelle	59.87	61.14	59.87	61.14	58.69	62.51	61.14	65.64	67.44	65.64	56.54	59.87
Frente al terminal terrestre	54.64	58.69	59.87	61.14	58.13	64.00	59.87	61.14	67.44	64.00	54.64	59.87
Muelle de puno	64.00	65.64	61.14	64.00	58.69	62.51	61.14	64.00	67.44	65.64	59.27	64.00
Frente a residencias universitarias	53.76	58.69	59.87	62.51	58.69	61.14	59.27	74.39	69.46	65.64	64.00	65.64
Muelle Isla Esteves	56.54	65.64	62.51	64.00	58.69	65.64	64.00	67.44	69.46	67.44	62.51	67.44
100 m antes de Isla Blanca	59.87	65.64	64.00	65.64	61.14	61.14	61.14	69.46	69.46	67.44	62.51	67.44

Nota. Datos proporcionados por el PEBLT.

**Figura 20**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2011*



**Tabla 26**

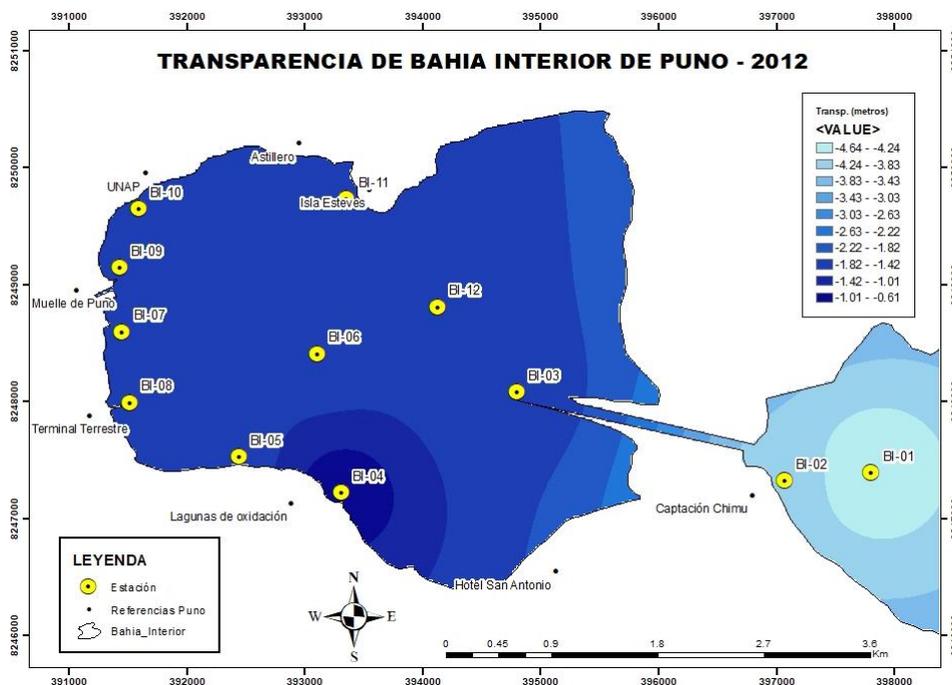
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2012  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	38.40	39.49	41.88	35.22	32.54	42.99	37.39	36.74	44.17	43.22	42.76	41.46
Captación de agua Potable (Chimu)	40.25	40.64	41.88	37.06	36.43	42.76	38.76	40.25	46.25	47.10	44.42	44.67
Tercera Boya de Retorno al Faro	57.58	57.58	52.92	55.56	52.13	54.64	58.69	56.54	64.00	64.00	59.87	61.14
50m. Efluente Espinar	65.64	77.51	67.44	71.75	67.44	67.44	71.75	70.56	93.21	89.39	89.39	83.62
100m antes del muelle espinar	56.54	58.69	52.13	55.56	51.74	54.64	59.87	57.58	62.51	67.44	64.00	62.51
Faro Viejo	56.54	56.05	51.36	56.54	54.19	53.76	54.64	58.69	62.51	64.00	61.14	61.14
Tercera boya saliendo del muelle	56.54	56.54	53.76	55.56	52.13	54.19	57.58	57.05	64.00	63.24	65.64	64.00
Frente al terminal terrestre	59.87	54.64	51.00	56.54	50.63	54.64	56.54	57.58	64.00	64.80	64.80	62.51
Muelle de puno	57.58	58.69	51.36	55.56	52.13	55.56	58.69	58.69	65.64	64.80	64.80	65.64
Frente a residencias universitarias	58.69	58.69	52.92	57.58	49.26	54.64	56.54	57.58	61.14	64.00	64.00	62.51
Muelle Isla Esteves	55.56	58.69	53.76	57.58	53.76	55.56	57.58	56.05	64.00	63.24	63.24	59.27
100 m antes de Isla Blanca	58.69	55.56	53.76	55.56	52.52	53.76	57.58	57.58	58.69	62.51	62.51	61.14

Nota. Datos proporcionados por el PEBLT.

**Figura 21**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2012*



**Tabla 27**

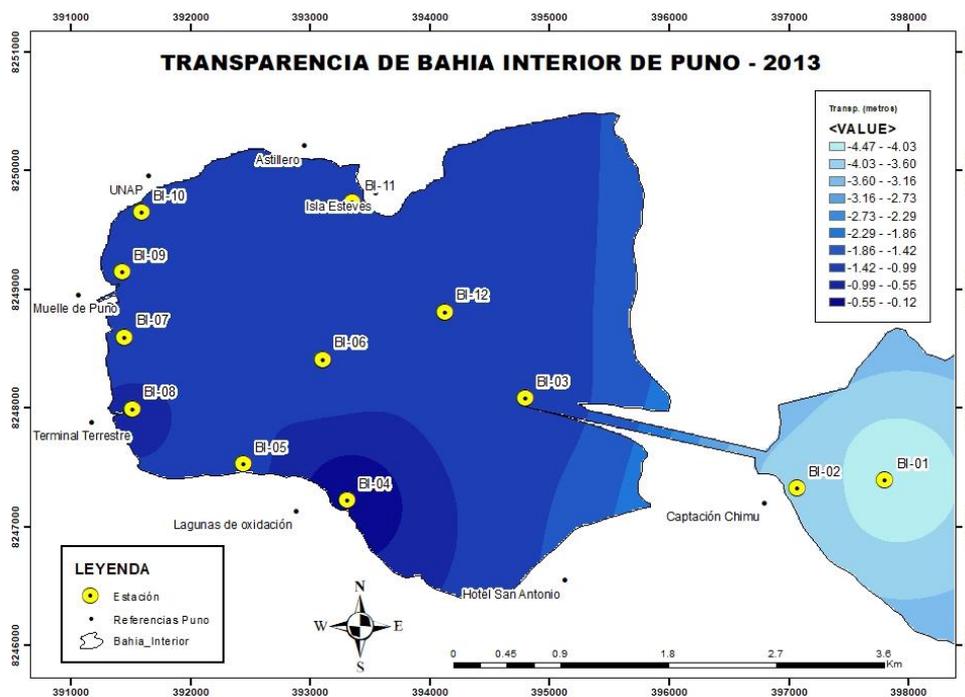
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2013  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	44.17	36.43	-	42.76	39.86	35.52	43.22	37.06	35.22	42.76	44.67	41.88
Captación de agua Potable (Chimu)	47.99	41.88	-	49.26	42.32	33.30	43.69	35.22	38.40	49.94	79.32	42.76
Tercera Boya de Retorno al Faro	71.75	57.58	-	54.64	69.46	51.36	59.87	50.63	59.87	67.44	83.62	77.51
50m. Efluente Espinar	75.88	93.21	-	113.25	113.25	113.25	105.09	113.25	113.25	113.25	113.25	113.25
100m antes del muelle espinar	74.39	52.92	-	62.51	65.64	64.80	64.00	55.56	64.80	65.64	81.34	93.21
Faro Viejo	71.75	51.36	-	59.27	64.00	58.69	58.69	61.14	52.92	65.64	79.32	86.26
Tercera boya saliendo del muelle	77.51	52.92	-	59.87	64.00	59.87	62.51	54.19	59.87	65.64	81.34	89.39
Frente al terminal terrestre	74.39	56.54	-	62.51	62.51	64.00	74.39	67.44	65.64	67.44	78.57	77.51
Muelle de puno	81.34	54.64	-	54.19	64.00	57.58	58.69	58.69	56.54	65.64	79.32	79.32
Frente a residencias universitarias	74.39	55.56	-	55.09	62.51	54.64	77.51	64.00	54.19	64.00	81.34	86.26
Muelle Isla Esteves	68.42	55.56	-	64.00	65.64	62.51	69.46	63.24	55.56	69.46	81.34	86.26
100 m antes de Isla Blanca	71.75	56.54	-	54.64	71.75	58.69	81.34	56.54	57.58	77.51	81.34	77.51

Nota. Datos proporcionados por el PEBLT.

**Figura 22**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2013*



**Tabla 28**

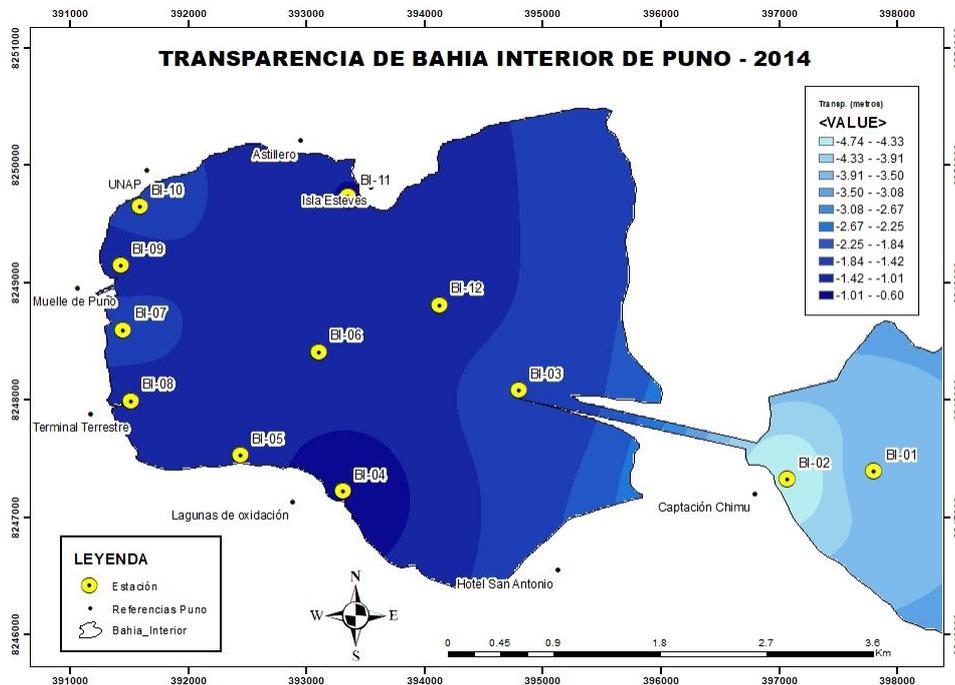
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2014  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.18	41.05
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.22	35.52
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53.76	62.51
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65.64	93.21
100m antes del muelle espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62.51	65.64
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62.51	62.51
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.87	52.13
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61.14	65.64
Muelle de puno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62.51	65.64
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.13	64.00
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65.64	65.64
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.87	64.00

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Figura 23**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2014*



**Tabla 29**

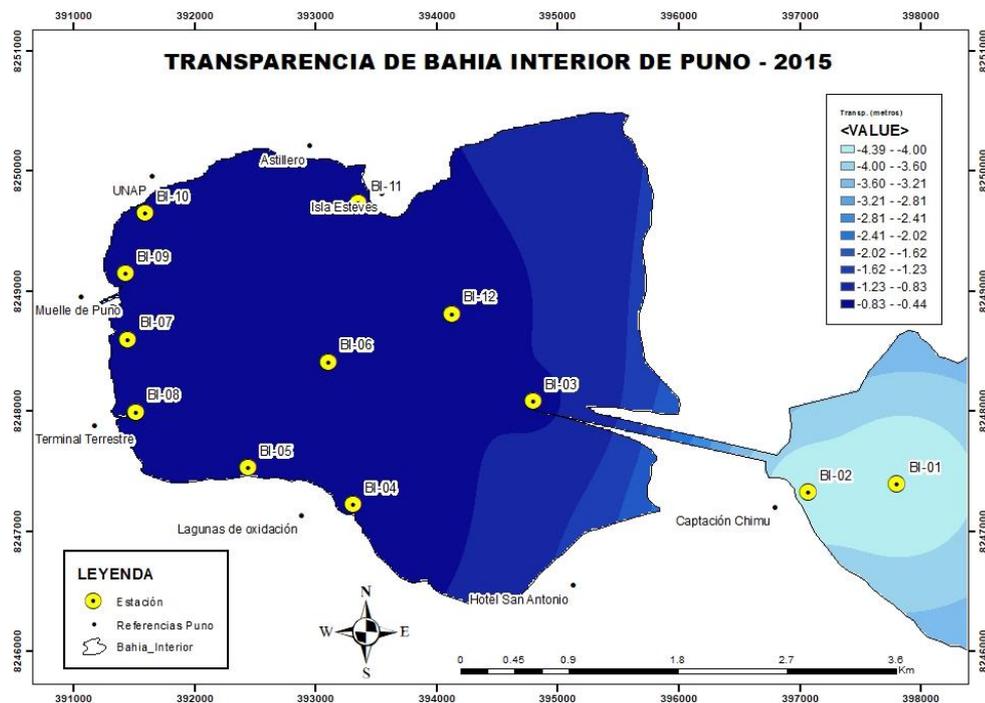
*Índice de estado trófico según la transparencia de la columna de agua año 2015  
Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	TRANSPARENCIA (m) AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	34.93	46.25	39.86	43.69	38.76
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	34.37	42.76	44.17	44.17	41.05
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	62.51	77.51	69.46	74.39	67.44
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	74.39	86.26	81.34	81.34	77.51
100m antes del muelle espinar	-	-	-	-	-	-	-	69.46	86.26	81.34	86.26	77.51
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	67.44	77.51	67.44	77.51	69.46
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	69.46	77.51	81.34	77.51	67.44
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	67.44	77.51	77.51	77.51	71.75
Muelle de puno	-	-	-	-	-	-	-	67.44	77.51	71.75	81.34	77.51
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	61.14	81.34	71.75	77.51	69.46
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	65.64	77.51	67.44	77.51	67.44
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	69.46	81.34	71.75	81.34	67.44

*Nota.* Elaboración Propia (Datos proporcionados por el PEBLT).

**Figura 24**

*Mapa del comportamiento de transparencia año 2015*



#### 4.1.4 Resultados de las Variables Complementarias que Determinan el Estado Eutrófico

Para conocer el estado de eutrofización del ecosistema acuático de la Bahía Interior de Puno Lago Titicaca, es necesario mantener la red de vigilancia (monitoreo de calidad de agua) que debería realizar las siguientes observaciones con el fin de diagnosticar dicho estado:

##### ➤ DBO5

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de categoría 4 para la demanda biológica de oxígeno no deben sobrepasar 5 mg/l.

ECA - Categoría 4	
	Sobrepasa el ECA
	Dentro del estandar

#### Demanda Biológica de Oxígeno a Profundidad del 20%

**Tabla 30**

*DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5 mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	10	15.32	7.19	72.5	26	40.2	15.7	45.5	29	51	53.8	30.7
Captación de agua Potable (Chimu)	12	14.23	12.89	39.4	30	18.3	27	23.4	26	45.6	11.9	24.5
Tercera Boya de Retorno al Faro	16	18.75	7.98	33.5	29.5	26.3	27.5	83	40.5	93.7	30.1	66.5
50m. Efluente Espinar	26	32.94	14.12	135.5	35	74.1	24.5	49.9	25.5	31	26.6	36.4
100m antes del muelle Espinar	19	20.95	9.74	75.6	32.2	82.3	21.5	100	212.7	60.3	20.9	186.5
Faro Viejo	13	16.75	10.87	72.4	41.1	78.2	19	46.6	31.9	66.2	23.7	36.5
Tercera boya saliendo del muelle	14	17.94	13.07	33.2	20.5	56.7	32.2	41.2	23	30.9	44.6	36.4
Frente al terminal terrestre	18	19.7	7.89	45.4	21.4	70.3	42.8	29.2	29	31	11.7	39.5
Muelle de Puno	19	20.02	10.09	27.4	32.5	94.5	30.5	26	29	45.8	29.8	21.9
Frente a residencias universitarias	13	17.04	15.44	45.1	38.3	70.1	44.6	27	32.7	45.8	20.7	18.8
Muelle Isla Esteves	12	15.87	7.89	21.5	32.2	82	20.4	29	25.5	84.6	35.6	21.7
100 m antes de Isla Blanca	13	13.43	6.67	51.8	24.3	79.4	56.4	49.2	81.5	64	74.9	54.4

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT

**Tabla 31**

*DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5 mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	24	18	15.6	9.7	8.1	9.7	8.8	6.2	7.2	6.5	8.5	8.5
Captación de agua Potable (Chimu)	18.5	32.7	18.5	9.5	8.2	10	10	6.5	6.3	6.1	8.3	7.9
Tercera Boya de Retorno al Faro	30	36.4	36.6	18.1	21.3	25.4	15	13.1	11	21	10	19.1
50m. Efluente Espinar	39.4	32.7	27.7	21.4	24.6	25.1	19.6	18.3	10.8	16.1	14.8	28.2
100m antes del muelle Espinar	39.3	39	24.8	18.2	22.4	31	17.4	14.9	11.9	16	11.1	19.9
Faro Viejo	36.5	21.2	45.6	24.5	29.2	32.2	13.9	14.2	17.6	7.1	10.6	18
Tercera boya saliendo del muelle	45	39.4	27.7	21	25	18.2	10.4	11.8	12.6	10.7	23.8	14.5
Frente al terminal terrestre	42	23.7	16.1	23.5	11.6	19.5	17.2	17.4	9.9	8.5	11.6	22.2
Muelle de Puno	35.5	15.4	42.9	18.4	23.4	10.6	10	15	14	9.9	13	14.6
Frente a residencias universitarias	18.5	30	34	32.3	16	19.9	11.4	13.7	10	9.3	11.9	18.5
Muelle Isla Esteves	21.4	71.7	45.6	36	10.5	22.2	10.3	18.5	18.5	5.1	11.5	14.5
100 m antes de Isla Blanca	21	30.2	34	35.4	11.5	9.4	17.9	15.4	9.6	9.9	11.6	12.7

Nota. Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 32**

*DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5 mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	7	7.6	7.5	5.8	9.5	7.2	7.5	13.6	20	9.28	11.65	11.3
Captación de agua Potable (Chimu)	7.2	8	6.3	6.9	6.5	8.1	7	10.7	13.1	10.28	8.65	9.2
Tercera Boya de Retorno al Faro	8.2	11.6	15.1	10.6	18.2	9.1	12.7	11.7	13.6	9.78	11.65	12.4
50m. Efluente Espinar	13	12	12.2	9.6	19	13.1	13.2	16	18.6	13.78	15.65	15.6
100m antes del muelle Espinar	12.7	11	10.5	9.9	22.2	11.3	13.3	14.2	16.1	11.78	14.65	14.8
Faro Viejo	12	11.2	10.4	10.8	23	12.2	13.5	11.5	12.1	9.78	12.65	13.5
Tercera boya saliendo del muelle	14.2	11.7	10.2	10	21	12.2	13.4	11.8	12.6	10.28	12.65	13.4
Frente al terminal terrestre	13	10.7	10.3	12	17.3	12.1	12.7	12.2	14.6	11.28	10.65	13
Muelle de Puno	11.2	11.1	13.2	10	19.9	9.4	13.1	12.7	14.1	10.28	13.65	13.3
Frente a residencias universitarias	13.5	11	12.2	9.7	22.8	10.2	13.8	12	13.1	11.28	11.65	13.6
Muelle Isla Esteves	17	10	11.2	9.8	20	12	13.6	11.3	13.1	10.28	10.65	13
100 m antes de Isla Blanca	13	12.2	11.5	9.8	22	9.4	13.7	13.3	14.6	10.78	14.65	14.1

Nota. Datos proporcionados por el PEBLT

**No se disponen datos de DBO5 para el año 2015**

**Tabla 33**

*DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5 mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	9.4	9	7	11	9	10	9	6	4	5	5	5
Captación de agua Potable (Chimu)	10.4	7.3	7.9	7.5	9.1	8	8	10	9	10	10.2	6
Tercera Boya de Retorno al Faro	11.4	12	11.6	14	10	11	10	11	10	9	13.4	12
50m. Efluente Espinar	15.4	14	15.5	21	27	20	19	20	21	20	18.5	19
100m antes del muelle Espinar	13.4	11	10.9	23.2	12.3	14.3	14.5	16	12.78	13	15.8	15
Faro Viejo	11.4	11	11.8	24	13.2	14.5	12	13.5	11	12	13.5	12
Tercera boya saliendo del muelle	10.4	10	11	22	13.2	14.4	12	13	9	11	14	13
Frente al terminal terrestre	11.4	11.5	13	18.3	13.1	13.7	13.5	14	10	11	14	12
Muelle de Puno	12.4	14.5	11	20.9	10.4	14.1	16	14	11	12	15	14
Frente a residencias universitarias	12.4	13	10.7	23.8	11.2	14.8	12	11	11	11	14.6	12.5
Muelle Isla Esteves	12.4	11	10.8	21	13	14.6	11.8	15	10	11	14	12.3
100 m antes de Isla Blanca	11.4	12	10.8	23	10.4	14.7	11	14	11	10	15.1	12.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 34**

*DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5 mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	7	9.37	-	7	8.7	8.8	8.8	8.6	8.4	9.6	8.8	8.8
Captación de agua Potable (Chimu)	7	8.37	-	6	6.7	6.8	6.8	7.6	7.4	8.6	11.8	7.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	8	10.37	-	9	9.7	9.8	9.8	9.6	9.4	10.6	9.8	8.8
50m. Efluente Espinar	13	15.37	-	15	24.7	24.8	24.8	20.6	17.4	15.6	15.8	18.8
100m antes del muelle Espinar	13	14.37	-	13	16.7	15.8	15.8	16.6	15.4	15.6	15.8	15.8
Faro Viejo	6	10.37	-	10	10.7	10.8	10.8	10.6	10.4	11.6	9.8	10.8
Tercera boya saliendo del muelle	13	12.37	-	12	12.7	12.8	12.8	12.6	12.4	13.6	10.8	12.8
Frente al terminal terrestre	13	11.37	-	10	11.7	10.8	10.8	11.6	11.4	11.6	11.8	11.8
Muelle de Puno	14.5	12.37	-	10	11.7	11.8	11.8	11.6	11.4	12.6	11.8	11.8
Frente a residencias universitarias	14	13.37	-	12	12.7	12.8	12.8	12.6	12.4	13.6	12.8	12.8
Muelle Isla Esteves	12	10.37	-	10	10.7	11.8	11.8	11.6	11.4	12.6	11.8	11.8
100 m antes de Isla Blanca	12	15.37	-	13	12.7	11.8	11.8	12.6	12.4	13.6	10.8	12.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 35**

*DBO5, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

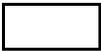
ESTACION DE MONITOREO	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5 mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	4.6	3
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	4	4
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	4
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.3	8.5	8
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7	8
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	7	6
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.3	7	6
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7.5	7
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.7	8	6
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	6	6
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	9	7
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.3	6	5

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**No se disponen datos de DBO5 para el año 2015**

➤ **Nitratos**

Según Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de nitratos, no deben sobrepasar los 13 mg/l.

ECA - Categoría 4	
	Sobrepasa el ECA
	Dentro del estandar

**Nitratos a Profundidad del 20%**

**Tabla 36**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.4	0.6	0.75	1.3	1.7	1	1.5	2	4.5	8	1.7	2.6
Captación de agua Potable (Chimu)	1	1.1	0.75	0.9	1.5	0.5	0.75	0.75	4.4	7.7	1.6	2.1
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.7	0.9	1.25	1.4	1.8	1	0.75	1	4.6	7.4	1.8	2.4
50m. Efluente Espinar	1.7	5.1	2.5	S.M.	2	1	0.5	1	4.2	9.4	2.1	4
100m antes del muelle Espinar	1.2	1.6	1.25	1.4	1.9	1.75	0.75	2.25	5.9	5.9	2.1	6.4
Faro Viejo	0.5	1.1	1.25	1.5	1.6	1.5	0.25	2.5	3.8	6.5	1.9	2
Tercera boya saliendo del muelle	0.4	1	1.25	1.4	2.2	1.5	1	2.5	4.2	4.8	1.8	2.4
Frente al terminal terrestre	0.5	1.1	1.75	1.2	1.9	2	1.25	2.75	3.6	5.7	1.6	3.6
Muelle de Puno	0.9	1.1	2.25	1.5	2.2	2.5	0.5	2.5	4.3	5.3	1.8	1.6
Frente a residencias universitarias	0.6	1.1	2.5	1.3	1.5	1.5	1.25	12.75	4.3	6.1	1.7	2
Muelle Isla Esteves	0.5	1.4	1.5	1.1	1.4	1.75	0.25	1.75	3.7	5.2	1.5	1.9
100 m antes de Isla Blanca	0.6	1.2	0.75	1.3	1.7	1.25	1.25	1.75	3.7	3.7	1.5	2.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 37**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	2.9	1.8	1.1	2.8	1.6	1.8	2	2.9	2	1.2	1.4	1.8
Captación de agua Potable (Chimu)	2.6	1.9	1.4	3.5	1.4	1.7	1.9	3.3	1.8	1.2	1.4	1.6
Tercera Boya de Retorno al Faro	3.7	2.4	1.2	3.4	2.3	2.2	2.6	5.3	3.4	1.7	1.9	2.4
50m. Efluente Espinar	3.7	2.5	2.7	3	3	3.1	2.8	5.7	2.4	1.7	2.3	2.4
100m antes del muelle Espinar	2.9	2.2	1.5	3.6	2.6	2.5	2.7	4.9	3.5	2.1	5.5	2.6
Faro Viejo	3.4	2	1.2	2.1	2	2.9	2.8	4.5	2.9	1.6	1.9	2.6
Tercera boya saliendo del muelle	3	2.2	1	1.6	2.1	2.7	2.5	4.9	2.5	2.6	2.2	2.9
Frente al terminal terrestre	2.8	2.1	1.2	1.8	1.8	2.8	2.4	4.2	2.6	2.8	2.4	2.1
Muelle de Puno	2.9	1.8	1.2	1.4	2.2	3	2.8	3.9	2.8	2.7	2.2	2.5
Frente a residencias universitarias	2.6	1.9	1.2	0.6	2.2	3.5	2.3	3.9	3.2	2.7	2.2	2.3
Muelle Isla Esteves	2.8	2	1.3	0.9	2.4	2.5	2.6	3	2.1	2.9	2.3	2.5
100 m antes de Isla Blanca	2.7	1.6	1.3	1.5	2.6	2.7	2.7	3.5	2.5	2	1.7	2.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 38**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1.8	1.6	-	-	0.9	0.7	1	1.9	1.4	1.7	1.5	1.5
Captación de agua Potable (Chimu)	1.9	1.4	-	-	1	0.6	1	0.5	1.2	1.6	1.6	1.3
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.8	1.7	-	-	1.7	1.8	1.7	0.7	4	3.6	2.5	3
50m. Efluente Espinar	2.2	4.8	-	-	1.8	1.8	1.8	2.2	1.5	3.8	3.8	1.7
100m antes del muelle Espinar	2.6	2.9	-	-	1.5	1.7	1.8	1.6	1.5	3.4	4.2	1.9
Faro Viejo	2.1	1.6	-	-	1.7	1.6	1.5	1.1	1.3	3.6	2.7	1.6
Tercera boya saliendo del muelle	2.7	1.7	-	-	1.8	1.6	1.9	1.8	1.4	3.1	4	2
Frente al terminal terrestre	2.5	2.2	-	-	1.7	1.9	1.2	0.5	5.4	3.5	3.5	1.8
Muelle de Puno	2.6	2.1	-	-	1.7	1.9	1.4	0.9	4.6	3.3	2.8	1.7
Frente a residencias universitarias	2.7	2	-	-	1.8	1.6	1.2	0.6	3.7	1.7	2.9	2
Muelle Isla Esteves	2.3	2	-	-	2	1.6	1.1	0.5	3.3	3.2	2.8	1.8
100 m antes de Isla Blanca	2.4	2	-	-	1.8	1.1	1.4	0.3	1.9	2.4	2.4	1.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 39**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1.7	1.6	1.6	1.1	1.5	1.1	1.2	1	1.3	1.3	0.3	0.2
Captación de agua Potable (Chimu)	1.4	2	1.4	1.2	1.4	1	1	1.2	2	1	0.3	0.2
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.8	3.4	2.4	2.2	2.1	1.9	2.1	1.9	2.7	2.8	0.4	0.2
50m. Efluente Espinar	2.1	1.6	2.1	1.9	2	1.8	1.8	2.1	2.4	3	0.4	8.2
100m antes del muelle Espinar	3	2.5	2	2.1	2.2	1.9	2	2.6	2.1	2.4	0.6	0.6
Faro Viejo	2.1	3	2.6	1.7	1.8	1.7	2.2	2.2	2.3	2.4	0.3	0.4
Tercera boya saliendo del muelle	2	1.5	2.9	1.9	1.9	1.8	2	2.1	2.5	2	0.4	0.2
Frente al terminal terrestre	2.6	1.9	2.1	2.7	2.2	2.1	2.3	2.5	2.4	2	0.4	0.3
Muelle de Puno	2.2	1.6	2	2.7	2	2	2.3	2.3	2.5	2	0.5	0.2
Frente a residencias universitarias	2.4	1.7	1.7	2.8	2.2	2.1	2	2.3	2.1	1.9	0.5	0.4
Muelle Isla Esteves	2.2	3.1	2	2.6	1.7	1.8	2	2.2	2.9	2.2	0.5	0.4
100 m antes de Isla Blanca	2.1	2	2.5	2.4	2	2	1.7	1.8	1.8	1.9	0.5	0.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 40**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	2	1.7	1.9	0.8	1.4	0.8	1.1	2	1.6	2.3	1.6	1.6
Captación de agua Potable (Chimu)	2.1	1.5	0.5	0.5	1.5	0.7	1.1	0.6	1.4	2.2	1.7	1.4
Tercera Boya de Retorno al Faro	3	1.8	0.7	1.2	2.2	1.9	1.8	0.8	4.2	4.2	2.6	3.1
50m. Efluente Espinar	2.4	4.9	2.2	3.2	2.3	1.9	1.9	2.3	1.7	4.4	3.9	1.8
100m antes del muelle Espinar	2.8	3	1.6	1.2	2	1.8	1.9	1.7	1.7	4	4.3	2
Faro Viejo	2.3	1.7	1.1	1.2	2.2	1.7	1.6	1.2	1.5	4.2	2.8	1.7
Tercera boya saliendo del muelle	2.9	1.8	1.8	1.1	2.3	1.7	2	1.9	1.6	3.7	4.1	2.1
Frente al terminal terrestre	2.7	2.3	0.5	0.8	2.2	2	1.3	0.6	5.6	4.1	3.6	1.9
Muelle de Puno	2.8	2.2	0.9	0.9	2.2	2	1.5	1	4.8	3.9	2.9	1.8
Frente a residencias universitarias	2.9	2.1	0.6	1.8	2.3	1.7	1.3	0.7	3.9	2.3	3	2.1
Muelle Isla Esteves	2.5	2.1	0.5	1.3	2.5	1.7	1.2	0.6	3.5	3.8	2.9	1.9
100 m antes de Isla Blanca	2.6	2.1	0.3	1.2	2.3	1.2	1.5	0.4	2.1	3	2.5	1.9

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 41**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	0.8	1.1	1.5	1	1.6	1.6	1.1
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	1.1	1.2	1	1.1	1.5	1.5	1.2
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	3.1	1.9	1.9	2.2	1.3	1.6	1
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	6.9	8.2	5.9	8.7	9.6	8.9	5
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	1.7	1.2	1.4	1.4	3.6	3.8	2
Faro Viejo	-	-	-	-	-	0.9	1.7	1.1	1.7	2.6	1.8	2.4
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	3.1	1.7	1.5	1.4	3.4	4.3	2.3
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	4.7	1.1	1.3	1.7	2.6	2.5	2.4
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	3	1.8	1.2	1.6	2.7	5.5	2.2
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	3.4	4.1	1.1	1.5	3.2	4.5	4.2
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	1.7	2.9	1.3	1.3	3	1.2	1.2
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	1.4	1.6	2.8	1.7	4.4	4.1	3.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 42**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	2.5	1.4	5.4
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	1.7	1.4	4.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	2.5	1.9	1.8
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.8	2.6	3.9
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	2.1	2.2
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	5.5	1.7
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	2.3	1.1
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.5	1.7	1
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	2.2	1.1
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	2.4	1.8
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.4	1.9	2.1
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.3	2.3	3.3

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 43**

*NITRATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	0.25	1.7
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	2.6	1.35	1.7
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.9	0.6	6.6
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.9	0.65	3.8
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.8	0.55	4
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.3	0.25	2.6
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.9	0.6	2.4
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0	0.2	2.2
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1	0.65	2.7
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.9	0.5	2.5
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.3	4.3
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.3	0.2	1.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Nitratos a Profundidad del 80%

**Tabla 44**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.8	0.6	0.5	0.9	1.5	0.75	1.75	1.5	3.7	5.4	2	2.8
Captación de agua Potable (Chimu)	0.8	0.9	1.5	1	1.5	0.5	0.5	0.5	3.3	5.1	1.7	2.2
Tercera Boya de Retorno al Faro	1	1	1	1.2	1.6	1	1.5	3	4.3	5.4	1.9	2.4
50m. Efluente Espinar	2.2	5.6	1.75	2.6	1.7	1.75	1.25	2.75	4.2	5.6	1.7	4.7
100m antes del muelle Espinar	1.3	1.8	1.75	1.2	1.6	1.25	1.5	5.5	3.5	5.2	1.8	7.2
Faro Viejo	0.9	1.1	1	1.5	1.9	1.5	1.25	1.25	3.6	4.7	1.6	2
Tercera boya saliendo del muelle	1.2	1.3	2	1.2	3.2	4.75	0.75	3.5	2.8	6.6	1.7	4.3
Frente al terminal terrestre	1	1.5	1.5	1.3	1.7	1.5	1.5	1.75	3	4.8	1.8	1.7
Muelle de Puno	1.6	1.2	1.5	1	1.5	1	1.25	1.25	4.3	4.2	1.3	3
Frente a residencias universitarias	0.6	1.1	2.5	1.2	1.6	1.25	1.25	1.5	3.2	3.9	1.5	2
Muelle Isla Esteves	0.5	1.1	1.75	1.9	1.5	2.5	0.75	2.25	3.8	4.1	1.8	2.3
100 m antes de Isla Blanca	0.6	1.1	1	1.6	2.3	1.25	1.25	2	3.7	4.4	1.8	2.7

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 45**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	2.9	1.8	1.1	2.8	1.6	1.8	2	2.9	2	1.2	1.4	1.8
Captación de agua Potable (Chimu)	2.6	1.9	1.4	3.5	1.4	1.7	1.9	3.3	1.8	1.2	1.4	1.6
Tercera Boya de Retorno al Faro	3.7	2.4	1.2	3.4	2.3	2.2	2.6	5.3	3.4	1.7	1.9	2.4
50m. Efluente Espinar	3.7	2.5	2.7	3	3	3.1	2.8	5.7	2.4	1.7	2.3	2.4
100m antes del muelle Espinar	2.9	2.2	1.5	3.6	2.6	2.5	2.7	4.9	3.5	2.1	5.5	2.6
Faro Viejo	3.4	2	1.2	2.1	2	2.9	2.8	4.5	2.9	1.6	1.9	2.6
Tercera boya saliendo del muelle	3	2.2	1	1.6	2.1	2.7	2.5	4.9	2.5	2.6	2.2	2.9
Frente al terminal terrestre	2.8	2.1	1.2	1.8	1.8	2.8	2.4	4.2	2.6	2.8	2.4	2.1
Muelle de Puno	2.9	1.8	1.2	1.4	2.2	3	2.8	3.9	2.8	2.7	2.2	2.5
Frente a residencias universitarias	2.6	1.9	1.2	0.6	2.2	3.5	2.3	3.9	3.2	2.7	2.2	2.3
Muelle Isla Esteves	2.8	2	1.3	0.9	2.4	2.5	2.6	3	2.1	2.9	2.3	2.5
100 m antes de Isla Blanca	2.7	1.6	1.3	1.5	2.6	2.7	2.7	3.5	2.5	2	1.7	2.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 46**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1.8	1.7	-	-	1.1	0.9	-	0.2	0.9	1.5	1.2	1.2
Captación de agua Potable (Chimu)	1.8	1.6	-	-	0.9	0.6	-	0.3	1.2	1.4	1.2	1.4
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.5	5	-	-	1.9	2	-	0.9	4	4.2	2.9	1.9
50m. Efluente Espinar	2.4	9.6	-	-	1.7	1.9	-	4.3	5.5	4.4	4.4	2.6
100m antes del muelle Espinar	2.1	5.8	-	-	1.5	2.3	-	1.7	3.2	3.9	4.5	2.2
Faro Viejo	2.4	2.5	-	-	2.5	2.7	-	1.4	3.9	3.5	2.8	2.1
Tercera boya saliendo del muelle	2.1	2	-	-	1.8	2	-	0.9	4.6	3.6	3.3	1.6
Frente al terminal terrestre	2.4	1.5	-	-	1.5	1.9	-	0.6	3.9	2.8	3.2	2.1
Muelle de Puno	2.7	5.1	-	-	1.3	2	-	1.1	4.4	2.7	3.8	1.9
Frente a residencias universitarias	2.7	5.4	-	-	1.4	2	-	1	4	2.9	3.2	1.9
Muelle Isla Esteves	2.3	4.2	-	-	1.7	2	-	1.3	3.1	3.3	3.1	2
100 m antes de Isla Blanca	2.7	3	-	-	1.1	2.1	-	1.6	2.2	2.7	2.5	1.7

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 47**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1.7	2	1.4	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1	0.9	0.4	0.4
Captación de agua Potable (Chimu)	1.3	1.1	1.5	1.3	1.4	1.4	1	1	1.5	1.1	0.2	0.3
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.1	2.6	2.4	2.7	2.6	2.2	2	2	1.9	2	0.5	0.4
50m. Efluente Espinar	2.1	3.4	2.7	2.6	2.1	2.2	2.2	2.8	2.2	2.8	0.4	4.6
100m antes del muelle Espinar	2.5	3	2.2	2.6	2.1	2	1.9	2.5	2.2	3.7	0.5	0.3
Faro Viejo	2	2.7	2.2	2.8	1.8	2.2	1.9	2.2	2.7	2.2	0.7	0.6
Tercera boya saliendo del muelle	2	1.5	2.2	2.8	2	2.3	3.3	2.3	2.4	1.7	0.7	0.5
Frente al terminal terrestre	2	2.4	2.6	2.8	2	2.6	2	2.4	2.2	1.7	0.5	0.2
Muelle de Puno	1.9	2.2	2.5	2.5	2	2.3	2.1	2.7	2.5	1.6	0.3	0.1
Frente a residencias universitarias	2	2.2	2.4	2.6	2.3	2.4	3.6	2.4	2.3	1.4	0.2	0.1
Muelle Isla Esteves	2	1.9	2.7	3	2	1.9	2.2	3	2	1.8	0.3	0.3
100 m antes de Isla Blanca	2.3	1.9	2.4	2.9	2.1	2.1	1.8	2.3	1.9	2.1	0.3	0.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 48**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	2.4	1.9	2.3	1.6	1.6	1	1.3	2.2	2.8	3.5	2.8	2.1
Captación de agua Potable (Chimu)	2.5	1.7	0.9	1.3	1.7	0.9	1.3	0.8	2.6	3.4	2.9	1.9
Tercera Boya de Retorno al Faro	3.4	2	1.1	2	2.4	2.1	2	1	5.4	5.4	3.8	3.6
50m. Efluente Espinar	7.9	10.4	7.7	8.7	7.8	7.4	7.9	9.8	9.2	11.9	11.4	9.3
100m antes del muelle Espinar	3.2	3.4	2	1.6	2.2	2	2.1	1.9	2.7	5	5.3	2.5
Faro Viejo	2.7	2.1	1.5	1.6	2.6	2.1	2	1.6	2.5	5.2	3.8	2.2
Tercera boya saliendo del muelle	3.3	2.2	2.2	1.5	2.5	1.9	2.2	2.1	3.2	5.3	5.7	2.6
Frente al terminal terrestre	3.1	2.7	0.9	1.2	2.4	2.2	1.5	0.8	6.1	5.7	5.2	2.3
Muelle de Puno	3.2	2.6	1.3	1.3	2.4	2.2	4.3	3.8	6.8	6.7	5.7	2.2
Frente a residencias universitarias	3.3	2.5	1	2.2	2.5	1.9	1.5	0.9	5.1	3.5	4.2	2.5
Muelle Isla Esteves	2.9	2.5	0.9	1.7	2.7	1.9	1.4	0.8	4.7	5	4.1	2.3
100 m antes de Isla Blanca	4.4	3.9	2.1	3	4.1	3	3.3	2.2	3.9	4.8	4.3	3.7

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 49**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	1.3	0.9	1.4	0.9	1.3	0.5	0.5
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	1	1	0.5	1	1.1	1	1
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	2.2	1.7	1.5	2	1.1	1.3	1.2
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	4.6	9.1	6.5	29.2	19.6	28.2	22
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	1.4	1.7	1.3	1.5	3	2.5	1.2
Faro Viejo	-	-	-	-	-	1.3	1.4	1.1	2.1	2.5	1.7	2.2
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	1.4	2	1.9	1.4	3.1	1.5	2.3
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	2.1	1.8	1.1	1.8	2.1	1	2.4
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	1.3	1.5	1.2	0.9	1.8	3.2	2.8
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	1.7	4	1.2	1.9	3.1	1.9	3.5
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	1.9	3.1	1.2	1.5	2.8	1.6	1
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	1.5	1.9	1.2	1.7	4.4	5.1	3.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 50**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	2.5	1.4	5.4
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	1.7	1.4	4.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	2.5	1.9	1.8
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.8	2.6	3.9
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	2.1	2.2
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	5.5	1.7
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	2.3	1.1
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.5	1.7	1
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	2.2	1.1
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	2.4	1.8
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.4	1.9	2.1
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.3	2.3	3.3

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 51**

*NITRATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRATOS mg/L AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	0.25	1.7
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	2.6	1.35	1.7
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.9	0.6	6.6
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.9	0.65	3.8
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.8	0.55	4
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.3	0.25	2.6
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.9	0.6	2.4
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0	0.2	2.2
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1	0.65	2.7
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.9	0.5	2.5
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.3	4.3
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.3	0.2	1.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT).

### Nitritos

Según Erikson (1985) valores entre 0.1 y 0.9 mg/L pueden presentar problemas de toxicidad acondicionado a cierto pH, además valores por encima de 1.0 mg/L según el autor son totalmente tóxicos y representan un impedimento para el

desarrollo de la vida piscícola y el establecimiento de un ecosistema fluvial en buenas condiciones, además se considera que valores inferiores a 0.1 mg/L en cuerpos de aguas tienen características de buena oxigenación.

Nitritos	
	Mayor a 1 mg/L
	de 0.1 mg/L a 1 mg/L
	Inferior a 0.1 mg/L

Nitritos a Profundidad del 20%

**Tabla 52**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.001	0.001	0.053	0.014	0.009	0.01	0.005	0.001	0.001	0.006	0.003	0.052
Captación de agua Potable (Chimu)	0.001	0.001	0.009	0.009	0.009	0.007	0.004	0.02	0.002	0.005	0.002	0.012
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.003	0.025	0.057	0.69	0.04	0.023	0.013	0.876	0.157	0.016	0.008	0.018
50m. Efluente Espinar	0.014	0.063	0.128	1.433	0.332	0.049	0.013	0.648	0.439	0.047	0.023	0.978
100m antes del muelle Espinar	0.001	0.545	0.077	1.16	0.052	0.031	0.037	0.786	0.267	0.064	0.014	1.849
Faro Viejo	0.004	0.03	0.089	0.733	0.052	0.025	0.026	0.239	0.051	0.009	0.01	0.019
Tercera boya saliendo del muelle	0.002	0.05	0.149	0.815	0.075	0.047	0.029	0.31	0.074	0.011	0.023	1.036
Frente al terminal terrestre	0.005	0.167	0.107	1.02	0.843	0.019	0.233	0.164	0.025	0.011	0.014	0.012
Muelle de Puno	0.012	0.117	0.74	1.358	0.124	0.018	0.028	0.02	0.094	0.011	0.01	0.519
Frente a residencias universitarias	0.016	0.06	0.313	1.405	0.131	0.021	0.016	0.515	0.101	0.008	0.007	0.011
Muelle Isla Esteves	0.002	0.079	0.047	0.708	0.029	0.027	0.014	0.908	0.014	0.012	0.012	0.009
100 m antes de Isla Blanca	0.001	0.028	0.07	0.713	0.064	0.019	0.205	0.06	0.049	0.012	0.007	0.168

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 53**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.0128	0.002	0.0019	0.0023	0.0054	0.0017	0.0024	0.0045	0.0057	0.0029	0.0043	0.0039
Captación de agua Potable (Chimu)	0.0157	0.0061	0.0013	0.0011	0.0061	0.0025	0.0043	0.0052	0.0037	0.006	0.005	0.0042
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.0198	0.0244	0.0112	0.0212	0.0341	0.0305	0.0282	0.0349	0.1047	0.0325	0.015	0.017
50m. Efluente Espinar	0.0637	0.0325	0.0253	0.0358	0.0752	0.1257	0.0351	0.0343	0.0994	0.0477	0.1837	0.1574
100m antes del muelle Espinar	0.0446	0.0374	0.037	0.0084	0.0282	0.031	0.034	0.0469	0.1832	0.1396	1.4684	0.0446
Faro Viejo	0.0278	0.0279	0.0141	0.007	0.0244	0.0255	0.0291	0.0503	0.0297	0.0312	0.0244	0.0228
Tercera boya saliendo del muelle	0.0325	0.0385	0.0183	0.0075	0.0216	0.0273	0.0263	0.0367	0.0315	0.0371	0.0145	0.022
Frente al terminal terrestre	0.0208	0.0188	0.0155	0.005	0.0194	0.0276	0.0201	0.0349	0.0387	0.0288	0.0132	0.0174
Muelle de Puno	0.0294	0.021	0.0154	0.0047	0.0233	0.0346	0.027	0.0375	0.0711	0.0303	0.0537	0.0306
Frente a residencias universitarias	0.0358	0.0204	0.014	0.0063	0.0203	0.0252	0.0216	0.031	0.0391	0.0293	0.015	0.0182
Muelle Isla Esteves	0.0259	0.0177	0.0127	0.0063	0.0154	0.0158	0.0171	0.0214	0.0196	0.0171	0.0129	0.0159
100 m antes de Isla Blanca	0.021	0.0122	0.0055	0.0064	0.0236	0.0135	0.0234	0.0259	0.1343	0.0162	0.0087	0.0097

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 54**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.0042	0.0186	-	-	0.0046	0.0038	-	0.0037	0.0048	0.0046	0.0037	0.0045
Captación de agua Potable (Chimu)	0.004	0.1189	-	-	0.004	0.003	-	0.0009	0.0049	0.0053	0.0043	0.0047
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.0155	1.0632	-	-	0.0197	0.0252	-	0.0299	0.0165	0.0153	0.0102	0.0055
50m. Efluente Espinar	0.0236	2.0346	-	-	0.0288	0.0308	-	0.5166	0.6246	0.02	0.0371	0.3062
100m antes del muelle Espinar	0.0253	1.0794	-	-	0.0188	0.019	-	0.0338	0.028	0.0192	0.0187	0.0235
Faro Viejo	0.0212	0.3146	-	-	0.0186	0.0177	-	0.0382	0.0218	0.0128	0.0107	0.0088
Tercera boya saliendo del muelle	0.0243	0.0397	-	-	0.0169	0.0245	-	0.0481	0.0202	0.0175	0.0155	0.0082
Frente al terminal terrestre	0.0317	0.0246	-	-	0.0157	0.0131	-	0.0425	0.0176	0.0126	0.0158	0.0078
Muelle de Puno	0.0247	0.7644	-	-	0.0156	0.0188	-	0.0328	0.0195	0.0166	0.0195	0.0078
Frente a residencias universitarias	0.0278	1.1544	-	-	0.0154	0.0156	-	0.0074	0.0189	0.0107	0.0124	0.008
Muelle Isla Esteves	0.0161	0.7712	-	-	0.0141	0.0277	-	0.0043	0.0188	0.011	0.009	0.006
100 m antes de Isla Blanca	0.0157	0.2583	-	-	0.0169	0.0184	-	0.0065	0.0124	0.0114	0.0083	0.0076

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 55**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.143	0.191	-	-	0.35	0.54	0.423	0.322	0.223	0.262	0.296	0.155
Captación de agua Potable (Chimu)	0.147	0.148	-	-	0.4	0.2	0.276	0.422	0.682	0.894	0.312	0.093
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.932	1.887	-	-	1.45	1.16	1.017	1.023	0.403	1.076	0.733	0.773
50m. Efluente Espinar	1.827	2.266	-	-	1.5	1.22	1.25	1.297	0.96	1.28	0.781	1.052
100m antes del muelle Espinar	1.936	1.843	-	-	1.45	1.11	1.172	1.02	0.436	1.344	0.739	1.172
Faro Viejo	2.047	1.948	-	-	1.54	1.07	0.837	1.039	0.221	0.902	0.616	1.113
Tercera boya saliendo del muelle	1.346	2.126	-	-	1.28	1.01	0.859	0.814	0.509	0.951	0.805	1
Frente al terminal terrestre	1.802	2.186	-	-	1.38	1.04	0.848	1.065	0.555	0.874	0.716	0.909
Muelle de Puno	1.732	1.98	-	-	1.31	1.1	0.789	1.071	0.451	0.956	0.735	0.736
Frente a residencias universitarias	1.677	1.655	-	-	1.1	1.08	0.749	0.933	0.612	0.448	0.788	0.905
Muelle Isla Esteves	2.266	1.708	-	-	1.28	0.98	0.868	0.837	0.551	0.849	0.633	0.85
100 m antes de Isla Blanca	2.056	1.559	-	-	1.86	1.1	0.976	0.979	0.883	0.787	0.625	1.074

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 56**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.008	0.0055	0.0085	0.0072	0.0092	0.0044	0.0045	0.0036	0.0062	0.0089	0.0076	0.0095
Captación de agua Potable (Chimu)	0.013	0.0108	0.0076	0.0068	0.0108	0.0045	0.0053	0.0038	0.0058	0.0086	0.008	0.0086
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.044	0.0646	0.0155	0.0208	0.024	0.0192	0.0196	0.007	0.0198	0.0215	0.0143	0.0165
50m. Efluente Espinar	0.031	1.1994	0.0116	0.0126	0.0481	0.0281	0.0246	0.4233	0.0116	0.0237	0.0199	0.0126
100m antes del muelle Espinar	0.035	0.6512	0.0159	0.0082	0.0226	0.0196	0.0214	0.0096	0.0072	0.0249	0.0223	0.0169
Faro Viejo	0.028	0.0318	0.0112	0.0079	0.0238	0.0188	0.0159	0.0141	0.0069	0.0213	0.016	0.0122
Tercera boya saliendo del muelle	0.027	0.0339	0.0162	0.0088	0.0233	0.0215	0.0217	0.0066	0.0078	0.0189	0.0206	0.0172
Frente al terminal terrestre	0.023	0.0943	0.011	0.0204	0.0198	0.0183	0.0168	0.0058	0.0194	0.0192	0.02	0.012
Muelle de Puno	0.026	0.5742	0.0108	0.0216	0.0227	0.0194	0.0168	0.0075	0.0206	0.0195	0.0183	0.0118
Frente a residencias universitarias	0.024	0.0568	0.0099	0.0196	0.0159	0.0206	0.0137	0.007	0.0186	0.01	0.0174	0.0109
Muelle Isla Esteves	0.027	0.0213	0.0095	0.0173	0.0205	0.0144	0.0095	0.0062	0.0163	0.0179	0.0156	0.0105
100 m antes de Isla Blanca	0.026	0.0181	0.01	0.0131	0.0177	0.0166	0.0141	0.0041	0.0121	0.0142	0.0139	0.011

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 57**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACION DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.0028	0.0025	-	-	0.0042	0.0024	0.0025	0.0016	0.0042	0.0039	0.0036	0.0055
Captación de agua Potable (Chimu)	0.0082	0.0078	-	-	0.0058	0.0025	0.0033	0.0018	0.0038	0.0036	0.004	0.0046
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.039	0.0616	-	-	0.019	0.0172	0.0176	0.005	0.0178	0.0165	0.0103	0.0125
50m. Efluente Espinar	0.0263	1.1964	-	-	0.0431	0.0261	0.0226	0.4213	0.0096	0.0187	0.0159	0.0086
100m antes del muelle Espinar	0.0297	0.6482	-	-	0.0176	0.0176	0.0194	0.0076	0.0052	0.0199	0.0183	0.0129
Faro Viejo	0.0232	0.0288	-	-	0.0188	0.0168	0.0139	0.0121	0.0049	0.0163	0.012	0.0082
Tercera boya saliendo del muelle	0.0216	0.0309	-	-	0.0183	0.0195	0.0197	0.0046	0.0058	0.0139	0.0166	0.0132
Frente al terminal terrestre	0.0176	0.0913	-	-	0.0148	0.0163	0.0148	0.0038	0.0174	0.0142	0.016	0.008
Muelle de Puno	0.0211	0.5712	-	-	0.0177	0.0174	0.0148	0.0055	0.0186	0.0145	0.0143	0.0078
Frente a residencias universitarias	0.0187	0.0538	-	-	0.0109	0.0186	0.0117	0.005	0.0166	0.005	0.0134	0.0069
Muelle Isla Esteves	0.0219	0.0183	-	-	0.0155	0.0124	0.0075	0.0042	0.0143	0.0129	0.0116	0.0065
100 m antes de Isla Blanca	0.0213	0.0151	-	-	0.0127	0.0146	0.0121	0.0021	0.0101	0.0092	0.0099	0.007

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 58**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.*

ESTACION DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	0.0019	0.001	0.002	0.009	0.005	0.006	0.006
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	0.0011	0.001	0.004	0.008	0.006	0.001	0.006
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	0.0373	0.007	0.19	0.009	0.019	0.026	0.027
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	0.0591	0.014	0.06	0.132	0.017	0.099	0.032
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	0.0347	0.01	0.038	0.01	0.006	0.019	0.032
Faro Viejo	-	-	-	-	-	0.026	0.016	0.026	0.009	0.023	0.01	0.023
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	0.0306	0.101	0.032	0.006	0.016	0.009	0.023
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	0.0384	0.023	0.038	0.011	0.013	0.01	0.026
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	0.0417	0.02	0.026	0.007	0.018	0.01	0.022
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	0.0402	0.007	0.028	0.007	0.015	0.016	0.021
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	0.0315	0.013	0.067	0.007	0.019	0.054	0.021
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	0.0374	0.023	0.034	0.043	0.05	0.029	0.02

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 59**

*NITRITOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	0.0035	0.0062	0.0071	0.0098	0.0049
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	0.0047	0.0042	0.006	0.0067	0.0076
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	0.0301	0.0205	0.0342	0.0202	0.0217
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	0.0402	0.0487	0.414	0.027	0.0594
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	0.0424	0.0433	0.178	0.0443	0.0518
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	0.0392	0.034	0.055	0.0227	0.0363
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	0.0319	0.0434	0.054	0.0203	0.0387
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	0.0506	0.0536	0.0374	0.0214	0.0418
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	0.0315	0.0351	0.048	0.0244	0.0374
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	0.0257	0.0242	0.0493	0.022	0.0391
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	0.0305	0.0279	0.0533	0.0162	0.0409
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	0.0387	0.0252	0.04	0.0242	0.033

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Nitritos a Profundidad del 80%

**Tabla 60**

*NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.001	0.001	0.053	0.014	0.009	0.01	0.005	0.001	0.001	0.006	0.003	0.052
Captación de agua Potable (Chimu)	0.001	0.001	0.009	0.009	0.009	0.007	0.004	0.02	0.002	0.005	0.002	0.012
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.003	0.025	0.057	0.69	0.04	0.023	0.013	0.876	0.157	0.016	0.008	0.018
50m. Efluente Espinar	0.014	0.063	0.128	1.433	0.332	0.049	0.013	0.648	0.439	0.047	0.023	0.978
100m antes del muelle Espinar	0.001	0.545	0.077	1.16	0.052	0.031	0.037	0.786	0.267	0.064	0.014	1.849
Faro Viejo	0.004	0.03	0.089	0.733	0.052	0.025	0.026	0.239	0.051	0.009	0.01	0.019
Tercera boya saliendo del muelle	0.002	0.05	0.149	0.815	0.075	0.047	0.029	0.31	0.074	0.011	0.023	1.036
Frente al terminal terrestre	0.005	0.167	0.107	1.02	0.843	0.019	0.233	0.164	0.025	0.011	0.014	0.012
Muelle de Puno	0.012	0.117	0.74	1.358	0.124	0.018	0.028	0.02	0.094	0.011	0.01	0.519
Frente a residencias universitarias	0.016	0.06	0.313	1.405	0.131	0.021	0.016	0.515	0.101	0.008	0.007	0.011
Muelle Isla Esteves	0.002	0.079	0.047	0.708	0.029	0.027	0.014	0.908	0.014	0.012	0.012	0.009
100 m antes de Isla Blanca	0.001	0.028	0.07	0.713	0.064	0.019	0.205	0.06	0.049	0.012	0.007	0.168

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 61**

*NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.0128	0.002	0.0019	0.0023	0.0054	0.0017	0.0024	0.0045	0.0057	0.0029	0.0043	0.0039
Captación de agua Potable (Chimu)	0.0157	0.0061	0.0013	0.0011	0.0061	0.0025	0.0043	0.0052	0.0037	0.006	0.005	0.0042
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.0198	0.0244	0.0112	0.0212	0.0341	0.0305	0.0282	0.0349	0.1047	0.0325	0.015	0.017
50m. Efluente Espinar	0.0637	0.0325	0.0253	0.0358	0.0752	0.1257	0.0351	0.0343	0.0994	0.0477	0.1837	0.1574
100m antes del muelle Espinar	0.0446	0.0374	0.037	0.0084	0.0282	0.031	0.034	0.0469	0.1832	0.1396	1.4684	0.0446
Faro Viejo	0.0278	0.0279	0.0141	0.007	0.0244	0.0255	0.0291	0.0503	0.0297	0.0312	0.0244	0.0228
Tercera boya saliendo del muelle	0.0325	0.0385	0.0183	0.0075	0.0216	0.0273	0.0263	0.0367	0.0315	0.0371	0.0145	0.022
Frente al terminal terrestre	0.0208	0.0188	0.0155	0.005	0.0194	0.0276	0.0201	0.0349	0.0387	0.0288	0.0132	0.0174
Muelle de Puno	0.0294	0.021	0.0154	0.0047	0.0233	0.0346	0.027	0.0375	0.0711	0.0303	0.0537	0.0306
Frente a residencias universitarias	0.0358	0.0204	0.014	0.0063	0.0203	0.0252	0.0216	0.031	0.0391	0.0293	0.015	0.0182
Muelle Isla Esteves	0.0259	0.0177	0.0127	0.0063	0.0154	0.0158	0.0171	0.0214	0.0196	0.0171	0.0129	0.0159
100 m antes de Isla Blanca	0.021	0.0122	0.0055	0.0064	0.0236	0.0135	0.0234	0.0259	0.1343	0.0162	0.0087	0.0097

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 62**

*NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.0042	0.0186	-	-	0.0046	0.0038	0.0037	0.0048	0.0046	0.0037	0.0045	0.0037
Captación de agua Potable (Chimu)	0.004	0.1189	-	-	0.004	0.003	0.0009	0.0049	0.0053	0.0043	0.0047	0.0009
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.0155	1.0632	-	-	0.0197	0.0252	0.0299	0.0165	0.0153	0.0102	0.0055	0.0299
50m. Efluente Espinar	0.0236	2.0346	-	-	0.0288	0.0308	0.5166	0.6246	0.02	0.0371	0.3062	0.5166
100m antes del muelle Espinar	0.0253	1.0794	-	-	0.0188	0.019	0.0338	0.028	0.0192	0.0187	0.0235	0.0338
Faro Viejo	0.0212	0.3146	-	-	0.0186	0.0177	0.0382	0.0218	0.0128	0.0107	0.0088	0.0382
Tercera boya saliendo del muelle	0.0243	0.0397	-	-	0.0169	0.0245	0.0481	0.0202	0.0175	0.0155	0.0082	0.0481
Frente al terminal terrestre	0.0317	0.0246	-	-	0.0157	0.0131	0.0425	0.0176	0.0126	0.0158	0.0078	0.0425
Muelle de Puno	0.0247	0.7644	-	-	0.0156	0.0188	0.0328	0.0195	0.0166	0.0195	0.0078	0.0328
Frente a residencias universitarias	0.0278	1.1544	-	-	0.0154	0.0156	0.0074	0.0189	0.0107	0.0124	0.008	0.0074
Muelle Isla Esteves	0.0161	0.7712	-	-	0.0141	0.0277	0.0043	0.0188	0.011	0.009	0.006	0.0043
100 m antes de Isla Blanca	0.0157	0.2583	-	-	0.0169	0.0184	0.0065	0.0124	0.0114	0.0083	0.0076	0.0065

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 63**

*NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0	0	0	0	0.01	0.08	0.01	0	0	0	0	0.01
Captación de agua Potable (Chimu)	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.01	0.11	0.03	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0	0.01	0.01
50m. Efluente Espinar	0.01	0.77	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.05	0.01	0.03
100m antes del muelle Espinar	0.01	0.02	0.03	0.01	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05
Faro Viejo	0.01	0.59	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
Tercera boya saliendo del muelle	0.01	0	0.03	0.02	0.02	0.06	0.02	0.03	0.02	0	0.01	0.02
Frente al terminal terrestre	0.01	0.33	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0	0.01	0.01
Muelle de Puno	0.01	0.22	0.03	0.04	0.02	0.03	0.05	0.03	0.02	0	0	0.02
Frente a residencias universitarias	0.01	0.07	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0	0	0.02
Muelle Isla Esteves	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0	0.01
100 m antes de Isla Blanca	0.01	0	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01	0.01	0	0.01

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 64**

*NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.013	0.01	0.014	0.01	0.014	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Captación de agua Potable (Chimu)	0.018	0.02	0.013	0.01	0.016	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.049	0.07	0.021	0.03	0.029	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02
50m. Efluente Espinar	0.081	1.25	0.062	0.06	0.098	0.08	0.07	0.47	0.06	0.07	0.07	0.06
100m antes del muelle Espinar	0.04	0.66	0.021	0.01	0.028	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02
Faro Viejo	0.033	0.04	0.016	0.01	0.029	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02
Tercera boya saliendo del muelle	0.032	0.04	0.021	0.01	0.028	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02
Frente al terminal terrestre	0.028	0.1	0.016	0.03	0.025	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02
Muelle de Puno	0.031	0.58	0.016	0.03	0.028	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02
Frente a residencias universitarias	0.029	0.06	0.015	0.02	0.021	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Muelle Isla Esteves	0.032	0.03	0.015	0.02	0.026	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
100 m antes de Isla Blanca	0.035	0.03	0.019	0.02	0.027	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 65**

*NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.0042	0.0186	0.0046	0.0038	0.002	0.0037	0.0048	0.0046	0.0037	0.0045	0.0042	0.0186
Captación de agua Potable (Chimu)	0.004	0.1189	0.004	0.003	0.0031	0.0009	0.0049	0.0053	0.0043	0.0047	0.004	0.1189
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.0155	1.0632	0.0197	0.0252	0.0165	0.0299	0.0165	0.0153	0.0102	0.0055	0.0155	1.0632
50m. Efluente Espinar	0.0236	2.0346	0.0288	0.0308	0.0358	0.5166	0.6246	0.02	0.0371	0.3062	0.0236	2.0346
100m antes del muelle Espinar	0.0253	1.0794	0.0188	0.019	0.0186	0.0338	0.028	0.0192	0.0187	0.0235	0.0253	1.0794
Faro Viejo	0.0212	0.3146	0.0186	0.0177	0.013	0.0382	0.0218	0.0128	0.0107	0.0088	0.0212	0.3146
Tercera boya saliendo del muelle	0.0243	0.0397	0.0169	0.0245	0.0153	0.0481	0.0202	0.0175	0.0155	0.0082	0.0243	0.0397
Frente al terminal terrestre	0.0317	0.0246	0.0157	0.0131	0.0124	0.0425	0.0176	0.0126	0.0158	0.0078	0.0317	0.0246
Muelle de Puno	0.0247	0.7644	0.0156	0.0188	0.0109	0.0328	0.0195	0.0166	0.0195	0.0078	0.0247	0.7644
Frente a residencias universitarias	0.0278	1.1544	0.0154	0.0156	0.0131	0.0074	0.0189	0.0107	0.0124	0.008	0.0278	1.1544
Muelle Isla Esteves	0.0161	0.7712	0.0141	0.0277	0.0138	0.0043	0.0188	0.011	0.009	0.006	0.0161	0.7712
100 m antes de Isla Blanca	0.0157	0.2583	0.0169	0.0184	0.0152	0.0065	0.0124	0.0114	0.0083	0.0076	0.0157	0.2583

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 66**

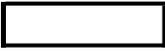
*NITRITOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	NITRITOS mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.0005	0
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	0.0165	0.04
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.07	0.0534	0.03
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.03	0.0269	0.03
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.02	0.012	0.02
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.02	0.01	0.02
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.02	0.0105	0.02
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.021	0.02
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.02	0.01	0.02
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.03	0.015	0.02
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.01	0.008	0.01

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

### Fosfatos

El agua pura natural, sobre todo de las montañas tiene concentraciones menores a 0.1 mg/L, sin embargo, cuando la cantidad de fosfato es mayor a 0.3 mg/L existe la fuerte sospecha de contaminación de agua.

Fosfatos	
	Superior a 0.3 mg/L
	de 0.1 mg/L a 0.3 mg/L
	Inferior a 0.1 mg/L

Fosfatos a Profundidad del 20%

**Tabla 67**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.1	0.1	0.3	0.6	0.4	0.1	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.209
Captación de agua Potable (Chimu)	0.1	1	1.3	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.215
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.7	1.2	3.5	2	1.1	0.8	2.2	1.9	1.9	1.5	2.4	1.559
50m. Efluente Espinar	2.2	2.3	3.7	-	4	2.7	6.6	3.6	3.3	2.4	3.4	2.08
100m antes del muelle Espinar	1.9	1.6	3.8	3.8	2.5	2	3	3.6	4.7	3.4	2.9	2.141
Faro Viejo	1.6	1.5	3.3	3.7	3.3	2.1	3	1.9	2.8	1.8	2.4	1.488
Tercera boya saliendo del muelle	1.6	1.4	3.7	3.5	2.4	2	2.9	1.9	2.7	1.7	2.1	1.81
Frente al terminal terrestre	1.8	1.6	4	3.6	2.7	2	2.7	2	2.5	1.7	2.2	1.294
Muelle de Puno	1.6	1.5	3.8	0.9	2.5	2.1	2.7	1.8	2.5	1.6	2.2	1.274
Frente a residencias universitarias	1.6	1.4	4.4	3.7	2.9	2.1	3.9	3.5	2.4	1.8	2.1	1.339
Muelle Isla Esteves	1.5	1.2	3.6	3.5	1.3	1.2	2.7	2.1	1.9	1.5	2	1.261
100 m antes de Isla Blanca	1.4	1.4	3.3	3.5	2.4	2.6	2.7	2	2.1	1.8	2	1.259

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 68**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.127	0.211	0.14	0.159	0.152	0.28	0.153	0.088	0.211	0.209	0.486	0.555
Captación de agua Potable (Chimu)	0.132	0.179	0.205	0.0171	0.073	0.226	0.387	0.059	0.168	0.185	0.256	0.207
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.331	1.347	1.755	1.233	1.41	1.076	1.617	1.321	1.329	1.461	1.962	1.75
50m. Efluente Espinar	2.128	2.027	0.545	1.722	1.881	2.307	1.772	1.286	2.188	1.641	2.163	1.837
100m antes del muelle Espinar	1.327	1.646	1.63	1.664	1.425	1.427	1.417	1.155	1.601	1.842	2.128	1.936
Faro Viejo	1.289	1.505	1.858	1.572	1.422	1.118	1.425	1.495	1.325	1.43	2.698	1.558
Tercera boya saliendo del muelle	1.226	1.715	1.834	1.509	1.806	1.182	1.231	1.188	1.357	1.16	1.704	1.392
Frente al terminal terrestre	1.138	1.519	1.897	1.518	1.601	1.174	1.221	1.048	1.306	1.181	1.78	1.496
Muelle de Puno	1.122	1.674	1.929	1.5	1.388	1.149	1.184	1.137	1.132	1.338	1.786	1.473
Frente a residencias universitarias	1.143	1.432	1.923	1.436	1.381	1.166	1.187	1.156	1.177	1.223	1.786	1.326
Muelle Isla Esteves	1.187	1.492	1.848	1.3	1.159	0.765	1.044	0.916	1.158	1.214	1.801	1.276
100 m antes de Isla Blanca	1.172	1.312	1.545	1.307	1.175	0.777	1.168	1.088	1.118	0.914	1.815	1.254

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 69**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.143	0.191	-	-	0.35	0.54	0.423	0.322	0.223	0.262	0.296	0.155
Captación de agua Potable (Chimu)	0.147	0.148	-	-	0.4	0.2	0.276	0.422	0.682	0.894	0.312	0.093
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.932	1.887	-	-	1.45	1.16	1.017	1.023	0.403	1.076	0.733	0.773
50m. Efluente Espinar	1.827	2.266	-	-	1.5	1.22	1.25	1.297	0.96	1.28	0.781	1.052
100m antes del muelle Espinar	1.936	1.843	-	-	1.45	1.11	1.172	1.02	0.436	1.344	0.739	1.172
Faro Viejo	2.047	1.948	-	-	1.54	1.07	0.837	1.039	0.221	0.902	0.616	1.113
Tercera boya saliendo del muelle	1.346	2.126	-	-	1.28	1.01	0.859	0.814	0.509	0.951	0.805	1
Frente al terminal terrestre	1.802	2.186	-	-	1.38	1.04	0.848	1.065	0.555	0.874	0.716	0.909
Muelle de Puno	1.732	1.98	-	-	1.31	1.1	0.789	1.071	0.451	0.956	0.735	0.736
Frente a residencias universitarias	1.677	1.655	-	-	1.1	1.08	0.749	0.933	0.612	0.448	0.788	0.905
Muelle Isla Esteves	2.266	1.708	-	-	1.28	0.98	0.868	0.837	0.551	0.849	0.633	0.85
100 m antes de Isla Blanca	2.056	1.559	-	-	1.86	1.1	0.976	0.979	0.883	0.787	0.625	1.074

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 70**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.187	0.118	0.252	0.131	0.16	0.104	0.32	0.282	0.313	0.228	0.365	0.316
Captación de agua Potable (Chimu)	0.1	0.49	0.233	0.341	0.188	0.147	0.376	0.221	0.204	0.271	0.398	0.214
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.127	1.079	1.286	0.616	1.545	1.678	1.552	0.786	1.291	0.796	0.973	0.558
50m. Efluente Espinar	0.844	1.198	1.434	0.716	2.022	1.957	1.941	1.334	1.242	0.993	0.568	1.486
100m antes del muelle Espinar	1.499	1.419	1.258	0.615	1.575	1.441	1.975	1.439	1.416	1.049	1.271	1.295
Faro Viejo	0.452	1.4	1.352	0.616	1.482	1.496	1.545	1.192	1.292	0.963	0.971	1.193
Tercera boya saliendo del muelle	0.547	1.172	0.841	0.583	1.557	1.446	1.845	1.181	1.332	0.863	0.876	1.472
Frente al terminal terrestre	0.403	1.042	1.586	0.767	1.689	1.411	1.703	1.106	1.158	0.943	0.84	1.525
Muelle de Puno	0.458	0.917	1.263	0.76	1.587	1.398	1.41	0.913	1.118	0.932	0.7	1.222
Frente a residencias universitarias	0.462	0.863	0.878	0.789	1.542	1.373	1.363	0.879	1.132	0.975	0.89	1.317
Muelle Isla Esteves	0.69	1.306	1.377	0.744	0.995	1.028	1.244	0.941	0.907	1.046	0.61	1.193
100 m antes de Isla Blanca	0.427	1.315	0.928	1.201	1.273	1.104	1.423	0.942	0.986	0.987	0.871	1.187

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 71**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.223	0.271	0.346	0.356	0.425	0.622	0.503	0.402	0.303	0.342	0.376	0.235
Captación de agua Potable (Chimu)	0.227	0.228	0.362	0.372	0.479	0.276	0.356	0.502	0.762	0.974	0.392	0.173
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.012	1.967	0.783	0.793	1.533	1.237	1.097	1.103	0.483	1.156	0.813	0.853
50m. Efluente Espinar	1.907	2.346	0.831	0.841	1.58	1.304	1.33	1.377	1.04	1.36	0.861	1.132
100m antes del muelle Espinar	2.016	1.923	0.789	0.799	1.525	1.186	1.252	1.1	0.516	1.424	0.819	1.252
Faro Viejo	2.127	2.028	0.666	0.676	1.616	1.149	0.917	1.119	0.301	0.982	0.696	1.193
Tercera boya saliendo del muelle	1.426	2.206	0.855	0.865	1.356	1.088	0.939	0.894	0.589	1.031	0.885	1.08
Frente al terminal terrestre	1.882	2.266	0.766	0.776	1.462	1.119	0.928	1.145	0.635	0.954	0.796	0.989
Muelle de Puno	1.812	2.06	0.785	0.795	1.389	1.176	0.869	1.151	0.531	1.036	0.815	0.816
Frente a residencias universitarias	1.757	1.735	0.838	0.848	1.177	1.156	0.829	1.013	0.692	0.528	0.868	0.985
Muelle Isla Esteves	2.346	1.788	0.683	0.693	1.358	1.064	0.948	0.917	0.631	0.929	0.713	0.93
100 m antes de Isla Blanca	2.136	1.639	0.675	0.685	1.941	1.179	1.056	1.059	0.963	0.867	0.705	1.154

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 72**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	0.8	0.4	2.5	1.8	0.5	0.6	0.5
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	0.8	0.3	1.1	1.6	1.5	0.89	1.08
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	1.7	1	1.7	0.9	1.9	1.5	1.31
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	5.9	4	8.6	3.6	3.5	3.9	4.98
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	1.9	1.6	2.1	1.1	1.6	1.8	1.28
Faro Viejo	-	-	-	-	-	2	1.2	1.2	1	0.6	1.1	0.79
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	2	0.9	1.9	1.6	1.9	1.6	2.27
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	2	1.5	2.4	1.5	2	1.7	1.71
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	2	0.8	1.4	1.5	1.8	1.9	0.74
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	2	0.8	1.7	1.7	1.9	1.34	0.96
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	1.9	1.8	1.5	1.9	1.5	1.02	1.07
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	1.8	1.3	1.3	0.7	1.7	1.3	1.98

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 73**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.7	0.181	0.2
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.6	0.261	0.6
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	1.5	1.889	1.6
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.5	1.754	1.7
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	2.5	1.685	1.8
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	2.3	2.158	1.5
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	1.4	2	2.3
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	1.4	1.754	2.4
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	3	1.805	1.9
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	1.6	1.988	3.2
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.7	1.937	2.3
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	2.5	2.205	2.1

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 74**

*FOSFATOS 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	0.075	0.169	0.146	0.313	0.209
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	0.115	0.292	0.163	0.282	0.249
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	0.854	1.152	0.892	1.312	1.341
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	2.054	3.44	1.832	2.495	1.63
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	1.134	1.885	1.472	2.33	2.115
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	1.11	1.257	1.243	1.761	1.637
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	1.084	1.305	1.177	1.434	1.569
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	1.148	1.329	1.139	1.459	1.562
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	1.058	1.287	1.273	1.506	1.492
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	1.112	1.211	1.113	1.545	1.558
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	1.188	1.252	1.294	1.274	1.721
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	0.869	1.28	1.117	1.492	1.623

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Fosfatos a Profundidad del 80%

**Tabla 75**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.091	0.118	0.237	0.31	0.5	0.343	0.61	0.598	0.353	0.26	0.163	0.225
Captación de agua Potable (Chimu)	0.182	0.116	0.167	0.335	0.22	0.255	0.253	0.578	0.225	0.44	0.493	0.176
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.121	3.122	3.06	2.94	2.338	2.465	2.708	2.563	3.005	1.805	2.35	1.529
50m. Efluente Espinar	2.194	2.324	3.58	2.388	4.095	3.853	6.293	3.805	4.23	2.405	3.395	2.64
100m antes del muelle Espinar	2.819	1.747	3.74	3.675	2.988	2.078	2.86	3.905	5.268	3.52	3.115	2.279
Faro Viejo	1.61	1.384	4.07	3.7	2.76	2.23	2.943	2	3.175	1.925	2.52	1.427
Tercera boya saliendo del muelle	1.525	1.43	3.93	3.553	2.743	2.213	2.97	2.623	2.813	1.913	1.935	1.44
Frente al terminal terrestre	1.582	1.495	3.83	3.518	2.823	2.14	2.915	2.558	2.758	1.64	2.035	1.349
Muelle de Puno	1.586	1.55	3.72	3.67	2.73	2.015	2.978	1.998	2.32	1.64	2.173	1.255
Frente a residencias universitarias	1.57	1.461	3.58	3.828	3.058	1.605	3.485	2.388	2.505	1.778	2.058	1.33
Muelle Isla Esteves	1.517	1.407	2.93	3.363	1.97	0.83	2.74	2.615	2.928	1.465	1.97	1.343
100 m antes de Isla Blanca	1.437	1.253	3.67	3.655	2.67	2.725	2.59	3.615	3.045	1.683	1.845	1.423

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 76**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.133	0.215	0.221	0.202	0.137	0.134	0.094	0.175	0.198	0.352	0.181	0.23
Captación de agua Potable (Chimu)	0.341	0.376	0.219	0.115	0.145	0.14	0.401	0.126	0.282	0.271	0.261	0.19
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.384	1.334	1.676	1.451	1.362	1.269	1.542	1.462	1.451	1.368	1.889	1.66
50m. Efluente Espinar	2.359	1.893	0.372	1.863	0.953	2.322	1.763	1.358	1.738	1.679	2.205	1.74
100m antes del muelle Espinar	1.462	1.999	1.502	1.686	1.413	1.344	1.406	1.352	1.765	1.991	2.158	1.714
Faro Viejo	1.361	1.626	1.745	1.62	1.367	1.172	1.324	1.525	1.39	1.426	1.937	1.639
Tercera boya saliendo del muelle	1.276	1.624	1.785	1.584	1.46	1.231	1.227	1.212	1.438	1.285	1.651	1.386
Frente al terminal terrestre	1.36	1.592	1.918	1.592	1.409	1.275	1.143	1.26	1.403	1.527	1.988	4.38
Muelle de Puno	1.154	1.616	1.898	1.606	1.359	1.466	1.332	1.185	1.275	1.201	1.805	1.425
Frente a residencias universitarias	1.139	1.487	1.834	1.445	1.295	1.138	1.181	1.207	1.214	1.413	1.898	1.485
Muelle Isla Esteves	1.147	1.446	1.807	1.298	0.961	0.758	1.031	0.957	1.285	1.435	2	1.309
100 m antes de Isla Blanca	1.102	1.268	1.645	1.309	0.642	0.906	1.171	0.921	1.405	1.081	1.754	1.241

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 77**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.451	0.218	-	-	0.464	0.42	0.367	0.345	0.458	0.351	0.221	0.451
Captación de agua Potable (Chimu)	0.303	0.119	-	-	0.404	0.272	0.332	0.458	0.404	0.281	0.204	0.303
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.508	1.798	-	-	1.812	1.182	1.058	0.552	0.926	0.487	0.782	1.508
50m. Efluente Espinar	1.932	3.128	-	-	2.037	1.868	1.858	1.58	0.924	1.027	1.228	1.932
100m antes del muelle Espinar	2.105	2.26	-	-	1.474	1.059	1.187	0.89	1.244	0.96	1.622	2.105
Faro Viejo	2.192	2.102	-	-	1.687	1.206	1.157	0.61	0.886	0.756	1.007	2.192
Tercera boya saliendo del muelle	1.73	1.789	-	-	1.351	1.109	1.301	0.676	1.499	0.798	0.96	1.73
Frente al terminal terrestre	1.957	3.24	-	-	1.357	1.126	1.26	0.497	0.874	0.739	1.084	1.957
Muelle de Puno	2.024	2.23	-	-	1.375	1.041	1.665	0.557	1.44	0.823	0.93	2.024
Frente a residencias universitarias	1.704	1.854	-	-	1.38	0.965	1.31	0.546	0.661	0.744	0.946	1.704
Muelle Isla Esteves	1.656	1.989	-	-	1.402	1.088	0.892	1.081	1.067	1.04	0.82	1.656
100 m antes de Isla Blanca	1.938	1.567	-	-	1.607	1.106	1.283	0.561	0.889	1.08	1.04	1.938

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 78**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.16	0.04	0.17	0.16	0.49	0.21	0.28	0.27	0.19	0.23	0.59	0.48
Captación de agua Potable (Chimu)	0.18	0.04	0.22	0.26	0.37	0.28	0.27	0.39	0.48	0.31	0.4	0.48
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.46	1.15	1.45	0.79	1.7	1.83	2.3	1.32	1.39	0.74	0.88	1
50m. Efluente Espinar	0.56	1.15	2.88	0.77	2.25	2.76	2.68	1.23	1.2	0.79	1.25	2.65
100m antes del muelle Espinar	0.97	1.88	1.55	0.63	1.73	1.8	1.91	1.27	1.3	1.63	1.06	1.24
Faro Viejo	0.64	1.33	0.38	0.83	1.6	1.65	1.73	1.1	1.32	0.94	0.91	1.23
Tercera boya saliendo del muelle	0.55	1.07	2.04	0.73	1.95	2.01	1.96	1.78	1.22	0.77	0.85	1.33
Frente al terminal terrestre	0.7	1.32	0.98	0.81	2.13	1.74	1.99	1.28	1.2	0.85	1.06	1.25
Muelle de Puno	0.7	1.35	1.57	0.75	1.78	1.71	1.72	0.79	1.02	0.87	0.74	1.21
Frente a residencias universitarias	0.62	1.25	1.06	0.58	1.69	1.6	2.05	0.74	1.14	0.76	0.72	1.14
Muelle Isla Esteves	0.5	1.1	1.53	0.63	1.39	1.16	1.38	0.94	0.95	0.86	0.8	1.18
100 m antes de Isla Blanca	0.52	0.68	1.23	0.74	1.57	1.51	1.28	0.87	1.02	1.02	0.78	1.11

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 79**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	0.273	0.321	0.396	0.406	0.475	0.672	0.553	0.452	0.353	0.392	0.426	0.285
Captación de agua Potable (Chimu)	0.277	0.278	0.412	0.422	0.529	0.326	0.406	0.552	0.812	1.024	0.442	0.223
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.062	2.017	0.833	0.843	1.583	1.287	1.147	1.153	0.533	1.206	0.863	0.903
50m. Efluente Espinar	5.707	6.146	4.631	4.641	5.38	5.104	5.13	5.177	4.84	5.16	4.661	4.932
100m antes del muelle Espinar	2.046	1.953	0.819	0.829	1.555	1.216	1.282	1.13	0.546	1.454	0.849	1.282
Faro Viejo	2.157	2.078	0.716	0.726	1.666	1.199	0.967	1.169	0.351	0.992	0.746	1.243
Tercera boya saliendo del muelle	1.456	2.256	0.905	0.915	1.406	1.138	0.989	0.944	0.639	1.081	0.935	1.13
Frente al terminal terrestre	1.912	2.276	0.776	0.786	1.472	1.129	0.938	1.155	0.645	0.964	0.806	0.999
Muelle de Puno	1.842	2.11	0.875	0.885	1.479	1.266	0.959	1.241	0.621	1.126	0.825	0.906
Frente a residencias universitarias	1.787	1.785	0.888	0.898	1.227	1.206	0.879	1.063	0.742	0.578	0.878	0.995
Muelle Isla Esteves	2.351	1.838	0.733	0.743	1.408	1.114	0.998	0.967	0.681	0.979	0.723	0.98
100 m antes de Isla Blanca	2.236	1.689	0.725	0.775	2.031	1.269	1.146	1.149	1.053	0.917	0.795	1.204

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 80**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	0.8	0.4	2.5	1.8	0.5	0.6	0.5
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	0.8	0.3	1.1	1.6	1.5	0.89	1.08
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	1.7	1	1.7	0.9	1.9	1.5	1.31
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	5.9	4	8.6	3.6	3.5	3.9	4.98
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	1.9	1.6	2.1	1.1	1.6	1.8	1.28
Faro Viejo	-	-	-	-	-	2	1.2	1.2	1	0.6	1.1	0.79
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	2	0.9	1.9	1.6	1.9	1.6	2.27
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	2	1.5	2.4	1.5	2	1.7	1.71
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	2	0.8	1.4	1.5	1.8	1.9	0.74
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	2	0.8	1.7	1.7	1.9	1.34	0.96
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	1.9	1.8	1.5	1.9	1.5	1.02	1.07
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	1.8	1.3	1.3	0.7	1.7	1.3	1.98

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 81**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	1.1	0.6	0.1
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.1	0.3	0.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	1.8	1.2	1.6
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.3	3.1	2
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	1.3	1.4	5.3
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	1.9	2	1.9
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	1.5	1.2	1.9
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	1.4	2	1.4
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	2.1	1.4	2.4
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	1.9	1.3	2.1
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	2.2	1.5	3.4
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.4	1.1	5

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 82**

*FOSFATOS 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	FOSFATOS mg/L AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	0.103	0.203	0.179	0.263	0.272
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	0.161	0.249	0.176	0.259	0.37
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	0.921	1.165	0.886	1.223	1.512
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	2.353	3.63	1.725	2.33	1.608
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	1.212	1.895	1.329	2.135	2.196
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	1.124	1.212	1.367	1.58	1.785
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	1.167	1.303	1.175	1.332	1.64
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	1.185	1.327	1.197	1.62	1.59
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	1.081	1.357	1.137	1.626	1.591
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	1.172	1.223	1.222	1.501	1.628
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	1.265	1.178	1.257	1.349	1.717
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	0.905	1.415	1.228	1.514	1.72

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

### Oxígeno Disuelto

Según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), los valores para oxígeno disuelto (OD) deben ser mayores o iguales a 5 mg/L.

ECA - Categoría 4 - OD	
	Superior a 5 mg/L
	Inferior a 5 mg/L

### Oxígeno Disuelto a Profundidad del 20%

**Tabla 83**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año  
2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2008											
	Ene	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.59	8.15	8.59	6.91	9.35	5.4 9	5.2 7	6.08	5.2 6	8.76	9.06	10.4 7
Captación de agua Potable (Chimu)	9.59	7.12	7.42	6.92	8.94	5.5 9	6.0 1	5.59	5.4 2	8.3	7.8	10.7 3
Tercera Boya de Retorno al Faro	7.78	8.16	8.65	6.77	13.1 5	4.6 5	7.0 3	7.76	5.3 2	8.85	9.15	9.47
50m. Efluente Espinar	3.16	2.9	6.48	6.31	11.9	3.7 8	4.8	8.83	5.9 3	10.3 8	9.53	9.09
100m antes del muelle Espinar	3.62	7.53	8.42	6.17	16.5 7	5.5 2	7.1 1	7.62	4.7 8	7.55	9.14	9.3
Faro Viejo	6.07	7.86	7.68	7.5	18.2 8	5.4 4	8.2 5	10.4 4	5.0 4	9.35	10.7	9.54
Tercera boya saliendo del muelle	6.47	11.1	8.03	8.61	19.6 3	5.0 1	7.6 7	11.7 6	5.1	10.2 9	10.3	7.36
Frente al terminal terrestre	4.86	5.34	8.36	7.86	16.8 8	5.8 1	7.7 2	11.8	6.3	9.74	9.03	5.67
Muelle de Puno	7.4	7.66	8.99	9.04	19.7 5	5.5	7.0	11.8 3	6.8 9	10.5	9.93	10.0 2
Frente a residencias universitarias	6.22	8.97	8.23	8.32	18.8 8	4.9 5	8.2 5	11.6	7.3 7	9.71	11.5 2	5.91
Muelle Isla Esteves	7.35	9.71	8.12	9.23	13.6 8	6.7 4	7.8 2	10.4	5.0 7	8.72	8.45	9.1
100 m antes de Isla Blanca	6.92	10.2 3	8.63	7.8	16.6	3.4 4	7.4 3	7.61	5.3	8.96	10.7 8	9.68

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 84**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año  
2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	11.63	9.34	6.78	6.67	5.49	5.68	5.72	5.79	4.78	4.6	6.59	6.13
Captación de agua Potable (Chimu)	12.11	6.81	6.34	5.88	5.25	5.83	5.95	5.42	4.35	5	6.57	5.58
Tercera Boya de Retorno al Faro	11.71	8.39	4.59	7.02	6.68	8.15	5.92	8.15	4.62	8.4	5.56	8.04
50m. Efluente Espinar	10.87	10.93	4.18	6.12	4.97	6.64	5.76	7.81	5.2	7.4	5.32	10.97
100m antes del muelle Espinar	12.79	9.49	4.54	5.37	6.74	7.56	6.4	9.4	5.04	8.2	6.83	9.88
Faro Viejo	14.12	10.77	4.39	6.17	6.83	8.53	6.63	8.91	5.47	7.9	5.81	10.84
Tercera boya saliendo del muelle	14.3	9.48	4.22	7.34	6.93	9.36	7.34	9.43	4.56	8.5	6.68	11.46
Frente al terminal terrestre	13.77	10.12	3.57	7.82	7.27	8.87	6.54	9.14	6.5	8.4	7.43	9.2
Muelle de Puno	13.99	9.54	4.97	6.81	7.48	8.45	6.37	8.48	6.35	7.9	7.59	9.6
Frente a residencias universitarias	12.94	9.16	2.71	9.2	8.33	8.95	6.32	9.37	5.85	8.2	8.23	10.95
Muelle Isla Esteves	15.26	8.71	5.01	7.95	7.02	9.81	6.25	7.55	4.2	6.4	6.73	9.37
100 m antes de Isla Blanca	12.37	6.75	5.81	8.33	6.71	8.53	6.04	7.86	5.06	6.9	4.52	5.23

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 85**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año  
2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	5.75	5.26	4.45	4	6.6	6	5.14	5.5	4.9	6.2	6.9	13.8
Captación de agua Potable (Chimu)	5.48	5.06	4.51	4.2	5	6.5	5.14	5.9	5.3	6.1	6.6	12.7
Tercera Boya de Retorno al Faro	7.39	5.06	6.56	4.3	7.6	9.5	6.76	9.2	7.1	10.3	4	6.5
50m. Efluente Espinar	8.07	5.18	6.27	4.2	8.3	8.1	6.58	8.5	8.1	7.7	7.9	4.8
100m antes del muelle Espinar	6.43	5.11	6.23	4.5	8	9.1	6.38	7.8	9.3	8.6	7.4	3.9
Faro Viejo	6.59	5.38	7.04	4.5	9	11.2	6.75	9.4	7.3	7.1	4.7	6
Tercera boya saliendo del muelle	8.45	5.78	6.9	4.6	7.5	11.1	6.16	9.3	6.7	6.9	5.9	5.2
Frente al terminal terrestre	8.59	5.83	6.09	4.8	8.8	10.4	5.92	9.2	6.2	7.7	4	5.1
Muelle de Puno	6.43	4.97	6.76	4.6	9.3	10.1	6.49	9.4	7.5	8	4.8	8.2
Frente a residencias universitarias	7.64	5.4	6.25	4.3	7.5	9.3	6.44	9.2	7.5	8.7	4.6	6.5
Muelle Isla Esteves	6.45	5.24	5.75	4.4	7.5	8.6	5.9	9.6	5.8	9.3	4.7	5.9
100 m antes de Isla Blanca	7.13	4.66	5.21	4.4	7.8	9.7	6.44	9.5	5.1	7.4	3.1	4.9

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 86**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año  
2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	7.3	6.4	6.6	4.47	3.16	7.71	11.61	11.61	8.55	6.1	11.64	6.2
Captación de agua Potable (Chimu)	6.1	6.3	5.9	4.67	5.63	5.73	11.8	11.8	6.06	6.4	10.8	6.5
Tercera Boya de Retorno al Faro	6.2	6	8.8	7.68	6.72	7.27	7.52	7.52	6.16	6.5	6.57	6.81
50m. Efluente Espinar	9.3	5	5.9	7.02	9.93	6.63	6.86	6.86	5.83	5.1	8.76	5.3
100m antes del muelle Espinar	6.6	4.3	5.3	8.42	5.55	7.62	8.58	8.58	5.08	5	9.99	5.2
Faro Viejo	6.8	6.9	9.3	6.9	6.24	6.51	6.74	6.74	5.16	5.23	8.14	6.4
Tercera boya saliendo del muelle	6.7	6.8	6.8	7.91	5.95	6.57	7.29	7.29	4.79	5.31	9.33	6.45
Frente al terminal terrestre	8.2	7	9.3	7.95	6.22	7.55	11.1	11.1	4.54	5.11	7.43	6.3
Muelle de Puno	5.9	6.2	9	7.82	6.37	6.66	6.88	6.88	4.64	6.1	10.66	6.3
Frente a residencias universitarias	5.9	6.3	8.2	6.8	5.97	6.58	7.11	7.11	4.44	6.3	5.47	6.45
Muelle Isla Esteves	5.6	6.1	9.3	6.7	6.19	6.93	10.31	10.31	4.74	5.4	5.59	6.31
100 m antes de Isla Blanca	5.5	6	8.9	7.13	5.23	7.71	9.77	9.77	5.32	6.2	4.3	5.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 87**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.05	8	7.3	7.4	7.8	9.4	8.5	7.6	7.5	7.8	8.5	8.4
Captación de agua Potable (Chimu)	8.7	8.3	8.5	8.2	7.9	9.7	8.6	8.1	7.9	7.6	7.8	8.1
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.39	6.86	8.36	7.7	9	11.9	8.36	10.8	8.7	11.9	7.6	8.1
50m. Efluente Espinar	6	6.98	5.8	5.7	6.4	7	5.6	5.9	6	6.6	6.2	6.4
100m antes del muelle Espinar	7	7.1	6.8	6.9	7.2	8.4	8.1	8.4	6.9	7.6	8.9	7.5
Faro Viejo	10	8.6	8.04	10.7	10.4	8.7	8.35	11	8.9	8.7	7.6	7.6
Tercera boya saliendo del muelle	8.8	9.1	7.75	10.4	8.9	8.3	7.76	10.9	8.3	8.5	7.7	8.4
Frente al terminal terrestre	10	8.2	8.02	9.6	10.2	9.2	7.52	10.8	7.8	9.3	7.6	8.1
Muelle de Puno	8.9	8.6	8.17	10.7	10.7	8.8	8.09	11	9.1	9.6	8.4	8.4
Frente a residencias universitarias	9	9.6	7.8	7.7	8.9	11.7	8.04	10.8	9.1	10.3	8.2	6.9
Muelle Isla Esteves	8	8.1	8.8	7.8	8.9	11	7.5	11.2	7.4	10.9	8.3	8.5
100 m antes de Isla Blanca	7	7.8	7.2	5.8	7.2	8.3	7.6	9.6	7.7	8.4	6.6	7.6

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 88**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	6.8	6.73	-	6.98	6	6.19	5.3	6.3	5.8	5.7	5.7	6
Captación de agua Potable (Chimu)	6.5	6.23	-	6.59	5.5	6.75	5	6.6	5.6	5.8	6.4	6.2
Tercera Boya de Retorno al Faro	7.5	5.97	-	6.55	6.6	6.61	5.4	6.4	5.9	6.1	6	6.3
50m. Efluente Espinar	4.1	4.27	-	4.82	4.5	4.1	5	5	5.2	5.5	5.9	5.9
100m antes del muelle Espinar	5.1	4.42	-	5.69	6.3	6	5.2	5	5.5	6.1	6.2	6.1
Faro Viejo	6.2	4.47	-	6.2	6	6.76	5.8	6	5.8	6.1	6	6.3
Tercera boya saliendo del muelle	6.1	4.15	-	6.11	5.5	6.4	5.2	5.9	5.9	6	6.3	6.5
Frente al terminal terrestre	7.4	4.47	-	6	5.8	6.3	5.6	5.1	5.7	6.5	5.8	6.3
Muelle de Puno	7.4	4.55	-	6.21	5.2	6.2	5.6	5.1	5.8	5.3	6.2	6.2
Frente a residencias universitarias	6.3	4.1	-	6.6	5	6.2	5	6.8	5.6	5.8	6	6.1
Muelle Isla Esteves	6.6	4.19	-	6.03	5.1	6.46	5.2	6.2	5.8	6.2	6	6.2
100 m antes de Isla Blanca	6.3	5.01	-	6.8	7.2	6	5.1	6.1	5.3	5.5	6	6.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 89**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año  
2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2014											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	7.71	11.78	10.01	8.02
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	7.57	14.81	7.94	6.79
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	9.67	15.27	8.4	8.8
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	14.23	13.14	10.19	6.5
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	13.29	16.44	7.38	11.65
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	8.51	15	9.27	10.13
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	8.17	14.29	7.96	12.98
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	7.06	12.26	6.96	7.78
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	9.16	16.08	7.69	7.38
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	7.36	15.37	15.88	11.63
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	8.18	15.1	12.36	11.02
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	14.79	18.91	8.05	10.3

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 90**

*OXÍGENO DISUELTO 20%, para la determinación del estado eutrófico año  
2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2015												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	8.91	10.77	8.27	7.49	7.09
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	9.05	10.62	7.45	7.16	7.43
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	8.1	11.89	9.07	6.77	7.84
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	8.43	8.82	9.93	7.03	9.27
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	7.53	8.89	9.82	7.76	7.49
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9.95	9.93	6.62	8.72
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	9.02	10.13	7.63	6.81	9.88
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	10.28	10.98	9.8	5.67	9.84
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	10.21	9.2	9.88	6.32	8.78
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	8.1	9.74	8.27	5.57	7.84
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	8.19	9	9.13	8.38	7.67
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	8.57	9.17	9.76	5.41	7.72

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Oxígeno Disuelto a Profundidad del 80%

**Tabla 91**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	6.82	7.47	7.02	6.1	8.32	5.31	5.02	5.44	3.89	5.43	8.19	7.59
Captación de agua Potable (Chimu)	9.07	6.85	7.29	5.83	7.7	5.04	5.59	5.4	4.93	4.69	6.08	7.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	6.2	8.95	8.46	6.3	15.2	3.28	7.72	7.5	5.46	6.22	7.35	7.58
50m. Efluente Espinar	2.89	2.48	6.9	5.28	12.2	3.58	3.97	8.77	6.29	7.08	7.7	7.52
100m antes del muelle Espinar	1.4	6.42	8.02	4.68	13.2	4.15	6.9	7.82	3.16	8.34	7.67	7.64
Faro Viejo	5.66	8.28	8.49	6.81	17.8	4.28	7.82	9.17	4.66	10.04	7.41	7.79
Tercera boya saliendo del muelle	6.23	10.46	6.13	7.86	17.4	3.73	6.6	7.84	3.92	5.66	7.21	6.48
Frente al terminal terrestre	5.07	7.82	6.55	7.54	14.7	4.36	6.87	6.92	6.79	10.37	7.59	5.42
Muelle de Puno	6.89	7.88	8.93	7.42	18.7	5.49	7.79	11.87	6.52	10.5	8.72	7.46
Frente a residencias universitarias	6.4	9.82	7.69	7.75	18.6	5.27	7.6	10.36	7.07	9.55	11.9	5.89
Muelle Isla Esteves	7.2	10.2	7.66	9.19	15.6	6.54	7.73	10.2	4.89	7.89	6.69	7.6
100 m antes de Isla Blanca	8.44	9.39	8.29	8.08	15.9	3.02	7.32	7.69	5.79	6.45	8.09	9.03

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 92**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	9.4	7.87	3.86	4.1	4.87	5.32	5.6	5.44	3.89	2.54	5.56	3.02
Captación de agua Potable (Chimu)	9.2	9.03	3.71	4.77	5.06	6.11	6.07	5.46	4.73	3.7	4.72	5.27
Tercera Boya de Retorno al Faro	10.7	6.61	4.06	6.97	6.47	8.5	5.94	8.23	3.55	6.21	4.02	7.16
50m. Efluente Espinar	8.7	8.12	3.38	6	5.1	6.9	5.65	8.27	5.03	7.52	5.5	11.07
100m antes del muelle Espinar	12.5	7.33	3.95	4.66	6.95	7.65	6.36	8.93	4.49	8.08	6.66	9.65
Faro Viejo	14.2	7.55	3	4.91	6.75	9.77	6.45	8.49	5.65	6.9	5.53	9.26
Tercera boya saliendo del muelle	13.2	7.43	2.62	6.32	7.01	8.69	6.84	10.01	4.79	8.02	7.57	11.79
Frente al terminal terrestre	7.7	7.15	3.07	4.36	6.35	7.61	5.87	8.76	4.15	3.99	4.94	6.72
Muelle de Puno	14.4	8.49	2.42	6.23	6.92	8.11	6.58	9.39	5.76	7.97	6.53	9.34
Frente a residencias universitarias	11.8	7.82	1.55	7.27	8.07	8.35	6.37	10.02	5.84	9.36	8.04	9.46
Muelle Isla Esteves	15.4	8.41	3.56	9.55	6.75	9.58	6.17	8.26	4.33	6.59	7.11	9.59
100 m antes de Isla Blanca	11.8	7.31	5.59	9.5	7.16	8.45	5.97	8.08	4.59	6.91	6.03	5.77

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 93**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	3.92	4.19	3.3	4.3	5.5	5.3	4.8	3.6	4.7	3.7	11.7	3.92
Captación de agua Potable (Chimu)	5.84	4.75	2.59	4	5.9	5.6	5.6	5.2	5.8	4.2	8.4	5.84
Tercera Boya de Retorno al Faro	6.6	4.61	5.13	4.7	6.8	8.7	9	6.1	8.7	3.8	4.9	6.6
50m. Efluente Espinar	8.5	5	6.73	5	8.2	8.8	10.5	8.9	8.9	5.4	4.9	8.5
100m antes del muelle Espinar	7.18	4.76	6.85	4.8	7.9	9.8	10.3	9	9.1	8.6	4.7	7.18
Faro Viejo	4.84	4.46	6	5.2	6.4	10.6	8.5	6	8.2	2.5	5.9	4.84
Tercera boya saliendo del muelle	8.86	5.9	7.14	4.6	8.1	10.9	9.3	7.4	6.4	6.8	5.3	8.86
Frente al terminal terrestre	5.66	4.2	5.12	5	7.5	6.8	3.6	5.8	4.2	3.4	3.4	5.66
Muelle de Puno	6.64	4.96	6.9	4.6	8.6	10.1	8.8	6.7	7.3	4.4	6.2	6.64
Frente a residencias universitarias	6.79	5.49	5.74	5.2	7.4	10.5	8.2	7.4	8.4	3.6	5.9	6.79
Muelle Isla Esteves	7.64	4.74	7.38	5.2	6.6	8.9	9	6.2	9	4.7	5.4	7.64
100 m antes de Isla Blanca	6.13	4.36	5.75	4.6	8	10.1	8.8	5.3	7.5	4.5	5	6.13

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 94**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	6.6	7.3	4.8	6.6	4.1	4.16	11.2	11.61	7.34	-	10.08	11.64
Captación de agua Potable (Chimu)	4.9	6.1	4.2	5.9	6.21	5.63	11.04	11.8	5.98	-	9.27	10.8
Tercera Boya de Retorno al Faro	5.7	6.2	9.3	8.8	8.4	6.72	7.69	7.52	6.29	-	7.18	6.57
50m. Efluente Espinar	9.4	9.3	5.5	5.9	8.19	9.93	6.61	6.86	5.83	-	8.63	8.76
100m antes del muelle Espinar	6.3	6.6	6.2	5.3	5.97	5.55	9.12	8.58	5	-	9.11	9.99
Faro Viejo	6.3	6.8	9.3	9.3	6.89	6.24	6.68	6.74	4.65	-	8.64	8.14
Tercera boya saliendo del muelle	7.3	6.7	7.2	6.8	7.59	5.95	8.75	7.29	4.5	-	9.6	9.33
Frente al terminal terrestre	6	8.2	5	9.3	-	6.22	6.55	11.1	4.26	-	7.69	7.43
Muelle de Puno	6.1	5.9	8.9	9	7.26	6.37	6.68	6.88	4.37	-	6.23	10.66
Frente a residencias universitarias	6.7	5.9	8.1	8.2	8.95	5.97	9.07	7.11	4.81	-	9.39	5.47
Muelle Isla Esteves	6.9	5.6	9.3	9.3	6.16	6.19	10.88	10.31	4.81	-	9.94	5.59
100 m antes de Isla Blanca	7	5.5	9.2	8.9	9.31	5.23	10.6	9.77	5.49	-	10.06	4.3

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 95**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.05	8	7.3	7.4	7.8	9.4	8.5	7.6	7.5	7.8	8.5	8.4
Captación de agua Potable (Chimu)	8.7	8.3	8.5	8.2	7.9	9.7	8.6	8.1	7.9	7.6	7.8	8.1
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.39	6.86	8.36	7.7	9	11.9	8.36	10.8	8.7	11.9	7.6	8.1
50m. Efluente Espinar	6	6.98	5.8	5.7	6.4	7	5.6	5.9	6	6.6	6.2	6.4
100m antes del muelle Espinar	7	7.1	6.8	6.9	7.2	8.4	8.1	8.4	6.9	7.6	8.9	7.5
Faro Viejo	10	8.6	8.04	10.7	10.4	8.7	8.35	11	8.9	8.7	7.6	7.6
Tercera boya saliendo del muelle	8.8	9.1	7.75	10.4	8.9	8.3	7.76	10.9	8.3	8.5	7.7	8.4
Frente al terminal terrestre	10	8.2	8.02	9.6	10.2	9.2	7.52	10.8	7.8	9.3	7.6	8.1
Muelle de Puno	8.9	8.6	8.17	10.7	10.7	8.8	8.09	11	9.1	9.6	8.4	8.4
Frente a residencias universitarias	9	9.6	7.8	7.7	8.9	11.7	8.04	10.8	9.1	10.3	8.2	6.9
Muelle Isla Esteves	8	8.1	8.8	7.8	8.9	11	7.5	11.2	7.4	10.9	8.3	8.5
100 m antes de Isla Blanca	7	7.8	7.2	5.8	7.2	8.3	7.6	9.6	7.7	8.4	6.6	7.6

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 96**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	5	6.63	-	6.81	5	6.3	5.5	6.2	6.3	5.8	6.6	5.9
Captación de agua Potable (Chimu)	4.7	6	-	6.43	5.1	6.5	6	6.9	6.2	6.1	6	6.1
Tercera Boya de Retorno al Faro	4.6	5.47	-	6.14	5.8	6.1	5.8	6.5	6.1	6.56	6.6	6.4
50m. Efluente Espinar	4	4.3	-	4.01	4.3	5.5	4.5	4.8	4.3	4.8	5	5
100m antes del muelle Espinar	5	3.94	-	4.88	6.2	5.6	5.3	5.3	5.6	6.2	6.2	6.2
Faro Viejo	4.5	4.28	-	6.83	5.9	6.85	5.9	6.5	6	6.23	6.1	6.5
Tercera boya saliendo del muelle	5.5	4.23	-	5.49	5.4	6.3	5.6	6.2	6.2	6.1	6.4	6.3
Frente al terminal terrestre	4.2	4.37	-	5.29	5.5	6.7	6	6.3	6.3	6.51	5.5	6.4
Muelle de Puno	5	4.96	-	5.09	5.1	6.1	5.6	6.21	6.1	5.7	6.3	6.3
Frente a residencias universitarias	5.5	4.69	-	5.47	5	6	5.5	6.87	6	5.9	5.8	5.7
Muelle Isla Esteves	4.7	4.8	-	5.96	5	6	5.4	6.28	6	6	6	6.1
100 m antes de Isla Blanca	4.4	6.69	-	5.59	6.2	6.73	5.2	6	5.2	5.1	5.3	5.9

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 97**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	9.19	14.64	9.21	10.95
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	5.68	15.07	8.32	8.58
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	7.35	15.35	8.59	8.48
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	8.12	10.17	8.61	12.3
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	7.06	14.57	7.62	7.56
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1	14.64	8.8	7.82
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	7.23	15.46	7.94	11.37
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	7.16	12.26	8.56	8.63
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1	16.78	7.63	7.42
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	6.65	13.6	8.41	11.23
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	11.92	13.79	8.25	7.95
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	13.6	15.16	8.56	7.48

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 98**

*OXÍGENO DISUELTO 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	OXÍGENO DISUELTO mg/L AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	7.86	7.18	5.21	5.14	6.61
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	8.26	8.21	5.43	4.69	3.12
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	8.13	8.73	8.08	5.83	4.67
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	8.15	8.37	7.43	5.11	7.31
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	7.61	7.58	8.8	5.37	7.42
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	9.06	8.11	7.57	5.2	4.65
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	9.72	9.27	7.03	6.27	7.11
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	10.13	10.61	8.7	5.26	6.99
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	10.14	8.85	8.57	5.47	6.28
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	8.16	9.87	8.19	7.71	5.93
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	8.36	8.86	8.62	6.66	5.47
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	8.67	8.99	8.69	4.98	6.16

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

### Conductividad Eléctrica

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para este parámetro menciona que no debe sobrepasar los 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , si sobrepasa significa que tiene gran cantidad de sales y/o metales conductores de electricidad.

Conductividad Eléctrica	
	Superior a 1000 uS/cm
	Menor o igual a 1000 uS/cm
	Inferior a 0.1 mg/L

Conductividad Eléctrica a Profundidad del 20%

**Tabla 99**

*C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1530	1480	625	632	621	896	878	800	826	878	872	870
Captación de agua Potable (Chimu)	1500	1480	654	649	638	825	820	817	826	873	866	870
Tercera Boya de Retorno al Faro	1540	1610	699	655	621	814	905	904	927	941	1006	1008
50m. Efluente Espinar	1470	1450	712	691	647	867	971	934	980	986	1014	1034
100m antes del muelle Espinar	1700	1600	698	689	679	922	967	944	967	983	1029	1034
Faro Viejo	1720	1590	706	699	632	864	953	920	971	988	1005	1002
Tercera boya saliendo del muelle	1660	1590	724	701	647	875	946	914	963	988	1016	1012
Frente al terminal terrestre	1670	1600	608	706	766	917	949	912	963	982	1025	1015
Muelle de Puno	1690	1590	584	722	693	873	906	938	961	972	1019	1011
Frente a residencias universitarias	1700	1650	558	722	692	857	942	930	957	985	1008	1016
Muelle Isla Esteves	1650	1590	608	746	689	876	920	939	962	983	1048	1021
100 m antes de Isla Blanca	1620	1580	726	700	632	894	851	917	956	971	992	1012

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 100**

*C. E.20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	880	829	916	845	855	817	830	823	970	993	1030	1022
Captación de agua Potable (Chimu)	870	847	893	896	803	834	807	821	923	982	998	1036
Tercera Boya de Retorno al Faro	997	959	1010	937	897	937	984	981	1120	1209	1152	1205
50m. Efluente Espinar	1017	978	972	990	974	996	998	993	1203	1227	1323	1324
100m antes del muelle Espinar	1003	982	1004	1000	933	970	1012	1004	1162	1260	1339	1337
Faro Viejo	996	796	998	935	931	960	987	956	1149	1223	1293	1277
Tercera boya saliendo del muelle	989	960	1023	1009	925	958	996	1010	1188	1216	1320	1342
Frente al terminal terrestre	996	968	1029	965	934	956	966	990	1159	1205	1275	1310
Muelle de Puno	991	969	1024	979	964	954	955	989	1153	1239	1321	1328
Frente a residencias universitarias	1000	976	1036	966	904	942	970	1013	1124	1148	1255	1342
Muelle Isla Esteves	1002	977	1027	936	851	938	943	986	1163	1158	1231	1300
100 m antes de Isla Blanca	1003	952	995	931	849	919	936	930	1105	1247	1206	1177

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 101**

*C. E.20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1004	1537	1411	1478	1480	1488	1529	1540	1517	1524	1538	1535
Captación de agua Potable (Chimu)	1025	1515	1014	1477	1479	1498	1553	1561	1524	1532	1529	1531
Tercera Boya de Retorno al Faro	1216	1801	1139	1749	1761	1781	1864	1850	1827	1883	1873	1792
50m. Efluente Espinar	1255	1787	1693	1762	1765	1791	1849	1849	1808	1895	1913	1890
100m antes del muelle Espinar	1264	1673	1693	1777	1758	1773	1854	1860	1817	1885	1902	1891
Faro Viejo	1239	1237	1700	1777	1762	1775	1856	1852	1825	1879	1900	1889
Tercera boya saliendo del muelle	1199	1792	1696	1767	1750	1766	1855	1863	1822	1865	1911	1870
Frente al terminal terrestre	1252	1815	1686	1774	1756	1764	1859	1852	1817	1872	1910	1886
Muelle de Puno	1127	1806	1696	1795	1756	1776	1782	1855	1828	1881	1911	1873
Frente a residencias universitarias	1219	1816	1702	1767	1769	1772	1681	1858	1832	1875	1908	1883
Muelle Isla Esteves	1009	1693	1700	1782	1754	1756	1905	1851	1824	1853	1911	1914
100 m antes de Isla Blanca	1244	1754	1699	1702	1741	1750	1838	1831	1706	1751	1929	1869

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 102**

*C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1319	1478	1487	1463	1481	1502	1517	1523	1529	1525	1520	1522
Captación de agua Potable (Chimu)	1520	1483	1489	1466	1478	1562	1515	1533	1551	1529	1507	1511
Tercera Boya de Retorno al Faro	1875	1576	1565	1662	1651	1630	1692	1662	1732	1788	1844	1832
50m. Efluente Espinar	1850	1563	1559	1653	1656	1721	1714	1627	1740	1786	1832	1841
100m antes del muelle Espinar	1843	1591	1598	1646	1650	1600	1704	1723	1742	1792	1842	1839
Faro Viejo	1843	1580	1572	1660	1655	1673	1697	1667	1736	1770	1803	1844
Tercera boya saliendo del muelle	1850	1574	1576	1665	1645	1663	1701	1722	1742	1777	1813	1827
Frente al terminal terrestre	1867	1591	1573	1666	1656	1675	1694	1624	1733	1776	1819	1846
Muelle de Puno	1853	1565	1576	1637	1649	1665	1682	1660	1738	1780	1822	1852
Frente a residencias universitarias	1857	1590	1584	1660	1653	1668	1683	1733	1737	1773	1810	1847
Muelle Isla Esteves	1865	1584	1577	1636	1656	1675	1694	1723	1751	1800	1850	1851
100 m antes de Isla Blanca	1838	1571	1569	1643	1602	1629	1655	1676	1722	1740	1758	1820

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 103**

*C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1861	1801	1603	1783	1610	1603	1656	1661	1820	1835	1886	1826
Captación de agua Potable (Chimu)	1911	1871	1858	1863	1527	1535	1532	1534	1550	1572	1936	1896
Tercera Boya de Retorno al Faro	1875	1863	1869	1864	1830	1886	1876	1795	1871	1893	1900	1888
50m. Efluente Espinar	1869	1903	1985	1905	1903	1900	1905	1929	1910	1946	1931	1928
100m antes del muelle Espinar	1883	1763	1857	1836	1820	1888	1868	1894	1865	1882	1908	1788
Faro Viejo	1843	1783	1859	1837	1828	1882	1879	1892	1868	1885	1868	1808
Tercera boya saliendo del muelle	1832	1789	1858	1819	1824	1868	1817	1873	1866	1883	1857	1814
Frente al terminal terrestre	1854	1799	1862	1846	1819	1875	1913	1889	1876	1891	1879	1824
Muelle de Puno	1842	1789	1785	1839	1830	1884	1914	1876	1843	1866	1867	1814
Frente a residencias universitarias	1861	1785	1684	1814	1834	1878	1886	1876	1898	1886	1886	1810
Muelle Isla Esteves	1868	1801	1908	1826	1827	1856	1917	1884	1906	1893	1893	1826
100 m antes de Isla Blanca	1879	1793	1841	1803	1847	1857	1872	1844	1866	1904	1904	1818

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 104**

*C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1500	1540	-	1500	1549	1471	1522	1486	1481	1345	1500	1589
Captación de agua Potable (Chimu)	1500	1480	-	1530	1443	1472	1506	1476	1469	1470	1570	1590
Tercera Boya de Retorno al Faro	1600	1610	-	1520	1511	1590	1671	1552	1631	1470	1630	1739
50m. Efluente Espinar	1652	1590	-	1100	1600	1681	1705	1646	1677	1520	1640	1750
100m antes del muelle Espinar	1523	1580	-	1510	1580	1594	1684	1621	1606	1465	1650	1746
Faro Viejo	1600	1590	-	1570	1526	1591	1620	1624	1620	1422	1650	1738
Tercera boya saliendo del muelle	1700	1540	-	1620	1519	1601	1687	1618	1611	1470	1656	1739
Frente al terminal terrestre	1800	1560	-	1640	1478	1591	1624	1619	1597	1460	1640	1739
Muelle de Puno	1820	1570	-	1610	1552	1585	1685	1628	1622	1450	1645	1745
Frente a residencias universitarias	1680	1630	-	1610	1560	1595	1693	1628	1623	1450	1629	1739
Muelle Isla Esteves	1500	1620	-	1590	1541	1582	1694	1623	1639	1460	1652	1751
100 m antes de Isla Blanca	1780	1560	-	1540	1491	1591	1680	1611	1578	1420	1630	1725

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 105**

*C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	1510	1090	1160	1080
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	528	1110	1090	1150
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	1260	1250	1010	1380
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	1930	1350	974	1440
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	1070	1300	192	1440
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	1440	1310	1340	1430
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	1310	1120	1430
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	809	1320	492	1430
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	1590	1290	462	1440
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	1050	1300	973	1440
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	1660	1320	1240	1440
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	1780	1310	704	1410

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 106**

*C. E. 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	1540	1550	1650	1680	1700
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	1550	1550	1660	1690	1680
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	1710	1720	1810	1870	1940
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	1720	1820	1920	1940	1960
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	1690	1770	1910	1940	1950
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	1723	1760	1910	1930	1980
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	1730	1760	1920	1930	1970
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	1700	1650	1920	1950	1970
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	1700	1760	1920	1940	1970
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	1715	1760	1910	1930	1970
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	1728	1550	1900	1962	1970
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	1731	1760	1880	1930	1980

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Conductividad Eléctrica a Profundidad del 80%

**Tabla 107**

*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1510	1450	374	619	611	805	822	802	905	888	872	859
Captación de agua Potable (Chimu)	1490	1470	431	628	625	805	825	799	883	885	898	844
Tercera Boya de Retorno al Faro	1580	1680	436	651	621	850	916	908	975	965	990	1017
50m. Efluente Espinar	1500	1470	448	685	652	911	978	932	972	992	1014	1025
100m antes del muelle Espinar	1660	1600	462	704	638	879	947	933	987	994	1024	1022
Faro Viejo	1710	1630	536	684	636	850	903	921	956	981	1001	1004
Tercera boya saliendo del muelle	1660	1580	605	691	625	857	901	925	954	984	1026	1013
Frente al terminal terrestre	1640	1600	513	699	684	878	953	914	967	985	991	1021
Muelle de Puno	1670	1580	512	708	680	866	946	912	964	975	1023	1026
Frente a residencias universitarias	1660	1590	517	718	685	865	957	927	966	987	1019	1020
Muelle Isla Esteves	1640	1580	540	716	631	874	910	926	950	993	1046	1021
100 m antes de Isla Blanca	1620	1570	601	688	622	872	942	910	965	976	997	1003

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 108**

*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	846	824	919	912	809	805	809	798	915	908	924	953
Captación de agua Potable (Chimu)	857	843	920	834	875	796	798	804	875	919	914	1015
Tercera Boya de Retorno al Faro	1001	957	937	930	851	922	919	938	1110	1172	1155	1172
50m. Efluente Espinar	1017	970	953	972	942	986	993	985	1190	1224	1296	1315
100m antes del muelle Espinar	1003	973	990	985	924	959	986	978	1130	1224	1310	1326
Faro Viejo	1001	981	999	948	902	934	961	946	1117	1151	1237	1191
Tercera boya saliendo del muelle	983	759	1025	961	960	955	979	993	1168	1219	1275	1322
Frente al terminal terrestre	997	969	1018	945	908	935	948	964	1120	1174	1235	1246
Muelle de Puno	1000	967	1029	947	937	940	958	985	1135	1216	1262	1308
Frente a residencias universitarias	991	975	1035	956	901	939	963	1013	1128	1215	1226	1277
Muelle Isla Esteves	997	972	1001	937	891	943	945	988	1169	1149	1198	1277
100 m antes de Isla Blanca	983	944	978	939	843	908	926	922	1105	1117	1151	1162

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 109**

*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	946	1549	1443	1511	1491	1526	1596	1560	1552	1507	1519	946
Captación de agua Potable (Chimu)	993	1502	934	1481	1478	1498	1531	1544	1569	1531	1515	993
Tercera Boya de Retorno al Faro	972	1789	1011	1755	1766	1791	1838	1883	1896	1817	1815	972
50m. Efluente Espinar	1252	1799	1691	1778	1769	1797	1870	1832	1884	1911	1873	1252
100m antes del muelle Espinar	1241	1825	1692	1776	1763	1773	1858	1831	1878	1901	1897	1241
Faro Viejo	1201	1383	1701	1767	1763	1779	1859	1820	1877	1893	1888	1201
Tercera boya saliendo del muelle	1252	1823	1697	1773	1636	1773	1867	1812	1877	1906	1863	1252
Frente al terminal terrestre	1206	1824	1692	1775	1759	1788	1863	1827	1876	1904	1903	1206
Muelle de Puno	1245	1822	1697	1768	1752	1772	1860	1822	1884	1910	1865	1245
Frente a residencias universitarias	1223	1830	1701	1785	1774	1771	1872	1826	1876	1915	1886	1223
Muelle Isla Esteves	1108	893	1690	1773	1741	1750	1855	1844	1867	1922	1904	1108
100 m antes de Isla Blanca	1147	1773	1677	1723	1771	1783	1823	1720	1754	1926	1873	1147

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 110**

*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1520	1487	1478	1481	1463	1517	1516	1529	1513	1520	1520	1419
Captación de agua Potable (Chimu)	1547	1489	1483	1478	1466	1515	1515	1551	1578	1507	1521	1520
Tercera Boya de Retorno al Faro	1868	1565	1576	1651	1662	1692	1708	1732	1752	1844	1858	1875
50m. Efluente Espinar	1861	1559	1563	1656	1653	1714	1704	1740	1744	1832	1850	1850
100m antes del muelle Espinar	1857	1598	1591	1650	1646	1704	1699	1742	1734	1842	1843	1843
Faro Viejo	1860	1572	1580	1655	1660	1697	1704	1736	1740	1803	1050	1843
Tercera boya saliendo del muelle	1858	1576	1574	1645	1665	1701	1697	1742	1738	1813	1832	1850
Frente al terminal terrestre	1866	1573	1591	1656	1666	1694	1718	1733	1738	1819	1816	1867
Muelle de Puno	1841	1576	1565	1649	1637	1682	1681	1738	1736	1822	1832	1853
Frente a residencias universitarias	1873	1584	1590	1653	1660	1683	1699	1737	1740	1810	1839	1857
Muelle Isla Esteves	1881	1577	1584	1656	1636	1694	1696	1751	1760	1850	1850	1865
100 m antes de Isla Blanca	1841	1569	1571	1602	1643	1655	1695	1722	1716	1758	1755	1838

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 111**

*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1886	1826	1628	1808	1635	1628	1681	1686	1845	1860	1911	1851
Captación de agua Potable (Chimu)	1936	1896	1883	1888	1552	1560	1557	1559	1575	1597	1961	1921
Tercera Boya de Retorno al Faro	1900	1888	1894	1889	1855	1911	1901	1820	1896	1918	1925	1913
50m. Efluente Espinar	1919	1953	2035	1955	1953	1950	1955	1979	1960	1996	1981	1978
100m antes del muelle Espinar	1908	1788	1882	1861	1845	1913	1893	1919	1890	1907	1933	1813
Faro Viejo	1868	1808	1884	1862	1853	1907	1904	1917	1893	1910	1893	1833
Tercera boya saliendo del muelle	1857	1814	1883	1844	1849	1893	1842	1898	1891	1908	1882	1839
Frente al terminal terrestre	1879	1824	1887	1871	1844	1900	1938	1914	1901	1916	1904	1849
Muelle de Puno	1867	1814	1810	1864	1855	1909	1939	1901	1868	1891	1892	1839
Frente a residencias universitarias	1886	1810	1709	1839	1859	1903	1936	1911	1901	1923	1911	1835
Muelle Isla Esteves	1893	1826	1933	1851	1852	1881	1939	1942	1909	1931	1918	1851
100 m antes de Isla Blanca	1904	1818	1866	1828	1872	1882	1895	1897	1869	1891	1929	1843

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 112**

*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	1491	1180	-	1520	1511	1470	1516	1483	1480	1340	1520	1568
Captación de agua Potable (Chimu)	1478	514	-	1490	1481	1478	1494	1464	1476	1470	1510	1616
Tercera Boya de Retorno al Faro	1766	1600	-	1520	1755	1584	1673	1592	1624	1460	1620	1730
50m. Efluente Espinar	1769	1590	-	1610	1650	1746	1703	1786	1730	1560	1700	1770
100m antes del muelle Espinar	1763	1600	-	1570	1600	1598	1690	1624	1612	1460	1652	1740
Faro Viejo	1763	1590	-	1590	1776	1591	1691	1629	1618	1420	1639	1741
Tercera boya saliendo del muelle	1636	1090	-	1070	1773	1600	1687	1622	1601	1460	1650	1733
Frente al terminal terrestre	1759	1560	-	1600	1723	1593	1683	1627	1621	1450	1638	1735
Muelle de Puno	1752	1580	-	1600	1768	1585	1684	1626	1618	1420	1640	1740
Frente a residencias universitarias	1774	1180	-	1550	1775	1599	1702	1631	1621	1440	1621	1741
Muelle Isla Esteves	1741	1600	-	1580	1767	1593	1699	1633	1626	1450	1650	1745
100 m antes de Isla Blanca	1771	1540	-	1520	1778	1592	1689	1613	1589	1450	1700	1730

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 113**

*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	1580	1130	652	1240
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	-	1560	1110	851	1140
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	1870	1290	1060	1315
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	1880	1390	1290	1350
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	-	1860	1330	583	1400
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	-	1820	1240	1130	1430
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	-	1850	1350	738	1420
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	1410	1320	874	1400
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	1760	1340	458	1330
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	-	787	1320	593	1450
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	-	1320	1320	855	1400
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	1770	1260	680	1410

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 114**

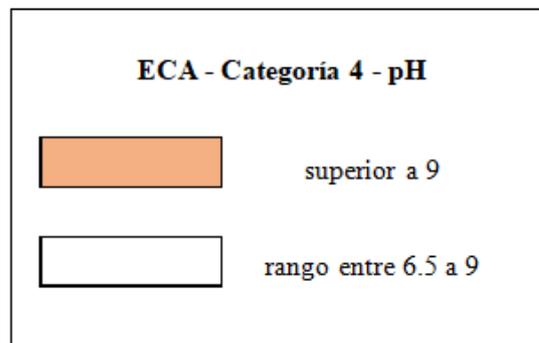
*C. E. 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	1570	1580	1760	1680	1620
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	1550	1580	1820	1730	1690
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	1710	1710	1820	1840	1900
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	1700	1830	1920	1950	1980
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	1680	1770	1910	1940	1960
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	1720	1760	1920	1930	1970
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	1710	1750	1890	1930	1970
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	1700	1760	1920	1940	1970
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	1690	1760	1890	1950	1950
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	1710	1760	1920	1930	1970
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	1720	1760	1920	1930	1940
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	1730	1770	1870	1940	1960

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

### Potencial de Hidrogeniones

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para este parámetro menciona que los valores deben estar dentro del rango de 6.5 a 9.



### Potencial de Hidrogeniones a Profundidad del 20%

**Tabla 115**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.77	8.46	7.82	8.27	8.63	7.85	8.3	8.48	8.63	8.69	8.55	8.86
Captación de agua Potable (Chimu)	8.75	8.44	8.58	8.16	8.64	8.62	8.51	8.74	8.83	8.94	8.9	8.9
Tercera Boya de Retorno al Faro	8.45	8.9	8.94	8.29	9.03	8.67	8.99	9.41	9.31	9.7	9.71	9.33
50m. Efluente Espinar	7.36	10.54	8.79	8.41	8.96	9.01	8.64	9.53	9.45	9.9	9.58	9.37
100m antes del muelle Espinar	8.44	10.75	8.96	8.45	9.31	9.13	9.01	9.53	9.21	9.75	9.7	9.3
Faro Viejo	8.37	8.84	8.95	8.54	9.31	9.09	8.97	9.68	9.49	9.95	9.75	9.4
Tercera boya saliendo del muelle	8.44	9.07	8.98	8.6	9.42	9.1	9.04	9.79	9.43	10.01	9.82	9.49
Frente al terminal terrestre	7.56	8.26	8.81	8.09	9.15	9.14	9.05	9.81	9.56	9.97	9.82	9.5
Muelle de Puno	8.48	8.89	8.6	8.59	9.44	9.13	9.06	9.82	9.59	10.02	9.85	9.46
Frente a residencias universitarias	8.19	8.88	8.61	8.56	9.31	9.1	8.84	9.68	9.58	9.98	9.92	9.47
Muelle Isla Esteves	8.59	9.11	8.47	8.53	8.72	8.85	8.94	9.64	9.44	9.78	9.58	9.23
100 m antes de Isla Blanca	8.46	9.06	8.99	8.44	9.27	9.04	9.12	9.39	9.46	9.77	9.65	9.24

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 116**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.39	8.39	8.74	8.25	8.15	8.41	8.79	8.79	8.61	8.55	8.65	8.54
Captación de agua Potable (Chimu)	8.9	8.84	8.77	8.75	9.2	8.81	8.69	9.17	8.7	8.68	8.81	8.79
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.54	9.61	8.97	9.11	9.38	9.75	9.54	9.72	9.25	9.54	9.29	9.58
50m. Efluente Espinar	9.36	9.49	8.55	8.67	9.16	9.54	9.5	9.69	9.28	9.66	9.43	9.87
100m antes del muelle Espinar	9.65	9.63	8.91	8.77	9.39	9.64	9.56	9.8	9.29	9.79	9.54	9.81
Faro Viejo	9.72	9.69	9.05	9.06	9.4	9.78	9.59	9.6	9.37	9.7	9.44	9.75
Tercera boya saliendo del muelle	9.76	9.72	8.95	9.18	9.54	9.72	9.61	9.87	9.26	9.58	9.52	9.93
Frente al terminal terrestre	9.73	9.72	8.94	9.05	9.5	9.73	9.54	9.79	9.34	9.7	9.52	9.69
Muelle de Puno	9.8	9.71	8.86	8.9	9.48	9.69	9.36	9.8	9.3	9.69	9.48	9.7
Frente a residencias universitarias	9.79	9.74	8.84	9.22	9.44	9.47	9.4	9.78	9.2	9.68	9.58	9.82
Muelle Isla Esteves	9.82	9.8	8.91	9.29	9.56	9.67	9.51	9.58	8.93	9.62	9.56	9.73
100 m antes de Isla Blanca	9.67	9.58	9.19	9.31	9.55	9.35	9.57	9.7	9.15	9.57	9.31	9.41

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 117**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.9	8.47	8.51	8.82	8.71	8.55	8.24	7.4	4.9	8.81	8.81	8.74
Captación de agua Potable (Chimu)	8.97	8.5	8.68	9.09	9.19	8.51	8.45	8.44	5.3	8.91	8.9	8.88
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.67	9.02	9.5	9.51	9.12	9.01	9.2	9.38	7.1	10	9.67	9.6
50m. Efluente Espinar	9.73	8.82	9.67	9.64	9.73	8.88	9.26	9.49	8.1	10.05	10.14	9.56
100m antes del muelle Espinar	9.73	8.85	9.69	10	9.33	8.87	9.5	9.66	9.3	9.93	9.99	9.6
Faro Viejo	9.59	9.09	9.71	9.79	9.74	9.14	9.51	9.42	9.98	10.03	9.75	9.72
Tercera boya saliendo del muelle	9.76	9.04	9.73	9.61	9.73	9.09	9.12	9.52	6.7	9.9	9.88	9.65
Frente al terminal terrestre	9.79	8.86	9.71	9.72	9.02	9.04	9.36	9.32	6.2	10	9.79	9.64
Muelle de Puno	9.67	9.34	9.66	9.42	9.52	9.04	9.39	9.15	7.5	9.95	9.8	9.75
Frente a residencias universitarias	9.77	9.43	9.7	9.63	9.67	8.99	9.29	9.27	7.5	10	9.69	9.67
Muelle Isla Esteves	9.68	8.85	9.42	9.52	9.61	8.95	8.9	9.34	5.8	9.98	9.73	9.53
100 m antes de Isla Blanca	9.76	8.84	9.39	9.56	8.38	8.96	9.29	9.35	5.1	9.66	9.68	9.62

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 118**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.75	8.47	8.54	8.82	8.63	8.55	8.79	7.4	9.03	8.81	9.02	8.74
Captación de agua Potable (Chimu)	8.67	8.5	8.73	9.09	8.66	8.51	8.71	8.44	9.06	8.91	9.1	8.88
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.56	9.02	9.74	9.51	9.43	9.01	9.25	9.38	9.83	10	10.43	9.6
50m. Efluente Espinar	9.7	8.82	9.5	9.64	9.35	8.88	9.4	9.49	9.8	10.1	10.38	9.56
100m antes del muelle Espinar	9.49	8.85	9.56	10	9.52	8.87	9.35	9.66	9.83	9.93	10.23	9.6
Faro Viejo	9.7	9.09	9.77	9.79	9.49	9.14	9.41	9.42	9.76	10	10.51	9.72
Tercera boya saliendo del muelle	9.64	9.04	9.66	9.61	9.51	9.09	9.45	9.52	9.82	9.9	10.39	9.65
Frente al terminal terrestre	9.53	8.86	9.82	9.72	9.48	9.04	9.47	9.32	8.88	10	10.36	9.64
Muelle de Puno	9.55	9.34	9.79	9.42	9.52	9.04	8.39	9.15	9.89	9.95	10.42	9.75
Frente a residencias universitarias	9.53	9.43	9.77	9.63	9.43	8.99	9.41	9.27	9.83	10	10.2	9.67
Muelle Isla Esteves	9.55	8.85	9.8	9.52	9.39	8.95	8.36	9.34	9.67	9.98	10.25	9.53
100 m antes de Isla Blanca	9.61	8.84	9.71	9.56	9.24	8.96	9.27	9.35	9.73	9.66	10.11	9.62

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 119**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.75	8.51	8	8.5	8.9	8.5	8.6	8.5	8.4	8.7	9.4	9.3
Captación de agua Potable (Chimu)	8.7	8.79	8.7	8.8	8.5	8.3	9	8.5	8.3	8	8.2	8.5
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.65	9.34	8.56	8.3	9.6	8.5	8.76	8.2	9.1	12.3	8	8.5
50m. Efluente Espinar	9.75	9.49	9.5	10	11.1	10.8	10.2	11	10.6	11.4	11.1	10.3
100m antes del muelle Espinar	9.58	9.53	7.5	9.7	9	9.3	9	6.8	7.8	8.5	9.8	8.4
Faro Viejo	9.63	9.43	8.74	9.2	11.5	8.8	9.25	9.4	9.8	9.6	8.5	8.5
Tercera boya saliendo del muelle	9.67	9.75	8.45	9.5	10	8.4	8.66	9.3	9.2	9.4	8.6	9.3
Frente al terminal terrestre	9.53	9.2	8.72	9.7	10.5	9.3	8.42	9.2	8.7	8.1	8.5	9
Muelle de Puno	9.55	9.5	8.87	10.3	10	8.9	9.5	9.4	9	8.3	8.7	9.3
Frente a residencias universitarias	9.57	9.35	8.5	8.8	10	9.8	8.94	9.2	8.8	8.3	9.1	7.8
Muelle Isla Esteves	9.63	9.49	9.5	8.9	10	9.1	8.4	9.6	8.3	10	9.2	9.4
100 m antes de Isla Blanca	9.65	9.59	7.9	6.9	8.3	8.4	8.5	8	8.6	9.3	7.5	8.5

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 120**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	7.85	-	7.92	7	8.97	8.9	9.11	9.05	8.68	8.76	9.06
Captación de agua Potable (Chimu)	-	8.17	-	8.45	8	8.8	9.07	9.06	9.26	8.27	8.98	8.72
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	8.86	-	9.11	8.2	8.59	8.58	8.84	8.49	9.32	9.07	9.1
50m. Efluente Espinar	-	9.8	-	8.27	6.9	8.33	8.84	8.48	8.4	8	8.42	8.62
100m antes del muelle Espinar	-	9.8	-	8.99	8.8	8.84	8.94	8.61	8.34	8.5	8.61	8.99
Faro Viejo	-	8.82	-	9.26	7.9	8.98	8.86	8.63	8.54	9.63	9.95	9.12
Tercera boya saliendo del muelle	-	9.78	-	8.73	8.2	8.65	8.91	8.6	8.47	9.09	9.98	9.1
Frente al terminal terrestre	-	9	-	8.87	8	8.86	9.09	8.78	8.38	9.15	9.68	9.09
Muelle de Puno	-	9.42	-	8.57	8	8.76	8.86	8.56	8.32	9.47	9.91	9.09
Frente a residencias universitarias	-	9.98	-	8.62	8.1	8.38	8.98	8.53	7.93	8.96	9.76	9.09
Muelle Isla Esteves	-	9.17	-	9.01	7.9	8.91	8.81	8.64	8.12	9.56	9.01	9.06
100 m antes de Isla Blanca	-	7.5	-	9.48	7.3	8.82	9.1	8.66	8.65	9.41	9.05	9.14

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 121**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	7.85	-	7.92	7	8.97	8.9	9.11	9.05	8.68	8.76	9.06
Captación de agua Potable (Chimu)	-	8.17	-	8.45	8	8.8	9.07	9.06	9.26	8.27	8.98	8.72
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	8.86	-	9.11	8.2	8.59	8.58	8.84	8.49	9.32	9.07	9.1
50m. Efluente Espinar	-	9.8	-	8.27	6.9	8.33	8.84	8.48	8.4	8	8.42	8.62
100m antes del muelle Espinar	-	9.8	-	8.99	8.8	8.84	8.94	8.61	8.34	8.5	8.61	8.99
Faro Viejo	-	8.82	-	9.26	7.9	8.98	8.86	8.63	8.54	9.63	9.95	9.12
Tercera boya saliendo del muelle	-	9.78	-	8.73	8.2	8.65	8.91	8.6	8.47	9.09	9.98	9.1
Frente al terminal terrestre	-	9	-	8.87	8	8.86	9.09	8.78	8.38	9.15	9.68	9.09
Muelle de Puno	-	9.42	-	8.57	8	8.76	8.86	8.56	8.32	9.47	9.91	9.09
Frente a residencias universitarias	-	9.98	-	8.62	8.1	8.38	8.98	8.53	7.93	8.96	9.76	9.09
Muelle Isla Esteves	-	9.17	-	9.01	7.9	8.91	8.81	8.64	8.12	9.56	9.01	9.06
100 m antes de Isla Blanca	-	7.5	-	9.48	7.3	8.82	9.1	8.66	8.65	9.41	9.05	9.14

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 122**

*pH 20%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	8.44	7.28	8.33	7.72	8.41
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	8.45	7.4	8.44	7.79	7.68
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	9.14	9.15	9.11	8.92	8.33
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	9.1	8.87	9.25	9.08	9.18
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	9.29	9.17	9.47	8.98	8.85
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	9.16	9.14	9.32	9.09	9.01
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	9.2	9.26	9.47	9.16	9.07
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	9.24	9.38	9.43	9.14	9.16
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	9.28	9.29	9.43	9.24	9.13
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	9.09	9.31	9.37	9.24	9.15
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	9.28	9.23	9.38	9.34	9.18
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	9.21	9.24	9.51	9.05	9.07

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Potencial de Hidrogeniones a Profundidad del 80%

**Tabla 123**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2008 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2008											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.63	8.58	7.67	8.33	8.51	8.45	8.48	8.6	8.45	8.48	8.8	8.54
Captación de agua Potable (Chimu)	8.72	8.55	8.37	8.27	8.44	8.61	8.59	8.82	8.67	8.67	8.58	8.73
Tercera Boya de Retorno al Faro	8.42	8.88	8.95	8.35	9.25	8.98	9.03	9.55	9.34	9.75	9.7	9.36
50m. Efluente Espinar	7.65	10.6	8.77	8.24	9.02	8.98	8.68	9.56	9.48	9.85	9.6	9.37
100m antes del muelle Espinar	7.6	11.1	8.81	8.12	9.04	9.09	9.01	9.53	9.18	9.74	9.67	9.3
Faro Viejo	8.26	8.83	8.91	8.52	9.3	9.09	9.02	9.63	8.49	9.9	9.72	9.42
Tercera boya saliendo del muelle	8.44	9.08	8.65	8.56	9.28	9.06	9.02	9.61	9.43	9.76	9.72	9.47
Frente al terminal terrestre	8.1	11.2	8.73	8.43	9.23	9.09	9.03	9.54	9.58	9.99	9.8	9.5
Muelle de Puno	8.49	8.79	8.7	8.5	9.41	9.14	9.06	9.82	9.59	10.03	9.82	9.48
Frente a residencias universitarias	8.32	9	8.53	8.5	9.32	9.12	9.01	9.7	9.58	9.99	9.92	9.48
Muelle Isla Esteves	8.12	9.09	7.67	8.55	9.17	9.11	9.02	9.65	9.44	9.78	9.54	9.32
100 m antes de Isla Blanca	8.47	9.01	9.08	8.51	9.27	9.04	9.12	9.56	9.56	9.77	9.61	9.44

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 124**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2009 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) (pH) AÑO 2009											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.61	8.74	8.39	8.33	8.99	9.23	9.14	8.96	8.5	8.21	8.26	8.14
Captación de agua Potable (Chimu)	8.9	8.47	8.35	8.9	9.33	9.18	9.06	9.21	8.51	8.51	8.31	8.68
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.53	9.55	8.99	9.16	9.45	9.73	9.52	9.74	9.14	9.64	9.34	9.7
50m. Efluente Espinar	9.34	9.51	8.56	8.83	9.16	9.54	9.5	9.73	9.13	9.67	9.52	9.95
100m antes del muelle Espinar	9.63	9.6	8.65	8.87	9.45	9.66	9.58	9.85	9.29	6.93	9.48	9.9
Faro Viejo	9.7	9.65	9.05	8.99	9.48	9.79	9.61	9.75	9.3	9.54	9.46	9.8
Tercera boya saliendo del muelle	9.79	9.73	8.97	9.14	9.57	9.74	9.61	9.89	9.06	9.49	9.6	10.01
Frente al terminal terrestre	9.47	9.69	8.87	8.83	9.37	9.59	9.51	9.77	9.17	9.41	9.36	9.66
Muelle de Puno	9.81	9.72	8.86	9.05	9.53	9.69	9.5	9.83	9.35	9.65	9.49	9.8
Frente a residencias universitarias	9.73	9.73	8.77	9.12	9.5	9.66	9.44	9.8	9.17	9.67	9.51	9.84
Muelle Isla Esteves	9.88	9.82	8.93	9.41	9.57	9.67	9.52	9.68	8.95	9.63	9.53	9.83
100 m antes de Isla Blanca	9.64	9.62	9.13	9.45	9.56	9.56	9.57	9.74	9.1	9.51	9.35	9.57

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 125**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2010 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2010											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.61	8.28	8.22	9.12	8.99	8.32	8.51	7.68	8.57	8.76	8.33	8.22
Captación de agua Potable (Chimu)	8.92	8.48	8.51	9.3	9.23	8.4	8.01	8.27	8.86	8.98	8.52	8.35
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.67	9.02	9.41	9.56	8.73	8.9	9.34	9.32	9.88	10.07	9.35	9.58
50m. Efluente Espinar	9.79	8.8	9.67	9.64	9.75	8.88	9.46	9.41	9.85	10.05	10.2	9.51
100m antes del muelle Espinar	9.65	8.82	9.71	10.02	9.72	9.02	9.41	9.63	10.1	9.95	9.94	9.61
Faro Viejo	9.65	9.05	9.69	9.47	9.38	8.99	9.08	9.56	9.83	10.01	9.69	9.71
Tercera boya saliendo del muelle	9.82	9.08	9.74	9.73	8.97	9.15	9.52	9.53	9.84	9.87	9.95	9.62
Frente al terminal terrestre	9.69	8.89	9.61	9.76	9.16	8.49	9.22	8.96	9.8	9.76	9.79	9.54
Muelle de Puno	9.64	9.39	9.59	9.53	9.84	9.01	9.25	9.47	9.8	9.91	9.78	9.65
Frente a residencias universitarias	9.65	9.35	9.62	9.52	9.52	8.99	9.25	9.26	9.8	10.04	9.72	9.58
Muelle Isla Esteves	9.68	9.4	9.96	9.48	9.61	8.99	9.36	9.09	9.74	9.98	9.78	9.53
100 m antes de Isla Blanca	9.68	8.83	9.51	9.87	9.76	9.01	9.14	9.15	9.48	9.68	9.73	9.66

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 126**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2011 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2011											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	8.75	8.47	8.53	8.82	8.51	8.55	8.86	7.4	8.8	8.81	8.83	8.74
Captación de agua Potable (Chimu)	8.7	8.5	8.44	9.09	8.56	8.51	8.82	8.44	8.77	8.91	8.94	8.88
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.65	9.02	9.7	9.51	9.52	9.01	9.34	9.38	9.74	10	10.44	9.6
50m. Efluente Espinar	9.75	8.82	9.5	9.64	9.38	8.88	9.46	9.49	9.84	10.05	10.39	9.56
100m antes del muelle espinar	9.58	8.85	9.6	10	9.53	8.87	9.39	9.66	9.83	9.93	10.25	9.6
Faro Viejo	9.63	9.09	9.8	9.79	9.55	9.14	9.47	9.42	9.73	10.03	10.5	9.72
Tercera boya saliendo del muelle	9.67	9.04	9.66	9.61	9.59	9.09	9.65	9.52	9.87	9.9	10.41	9.65
Frente al terminal terrestre	9.53	8.86	9.54	9.72	9.08	9.04	9.17	9.32	9.77	10	10.41	9.64
Muelle de puno	9.55	9.34	9.77	9.42	9.59	9.04	9.45	9.15	9.86	9.95	10.45	9.75
Frente a residencias universitarias	9.57	9.43	9.72	9.63	9.42	8.99	8.3	9.27	9.9	10	10.17	9.67
Muelle Isla Esteves	9.63	8.85	9.81	9.52	9.47	8.95	9.4	9.34	9.71	9.98	10.17	9.53
100 m antes de Isla Blanca	9.65	8.84	9.75	9.56	9.44	8.96	9.47	9.35	8.79	9.66	10.11	9.62

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 127**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2012 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2012											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	9.15	8.91	8.4	8.9	9.3	8.9	9	8.9	8.8	9.1	9.8	9.7
Captación de agua Potable (Chimu)	9.1	9.19	9.1	9.2	8.9	8.7	9.4	8.9	8.7	8.4	8.6	8.9
Tercera Boya de Retorno al Faro	10.05	9.74	8.96	8.7	10	8.9	9.16	8.6	9.5	12.7	8.4	8.9
50m. Efluente Espinar	10.15	9.89	9.9	10.4	11.5	11.2	10.6	11.4	11	11.8	11.5	10.7
100m antes del muelle Espinar	9.98	9.93	7.9	10.1	9.4	9.7	9.4	7.2	8.2	8.9	10.2	8.8
Faro Viejo	10.03	9.83	9.14	9.6	11.9	9.2	9.65	9.8	10.2	10	8.9	8.9
Tercera boya saliendo del muelle	10.07	10.15	8.85	9.9	10.4	8.8	9.06	9.7	9.6	9.8	9	9.7
Frente al terminal terrestre	9.93	9.6	9.12	10.1	10.9	9.7	8.82	9.6	9.1	8.5	8.9	9.4
Muelle de Puno	9.95	9.9	9.27	10.7	10.4	9.3	9.9	9.8	9.4	8.7	9.1	9.7
Frente a residencias universitarias	9.97	9.75	8.9	9.2	10.4	10.2	9.34	9.6	9.2	8.7	9.5	8.2
Muelle Isla Esteves	10.03	9.89	9.9	9.3	10.4	9.5	8.8	10	8.7	10.4	9.6	9.8
100 m antes de Isla Blanca	10.05	9.99	8.3	7.3	8.7	8.8	8.9	8.4	9	9.7	7.9	8.9

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 128**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2013 Bahía Interior*

*Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2013											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	7	-	7.95	8.1	9.07	8.86	9.16	9.05	8.57	8.33	8.75
Captación de agua Potable (Chimu)	-	6.63	-	8.71	8.6	8.81	9.06	9.11	9.18	8.86	8.52	8.68
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	8.83	-	9.21	8	8.71	8.8	8.67	8.48	9.88	9.35	9.12
50m. Efluente Espinar	-	9.89	-	9.11	5.8	8.46	8.83	8.68	8.59	9.01	8.6	8.8
100m antes del muelle Espinar	-	9.86	-	8.97	8.9	8.88	8.83	8.1	8.34	8.4	8.5	8.99
Faro Viejo	-	8.88	-	9.22	8	8.98	8.87	8.6	8.43	9.1	9.94	9.07
Tercera boya saliendo del muelle	-	8.88	-	7.81	8.8	8.79	8.93	8.53	8.34	9.74	9.78	8.85
Frente al terminal terrestre	-	9	-	8.84	8.5	8.88	9.09	8.44	8.35	9.48	9.73	9.05
Muelle de Puno	-	9.12	-	8.58	8.12	8.81	8.93	8.12	8.32	9.8	9.78	9
Frente a residencias universitarias	-	9.04	-	8.53	8.8	8.68	8.66	8.4	8.32	9.8	9.79	9.04
Muelle Isla Esteves	-	9.06	-	9	8.06	8.95	8.75	8.6	8.49	9.83	9.69	9.11
100 m antes de Isla Blanca	-	8.16	-	9.35	7	8.9	8.9	8.73	8.65	9.85	9.17	9.06

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 129**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2014 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2014											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	7	-	7.95	8.1	9.07	8.86	9.16	9.05	8.57	8.33	8.75
Captación de agua Potable (Chimu)	-	6.63	-	8.71	8.6	8.81	9.06	9.11	9.18	8.86	8.52	8.68
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	8.83	-	9.21	8	8.71	8.8	8.67	8.48	9.88	9.35	9.12
50m. Efluente Espinar	-	9.89	-	9.11	5.8	8.46	8.83	8.68	8.59	9.01	8.6	8.8
100m antes del muelle Espinar	-	9.86	-	8.97	8.9	8.88	8.83	8.1	8.34	8.4	8.5	8.99
Faro Viejo	-	8.88	-	9.22	8	8.98	8.87	8.6	8.43	9.1	9.94	9.07
Tercera boya saliendo del muelle	-	8.88	-	7.81	8.8	8.79	8.93	8.53	8.34	9.74	9.78	8.85
Frente al terminal terrestre	-	9	-	8.84	8.5	8.88	9.09	8.44	8.35	9.48	9.73	9.05
Muelle de Puno	-	9.12	-	8.58	8.12	8.81	8.93	8.12	8.32	9.8	9.78	9
Frente a residencias universitarias	-	9.04	-	8.53	8.8	8.68	8.66	8.4	8.32	9.8	9.79	9.04
Muelle Isla Esteves	-	9.06	-	9	8.06	8.95	8.75	8.6	8.49	9.83	9.69	9.11
100 m antes de Isla Blanca	-	8.16	-	9.35	7	8.9	8.9	8.73	8.65	9.85	9.17	9.06

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

**Tabla 130**

*pH 80%, para la determinación del estado eutrófico año 2015 Bahía Interior  
Puno Lago Titicaca*

ESTACIÓN DE MONITOREO	POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH) AÑO 2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Faro	-	-	-	-	-	-	-	8.24	7.37	7.95	7.5	8.05
Captación de agua Potable (Chimu)	-	-	-	-	-	-	-	8.43	7.38	7.93	7.66	7.09
Tercera Boya de Retorno al Faro	-	-	-	-	-	-	-	9.11	9.1	9.13	8.95	8.78
50m. Efluente Espinar	-	-	-	-	-	-	-	9.03	8.78	9.27	9.1	9.16
100m antes del muelle Espinar	-	-	-	-	-	-	-	9.25	9.17	9.45	9.04	9.17
Faro Viejo	-	-	-	-	-	-	-	9.14	9.16	9.25	9.14	9.17
Tercera boya saliendo del muelle	-	-	-	-	-	-	-	9.18	9.26	9.45	9.2	9.15
Frente al terminal terrestre	-	-	-	-	-	-	-	9.24	9.35	9.43	9.18	9.22
Muelle de Puno	-	-	-	-	-	-	-	9.26	9.29	9.43	9.2	9.2
Frente a residencias universitarias	-	-	-	-	-	-	-	9.05	9.31	9.28	9.25	9.25
Muelle Isla Esteves	-	-	-	-	-	-	-	9.2	9.21	9.32	9.35	9.65
100 m antes de Isla Blanca	-	-	-	-	-	-	-	9.2	9.31	9.45	9.14	9.16

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

#### 4.1.5 Comparación de Resultados

Mediante gráficos en barra se observará el comportamiento cambiante a través del tiempo de los diversos parámetros tomados en cuenta en el presente diagnóstico, además solo se considerarán los promedios anuales obtenidos en las campañas de monitoreo desde el año 2008.

En este capítulo solo se abordarán aquellos parámetros que puedan ser contrastados con la normativa vigente de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) actualizado en el año 2015. Por cuestión de simplicidad se reemplazará a partir de ahora los nombres de los puntos de monitoreo por números correlativos de acuerdo al orden que han venido siguiendo desde el inicio de la investigación, tal y como se visualiza en la siguiente tabla.

**Tabla 131**

*Equivalencias de puntos de monitoreo*

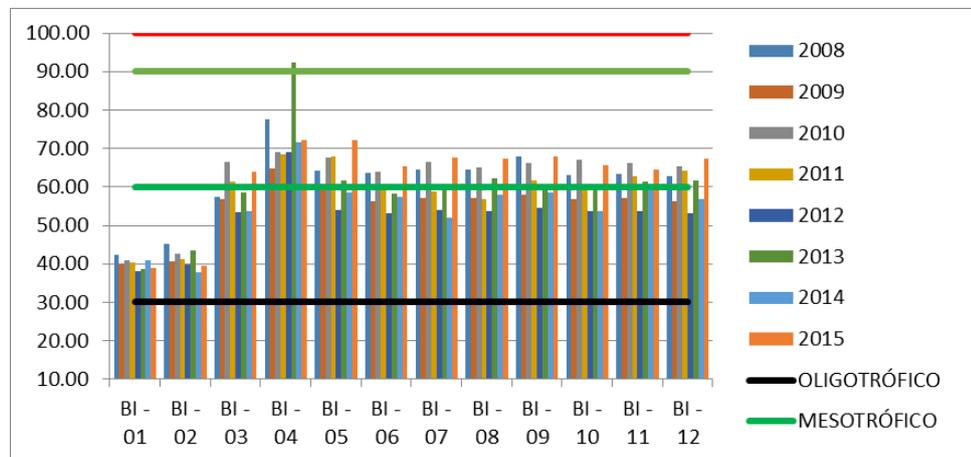
CÓDIGO	EQUIVALENCIAS DE PUNTOS DE MONITOREO	UBICACIÓN UTM	
		ESTE	NORTE
BI-01	Faro	397822.00	8247385.00
BI-02	Captación de agua potable Chimu	397069.00	8247362.00
BI-03	Canal de navegación tercera boya	394842.00	8248098.00
BI-04	50 m efluente Espinar	394197.00	8248741.00
BI-05	100 m antes del muelle Espinar	393093.00	8248671.00
BI-06	Faro Viejo	393383.00	8249637.00
BI-07	Tercera boya saliendo del muelle	392864.00	8249988.00
BI-08	Frente al terminal terrestre	391502.00	8249561.00
BI-09	Muelle Puno	391384.00	8249164.00
BI-10	Frente a residencias Universitarias	39208.00	8248953.00
BI-11	Muelle Isla Esteves	391467.00	8248575.00
BI-12	100 metros antes de Isla Blanca	391516.00	8248054.00
BI-13	Aa 365 m en dirección N. 1/4 NO. de muelle El Espinar	392148.00	8247664.00
BI-14	A 150 m en dirección NE de efluente laguna de estabilización el Espinar	393246.00	8247241.00
BI-15	A 650 m en dirección NO de muelle Hotel San Antonio	394369.00	8246881.00

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

## Índice de Estado Trófico (TSI)

**Figura 25**

*Gráfico en barras de la determinación de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca*



**Tabla 132**

*Promedios anuales de índices de estados tróficos por años*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE ÍNDICES DE ESTADOS TRÓFICOS							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	42.25	40.14	40.99	40.4	38.17	38.71	41.06	39.02
Captación de agua Potable (Chimu)	45.28	40.78	42.65	41.12	39.87	43.5	37.91	39.54
Tercera Boya de Retorno al Faro	57.32	56.97	66.43	61.48	53.48	58.61	53.69	63.89
50m. Efluente Espinar	77.68	64.8	69	68.58	68.93	92.27	71.6	72.22
100m antes del muelle Espinar	64.33	59.8	67.57	67.88	54.08	61.74	58.69	72.22
Faro Viejo	63.56	56.39	63.91	60.73	53.19	58.28	57.37	65.25
Tercera boya saliendo del muelle	64.59	57.26	66.65	58.9	53.87	60.39	51.9	67.58
Frente al terminal terrestre	64.6	57.04	65.06	56.9	53.68	62.21	58.11	67.33
Muelle de Puno	67.96	58.06	66.37	61.55	54.49	59.08	58.69	67.97
Frente a residencias universitarias	63.2	56.97	66.97	59.61	53.68	60.57	53.64	65.55
Muelle Isla Esteves	63.46	57.02	66.09	62.74	53.74	61.49	60	64.6
100 m antes de Isla Blanca	62.81	56.39	65.28	64.17	53.15	61.77	56.89	67.25

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Para realizar esta comparación del Índice de Estado Trófico (TSI) se han usado los promedios anuales de cada punto de monitoreo para determinar un índice anual de eutrofia.

De acuerdo al gráfico mostrado en el año 2013 en el punto de monitoreo número 4 se ha llegado a un índice Hipereutrófico, en los puntos de monitoreo

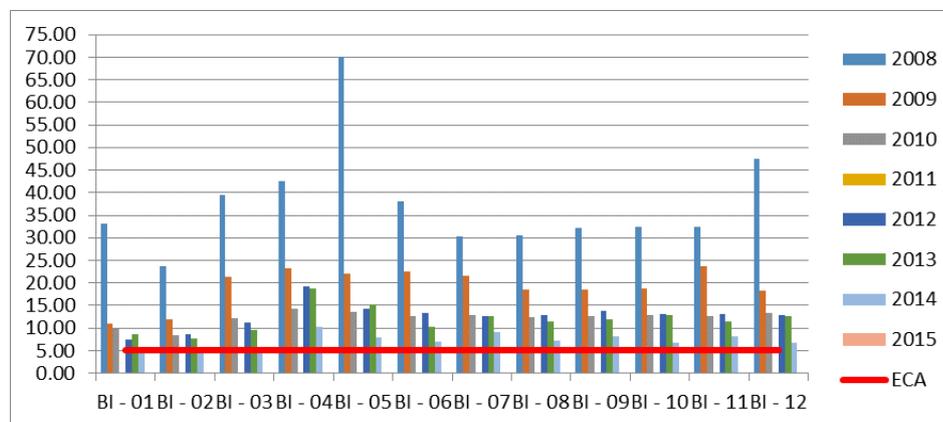
número 1 y número 2 se mantienen en un estado Mesotrófico, sin embargo en los puntos de muestreo restantes de la Bahía Interior se encuentran ubicados en un estado eutrófico y en su mayoría en el año 2015 la tendencia ha sido creciente con respecto al aumento del TSI.

Demanda Biológica de Oxígeno

Profundidad al 20%

**Figura 26**

*Gráfico en barras de la DBO5 para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*



**Tabla 133**

*Promedios anuales de DBO5 para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE DBO5 AL 20%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	33.08	10.9	9.83	-	7.45	8.53	4.63	-
Captación de agua Potable (Chimu)	23.77	11.88	8.49	-	8.62	7.72	4.53	-
Tercera Boya de Retorno al Faro	39.44	21.42	12.05	-	11.28	9.53	4.33	-
50m. Efluente Espinar	42.63	23.23	14.31	-	19.2	18.72	10.27	-
100m antes del muelle Espinar	70.14	22.16	13.54	-	14.35	15.26	8	-
Faro Viejo	38.02	22.55	12.72	-	13.33	10.17	7.1	-
Tercera boya saliendo del muelle	30.31	21.68	12.79	-	12.75	12.53	9.1	-
Frente al terminal terrestre	30.49	18.6	12.49	-	12.96	11.44	7.17	-
Muelle de Puno	32.21	18.56	12.66	-	13.78	11.94	8.23	-
Frente a residencias universitarias	32.38	18.79	12.9	-	13.17	12.9	6.77	-
Muelle Isla Esteves	32.36	23.82	12.66	-	13.08	11.44	8.1	-
100 m antes de Isla Blanca	47.42	18.22	13.25	-	12.97	12.62	6.77	-

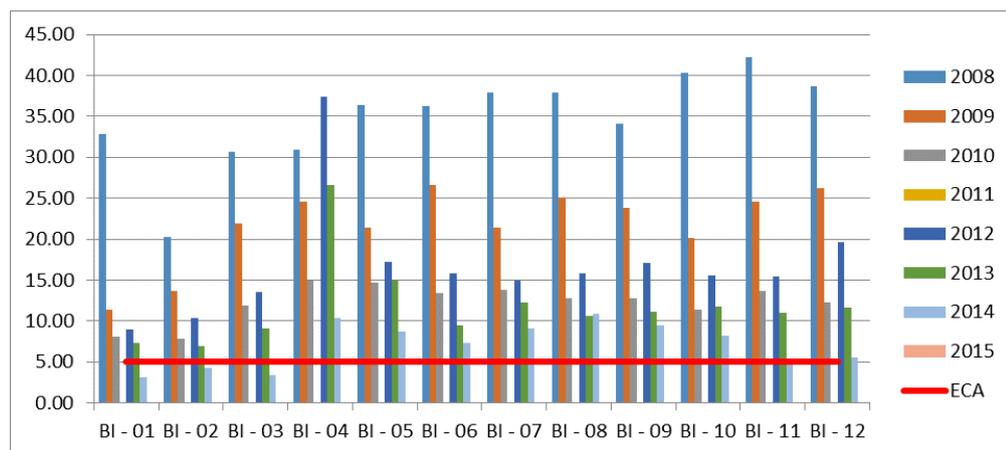
*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) promedio más elevado se han tenido en el año 2008 sobrepasando de manera desmesurada el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de 5 mg/L, sin embargo es evidente la disminución de valores de DBO5 a través de los años pero también es necesario resaltar que a pesar de la disminución de las concentraciones de DBO5 en la Bahía Interior de Puno, los puntos de monitoreo a partir del número 4 al 12 aún se encuentran por encima de los valores permitidos por el ECA, y los puntos número 1,2 y 3 del año 2014 (teniendo en consideración que se carece de resultados del año 2015) se encuentran dentro de los valores admitidos por el ECA.

Profundidad al 80%

### Figura 27

*Gráfico en barras de la DBO5 para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*



**Tabla 134**

*Promedios anuales de DBO5 para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE DBO5 AL 80%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	32.88	11.34	8.09	-	8.95	7.31	3.1	-
Captación de agua Potable (Chimu)	20.22	13.68	7.88	-	10.32	6.99	4.23	-
Tercera Boya de Retorno al Faro	30.63	21.87	11.94	-	13.48	9.12	3.33	-
50m. Efluente Espinar	30.94	24.52	14.96	-	37.45	26.62	10.4	-
100m antes del muelle Espinar	36.44	21.47	14.64	-	17.27	14.89	8.67	-
Faro Viejo	36.23	26.66	13.36	-	15.78	9.44	7.33	-
Tercera boya saliendo del muelle	37.96	21.42	13.78	-	14.88	12.25	9.1	-
Frente al terminal terrestre	37.96	25.12	12.71	-	15.79	10.62	10.9	-
Muelle de Puno	34.05	23.78	12.74	-	17.15	11.16	9.43	-
Frente a residencias universitarias	40.29	20.1	11.42	-	15.58	11.71	8.23	-
Muelle Isla Esteves	42.27	24.53	13.71	-	15.4	10.99	5	-
100 m antes de Isla Blanca	38.66	26.28	12.26	-	19.63	11.62	5.57	-

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

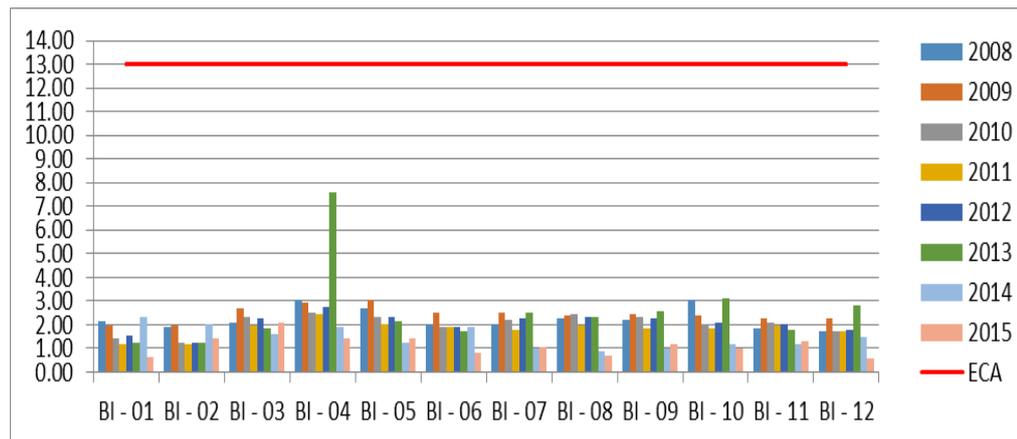
La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) promedio más elevado se dio en el mismo año que en el caso anterior, en el 2008. Además la tendencia en concentraciones de DBO5 ha sido decreciente con el transcurso de los años, sin embargo a pesar de esta disminución que se ha venido dando los puntos de monitoreo a partir del número 4 hasta el número 12 sobrepasan la concentración de DBO5 establecidos para esta categoría. Los puntos de muestreo número 1, 2 y 3 han mantenido sus concentraciones de DBO5 dentro de los valores permitidos por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

Nitratos

Profundidad al 20%

**Figura 28**

*Gráfico en barras de los NITRATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*



**Tabla 135**

*Promedios anuales de los NITRATOS para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE NITRATOS AL 20%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	2.17	1.94	1.4	1.16	1.57	1.24	2.35	0.61
Captación de agua Potable (Chimu)	1.92	1.98	1.21	1.18	1.27	1.23	2	1.44
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.08	2.71	2.35	1.99	2.29	1.86	1.63	2.1
50m. Efluente Espinar	3.05	2.94	2.54	2.45	2.74	7.6	1.93	1.44
100m antes del muelle Espinar	2.7	3.05	2.31	2	2.33	2.16	1.23	1.41
Faro Viejo	2.03	2.49	1.88	1.89	1.93	1.74	1.9	0.84
Tercera boya saliendo del muelle	2.04	2.52	2.2	1.77	2.25	2.53	1	1.05
Frente al terminal terrestre	2.25	2.42	2.42	1.96	2.3	2.33	0.9	0.7
Muelle de Puno	2.2	2.45	2.3	1.86	2.24	2.57	0.98	1.16
Frente a residencias universitarias	3.05	2.38	2.02	1.84	2.06	3.14	1.18	1
Muelle Isla Esteves	1.83	2.28	2.06	1.97	2.04	1.8	1.18	1.3
100 m antes de Isla Blanca	1.74	2.25	1.75	1.74	1.76	2.83	1.5	0.6

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

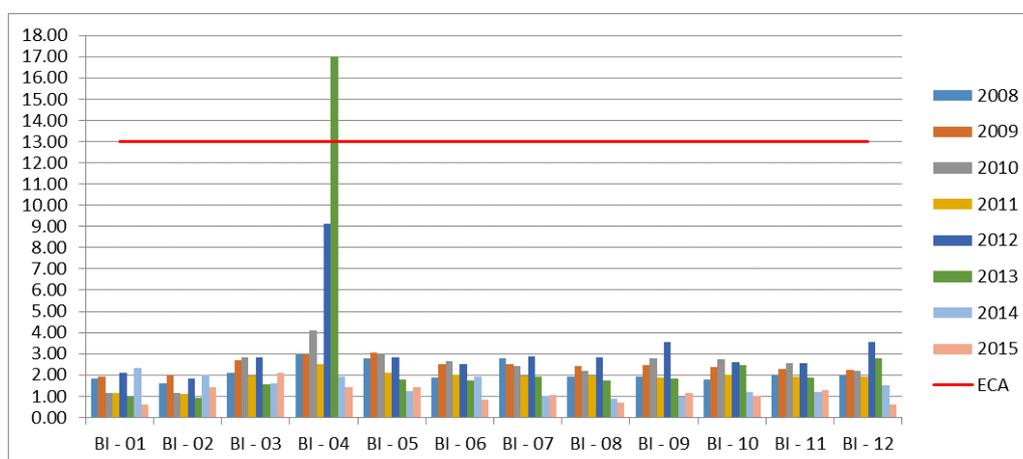
Las concentraciones de Nitratos ( ) se encuentran en todos los puntos de muestreo de la Bahía Interior de Puno por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) a la profundidad del 20%. En el año 2013, en el punto BI – 04

alcanzó su punto máximo de concentración de nitratos, llegando cerca a los 8 mg/L a pesar de ello aún no sobrepasó el ECA, sin embargo, la tendencia en concentración de nitratos en estos últimos años ha sido decreciente.

Profundidad al 80%

**Figura 29**

*Gráfico en barras de los NITRATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*



**Tabla 136**

*Promedios anuales de los NITRATOS para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE NITRATOS AL 80%								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Faro	1.85	1.94	1.17	1.17	2.13	0.97	2.35	0.61	
Captación de agua Potable (Chimu)	1.63	1.98	1.16	1.09	1.83	0.94	2	1.44	
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.11	2.71	2.81	1.95	2.85	1.57	1.63	2.1	
50m. Efluente Espinar	2.98	2.94	4.09	2.51	9.12	17.03	1.93	1.44	
100m antes del muelle Espinar	2.8	3.05	3.02	2.13	2.83	1.8	1.23	1.41	
Faro Viejo	1.86	2.49	2.64	2	2.49	1.76	1.9	0.84	
Tercera boya saliendo del muelle	2.78	2.52	2.43	1.98	2.89	1.94	1	1.05	
Frente al terminal terrestre	1.92	2.42	2.21	1.95	2.84	1.76	0.9	0.7	
Muelle de Puno	1.93	2.45	2.78	1.89	3.54	1.81	0.98	1.16	
Frente a residencias universitarias	1.8	2.38	2.72	1.99	2.59	2.47	1.18	1	
Muelle Isla Esteves	2.02	2.28	2.56	1.93	2.58	1.87	1.18	1.3	
100 m antes de Isla Blanca	1.98	2.25	2.18	1.91	3.56	2.8	1.5	0.6	

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

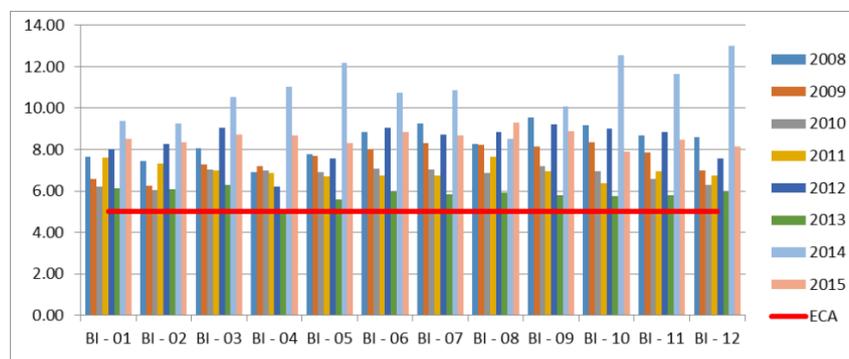
La concentración de nitratos en el punto de monitoreo número 4 del año 2013 ha sobrepasado el estándar de calidad ambiental establecido, sin embargo a través de los años la tendencia con respecto a la concentración de nitratos ha sido decreciente, encontrándose muy por debajo del estándar establecido por ley.

Oxígeno Disuelto (OD)

Profundidad al 20%

**Figura 30**

*Gráfico en barras del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*



**Tabla 137**

*Promedios anuales del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE OXÍGENO DISUELTO AL 20%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	7.67	6.6	6.21	7.61	8.02	6.14	9.38	8.51
Captación de agua Potable (Chimu)	7.45	6.26	6.04	7.31	8.28	6.11	9.28	8.34
Tercera Boya de Retorno al Faro	8.06	7.27	7.02	6.98	9.06	6.3	10.54	8.73
50m. Efluente Espinar	6.92	7.18	6.98	6.87	6.22	4.94	11.02	8.7
100m antes del muelle Espinar	7.78	7.69	6.9	6.69	7.57	5.6	12.19	8.3
Faro Viejo	8.85	8.03	7.08	6.76	9.05	5.97	10.73	8.84
Tercera boya saliendo del muelle	9.28	8.3	7.04	6.77	8.73	5.82	10.85	8.69
Frente al terminal terrestre	8.28	8.22	6.89	7.65	8.86	5.91	8.52	9.31
Muelle de Puno	9.55	8.13	7.21	6.95	9.21	5.8	10.08	8.88
Frente a residencias universitarias	9.16	8.35	6.94	6.39	9	5.77	12.56	7.9
Muelle Isla Esteves	8.7	7.86	6.6	6.96	8.87	5.82	11.67	8.47
100 m antes de Isla Blanca	8.62	7.01	6.28	6.75	7.57	5.96	13.01	8.13

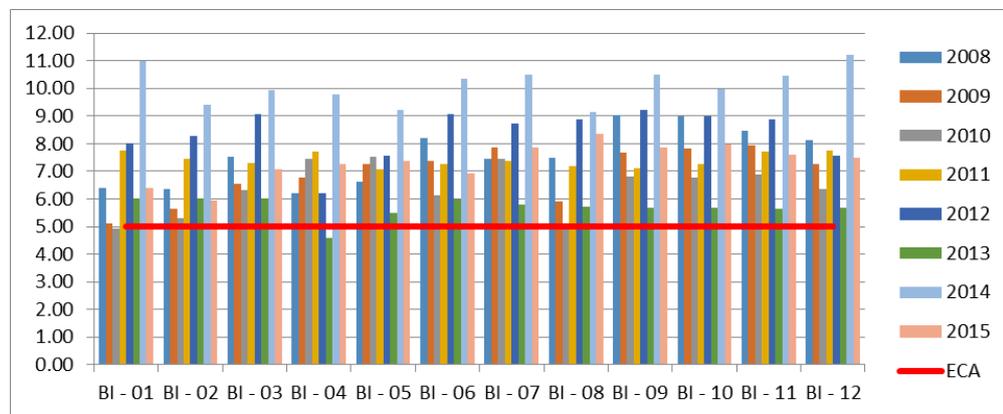
*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

La concentración promedio anual de oxígeno disuelto es mayor en todos los puntos de monitoreo de todos los años con respecto al ECA, sin embargo en el punto número cuatro del año 2013 se tiene una concentración de OD menor a la establecida por el estándar de calidad ambiental.

Profundidad al 80%

**Figura 31**

*Gráfico en barras del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*



**Tabla 138**

*Promedios anuales del OXÍGENO DISUELTO para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE OXÍGENO DISUELTO AL 80%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	6.38	5.12	4.91	7.77	8.02	6	11	6.4
Captación de agua Potable (Chimu)	6.36	5.65	5.31	7.44	8.28	6	9.41	5.94
Tercera Boya de Retorno al Faro	7.52	6.54	6.3	7.31	9.06	6.01	9.94	7.09
50m. Efluente Espinar	6.22	6.77	7.44	7.72	6.22	4.59	9.8	7.27
100m antes del muelle Espinar	6.62	7.27	7.51	7.07	7.57	5.49	9.2	7.36
Faro Viejo	8.18	7.37	6.12	7.24	9.05	5.96	10.34	6.92
Tercera boya saliendo del muelle	7.46	7.86	7.46	7.36	8.73	5.79	10.5	7.88
Frente al terminal terrestre	7.5	5.89	5.03	7.18	8.86	5.73	9.15	8.34
Muelle de Puno	9.01	7.68	6.82	7.12	9.21	5.68	10.48	7.86
Frente a residencias universitarias	8.99	7.83	6.78	7.24	9	5.68	9.97	7.97
Muelle Isla Esteves	8.45	7.94	6.87	7.73	8.87	5.66	10.48	7.59
100 m antes de Isla Blanca	8.12	7.26	6.35	7.76	7.57	5.66	11.2	7.5

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

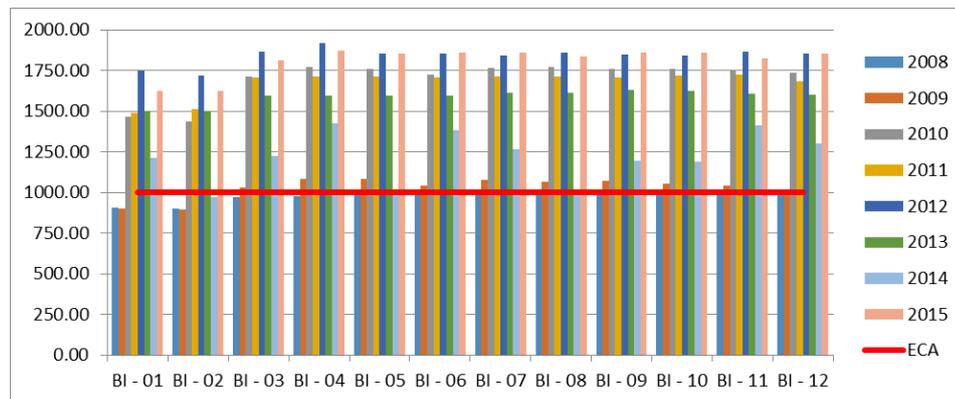
En este caso se puede observar que las concentraciones de oxígeno disuelto superan el ECA, lo cual es muy positivo, ya que quiere decir que existe una correcta oxigenación en la bahía interior, sin embargo, en el año 2013 nuevamente en el punto número cuatro se evidencia que el promedio anual de OD es inferior a lo establecido por el ECA.

### Conductividad

#### Profundidad al 20%

### Figura 32

*Gráfico en barras de la CONDUCTIVIDAD para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

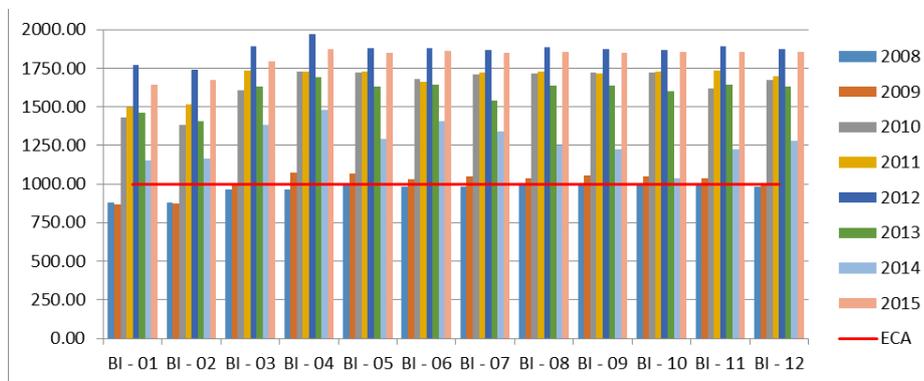


La conductividad en todos los puntos de monitoreo desde el año 2008 hasta el 2015 ha tenido una tendencia creciente sobrepasando los estándares de calidad ambiental.

#### Profundidad al 80%

**Figura 33**

*Gráfico en barras de la CONDUCTIVIDAD para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*



**Tabla 139**

*Promedios anuales de la CONDUCTIVIDAD para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE CONDUCTIVIDAD AL 80%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	876.42	868.5	1428.83	1496.92	1770.42	1461.73	1150.5	1642
Captación de agua Potable (Chimu)	881.92	870.83	1380.75	1514.17	1740.42	1406.45	1165.25	1674
Tercera Boya de Retorno al Faro	965.75	1005.33	1608.75	1731.92	1892.5	1629.45	1383.75	1796
50m. Efluente Espinar	964.92	1070.25	1725.67	1727.17	1967.83	1692.18	1477.5	1876
100m antes del muelle Espinar	987.5	1065.67	1723	1729.08	1879.33	1628.09	1293.25	1852
Faro Viejo	984.33	1030.67	1677.67	1658.33	1877.67	1640.73	1405	1860
Tercera boya saliendo del muelle	985.08	1049.92	1710.92	1724.25	1866.67	1538.36	1339.5	1850
Frente al terminal terrestre	987.08	1038.25	1718.58	1728.08	1885.58	1635.36	1251	1858
Muelle de Puno	988.5	1057	1720.17	1717.67	1870.75	1637.55	1222	1848
Frente a residencias universitarias	992.58	1051.58	1723.5	1727.08	1868.58	1603.09	1037.5	1858
Muelle Isla Esteves	985.58	1038.92	1621.25	1733.33	1893.83	1644	1223.75	1854
100 m antes de Isla Blanca	980.5	998.17	1676.42	1697.08	1874.5	1633.82	1280	1854

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT).

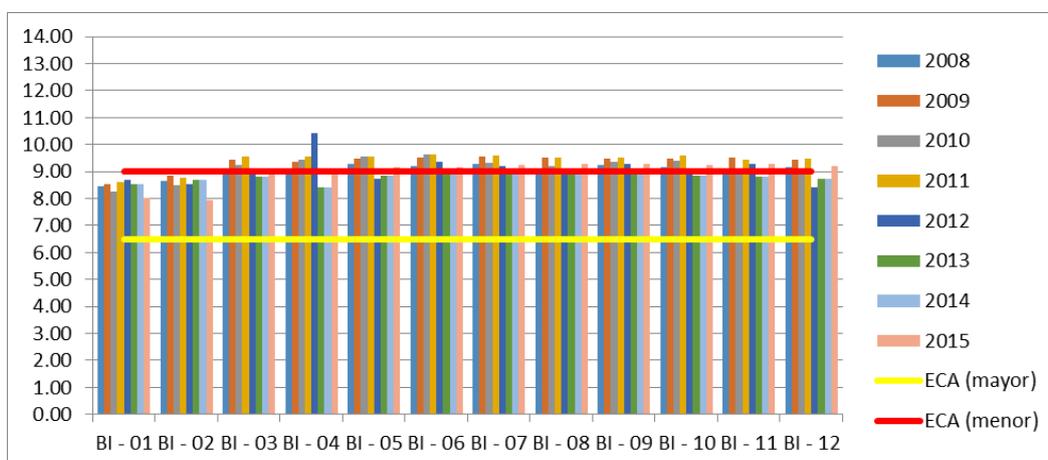
La conductividad de todos los puntos de monitoreo en estos últimos años ha sido creciente, y en todos ellos ha sobrepasado al estándar de calidad ambiental de 1000 uS/cm.

Potencial de Hidrogeniones (pH)

Profundidad al 20%

**Figura 34**

*Gráfico en barras del pH para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*



**Tabla 140**

*Promedios anuales del pH para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE POTENCIAL DE HIDROGENIONES AL 20%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	8.44	8.52	8.24	8.63	8.67	8.53	8.53	8.04
Captación de agua Potable (Chimu)	8.67	8.84	8.49	8.77	8.52	8.68	8.68	7.95
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.06	9.44	9.23	9.56	9.07	8.82	8.82	8.93
50m. Efluente Espinar	9.13	9.35	9.42	9.55	10.44	8.41	8.41	9.1
100m antes del muelle Espinar	9.3	9.48	9.54	9.57	8.74	8.84	8.84	9.15
Faro Viejo	9.2	9.51	9.62	9.65	9.36	8.97	8.97	9.14
Tercera boya saliendo del muelle	9.27	9.55	9.31	9.61	9.19	8.95	8.95	9.23
Frente al terminal terrestre	9.06	9.52	9.2	9.51	9.07	8.89	8.89	9.27
Muelle de Puno	9.24	9.48	9.35	9.52	9.28	8.9	8.9	9.27
Frente a residencias universitarias	9.18	9.5	9.38	9.6	9.01	8.83	8.83	9.23
Muelle Isla Esteves	9.07	9.5	9.11	9.43	9.29	8.82	8.82	9.28
100 m antes de Isla Blanca	9.16	9.45	8.97	9.47	8.43	8.71	8.71	9.22

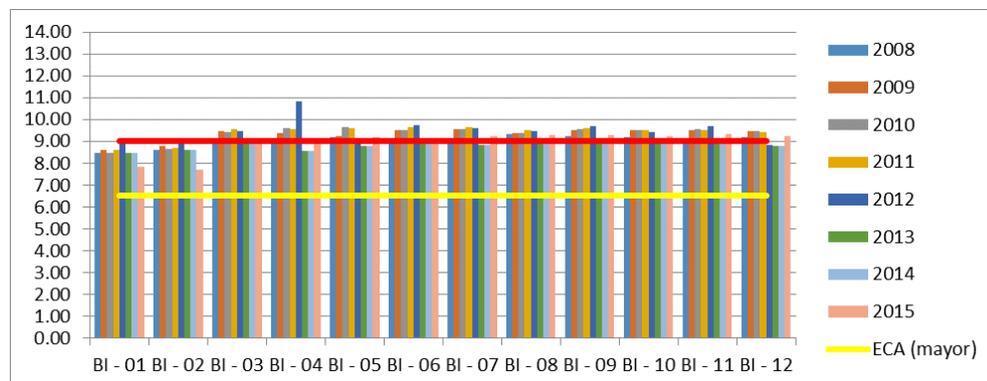
*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

El Estándar de Calidad Ambiental establecido para el potencial de hidrogeniones (pH) es mayor a 6.5 pero menor a 9, y de acuerdo a ello la tendencia de la mayoría de puntos de monitoreo ha sido el aumento del pH en los últimos años, como se evidencia en el cuadro anteriormente mostrado.

Profundidad al 80%

**Figura 35**

*Gráfico en barras del pH para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*



**Tabla 141**

*Promedios anuales del pH para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE POTENCIAL DE HIDROGENIONES AL 80%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	8.46	8.63	8.47	8.59	9.07	8.48	8.48	7.82
Captación de agua Potable (Chimu)	8.59	8.78	8.65	8.71	8.92	8.62	8.62	7.7
Tercera Boya de Retorno al Faro	9.13	9.46	9.4	9.58	9.47	8.91	8.91	9.01
50m. Efluente Espinar	9.15	9.37	9.58	9.56	10.84	8.58	8.58	9.07
100m antes del muelle Espinar	9.18	9.24	9.63	9.59	9.14	8.78	8.78	9.22
Faro Viejo	9.09	9.51	9.51	9.66	9.76	8.91	8.91	9.17
Tercera boya saliendo del muelle	9.17	9.55	9.57	9.64	9.59	8.85	8.85	9.25
Frente al terminal terrestre	9.35	9.39	9.39	9.51	9.47	8.94	8.94	9.28
Muelle de Puno	9.24	9.52	9.57	9.61	9.68	8.86	8.86	9.28
Frente a residencias universitarias	9.21	9.5	9.53	9.51	9.41	8.91	8.91	9.23
Muelle Isla Esteves	9.04	9.54	9.55	9.53	9.69	8.95	8.95	9.35
100 m antes de Isla Blanca	9.2	9.48	9.46	9.43	8.83	8.78	8.78	9.25

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Los puntos de monitoreo han tenido una tendencia creciente en los últimos años a una mayor profundidad, que en su mayoría han sobrepasado el ECA en el 2015, tal es el caso desde el punto número 3 hasta el número 12.

### Temperatura

En el caso de temperatura, el Estándar de Calidad Ambiental para Categoría 4 en la sección Lagunas y Lagos, establece que se debe hacer una comparación de la temperatura del año actual con años históricos pasados, de un

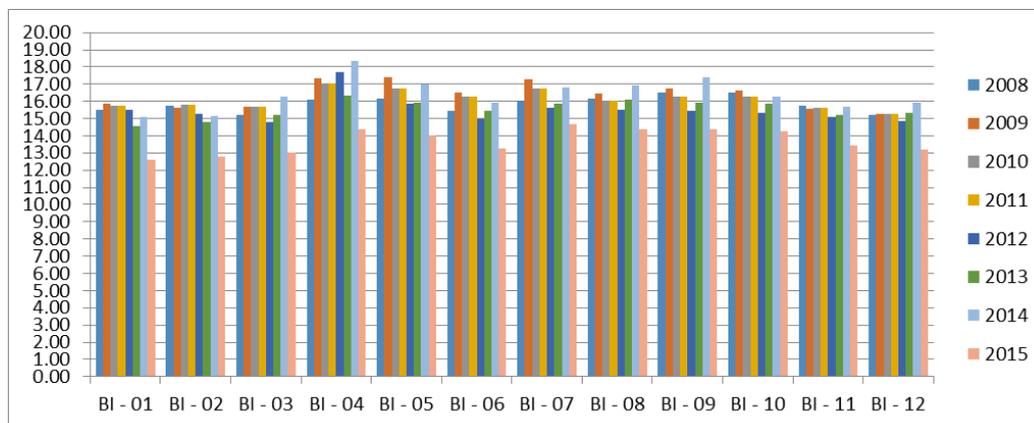
año como mínimo hasta los últimos cinco años como máximo, la variación no debe ser superior a sobrepasar los 3°C , y como el diagnóstico está enfocado a ver la variabilidad del año 2015, sólo se tomará en consideración el cambio de temperatura de los años 2010 hasta el actual (2015), además en la norma se toma en cuenta que para hacer la mencionada comparación se debe considerar que las temperaturas a contrastar deben pertenecer al mismo mes y a la misma estación.

A continuación, se hará la comparación en dos gráficos diferentes (Gráfico N° 29 y Gráfico N° 30) de la temperatura anual desde el año 2008 al 2015, separado por profundidad, y posteriormente se procederá a hacer la contrastación de temperaturas con la media histórica como lo establece la norma teniendo en consideración las estaciones y el mes.

Profundidad al 20%

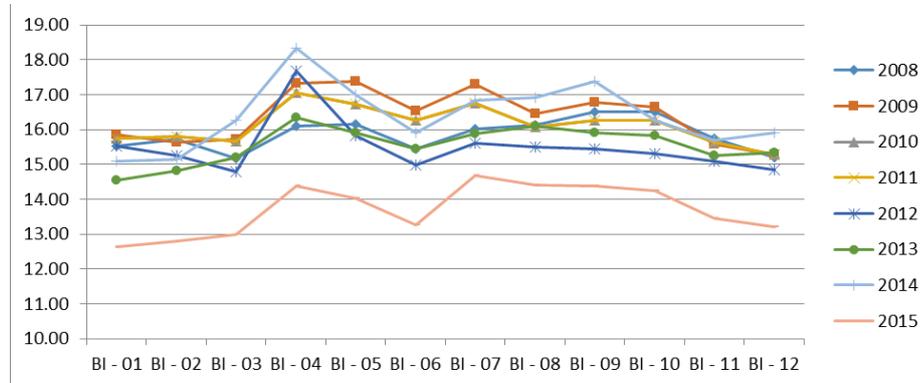
### Figura 36

Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua



**Figura 37**

*Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*



**Tabla 142**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE TEMPERATURA AL 20%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	15.52	15.86	15.75	15.75	15.52	14.54	15.1	12.62
Captación de agua Potable (Chimu)	15.72	15.63	15.81	15.81	15.25	14.81	15.15	12.81
Tercera Boya de Retorno al Faro	15.18	15.71	15.66	15.66	14.78	15.21	16.28	12.99
50m. Efluente Espinar	16.09	17.32	17.04	17.04	17.68	16.33	18.33	14.38
100m antes del muelle Espinar	16.15	17.38	16.73	16.73	15.84	15.89	17	14.01
Faro Viejo	15.45	16.53	16.26	16.26	14.98	15.44	15.9	13.27
Tercera boya saliendo del muelle	16.02	17.3	16.75	16.75	15.6	15.87	16.83	14.67
Frente al terminal terrestre	16.13	16.45	16.06	16.06	15.5	16.09	16.93	14.4
Muelle de Puno	16.5	16.78	16.26	16.26	15.45	15.91	17.38	14.37
Frente a residencias universitarias	16.51	16.64	16.26	16.26	15.3	15.84	16.25	14.24
Muelle Isla Esteves	15.74	15.59	15.64	15.64	15.08	15.24	15.7	13.45
100 m antes de Isla Blanca	15.2	15.29	15.28	15.28	14.84	15.33	15.9	13.21

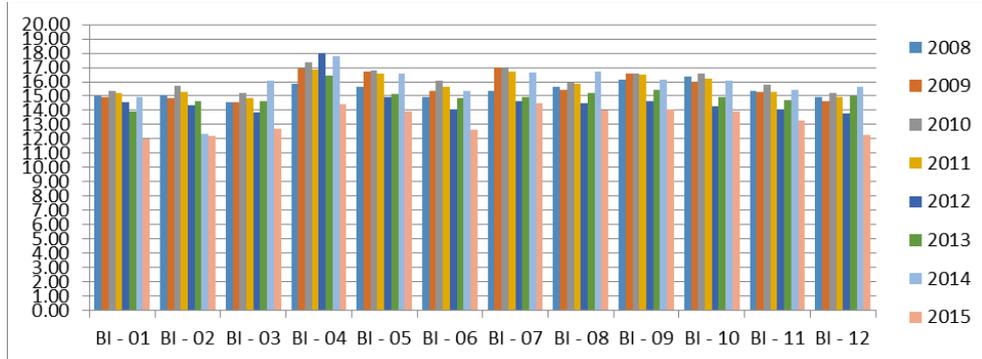
*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Los resultados obtenidos de los puntos de monitoreo del año 2015 en el parámetro de temperatura demuestran que las aguas de la Bahía Interior de Puno están más fría en comparación a años anteriores se llegó a esta conclusión teniendo en cuenta los promedios anuales de cada año.

Profundidad al 80%

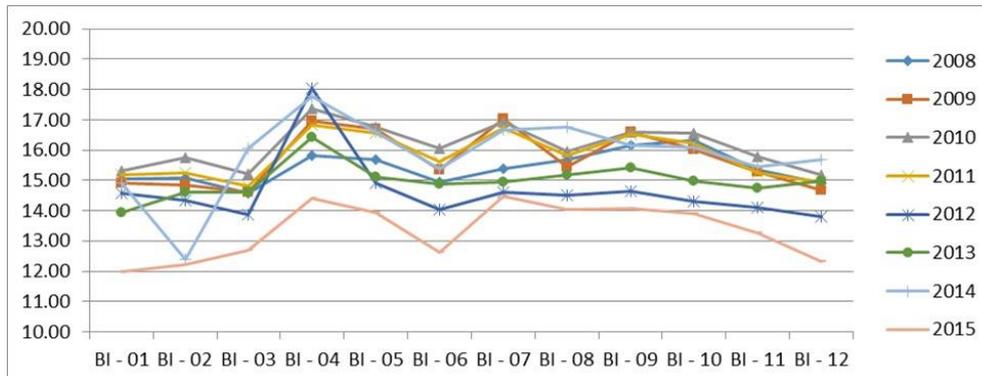
**Figura 38**

*Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*



**Figura 39**

*Gráfico en barras de la TEMPERATURA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*



**Tabla 143**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE TEMPERATURA AL 80%							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	15.03	14.91	15.33	15.19	14.59	13.94	14.93	11.97
Captación de agua Potable (Chimu)	15.08	14.84	15.75	15.26	14.34	14.62	12.38	12.22
Tercera Boya de Retorno al Faro	14.56	14.59	15.21	14.83	13.86	14.61	16.05	12.68
50m. Efluente Espinar	15.83	16.96	17.38	16.83	18.03	16.42	17.78	14.4
100m antes del muelle Espinar	15.67	16.69	16.77	16.55	14.92	15.12	16.58	13.93
Faro Viejo	14.96	15.35	16.06	15.61	14.05	14.87	15.38	12.61
Tercera boya saliendo del muelle	15.38	17.03	16.93	16.73	14.61	14.95	16.68	14.47
Frente al terminal terrestre	15.67	15.44	15.95	15.83	14.51	15.18	16.75	14.02
Muelle de Puno	16.14	16.58	16.6	16.51	14.63	15.4	16.15	14.05
Frente a residencias universitarias	16.33	16.02	16.54	16.22	14.31	14.96	16.08	13.9
Muelle Isla Esteves	15.33	15.27	15.78	15.26	14.09	14.73	15.45	13.26
100 m antes de Isla Blanca	14.9	14.67	15.19	14.95	13.82	14.96	15.68	12.31

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

Al igual que en el anterior caso, la temperatura es más baja en el año 2015 que en otros años, además se puede observar que la temperatura es más baja en este caso, y es que la temperatura es inversamente proporcional a la profundidad, es decir a mayor profundidad menor temperatura, y viceversa.

#### **Análisis de la Temperatura por meses a la profundidad del 20%**

Como se ha mencionado anteriormente, la finalidad del presente diagnóstico es determinar cómo determinados parámetros proporcionan condiciones apropiadas para el aumento de eutrofización de la Bahía Interior de Puno en el año 2015.

Como se sabe no se disponen de datos de temperatura en el año 2015 desde el mes de enero hasta julio, además en el año 2014 no se disponen de datos a partir del mes de Enero hasta el mes de Agosto, por lo tanto como en el ECA es muy claro y hace referencia a que se debe tener por lo menos un año de datos históricos entonces solo se hará la respectiva comparación a partir del mes de Setiembre hasta el mes de Diciembre, para cumplir con todas las cláusulas de la norma.

Además, se tiene en consideración que sólo se tomarán en cuenta los datos representativos del año 2010 al 2015, a partir del mes de Setiembre hasta el mes de diciembre.

**Tabla 144**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE SETIEMBRE para el análisis de los índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPERATURA DEL MES DE SETIEMBRE							CUMPL E CON EL ECA	$\Delta+3^{\circ}\text{C}$ (máximo)	$\Delta-3^{\circ}\text{C}$ (mínimo)
	2010	2011	2012	2013	2014	PRO M	2015			
Faro	16.4	16.4	15.2	12.7	13.4	14.82	13.26	SI	16.26	10.26
Captación de agua Potable (Chimu)	16.2	16.2	15	13	13.5	14.78	13.53	SI	16.53	10.53
Tercera Boya de Retorno al Faro	14.4	14.4	15.4	11.2	13.7	13.82	13.78	SI	16.78	10.78
50m. Efluente Espinar	17.9	17.9	17.5	13	15.2	16.3	15.58	SI	18.58	12.58
100m antes del muelle Espinar	17.4	17.4	16.4	13	13.7	15.58	14.84	SI	17.84	11.84
Faro Viejo	17.1	17.1	16	11.5	13.8	15.1	13.97	SI	16.97	10.97
Tercera boya saliendo del muelle	16.9	16.9	16	12.6	13.2	15.12	16.52	SI	19.52	13.52
Frente al terminal terrestre	16.2	16.2	15.9	13	13.5	14.96	15.77	SI	18.77	12.77
Muelle de Puno	16.4	16.4	15.3	11.7	17	15.36	15.2	SI	18.2	12.2
Frente a residencias universitarias	17	17	16	11.3	12.6	14.78	16.49	SI	19.49	13.49
Muelle Isla Esteves	15.2	15.2	15	11.4	13.3	14.02	14.47	SI	17.47	11.47
100 m antes de Isla Blanca	14.3	14.3	15.3	11.7	12.9	13.7	15.18	SI	18.18	12.18

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

El ECA expresa que se debe obtener un promedio de los datos históricos con los que se realizará la respectiva comparación, y así compararlo con el año actual para determinar su variación y la vez su cumplimiento con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). En este caso, específicamente el mes de setiembre la variación de temperatura ( $\Delta$ ) no sobrepasó los  $3^{\circ}\text{C}$ , por lo tanto, no sobrepasó el ECA.

**Tabla 145**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE OCTUBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPERATURA DEL MES DE OCTUBRE							CUMPL E CON EL ECA	Δ+3°C (máximo)	Δ-3°C (mínimo)
	2010	2011	2012	2013	2014	PRO M	2015			
Faro	16.8	16.8	18	14.89	14.4	16.18	12.24	NO	15.24	9.24
Captación de agua Potable (Chimu)	16.3	16.3	17.1	15.11	14.3	15.82	12.55	NO	15.55	9.55
Tercera Boya de Retorno al Faro	15.5	15.5	17.8	15.35	14.7	15.77	12.78	SI	15.78	9.78
50m. Efluente Espinar	17.2	17.2	18	16.1	17.3	17.16	14.96	SI	17.96	11.96
100m antes del muelle Espinar	18	18	18	14.96	15.7	16.93	14.46	SI	17.46	11.46
Faro Viejo	16.5	16.5	17.9	15.72	15.2	16.36	13.62	SI	16.62	10.62
Tercera boya saliendo del muelle	19.1	19.1	18.2	15.01	16.1	17.5	14.51	SI	17.51	11.51
Frente al terminal terrestre	18.3	18.3	18.4	14.9	15.5	17.08	14.61	SI	17.61	11.61
Muelle de Puno	17.1	17.1	18	15.17	16.4	16.75	14.81	SI	17.81	11.81
Frente a residencias universitarias	16.7	16.7	18	15.51	16.1	16.6	13.11	NO	16.11	10.11
Muelle Isla Esteves	16.2	16.2	18.4	15.53	15.1	16.29	12.88	NO	15.88	9.88
100 m antes de Isla Blanca	15.3	15.3	18	15.71	15.7	16	13.42	SI	16.42	10.42

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

En esta comparación, el punto de monitoreo N° 1, 2, 10 y 11 no cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental, ya que su promedio de los últimos cinco años (2010 – 2014) sobrepasa en variabilidad en más de 3°C a la temperatura obtenida en el mes de setiembre del año 2015, además hay otros puntos de monitoreo que han estado muy cercanos a sobrepasar el límite propuesto por el ECA, estos puntos son el N° 3 y 7, que en estos casos han estado a 0.1 °C de superar el estándar.

**Tabla 146**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE NOVIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPERATURA DEL MES DE NOVIEMBRE							CUMPL E CON EL ECA	$\Delta+3^{\circ}\text{C}$ (máximo)	$\Delta-3^{\circ}\text{C}$ (mínimo)
	2010	2011	2012	2013	2014	PRO M	2015			
Faro	17.7	17.7	16	15.9	16.2	16.7	12.24	NO	15.24	9.24
Captación de agua Potable (Chimu)	17	17	16.2	16.4	16.3	16.58	12.41	NO	15.41	9.41
Tercera Boya de Retorno al Faro	17.5	17.5	15	16.92	19.1	17.2	11.98	NO	14.98	8.98
50m. Efluente Espinar	18.9	18.9	16	19.75	21.6	19.03	13.03	NO	16.03	10.03
100m antes del muelle Espinar	18.4	18.4	18.4	19.1	19.5	18.76	13.1	NO	16.1	10.1
Faro Viejo	19.4	19.4	14	17.47	17.9	17.63	13	NO	16	10
Tercera boya saliendo del muelle	19.2	19.2	15	19.21	18.6	18.24	13.79	NO	16.79	10.79
Frente al terminal terrestre	18.2	18.2	15.3	19.33	19.4	18.09	13.88	NO	16.88	10.88
Muelle de Puno	18.3	18.3	15.2	19.3	17.8	17.78	13.66	NO	16.66	10.66
Frente a residencias universitarias	18	18	15	18.94	17.8	17.55	13.39	NO	16.39	10.39
Muelle Isla Esteves	19.5	19.5	16	16.8	18	17.96	13.62	NO	16.62	10.62
100 m antes de Isla Blanca	17	17	15.4	17.02	18.3	16.94	11.65	NO	14.65	8.65

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

En el mes de noviembre todos los puntos de monitoreo han sobrepasado enormemente el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), el promedio obtenido desde los años 2010 al 2014 han sobrepasado en más de 3°C al valor obtenido en la temperatura del año 2015, por lo tanto ninguno de ellos cumple con el ECA, esto se puede deber a que la temperatura obtenida del año 2015 en la Bahía Interior ha sido inferior.

**Tabla 147**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE DICIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPERATURA DEL MES DE DICIEMBRE							CUMPL E CON EL ECA	$\Delta+3^{\circ}\text{C}$ (máximo )	$\Delta-3^{\circ}\text{C}$ (mínimo )
	2010	2011	2012	2013	2014	PRO M	2015			
Faro	15.8	15.8	15.8	17.3	16.4	16.22	14	SI	17	11
Captación de agua Potable (Chimu)	15.5	15.5	15.5	17.2	16.5	16.04	14.08	SI	17.08	11.08
Tercera Boya de Retorno al Faro	15	15	15	17.9	17.6	16.1	14.71	SI	17.71	11.71
50m. Efluente Espinar	17.3	17.3	18	21	19.2	18.56	15.26	NO	18.26	12.26
100m antes del muelle Espinar	17.4	17.4	17.4	18.9	19.1	18.04	15.16	SI	18.16	12.16
Faro Viejo	16.7	16.7	16.7	17.8	16.7	16.92	15.17	SI	18.17	12.17
Tercera boya saliendo del muelle	17.2	17.2	17.2	18.7	19.4	17.94	16.1	SI	19.1	13.1
Frente al terminal terrestre	16.9	16.9	16.9	19	19.3	17.8	15.22	SI	18.22	12.22
Muelle de Puno	17.1	17.1	17.1	18.8	18.3	17.68	15.98	SI	18.98	12.98
Frente a residencias universitarias	16.7	16.7	16.7	19.7	18.5	17.66	16.11	SI	19.11	13.11
Muelle Isla Esteves	15.4	15.4	15.4	18.4	16.4	16.2	14.77	SI	17.77	11.77
100 m antes de Isla Blanca	15.5	15.5	15.5	18	16.7	16.24	14.8	SI	17.8	11.8

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

En el mes de diciembre solo el punto N° 4 no cumple con el ECA, ya que sobrepasa la diferencia de 3°C establecida por la mencionada norma.

Análisis de la Temperatura por meses a la profundidad del 80%.

**Tabla 148**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE SETIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPERATURA DEL MES DE SETIEMBRE AL 80%							CUMPL E CON EL ECA	$\Delta+3^{\circ}\text{C}$ (máximo)	$\Delta-3^{\circ}\text{C}$ (mínimo)
	2010	2011	2012	2013	2014	PRO M	2015			
Faro	15.7	16.1	14.7	12.5	13.4	14.48	12.85	SI	15.85	9.85
Captación de agua Potable (Chimu)	16.4	16	14.5	12.8	13.7	14.68	12.77	SI	15.77	9.77
Tercera Boya de Retorno al Faro	14.7	16.2	14.9	11	13.3	14.02	12.98	SI	15.98	9.98
50m. Efluente Espinar	17.3	17.8	17	13.5	14.9	16.1	15.52	SI	18.52	12.52
100m antes del muelle Espinar	18	17.7	15.9	12.2	13.8	15.52	14.9	SI	17.9	11.9
Faro Viejo	16	16.8	15.5	10.8	14.3	14.68	13.25	SI	16.25	10.25
Tercera boya saliendo del muelle	18.2	17.4	15.2	12.2	13.2	15.24	16.57	SI	19.57	13.57
Frente al terminal terrestre	16.5	16.5	15.1	11.9	13.2	14.64	15.02	SI	18.02	12.02
Muelle de Puno	17.3	17.6	14.5	11.5	14.1	15	15.15	SI	18.15	12.15
Frente a residencias universitarias	17.8	16.6	15.2	11	13.6	14.84	16.37	SI	19.37	13.37
Muelle Isla Esteves	16.4	15.3	14.2	10.7	13.6	14.04	14.01	SI	17.01	11.01
100 m antes de Isla Blanca	15	14.7	14.5	12.3	12.8	13.86	13.15	SI	16.15	10.15

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

En este mes todos los puntos de monitoreo cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

**Tabla 149**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE OCTUBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPERATURA DEL MES DE OCTUBRE AL 80 %							CUMPLE CON EL ECA	Δ+3°C (máximo)	Δ-3°C (mínimo)
	2010	2011	2012	2013	2014	PROM	2015			
Faro	16	16.8	17.5	14.85	13.5	15.73	12.05	NO	15.05	9.05
Captación de agua Potable (Chimu)	16.2	16.3	16.6	15	13.7	15.56	12.28	NO	15.28	9.28
Tercera Boya de Retorno al Faro	16.2	15.5	17.3	15.24	14.1	15.67	13.05	SI	16.05	10.05
50m. Efluente Espinar	18.5	17.2	17.5	18	17.4	17.72	14.9	SI	17.9	11.9
100m antes del muelle Espinar	18.4	18	17.5	14.5	14.5	16.58	14	SI	17	11
Faro Viejo	16.8	16.5	17.4	15.7	14.7	16.22	12.47	NO	15.47	9.47
Tercera boya saliendo del muelle	16.2	19.1	17.7	14.8	15.8	16.72	14.25	SI	17.25	11.25
Frente al terminal terrestre	17.8	18.3	17.9	14	15.5	16.7	13.19	NO	16.19	10.19
Muelle de Puno	18	17.1	17.5	15	15.4	16.6	14.04	SI	17.04	11.04
Frente a residencias universitarias	18.5	16.7	17.5	15.4	15.8	16.78	12.76	NO	15.76	9.76
Muelle Isla Esteves	17.2	16.2	17.9	15.5	14.1	16.18	12.3	NO	15.3	9.3
100 m antes de Isla Blanca	16.5	15.3	17.5	15.73	14.4	15.89	12.2	NO	15.2	9.2

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

En octubre a esta profundidad, solo hay cinco puntos de monitoreo que no sobrepasan el promedio y por lo tanto cumplen con el ECA, sin embargo los puntos N° 1, 2, 6, 8, 10, 11 y 12 no cumplen con la normativa establecida.

**Tabla 150**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE NOVIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPERATURA DEL MES DE NOVIEMBRE AL 80 %							CUMPL E CON EL ECA	$\Delta+3^{\circ}\text{C}$ (máximo)	$\Delta-3^{\circ}\text{C}$ (mínimo)
	2010	2011	2012	2013	2014	PRO M	2015			
Faro	14.8	17.6	15.5	14.8 <sub>5</sub>	16	15.75	11.2	NO	14.2	8.2
Captación de agua Potable (Chimu)	15.1	17.8	15.7	15	5.9	13.9	11.7 <sub>3</sub>	SI	14.73	8.73
Tercera Boya de Retorno al Faro	15.1	17.3	14.5	15.2 <sub>4</sub>	19.2	16.27	11.8	NO	14.8	8.8
50m. Efluente Espinar	17.1	19.1	15.5	18	19.3	17.8	12.9 <sub>9</sub>	NO	15.99	9.99
100m antes del muelle Espinar	17.2	18.5	17.9	14.5	19.2	17.46	13.1 <sub>9</sub>	NO	16.19	10.19
Faro Viejo	16.5	17.7	13.5	15.7	17.1	16.1	12.3 <sub>9</sub>	NO	15.39	9.39
Tercera boya saliendo del muelle	17.1	18.6	14.5	14.8	19	16.8	13.3 <sub>8</sub>	NO	16.38	10.38
Frente al terminal terrestre	16.1	19	14.8	14	19.3	16.64	13.6	NO	16.6	10.6
Muelle de Puno	16.5	19.7	14.7	15	17.2	16.62	13.2 <sub>7</sub>	NO	16.27	10.27
Frente a residencias universitarias	16.7	19.8	14.5	15.4	17.1	16.7	13.6 <sub>5</sub>	NO	16.65	10.65
Muelle Isla Esteves	15.5	18.3	15.5	15.5	18.1	16.58	13.8 <sub>3</sub>	SI	16.83	10.83
100 m antes de Isla Blanca	15.4	18	14.9	15.7 <sub>3</sub>	19.7	16.75	11.4 <sub>4</sub>	NO	14.44	8.44

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

En noviembre todos los puntos de monitoreo no cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental excepto el punto N° 2 y el punto N° 11 que no sobrepasan la diferencia del promedio de los cinco años de antigüedad en temperatura que es de 3°C.

**Tabla 151**

*Promedios anuales de la TEMPERATURA MES DE DICIEMBRE para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO.202	TEMPERATURA DEL MES DE DICIEMBRE 80 %							CUMPLE CON ECA	EL	$\Delta+3^{\circ}\text{C}$ (máximo)	$\Delta-3^{\circ}\text{C}$ (mínimo)
	2010	2011	2012	2013	2014	PROM	2015				
Faro	17.1	17.6	15.3	17.23	16.8	16.81	12.48	NO		15.48	9.48
Captación de agua Potable (Chimu)	18.3	17.8	15	17.6	16.2	16.98	12.86	NO		15.86	9.86
Tercera Boya de Retorno al Faro	18.2	17.3	14.5	17.6	17.6	17.04	13.88	NO		16.88	10.88
50m. Efluente Espinar	20.5	19.1	17.5	20.4	19.5	19.4	15.56	NO		18.56	12.56
100m antes del muelle Espinar	19.1	18.5	16.9	19	18.8	18.46	15.07	NO		18.07	12.07
Faro Viejo	18.8	17.7	16.2	17.1	15.4	17.04	14.42	SI		17.42	11.42
Tercera boya saliendo del muelle	19.8	18.6	16.7	17.9	18.7	18.34	16.06	SI		19.06	13.06
Frente al terminal terrestre	18.5	19	16.4	18.6	19	18.3	15.84	SI		18.84	12.84
Muelle de Puno	18.2	19.7	16.6	18.3	17.9	18.14	15.63	SI		18.63	12.63
Frente a residencias universitarias	18.4	19.8	16.2	19.2	17.8	18.28	15.2	NO		18.2	12.2
Muelle Isla Esteves	19.4	18.3	14.9	17.2	16	17.16	14.61	SI		17.61	11.61
100 m antes de Isla Blanca	17.5	18	15	17	15.8	16.66	13.98	SI		16.98	10.98

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

En el mes de diciembre la mitad de todos los puntos de monitoreo han demostrado que no cumplen el ECA ya que la diferencia es mayor a  $3^{\circ}\text{C}$ . De las cuales las restantes cumplen con la norma.

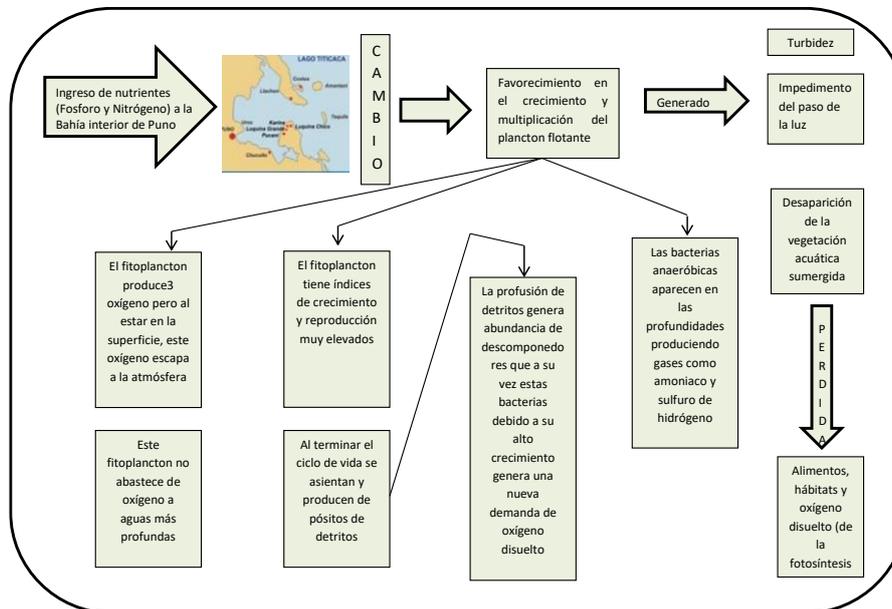
## 4.2 Discusión

### 4.2.1 Interpretación de Resultados

Para entender correctamente como cada parámetro influye de manera directa en crear condiciones apropiadas para el aumento de la eutrofización que traería consigo el crecimiento desmesurado de cianobacterias es necesario comprender como se da inicio a la eutrofización y como está relacionado con las cianobacterias, por ello se realizó un cuadro sinóptico.

**Figura 40**

*Sinopsis como cada parámetro influye de manera directa en crear condiciones apropiadas para el aumento de la eutrofización*



Cuando el agua de una masa oligotrófica se enriquece de nutrientes, se inician muchos cambios. Primero, este enriquecimiento favorece el crecimiento y la multiplicación del plancton, lo que aumenta la turbidez del agua. Con la desaparición de la vegetación acuática sumergida, es evidente que se pierden alimentos, hábitats y el oxígeno disuelto (OD) de la fotosíntesis. Pero la pérdida de OD se agrava por lo siguiente, el fitoplancton está compuesto de organismos fotosintéticos que también producen oxígeno, como todas las plantas verdes y como ocupan la superficie, ésta se satura del gas y el exceso se escapa a la atmósfera, y de esta manera la fotosíntesis del fitoplancton no abastece de oxígeno a las aguas más profundas, además el fitoplancton tiene índices de crecimiento y reproducción muy elevados que cuando termina su ciclo de vida (fitoplancton muerto) se asienta y produce en el fondo depósitos espesos de detritos (residuos sólidos permanentes que provienen de la descomposición de materia orgánica), a su vez la profusión de detritos genera una abundancia de descomponedores, la mayoría bacterias que su crecimiento explosivo crea una demanda nueva de OD, que se consume en la respiración y así mantienen el agua sin OD, mientras que las bacterias anaerobias aparecen en el fondo produciendo gases como amoníaco y sulfuro de hidrógeno. (Moreno, Daniela., Quintero, Jacqueline., López,

Armando. Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. 2010).

#### 4.2.2 Causas de la Eutrofización en la Bahía Interior de Puno Lago Titicaca

**Figura 41**

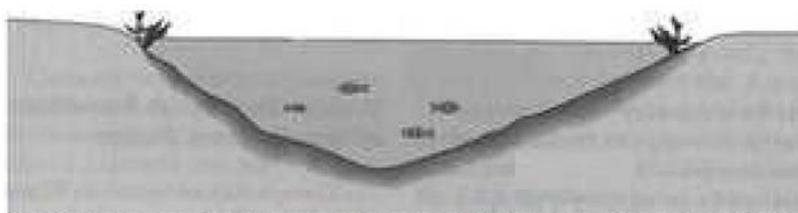
*Causas de la Eutrofización en la Bahía interior de Puno Lago Titicaca*

Erosión y deterioro de suelos	Residuos sólidos en canales pluviañes	Deficiente red de alcantarillado que conduce las aguas servidas a la Bahía Interior de Puno	Deficiente red de drenaje pluvial	Desarrollo de actividades cercanas a la Bahía Interior como agricultura y ganadería
		EUTROFIZACIÓN		
	Sedimentos	Microcuencas que bordean la Bahía Interior de Puno, cuando están activas en temporadas de lluvia		
Efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) EL Espinar				

Es importante determinar los tipos de estados tróficos para poder establecer su relación con la turbiedad, transparencia y determinados nutrientes.

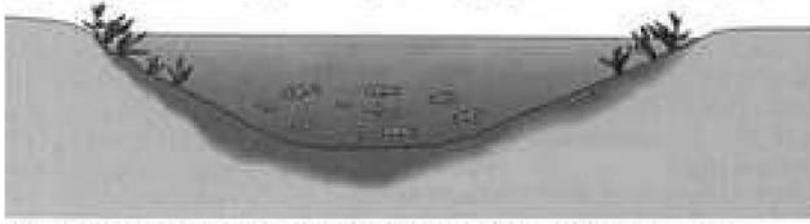
Criterios para definir los cuatro estados tróficos (LAKEWATCH, 2010)

**Oligotrófico:** Bajo nivel de nutrientes, se caracteriza por poseer aguas muy claras, donde la luz penetra muy bien, el crecimiento de algas es pequeño y mantiene a pocos animales. Las plantas y animales que se encuentran son los característicos de aguas bien oxigenadas. Las características de un cuerpo de agua oligotrófico es Clorofila a menos de 3ug/L; Fósforo Total menor a 15ug/L; Nitrógeno Total menor a 400ug/L y la claridad o transparencia de 4m.



**Mesotrófico:** Una lago Mesotrófico es un cuerpo de agua con un nivel intermedio de productividad y mayor que el de un lago oligotrófico, pero menor que el de un lago eutrófico. Estos lagos tienen aguas medianamente claras y mantienen lechos de plantas acuáticas sumergidas, y niveles medios de nutrientes. Las características de aguas mesotróficas son menor a 3 mg/L de clorofila a,

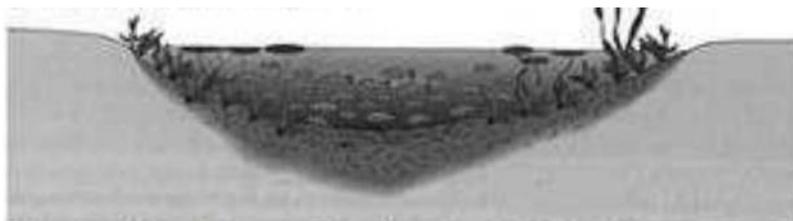
fósforo total entre 15 y 25ug/L, nitrógeno total entre 400ug/L y 600ug/L y transparencia entre 2.5 metros y 4 metros.



**Eutrófico:** Son lagos productivos, turbios, ricos en algas y con considerables fluctuaciones en la concentración de oxígeno disuelto en superficie y en profundidad. Además los lagos de este tipo (eutróficos) y los hipereutrófico suelen ser pocos profundos sufriendo altas cargas de nutrientes. Altos niveles de productividad, poca claridad de agua y buena cantidad de plantas acuáticas. Las características de este tipo de lago son: Clorofila a entre 7 y 40ug/L; Fósforo Total entre 25 y 100 ug/L; Nitrógeno Total entre 600 y 1500 ug/L y transparencia entre 0.9metros y 2.5 metros.



**Hipereutrófico:** En este nivel de eutrofia las condiciones se agravan mucho más ya que son lagos muy productivos, más turbios, y exageradamente ricos en algas, poca concentración de oxígeno disuelto, vida acuática casi nula, y nutrientes muy elevados. Las características propias de este tipo de lago son: Clorofila a más de 40ug/L; Fósforo Total superior a 100ug/L; Nitrógeno Total superior a 1500ug/L y transparencia menor a 0.9 metros.



Se procederá a la interpretación de resultados y cómo contribuyen cada uno al aumento de la eutrofización de la Bahía Interior de Puno.

### 4.2.3 Transparencia

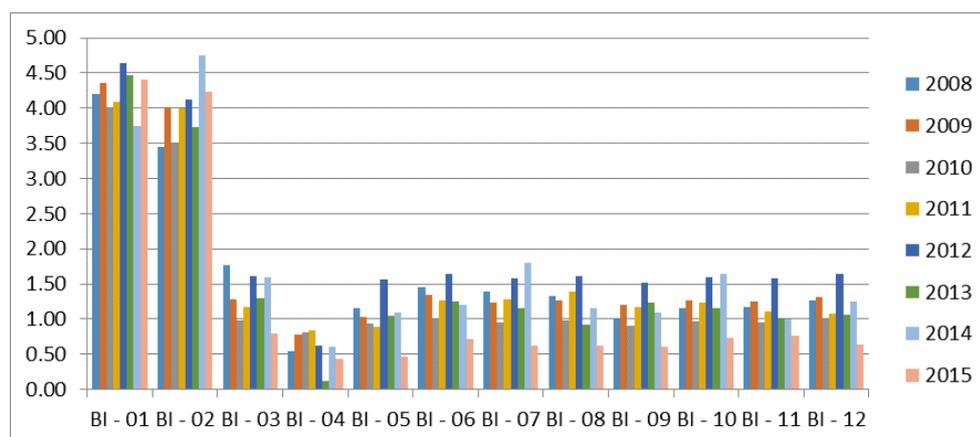
La transparencia es la cantidad de luz que traspasa en el cuerpo de agua (Bahía interior del Lago Titicaca) en un lago eutrófico la luz penetraría con dificultad y el crecimiento de la flora béntica productora de oxígeno se minimiza y queda en la oscuridad. La transparencia es importante ya que nos permite determinar ciertas características del lago (tipo de lago, flora, fauna, propiedades del agua, etc).

Cuando un cuerpo de agua se enriquece de nutrientes uno de los primeros cambios que produce es el crecimiento y multiplicación de fitoplancton que trae como consecuencia el aumento de turbidez, es decir la reducción de la transparencia o claridad del agua, ya que este fitoplancton impide la penetración de la luz a profundidad.

De esta manera la transparencia está relacionada con la eutrofización.

#### Figura 42

*Gráfico en barras de la TRANSPARENCIA para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, a nivel de la columna de agua*



Es evidente que a partir de los puntos de monitoreo BI – 03 al BI – 12 la transparencia desde el año 2008 ha ido disminuyendo hasta el año 2015. Como ya se ha mencionado anteriormente cuando menor sea la transparencia mayor son los niveles de eutrofización en un lago.

La transparencia (al igual que el Nitrógeno Total y la Clorofila a) está íntimamente relacionado con el índice de estado trófico, esta relación se obtiene mediante las fórmulas anteriormente presentadas y de acuerdo con ellas se puede establecer a qué nivel de eutrofización pertenece.

#### 4.2.4 Índice de Estado Trófico

Este índice es muy fiable ya que es uno de los métodos más utilizados para calcular el nivel trófico de un medio acuático. Puede variar entre 0 (oligotrófico) y 100 (Hipereutrófico). Se obtiene mediante la transformación de la transparencia del disco Secchi (DS), tal que un valor de índice TSI =0 corresponde a una profundidad del disco de 64 metros y gradualmente va variando a medida que la transparencia va disminuyendo. Este mismo índice puede determinarse a partir de otros parámetros tales como la concentración de clorofila a y fósforo total en superficie, cuya relación con la transparencia se ha calculado, sin embargo, para el cálculo del TSI se recalca que solo se usará el valor obtenido por el Disco Secchi es decir valores de transparencia.

Como anteriormente se mostró en la tabla N° 1, se hizo la respectiva conversión con las fórmulas de Carlson y comparación, teniendo en consideración los promedios anuales de cada año, se procederá a la respectiva interpretación:

Si la transparencia a través de los años (2008 al 2015) se ha mostrado decreciente al menos a partir del punto de monitoreo número 3 al 12, entonces se espera que los índices de estados tróficos muestren un comportamiento inverso, es decir a menor transparencia en un cuerpo de agua mayor será su TSI.

Si se revisa el primer gráfico del anterior capítulo se evidencia que el aumento del índice de estado trófico ha ido en aumento desde el año 2008 hasta el 2015. Llegando al resultado que los puntos de monitoreo antes mencionados están en un estado eutrófico de acuerdo a la clasificación de Carlson, y el primer punto, así como el segundo punto de monitoreo (BI- 01 y BI – 02) se encuentran en un estado Mesotrófico según a la misma clasificación.

#### 4.2.5 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)

Este parámetro es importante ya que principalmente nos brinda un estado de calidad de agua, pero con respecto a la eutrofización es un gran indicador ya que la alta concentración de nutrientes que ingresan a la Bahía Interior genera un aumento en la producción de un exceso de materia orgánica que requiere una alta demanda de oxígeno para descomponerla, de esta manera si el DBO5 se eleva es porque hay presencia de materia orgánica biodegradable, y al haber un exceso de ésta (eutrofización) el DBO5 es alto.

##### A. Profundidad al 20%

Según los promedios anuales del Gráfico N° 2, en el año 2008 las concentraciones de DBO5 superaban en algunos casos más de 10 veces la concentración establecida por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), y a pesar de que es evidente la reducción de DBO5 a partir de ese año hasta el 2014, aún en gran parte de los puntos de monitoreo sobrepasan el ECA, teniendo en consideración que no se disponen de datos del año 2015, y que además en base a estos resultados se puede inferir que las cantidades de materia orgánica ha disminuido en los últimos años.

##### B. Profundidad al 80%

Es necesario comprender por qué los valores de consumo de oxígeno a esta profundidad son menores a la anterior, se debe a que a mayor profundidad existen menos organismos descomponedores que a su vez consumen menor cantidad de oxígeno para degradar la materia orgánica disponible.

Sin embargo, a pesar de ello los valores obtenidos en los monitoreos de la Bahía Interior arrojaron que en el año 2008 los valores de DBO5 superaron por más de cinco veces el ECA, pero con el pasar de los años la demanda de oxígeno biológico disminuyó, pero aún así en algunos puntos de monitoreo se supera los 5mg/L establecidos por el MINAM.

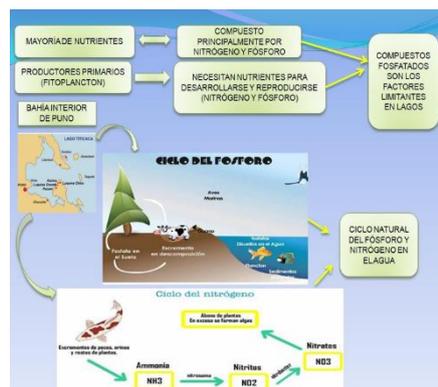
Como se sabe no se disponen de datos para el año 2015 en DBO5.

#### 4.2.6 Nutrientes

Para Entender la importancia de los nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) en la contribución del aumento de la eutrofización a continuación se muestra un diagrama.

#### Figura 43

*Diagrama de la importancia de los nutrientes en la contribución del aumento de la eutrofización*



Los nutrientes están conformados principalmente por nitrógeno y fósforo, y son esenciales para el crecimiento de cualquier ser viviente. El fósforo se encuentra en el suelo en forma de fosfato de calcio que es soluble en agua y para el crecimiento de cultivos usan componentes fosfatados, entonces se revela la importancia de medir la concentración de fosfatos en la Bahía Interior. Por otro lado, el nitrógeno es esencial para la formación de proteínas y clorofila, proporcionando un valor nutritivo mayor y una producción más elevada. Muchos de los abonos nitrogenados vienen combinados con fosfatos, y principalmente en los abonos nitrogenados están enriquecidos con amoníaco y nitratos.

En la anterior imagen se muestra el ciclo natural del Fósforo y del Nitrógeno en el agua además de las transformaciones que sufren los principales componentes, sin embargo es necesario medir compuestos nitrogenados como los nitratos y nitritos, además de los fosfatados, como los fosfatos para poder hallar su relación con la eutrofización, ya que como se sabe el exceso de nutrientes fundamentales (Nitrógeno y Fósforo) fomentan el aumento de la eutrofización.

#### 4.2.7 Nitratos ( $NO_3^-$ )

Este parámetro es fundamental medir ya que los abonos o fertilizantes están enriquecidos con nitratos que al ser vertidos a la Bahía Interior producen el aumento del nutriente nitrogenado.

##### A. Profundidad al 20%

A esta profundidad los niveles de nitratos no superan en ningún punto de monitoreo ni en ningún año el ECA.

##### B. Profundidad al 80%

A esta profundidad los niveles de nitratos no han superado el ECA, y la tendencia desde el año 2008 ha sido decreciente hasta el año 2015.

#### 4.2.8 Nitritos ( $NO_2^-$ )

Este parámetro muy aparte de aportar nutriente procede de la oxidación incompleta del amoníaco y de la reducción bacteriana incompleta de los nitratos. Un cuerpo de agua que contenga nitritos puede considerarse como agua contaminada con materias fecales.

##### A. Profundidad al 20%

De acuerdo a la bibliografía disponible de Erikson (1985) los valores entre 0.1 y 0.9 mg/L pueden presentar problemas de toxicidad acondicionado a cierto pH, además valores por encima de 1.0 mg/L según el autor son totalmente tóxicos y representan un impedimento para el desarrollo de la vida piscícola y el establecimiento de un ecosistema fluvial en buenas condiciones, además se considera que valores inferiores a 0.1 g/L en cuerpos de aguas tienen características de buena oxigenación, el aumento de nitritos se da principalmente por la contaminación industrial y de aguas residuales domésticas. Por ello como se puede apreciar en el año 2011 se observa un gran aumento de nitritos, sin embargo, teniendo en consideración desde el año 2008 al 2015, los niveles de nitritos han disminuido enormemente.

Los nitratos en la superficie son más bajos que en la profundidad ya que se lleva el proceso denominado “desnitrificación microbiana activa” que lleva a los

nitratos a nitritos o a amonio. (Guadalupe de la Lanza Espino, Características Físico - Químicas de los mares de México. 2001).

**Tabla 152**

*Promedios anuales de los NITRITOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE NITRITOS AL 20 %							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	0.013	0.004	0.006	0.291	0.007	0.003	0.004	0.006
Captación de agua Potable (Chimu)	0.007	0.005	0.017	0.357	0.008	0.005	0.004	0.006
Tercera Boya de Retorno al Faro	0.161	0.031	0.133	1.145	0.024	0.022	0.045	0.025
50m. Efluente Espinar	0.347	0.076	0.402	1.343	0.154	0.179	0.059	0.118
100m antes del muelle Espinar	0.407	0.175	0.141	1.222	0.071	0.08	0.021	0.072
Faro Viejo	0.107	0.026	0.052	1.133	0.017	0.016	0.019	0.037
Tercera boya saliendo del muelle	0.218	0.026	0.024	1.07	0.019	0.016	0.031	0.038
Frente al terminal terrestre	0.218	0.022	0.02	1.138	0.023	0.021	0.023	0.041
Muelle de Puno	0.254	0.032	0.102	1.086	0.064	0.07	0.021	0.035
Frente a residencias universitarias	0.217	0.023	0.141	0.995	0.019	0.016	0.019	0.032
Muelle Isla Esteves	0.155	0.016	0.098	1.082	0.016	0.013	0.03	0.034
100 m antes de Isla Blanca	0.116	0.025	0.04	1.19	0.014	0.011	0.034	0.032

Nota. Datos proporcionados por el PEBLT.

### B. Profundidad al 80%

Como se observa en general desde el año 2008 hasta el 2015, la tendencia de nitritos a profundidad de 80% es decreciente sin embargo basándose en valores del año 2015, la mayoría de los puntos de monitoreo representan concentraciones con niveles de impedimento del desarrollo de la vida piscícola como es el caso de los puntos BI – 02 al BI – 05, BI – 07 y de BI – 09 al BI

– 11, y concentraciones de nitritos en un rango de 0.1 mg/L a 1 mg/L conllevan a niveles tóxicos para el desarrollo de la vida acuática. El nivel de nitritos a esta profundidad es mayor ya que como se explicó anteriormente los nitritos al pasar por la desnitrificación microbiana activa se convierten en nitritos y amonio.

**Tabla 153**

*Promedios anuales de los NITRITOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua.*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE NITRITOS AL 80 %								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Faro	1.85	1.94	1.17	1.17	2.13	0.97	2.35	0.61	
Captación de agua Potable (Chimu)	1.63	1.98	1.16	1.09	1.83	0.94	2	1.44	
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.11	2.71	2.81	1.95	2.85	1.57	1.63	2.1	
50m. Efluente Espinar	2.98	2.94	4.09	2.51	9.12	17.03	1.93	1.44	
100m antes del muelle Espinar	2.8	3.05	3.02	2.13	2.83	1.8	1.23	1.41	
Faro Viejo	1.86	2.49	2.64	2	2.49	1.76	1.9	0.84	
Tercera boya saliendo del muelle	2.78	2.52	2.43	1.98	2.89	1.94	1	1.05	
Frente al terminal terrestre	1.92	2.42	2.21	1.95	2.84	1.76	0.9	0.7	
Muelle de Puno	1.93	2.45	2.78	1.89	3.54	1.81	0.98	1.16	
Frente a residencias universitarias	1.8	2.38	2.72	1.99	2.59	2.47	1.18	1	
Muelle Isla Esteves	2.02	2.28	2.56	1.93	2.58	1.87	1.18	1.3	
100 m antes de Isla Blanca	1.98	2.25	2.18	1.91	3.56	2.8	1.5	0.6	

Nota. Datos proporcionados por el PEBLT.

#### 4.2.9 Fosfatos

Como ya se ha mencionado anteriormente el fosfato (al igual que el nitrato) son nutrientes que influyen en el proceso de eutrofización, sin embargo en algunos ecosistemas como en lagos de agua dulce (como es el caso de la Bahía Interior) el factor limitante es el fosfato.

Las partículas enriquecidas con fósforo se depositan en el fondo del lago y forman una abundante reserva de nutrientes en los sedimentos, a la que pueden acceder las plantas con raíces y que se descarga desde los sedimentos en condiciones de anoxia (donde el oxígeno no puede llegar hasta niveles más profundos debido a una barrera física como por ejemplo sedimentos o lodo) a la columna de agua superior, donde es rápidamente utilizada por las algas.

Las concentraciones críticas para una eutrofización incipiente se encuentran entre los valores de 0.1 mg/L y 0.2mg/L de fosfato.

##### A. Profundidad al 20%

Los niveles de fosfatos que hay en la Bahía Interior desde el año 2008 hasta el 2015 han tenido un comportamiento con tendencia a la disminución, sin embargo, aun así las concentraciones de fosfatos son muy elevadas, y que contribuyen fuertemente al aumento del nivel de eutrofización, es importante que este parámetro se mantenga controlado

ya que los fosfatos representan el factor limitante de eutrofización de la Bahía Interior de Puno.

**Tabla 154**

*Promedios anuales de los FOSFATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 20% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE FOSTATOS AL 20 %							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	0.28	0.23	0.29	0.23	0.37	1.01	0.32	0.18
Captación de agua Potable (Chimu)	0.38	0.17	0.36	0.27	0.43	1.04	0.49	0.22
Tercera Boya de Retorno al Faro	1.73	1.47	1.15	1.11	1.15	1.43	1.4	1.11
50m. Efluente Espinar	3.3	1.79	1.34	1.31	1.33	4.93	2.49	2.29
100m antes del muelle Espinar	2.95	1.6	1.22	1.35	1.22	1.63	1.87	1.79
Faro Viejo	2.41	1.56	1.13	1.16	1.12	1.13	2.01	1.4
Tercera boya saliendo del muelle	2.31	1.44	1.07	1.14	1.1	1.74	1.65	1.31
Frente al terminal terrestre	2.34	1.41	1.14	1.18	1.14	1.83	2.06	1.33
Muelle de Puno	2.04	1.4	1.09	1.06	1.1	1.45	1.88	1.32
Frente a residencias universitarias	2.59	1.36	0.99	1.04	1.04	1.49	1.85	1.31
Muelle Isla Esteves	1.98	1.26	1.08	1.01	1.08	1.53	1.68	1.35
100 m antes de Isla Blanca	2.2	1.22	1.19	1.05	1.17	1.44	1.9	1.28

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

## **B. Profundidad al 80%**

Los niveles de fosfatos a profundidad son ligeramente más altos que el anterior, además los altos valores de fosfatos contribuyen a estado de eutrofia severo.

**Tabla 155**

*Promedios anuales de los FOSFATOS para el análisis de los Índices de estado trófico por años en la Bahía Interior Lago Titicaca, al 80% de la columna de agua*

ESTACIÓN DE MONITOREO	PROMEDIOS ANUALES DE FOSTATOS							
	AL 80 %		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Faro	0.31 7	0.18 9	0.37 5	0.27 3	0.41 7	1.01 4	0.5 5	0.20 4
Captación de agua Potable (Chimu)	0.28 7	0.23 9	0.30 8	0.30 7	0.47 5	1.03 9	0.42 5	0.24 3
Tercera Boya de Retorno al Faro	2.41 7	1.48 7	1.16 1	1.25 1	1.20 3	1.43 1.43	1.3 1.3	1.14 1
50m. Efluente Espinar	3.43 4	1.68 7	1.75 1	1.68 1	5.12 6	4.92 6	2.85 2.85	2.32 9
100m antes del muelle Espinar	3.16 6	1.64 9	1.49 1	1.41 4	1.24 7	1.62 6	2.37 5	1.75 3
Faro Viejo	2.47 9	1.51 1	1.38 1.38	1.13 8	1.16 8	1.12 7	1.97 5	1.41 4
Tercera boya saliendo del muelle	2.42 4	1.43 1.43	1.29 4	1.35 5	1.15 1.15	1.73 9	1.37 5	1.32 3
Frente al terminal terrestre	2.38 7	1.73 7	1.40 9	1.27 6	1.15 5	1.83 1.83	1.87 5	1.38 4
Muelle de Puno	2.30 3	1.44 4	1.41 1	1.18 4	1.17 8	1.44 9	1.67 5	1.35 8
Frente a residencias universitarias	2.38 7	1.39 5	1.18 1	1.11 3	1.07 7	1.48 6	1.47 5	1.34 9
Muelle Isla Esteves	2.09 6	1.28 9	1.26 9	1.03 5	1.12 6	1.52 7	1.97 5	1.35 3
100 m antes de Isla Blanca	2.46 8	1.20 4	1.30 1	1.02 8	1.24 9	1.44 1.44	2.07 5	1.35 6

*Nota.* Datos proporcionados por el PEBLT.

#### 4.2.10 Temperatura

Principalmente la temperatura es uno de los parámetros físicos más importante en el estudio de la eutrofización de un cuerpo de agua ya que con el incremento en la tasa de reconversión de nutrientes y por lo tanto un aumento de la productividad del lago, es decir la temperatura genera condiciones apropiadas para el crecimiento de fitoplancton.

##### A. Profundidad a 20%

Según los datos obtenidos en los monitoreos realizados por el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT) en los Gráficos N° 12 y 13 la temperatura promedio anual desde el año 2008 hasta el 2015 ha tenido una tendencia decreciente, incluso el año 2015 se ha registrado una temperatura más baja en comparación con los años anteriores, además la comparación que se realizó de acuerdo a meses y a estaciones concordantes con los años anteriores la temperatura en determinados

puntos de monitoreo y en determinados meses son relativamente elevados acondicionando adecuadamente un ambiente más cálido para el crecimiento de algas.

### **B. Profundidad al 80%**

Los valores de temperatura a esta profundidad son más bajos que en el anterior caso, y esto se debe a que a medida que se aumenta la profundidad la temperatura disminuye aún más, por ello en las comparaciones de los promedios anuales desde el año 2008 al 2015, se nota una decadencia mayor en la temperatura. La temperatura más elevada se da mientras más nos acercamos a la superficie, y por tal motivo el aumento de la biomasa reproductiva se encuentra en la superficie.

#### **4.2.11 Oxígeno Disuelto**

El oxígeno disuelto es importante más a aún a profundidad ya que la descomposición consume gran cantidad de oxígeno, y una característica propia de la eutrofización es el agotamiento de oxígeno que conlleva a consecuencias como la asfixia de animales acuáticos.

En ambas profundidades (20% y 80%) los valores de oxígeno disuelto en la mayoría de todos los meses desde el año 2008 hasta el 2015 están dentro de lo permitido por el ECA, y en el gráfico N° 6 y 7 los valores de los promedios anuales desde el 2008 al 2015 están dentro del Estándar de Calidad Ambiental. Sin embargo, no quiere decir que no se hallen indicios de eutrofización.

#### **4.2.12 Conductividad**

Los valores de conductividad en el agua de la superficie muestran claramente la cara de sal en el agua que proviene en primera línea de residuos industriales, escurrimiento de abonos y sal de deshielo. La relación que tiene la conductividad con la eutrofización es que puede contener un alto contenido de sales nutritivas (fosfatos, nitratos) en aguas que conduce al crecimiento de las algas. Y los estándares establecidos por el MINAM establecen que no deben exceder los 1000uS/cm.

#### **A. Profundidad al 20%**

Los niveles de conductividad a esta profundidad superan ampliamente al ECA, además la tendencia ha sido creciente según el Gráfico N° 8 los niveles de conductividad han superado a los del 2014.

#### **B. Profundidad al 80%**

Según el Gráfico N° 9 la tendencia de la conductividad ha sido creciente desde el año 2008 al 2015 superando todos los puntos de monitoreo al ECA.

### **4.2.13 Potencial de Hidrogeniones (pH)**

El pH está relacionado con la eutrofización por el siguiente motivo. La fotosíntesis de algas cubre la superficie de un lago (Bahía Interior) que compiten por la luz. Los subproductos químicos de este proceso de fotosíntesis aumentan el pH del agua, por lo que organismos delicados que no pueden sobrevivir en estas condiciones. Con el tiempo los nutrientes inorgánicos (fosfatos y nitratos) se agotan y las algas empiezan a morir y las algas caen al fondo del lago y comienza el proceso de la descomposición. Las bacterias que descomponen la materia orgánica producen subproductos ácidos, que disminuyen el oxígeno y el pH, además de la biodiversidad del entorno. Sin embargo cuando comienza la degeneración de un cuerpo de agua el pH es alto, y cuando se agota la fuente de nutrientes el pH comienza a descender. El ECA establece que para calidad de aguas de categoría 4 (lagos y lagunas) el rango de pH según la norma del año 2015 debe ser entre 6.5 a 9.

#### **A. Profundidad al 20%**

Los niveles de pH a esta profundidad en los puntos de monitoreo sobrepasan (algunos puntos) el estándar de calidad ambiental según el Gráfico N° 10, en la mayoría de puntos la tendencia ha sido creciente en el aumento de Ph.



## **B. Profundidad al 80%**

Según el Gráfico N° 11 la tendencia del pH es creciente, y además en comparación al anterior caso, su nivel de alcalinidad es ligeramente superior que a la profundidad del 20%.

## CONCLUSIONES

- PRIMERO:** Se ha determinada lo eficiencia del método de Carlson en la evaluación de la eutrofización en la Bahía interior de Puno lago Titicaca, demostrándose con ello que la contaminación acelera la parcial o total desaparición de fito y zooplacton en la bahía, así como las especies icticas nativas.
- SEGUNDO:** En la cuantificación de la evaluación de la calidad del agua se ha determinado que hay zonas que se encuentran en una transición del estado oligotrófico al estado mesotrófico, así como hay zonas que se encuentran en una transición del estado mesotrófico al eutrófico y por último se ha podido determinar que la zona de Espinar donde se encuentran las lagunas de oxidación de las aguas residuales de la ciudad de puno se encuentra en un estado eutrófico con una tendencia a la hipertrofia.
- TERCERO:** Se reconoció que las fuentes de contaminación que afectan las aguas de la Bahía Interior de Puno llevándolas a niveles de eutrofización son principalmente; el vertimiento de aguas residuales domésticas, las aguas de escorrentías y el vertimiento de sólidos orgánicos e inorgánicos, principales aportantes de nutrientes como es el nitrógeno y el fósforo.
- CUARTO:** Se ha determinado que los contaminantes más relevantes en el proceso de eutrofización de la bahía interior son los nutrientes y fosfatos, estos provenientes del vertimiento de aguas residuales de la ciudad de puno. Los fosfatos a pesar de ser un factor limitante en nutrientes se encuentran en concentraciones muy altos que contribuyen enormemente a la eutrofización severa de la bahía, a una profundidad del 20% los valores han disminuido ligeramente, sin embargo en profundidades de 80% han aumentado mínimamente, pero comúnmente ambos tienen concentraciones peligrosas.

## RECOMENDACIONES

- PRIMERO:** Se recomienda realizar análisis de Clorofila a en la bahía interior de Puno para realizar la respectiva comparación con el TSI de carlson.
- SEGUNDO:** Se recomienda realizar análisis de Fósforo Total en la bahía interior de Puno para realizar la respectiva comparación con el TSI de carlson.
- TERCERO:** Se recomienda caracterizar fitoplancton para determinar los tipos de microorganismos presentes.
- CUARTO:** Se recomienda hacer un análisis de sedimentos, así mismo como principalmente su composición en fósforo.
- QUINTO:** El método de filtración recomendado a utilizar para aumentar la transparencia de la bahía interior es la totora, debido a su gran presencia en el lago.
- SEXTO:** Las instituciones competentes como el ANA, OEFA, GOBIERNO LOCAL Y EL GOBIERNO REGIONAL, deberían implementar programas educativos para la población, difundiendo por los diferentes medios de comunicación la importancia de proteger la integridad de los ecosistemas acuáticos en todas sus áreas.
- SÉPTIMO:** Monitorear en forma permanente las posibles causas que pueden contaminar EL LAGO TITICACA, para establecer los mecanismos preventivos frente a los contaminantes ambientales.
- OCTAVO:** Debe existir el compromiso formal de las Instituciones competentes para crear y aplicar políticas protectoras del ambiente natural, mediante la formulación de ordenanzas que comprometan la participación de la sociedad en general.
- NOVENO:** Los Gobiernos locales y nacionales a través de gestiones oportunas, deben facilitar y asignar los recursos económicos necesarios para la protección del ambiente.



**DÉCIMO:** Prevenir y reducir la contaminación de los muelles lacustres y embarcaciones lacustres, con la participación de los diferentes sectores sociales, ejecutando las normas ambientales nacionales y locales.

## BIBLIOGRAFÍA

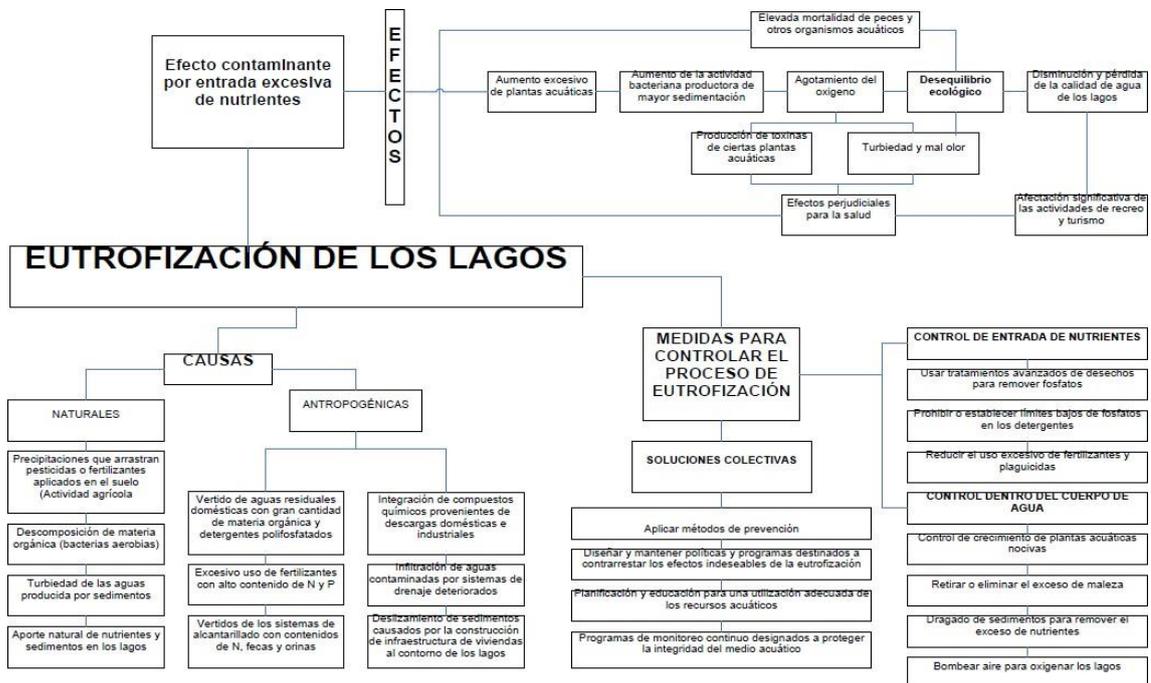
- Aguirre, C. (2018). Procesos físicos que controlan el intercambio de agua entre la Bahía de Puno y la cuenca Principal del Lago.
- Bauzá, Letizia., & Giannuzzi, Leda (2011). Métodos de control del desarrollo de floraciones cianobacterianas en ambientes acuáticos Revisión actualizada.
- Bohn, V., Piccolo, M., Pratolongo, P., & Perillo, Y (2012). Evaluación del Estado Trófico de dos lagunas Pampeanas (Argentina).
- Bonanse, M., Ledesma, C., Rodriguez, C., & Delgado, A. S. R. (2012). Concentración de clorofila-a y límite de zona fótica en el embalse Río Tercero (Argentina) utilizando imágenes del satélite CBERS-2B
- Chapa, 33.C., & Guerrero, R (2010). Eutrofización: abundancia que mata.
- Chaves Ramírez, C. (2022). Evaluación del estado ambiental del lago en el Parque Metropolitano la Sabana, San José, Costa Rica, para la implementación de medidas de rehabilitación ecológica.
- Correal, D (2022). Impacto ambiental de la eutrofización.
- Fontúrbel Rada, F. (2016a). Algunos criterios biológicos sobre el proceso de eutrofización a orillas de seis localidades del lago Titicaca.
- Fontúrbel Rada, F. (2016b). Indicadores fisicoquímicos y biológicos del proceso de eutrofización del lago Titicaca (Bolivia).
- García Miranda, F. G., & Miranda Rosales, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico.
- Goitía, Y. (2011). Análisis preliminar de la metodología para obtener el perfil vertical de parámetros del nivel eutrófico de un embalse.
- Inmaculada Romero, G. (2019). Eutrofización: Carga crítica de fósforo.
- Jorge, Q., & Daza Pelaez, C (2014). Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos e hidrobiológicos en el sistema TDPS con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca. Titicaca.



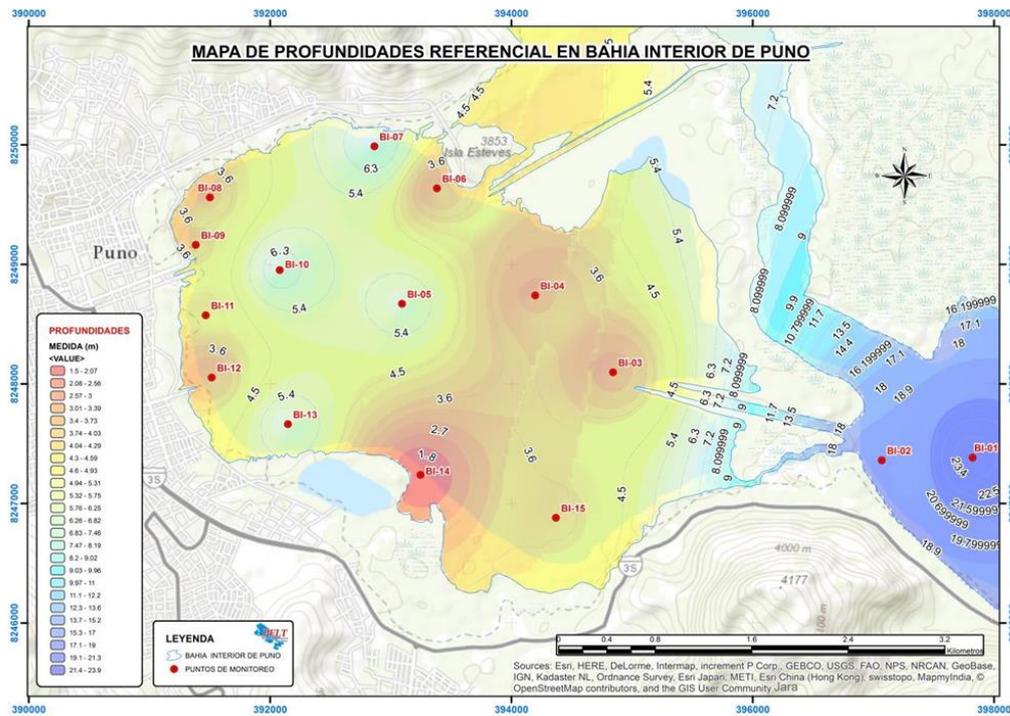
- Mamani (2017). Implementación De Un Modelo Numérico De Calidad Del Agua Para el Estudio Del Fenómeno De Eutrofización Del Embalse El Pañe.
- Monroy (2014). Principales impactos antrópicos y sus efectos sobre la comunidad de peces del lago Titicaca.
- Moreta (2008). La Eutrofización De Los Lagos y sus Consecuencias. Ibarra 2008.
- Ortiz, J., & Ordoñez, C (2012). Estado trófico de la laguna de Limoncocha en base a los índices de Carlson y Lacat.
- Osorio López et al. (2022). Estado actual de eutrofización utilizando el modelo matemático del índice de estado trófico (IET) en la laguna de Paca de la provincia de Jauja.
- Rodríguez (2003). Los peligros de eutrofización de los cuerpos de agua por el vertimiento de las aguas residuales.
- Solombrino, A., & Martinez, J (2021). Condiciones ambientales y eutrofización de la laguna el Pino, Guatemala, con base en variables fisicoquímicas, vegetación acuática y terrestre.
- Vásquez (2017). Efectos de la Eutrofización en el Habitat de la Bahía de Puno, en la Diversidad y Abundancia de Avifauna del Lago Titicaca.
- Vásquez-Zapata et al. (2012). Metodología para determinar niveles de eutrofización en ecosistemas acuáticos.

## ANEXOS

Anexo 1 Diagrama de causas y efectos de la eutrofización en lagos.



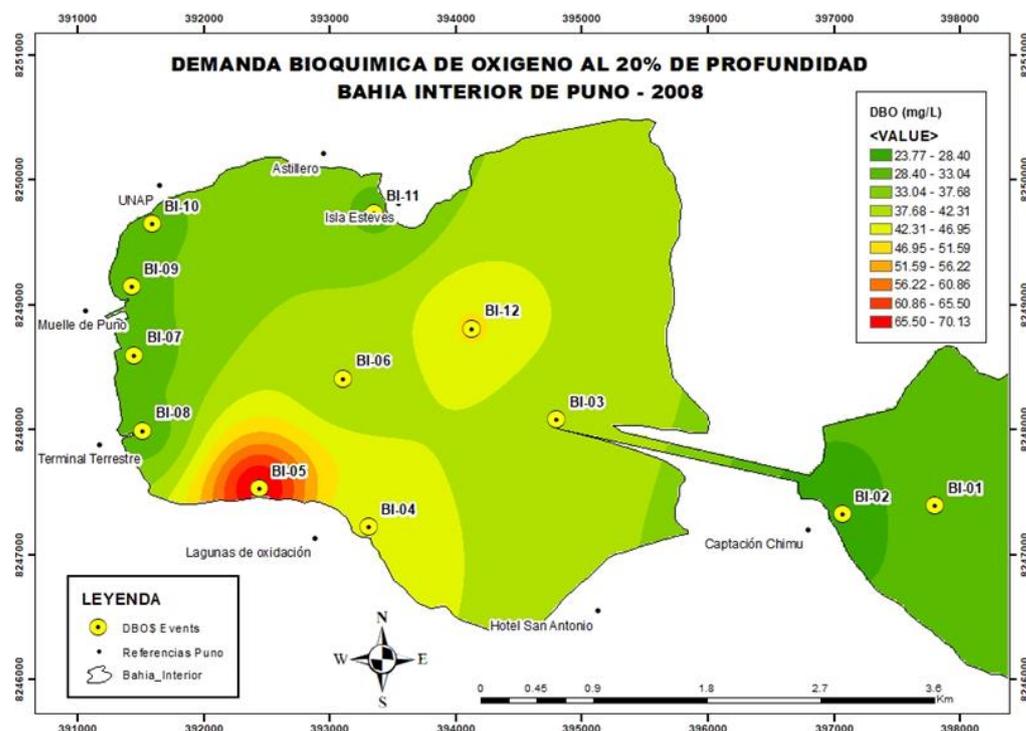
## Anexo 2 Batimetría de la Bahía Interior Puno Lago Titicaca



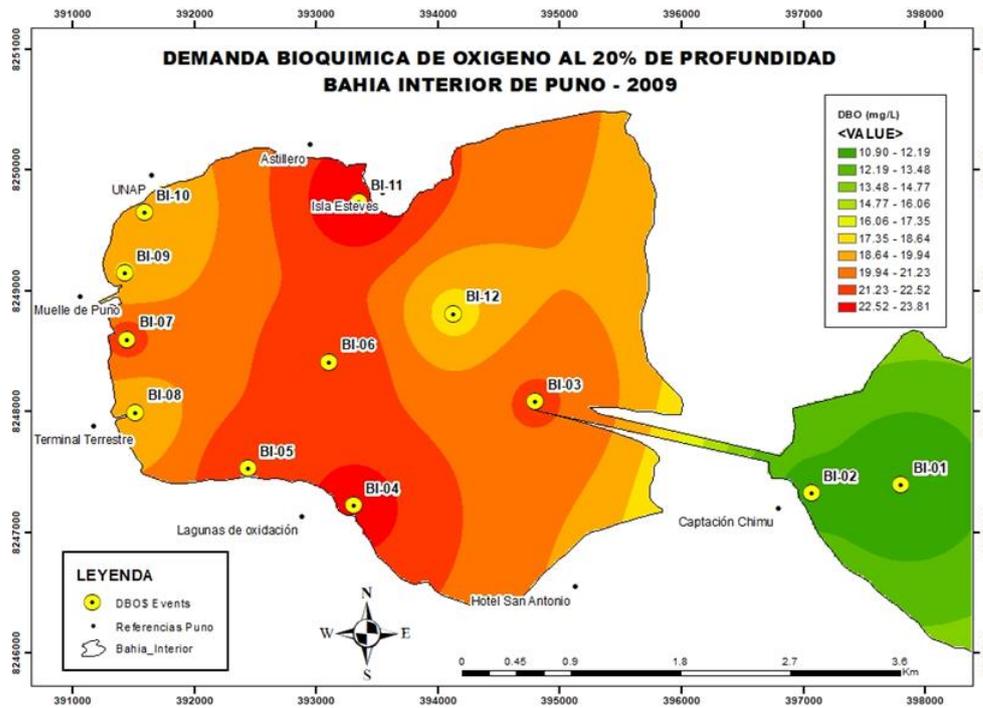
## Anexo 3 Mapas del estado Eutrófico de la Bahía Interior Puno Lago Titicaca

### 3.1 Mapa de Estado Eutrófico de la Demanda Bioquímica de Oxígeno al 20 % de Profundidad

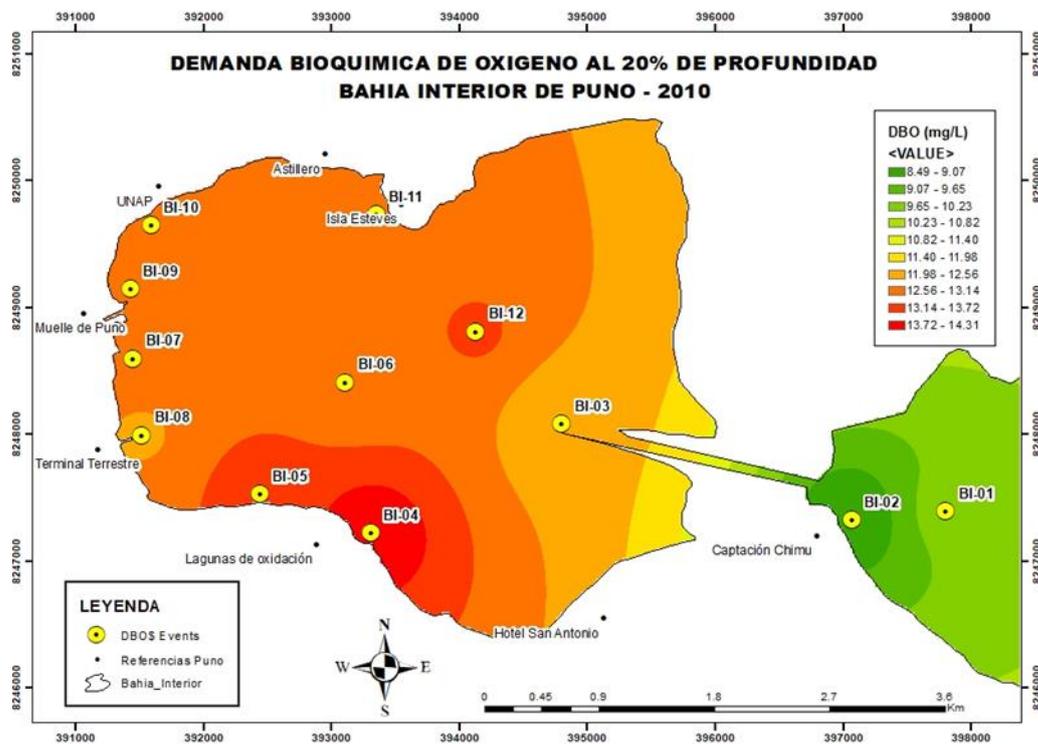
Año 2008



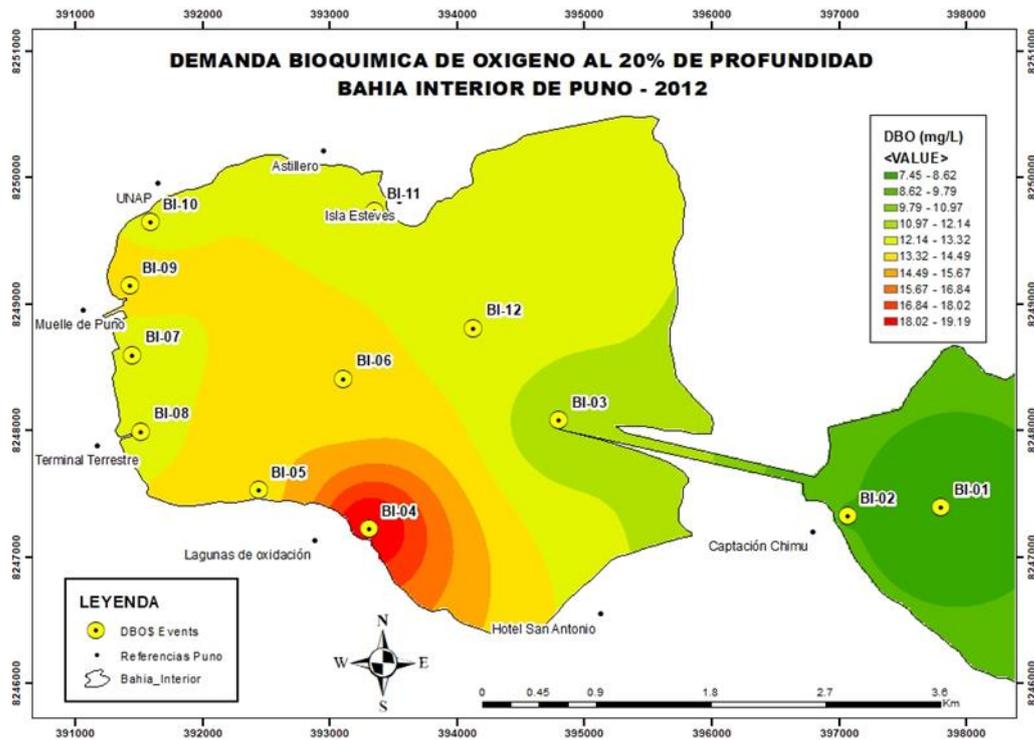
### Año 2009



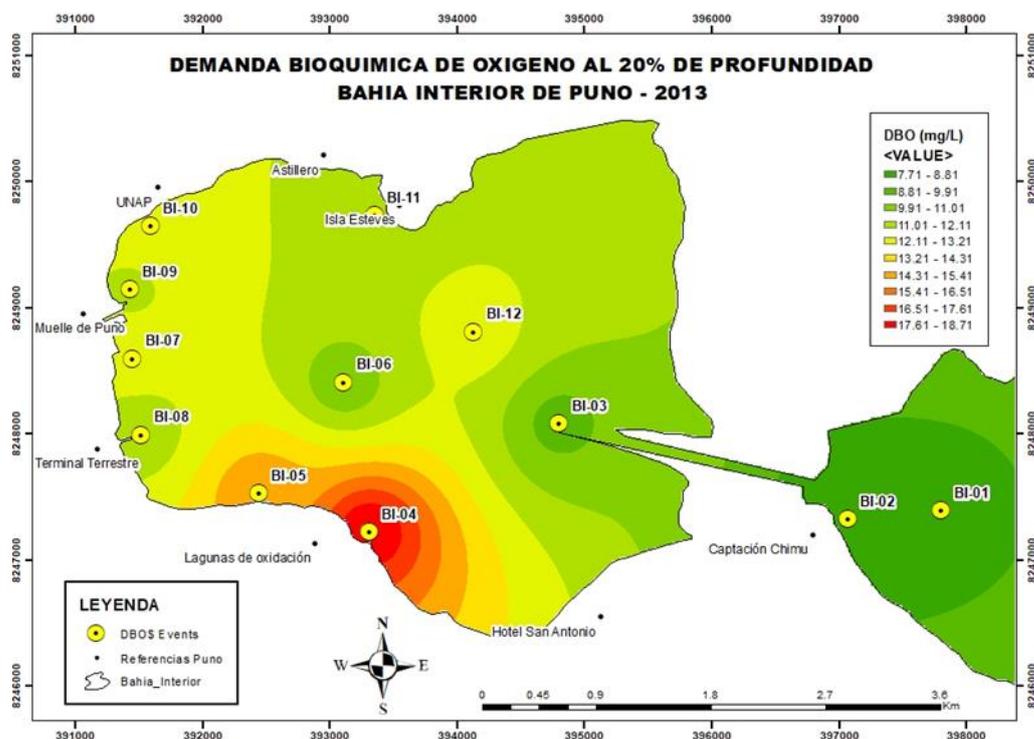
### Año 2010



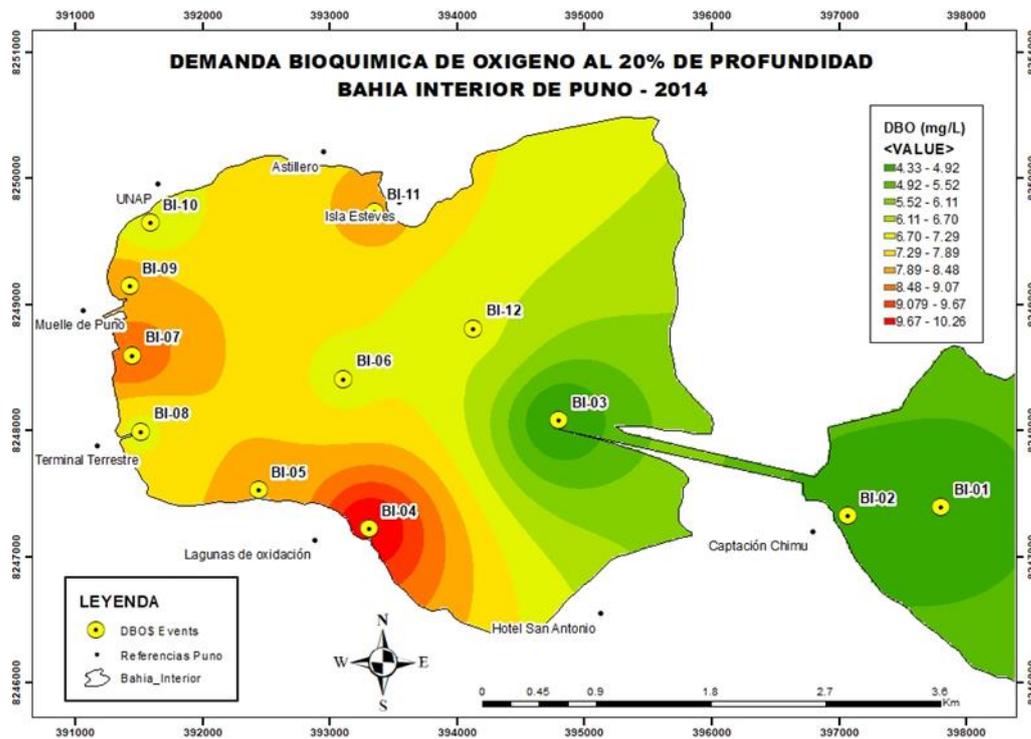
**Año 2012**



**Año 2013**

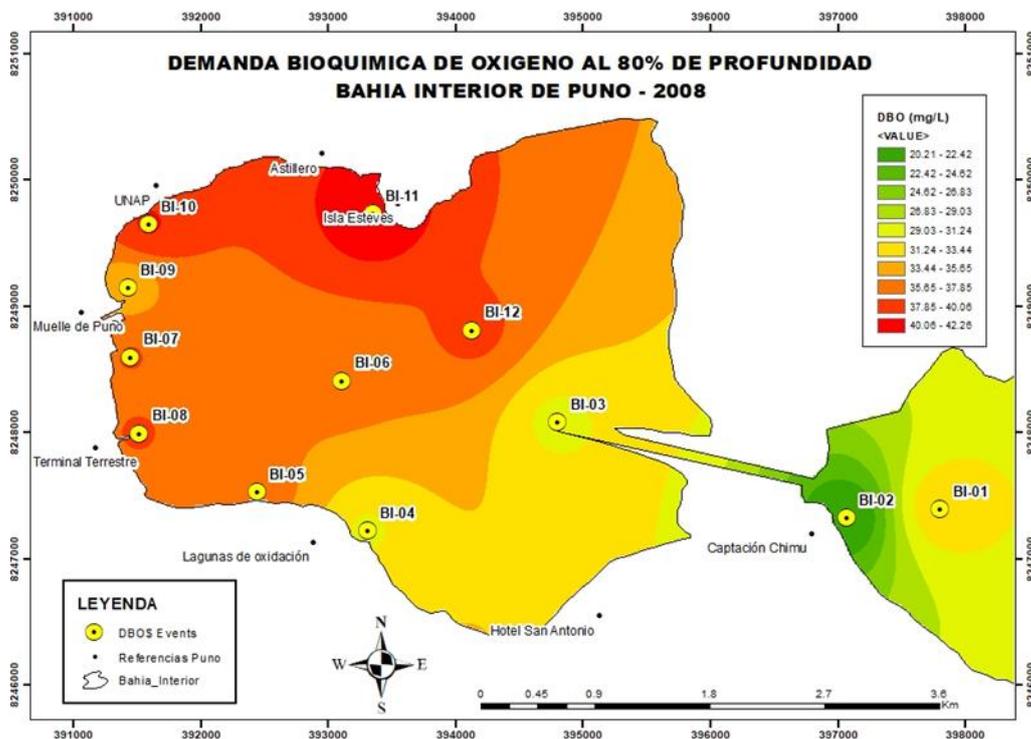


**Año 2014**

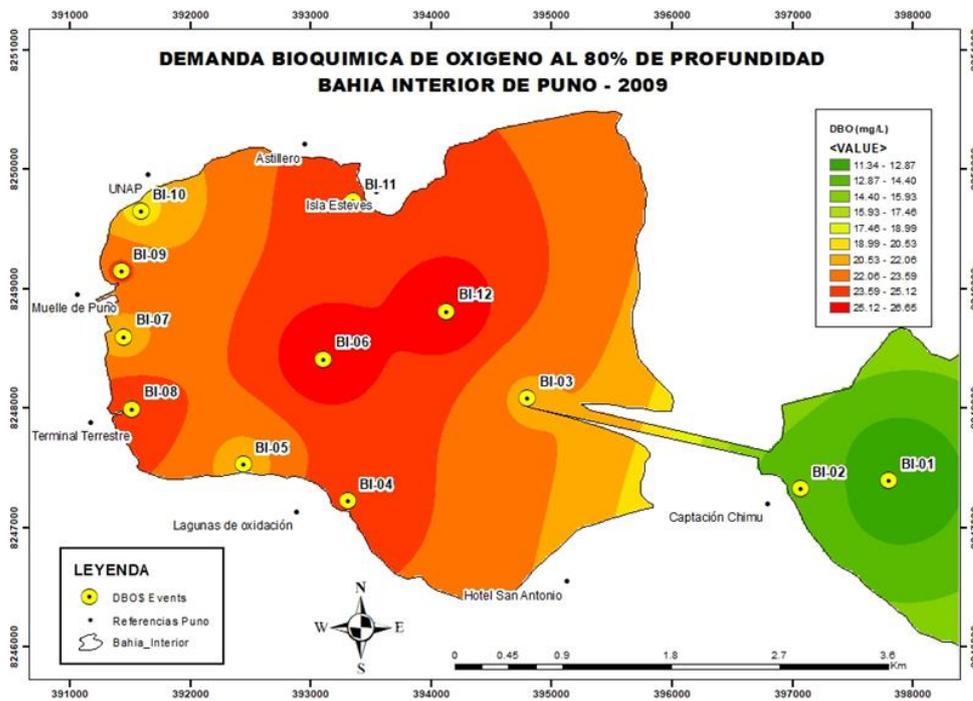


**3.2 Mapa de Estado Eutrófico de la Demanda Bioquímica de Oxígeno al 80 % de Profundidad**

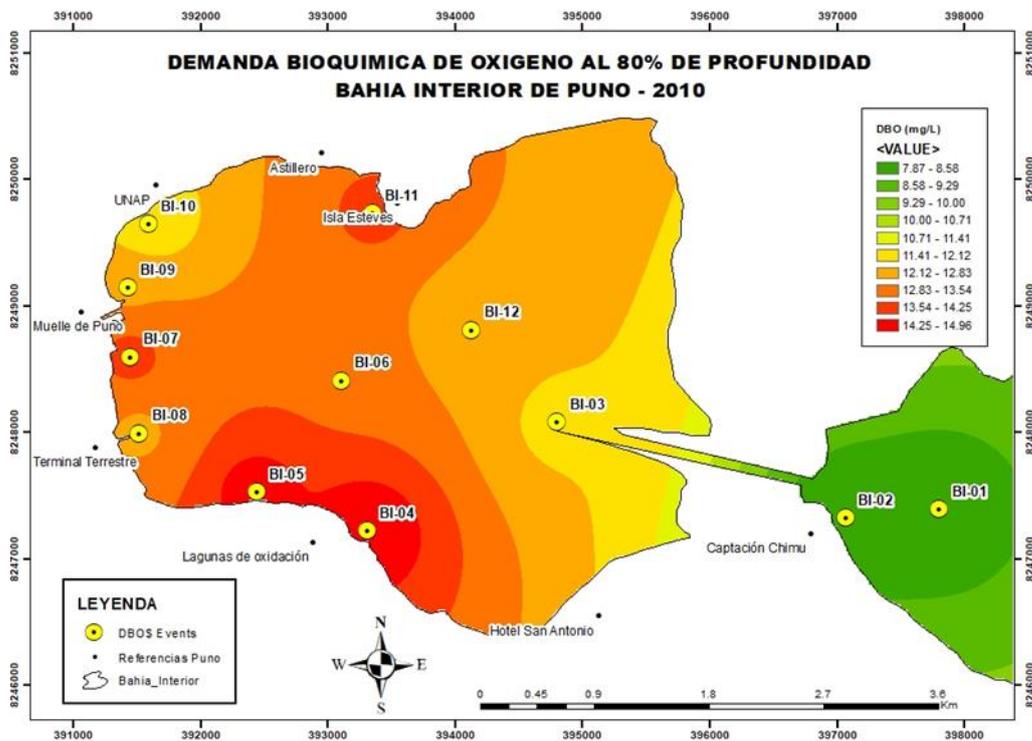
**Año 2008**



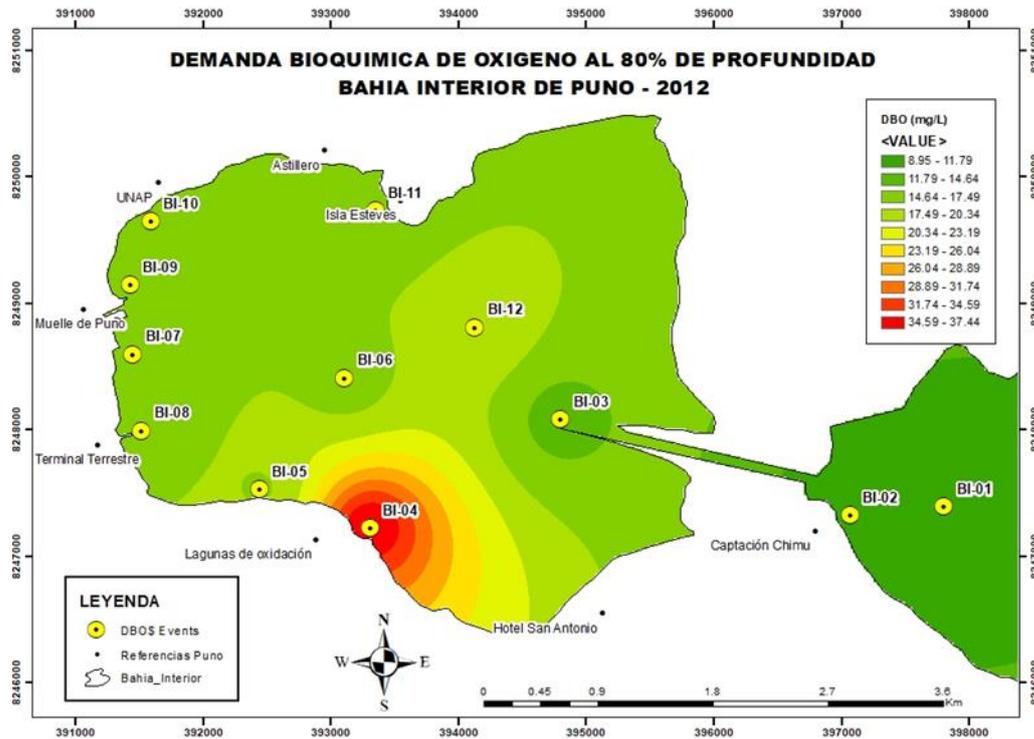
**Año 2009**



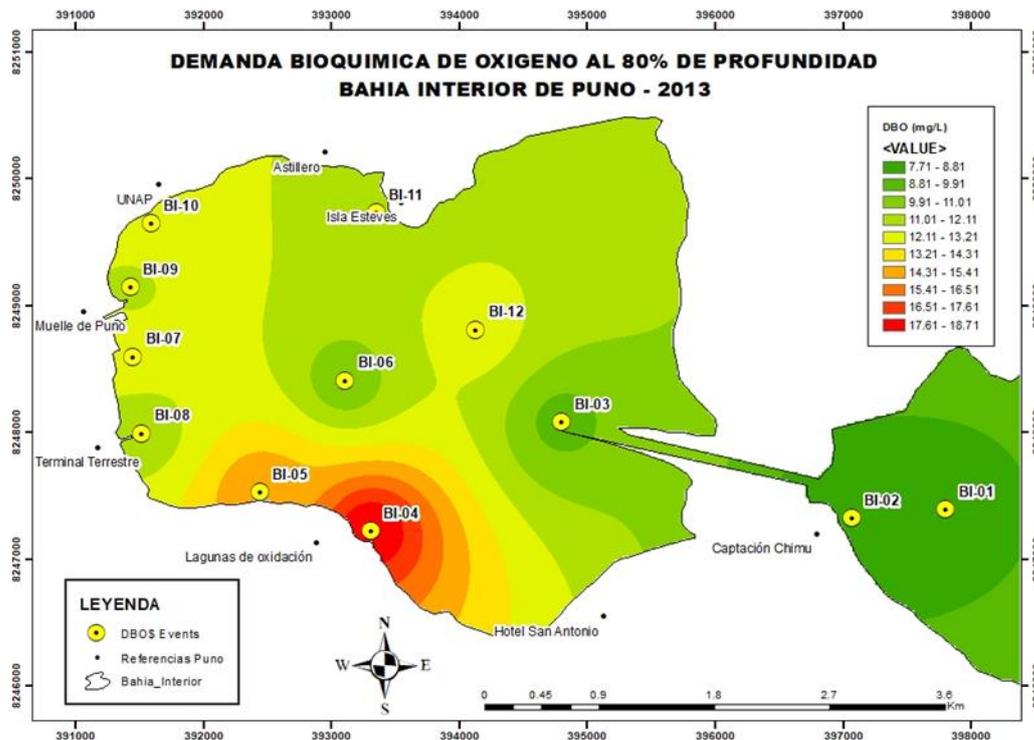
**Año 2010**



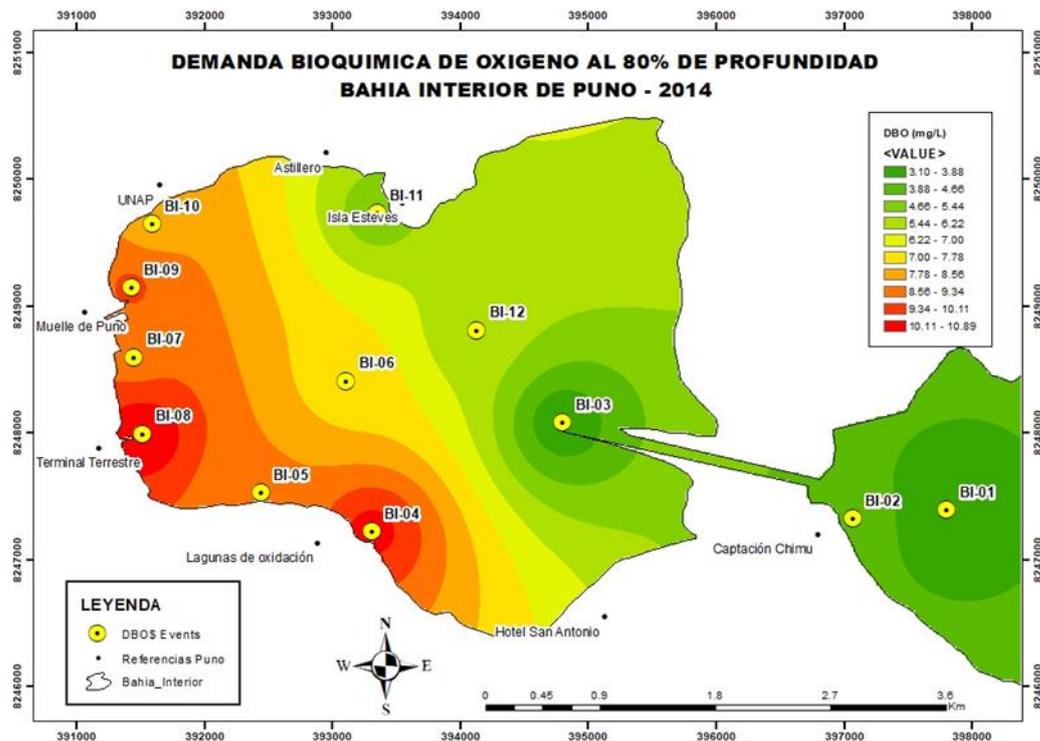
**Año 2012**



**Año 2013**

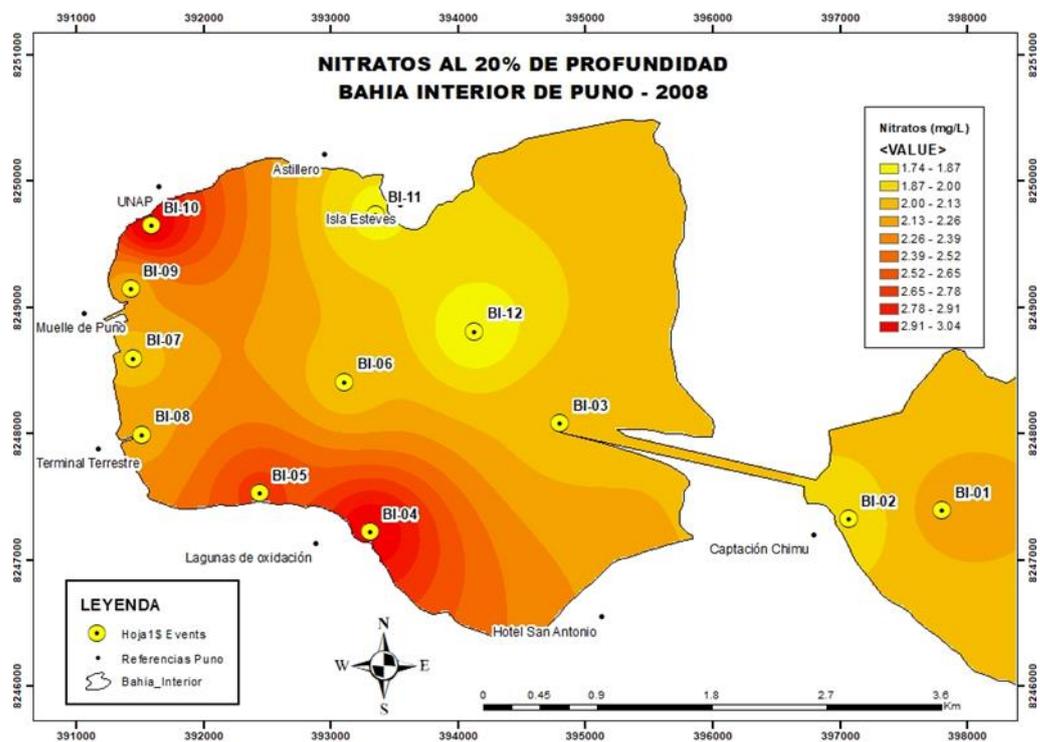


Año 2014

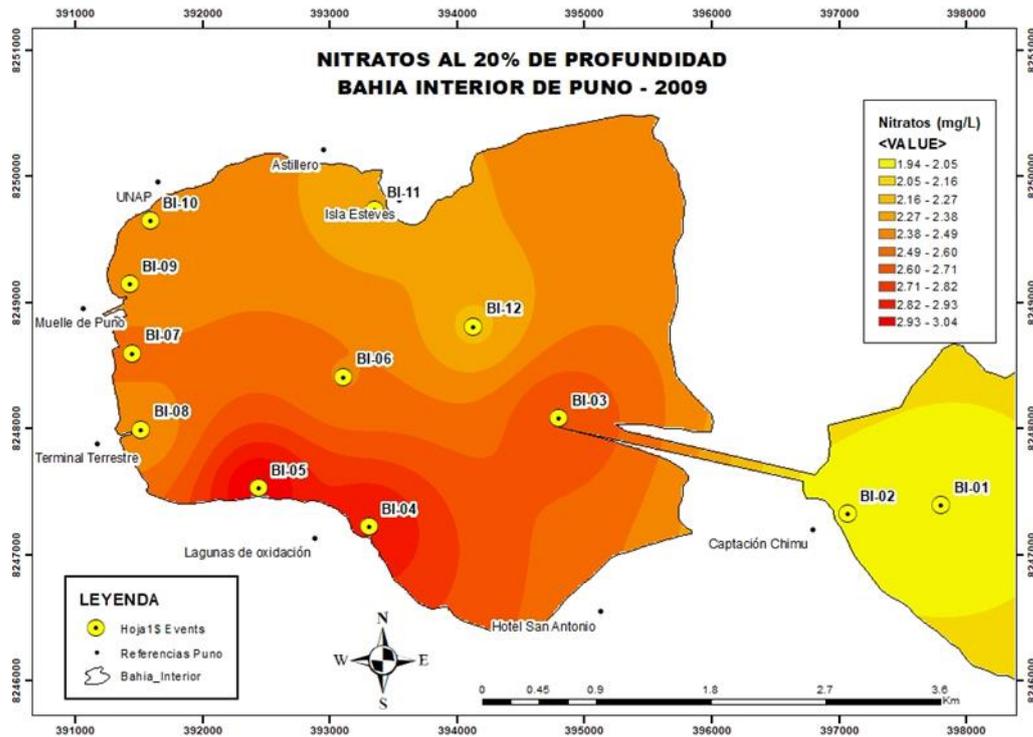


### 3.3 Mapa de Estado Eutrófico de los Nitratos al 20 % de Profundidad

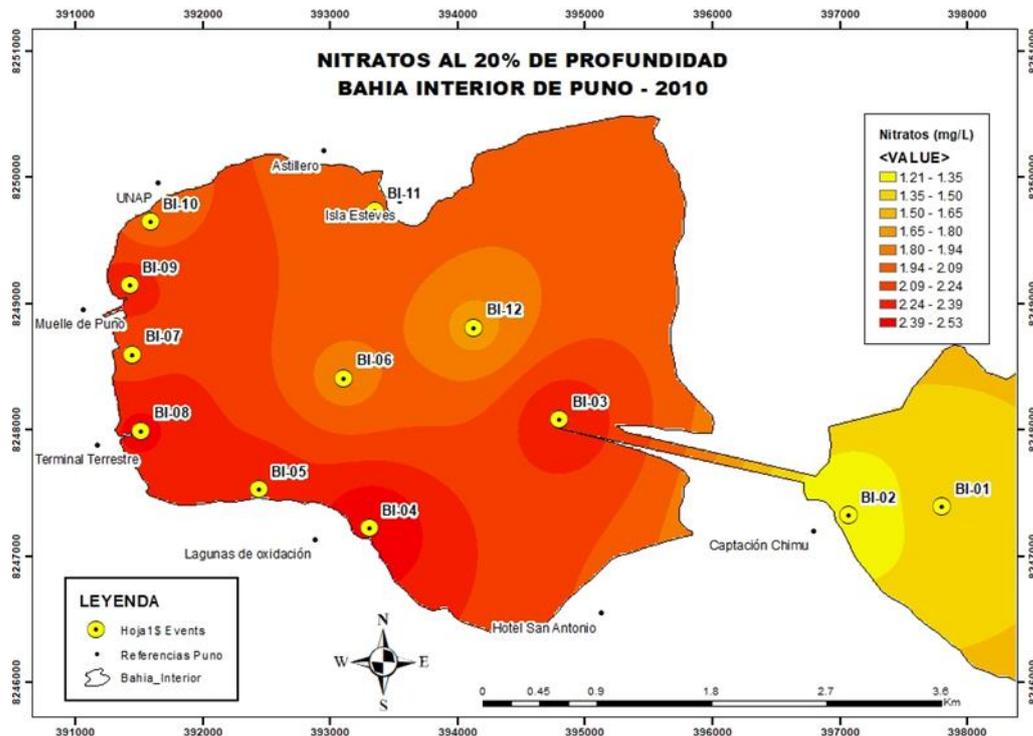
Año 2008



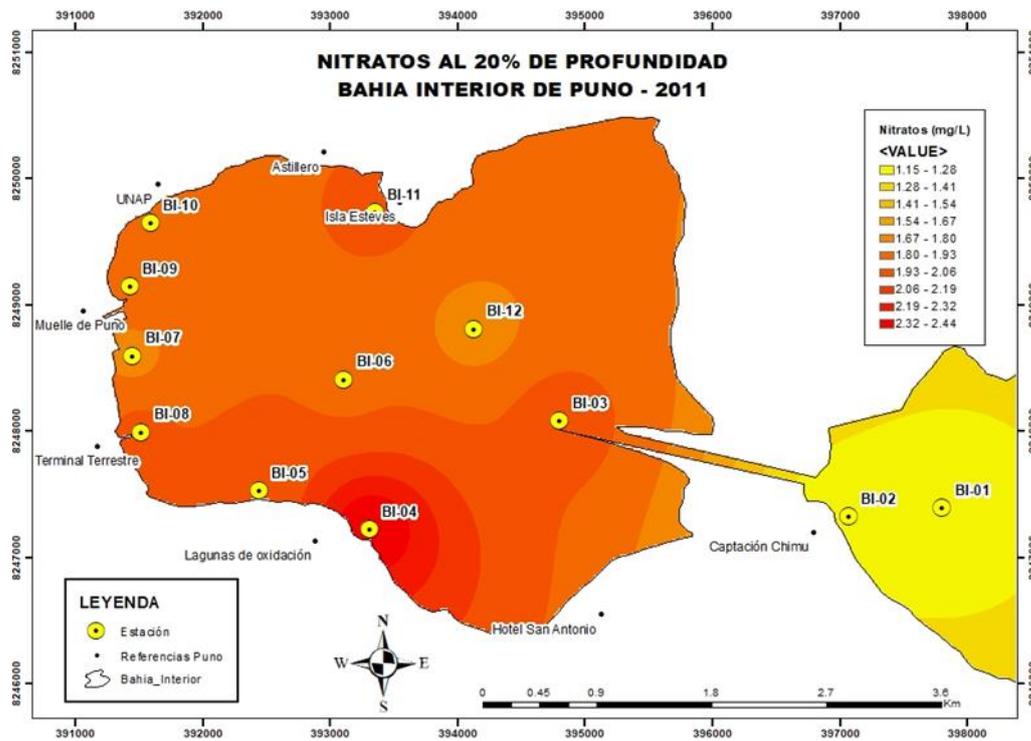
**Año 2009**



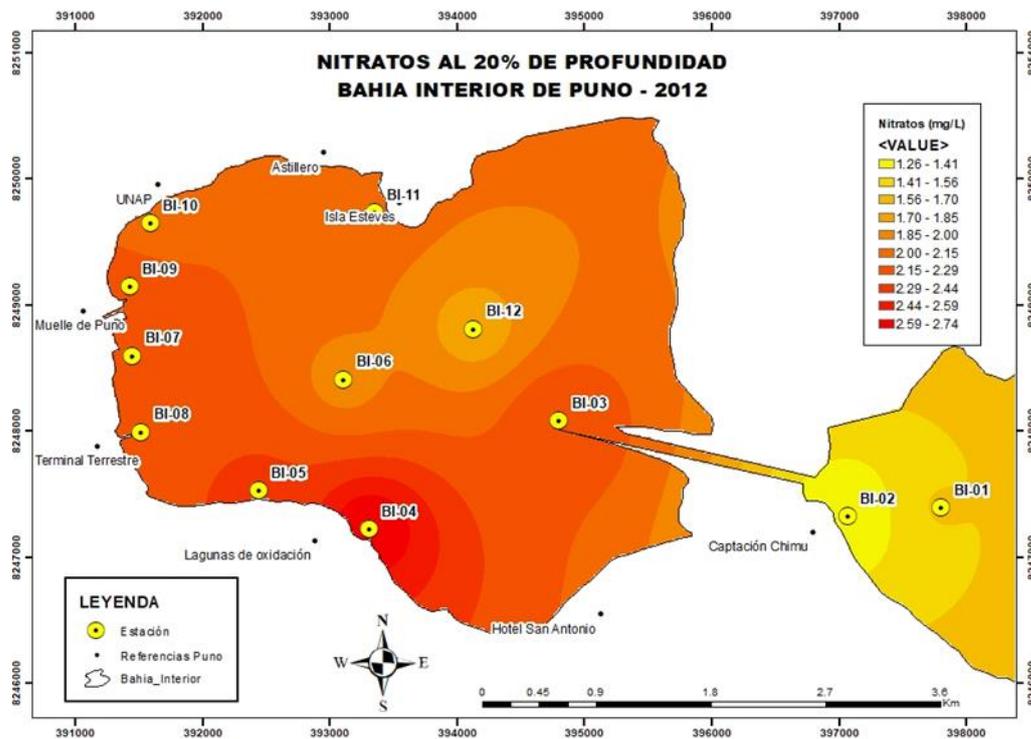
**Año 2010**



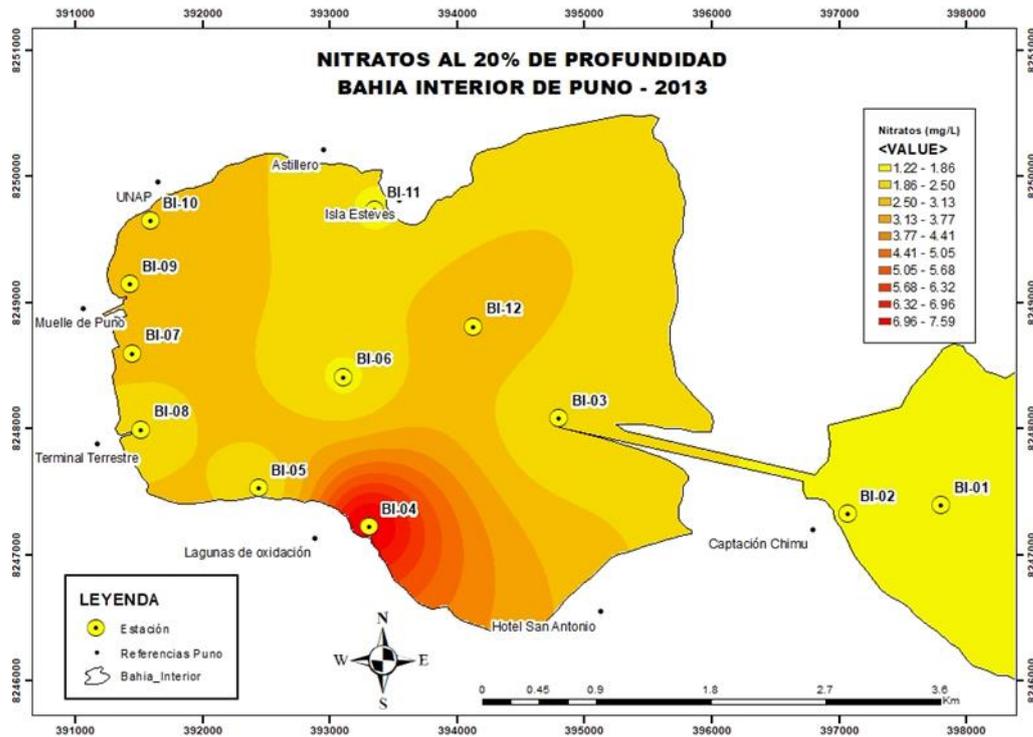
**Año 2011**



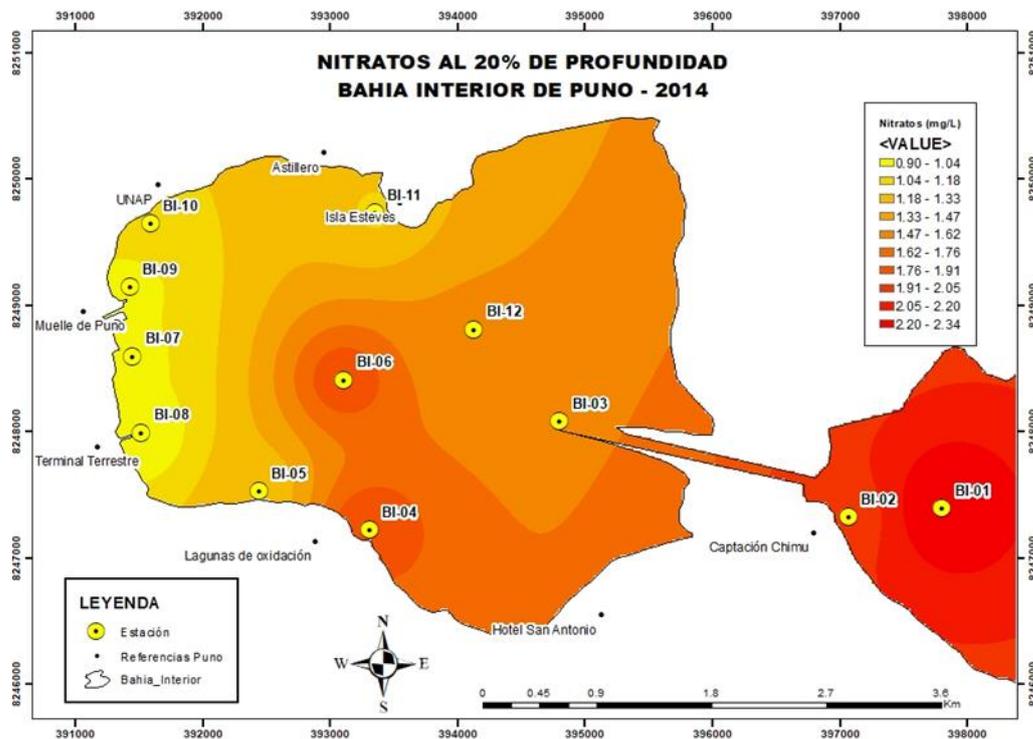
**Año 2012**



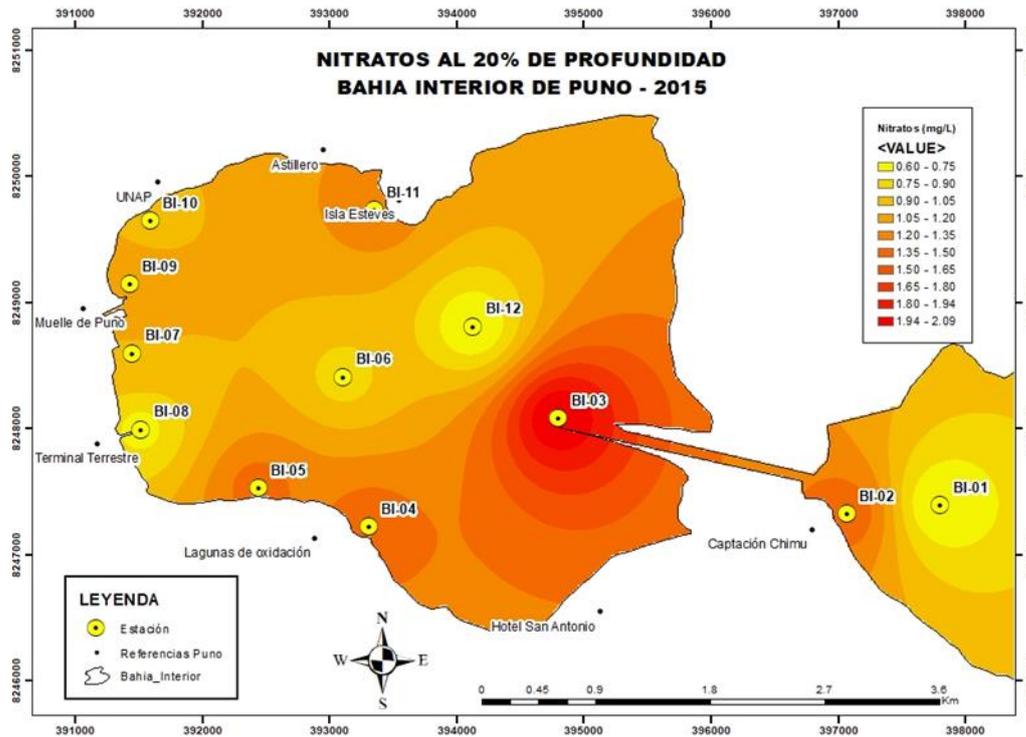
**Año 2013**



**Año 2014**

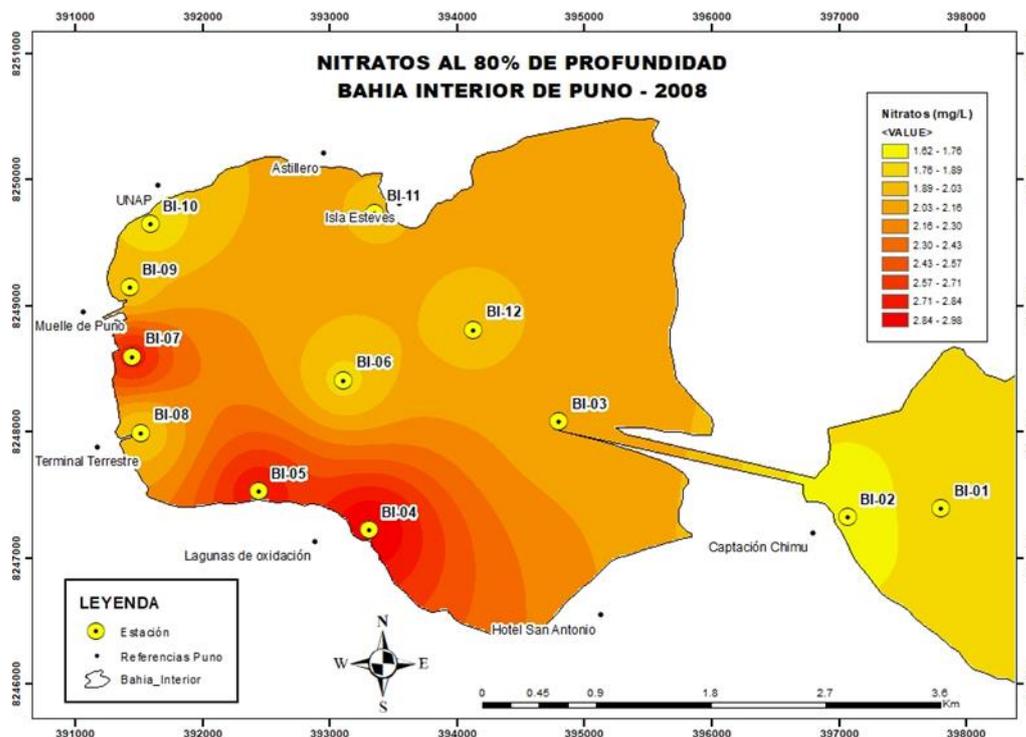


**Año 2015**

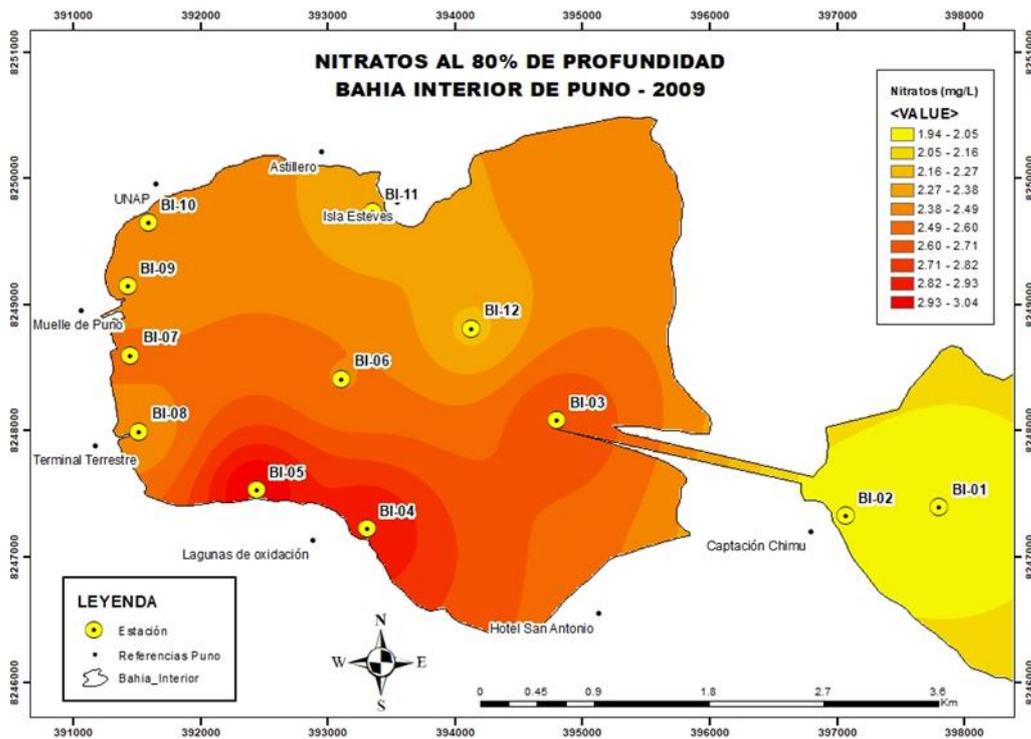


**3.4 Mapa de Estado Eutrófico de los Nitratos al 80 % de Profundidad**

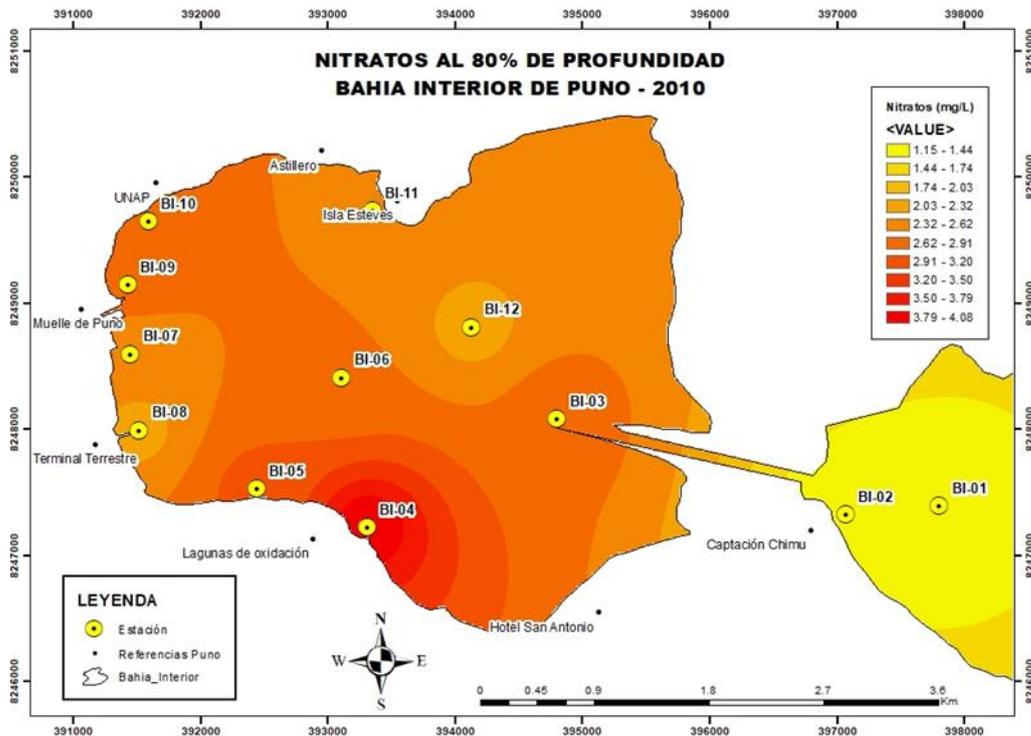
**Año 2008**



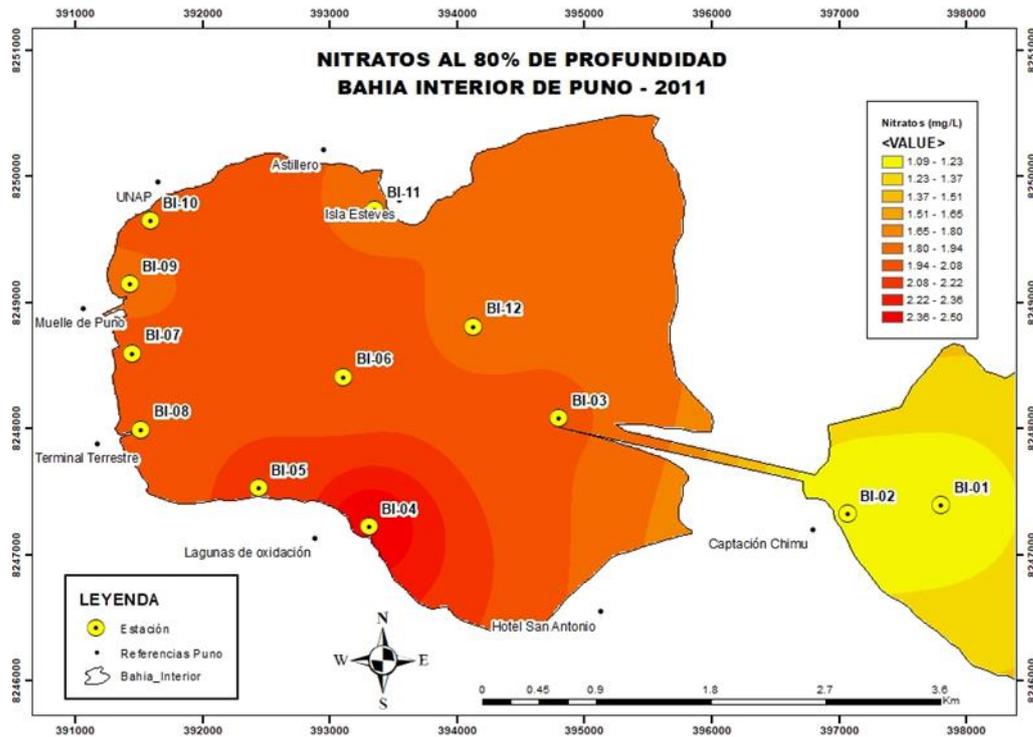
Año 2009



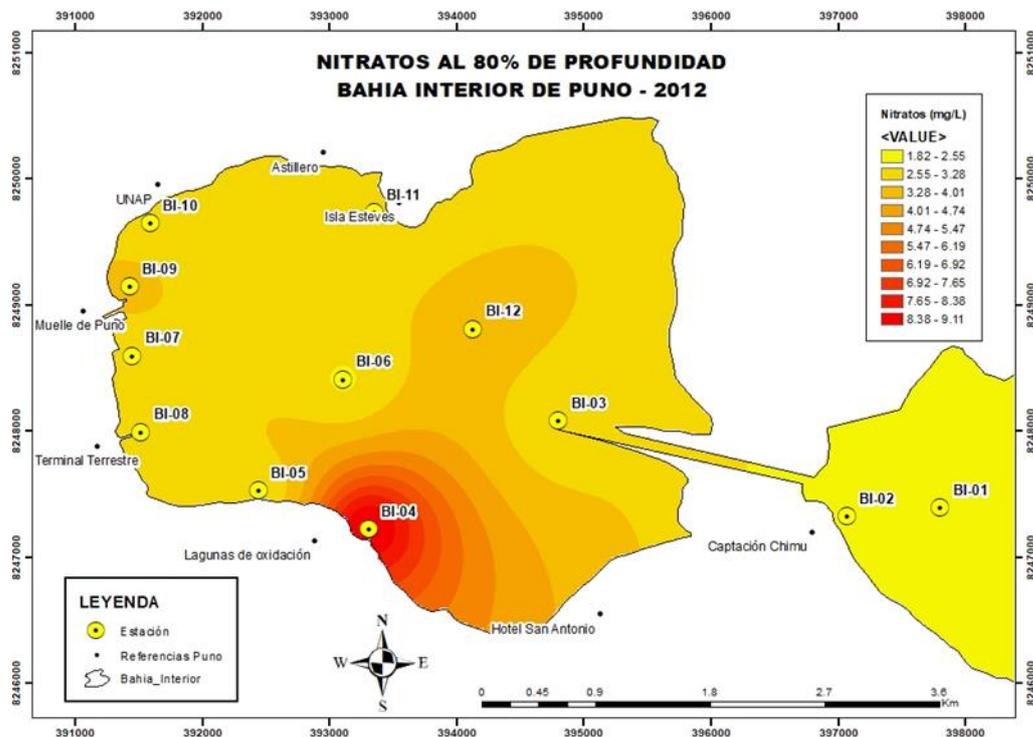
Año 2010



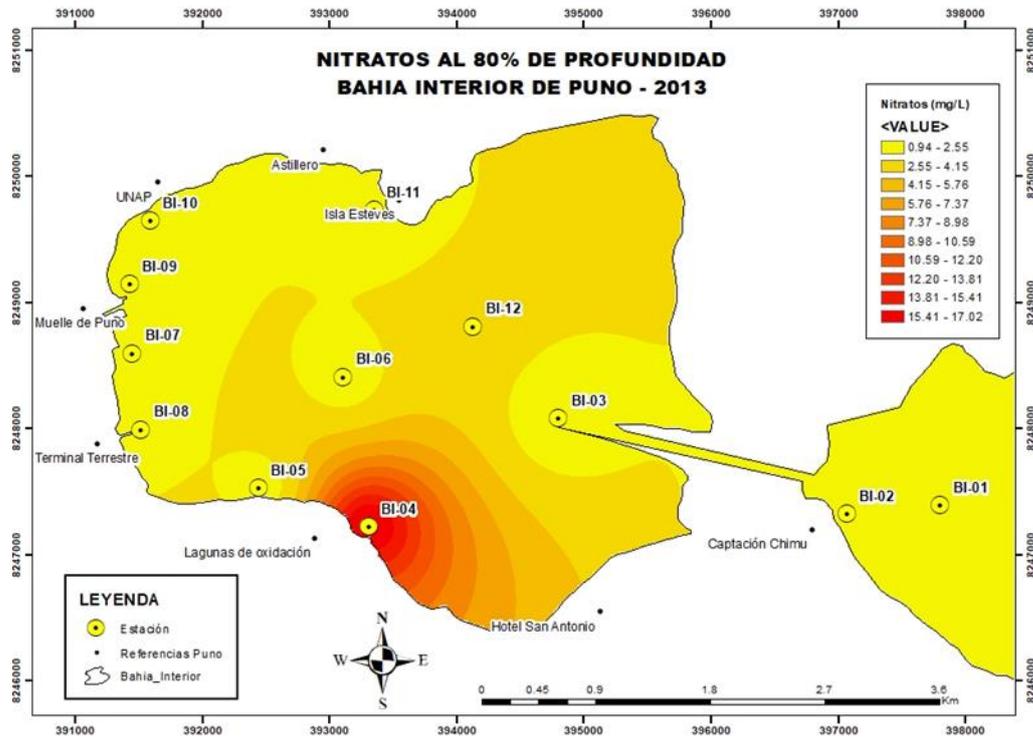
Año 2011



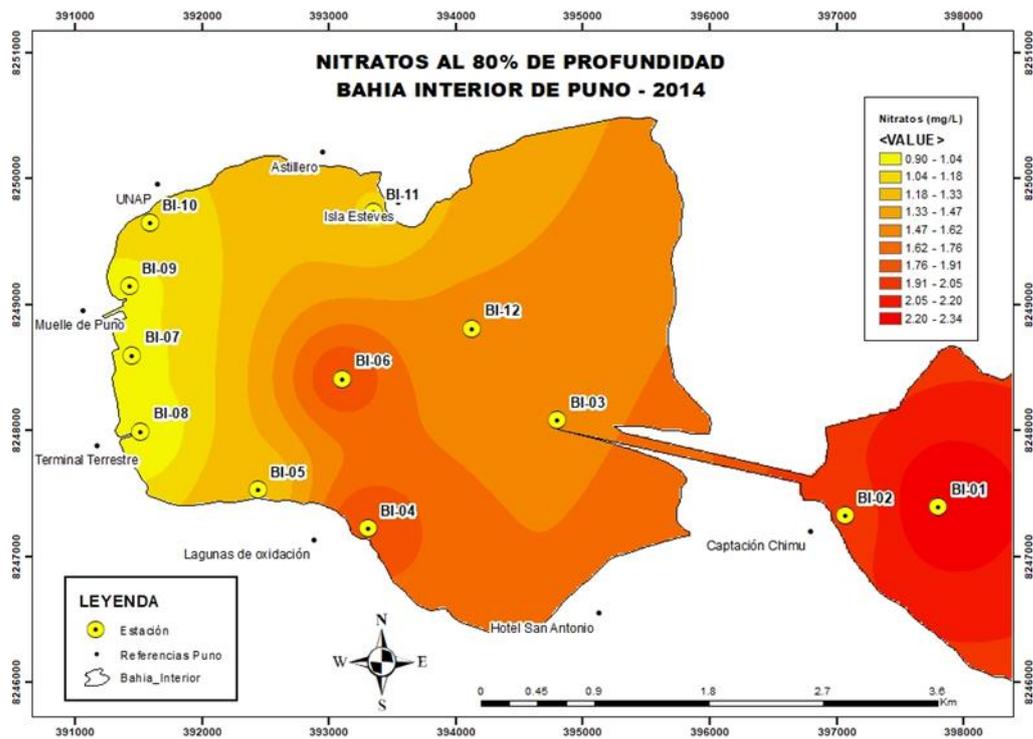
Año 2012



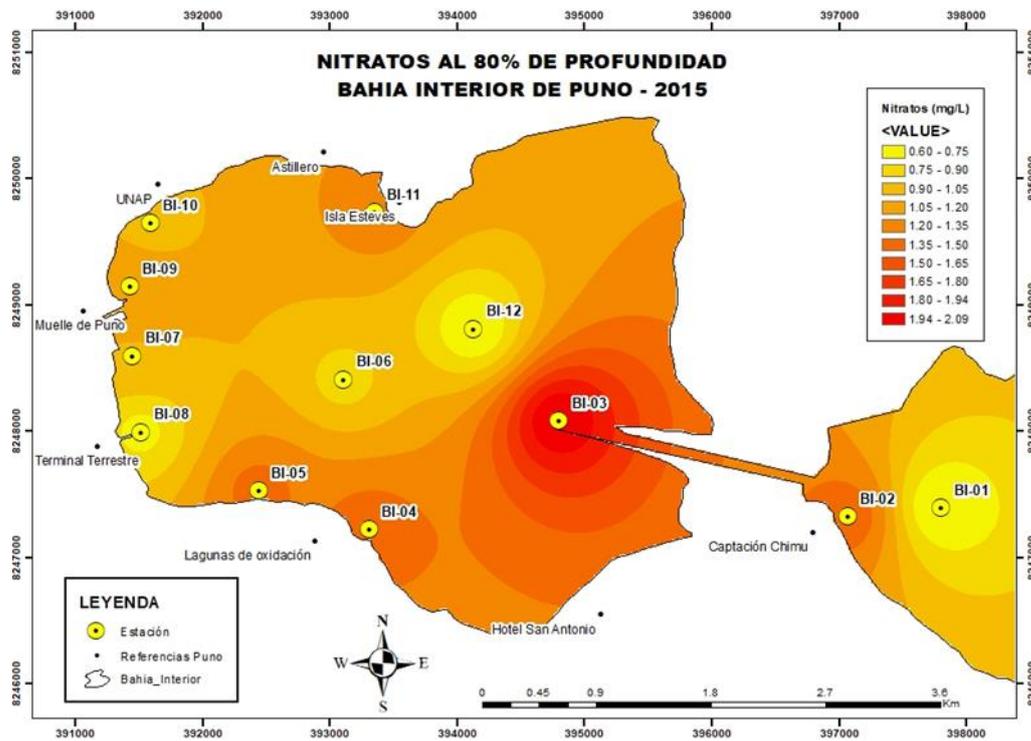
**Año 2013**



**Año 2014**

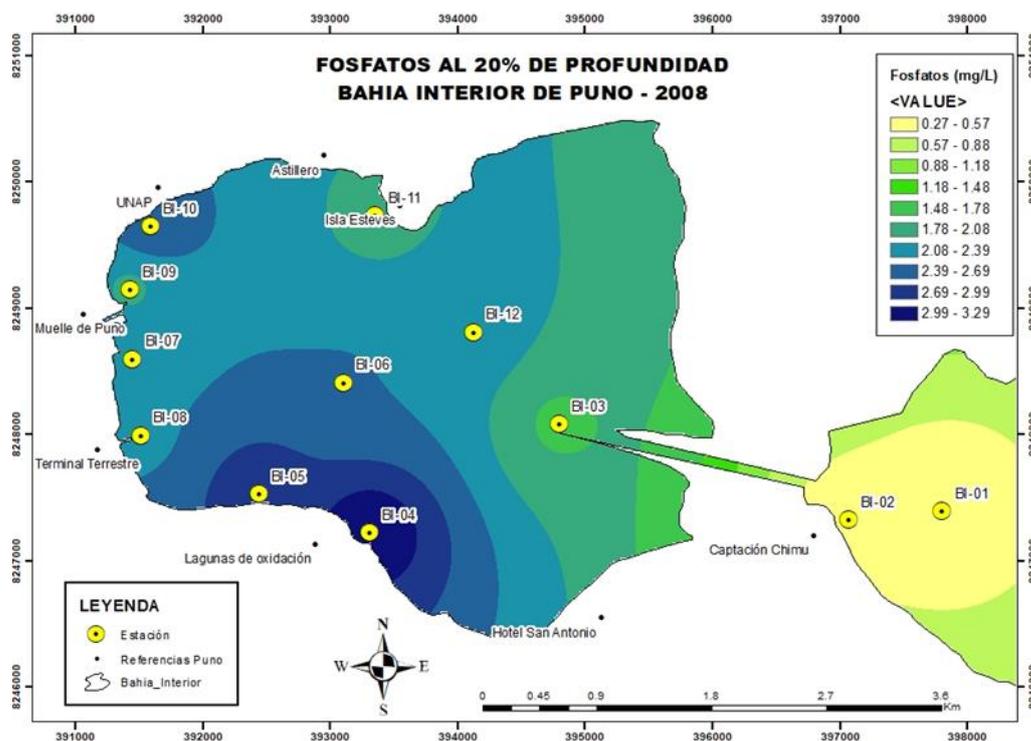


**Año 2015**

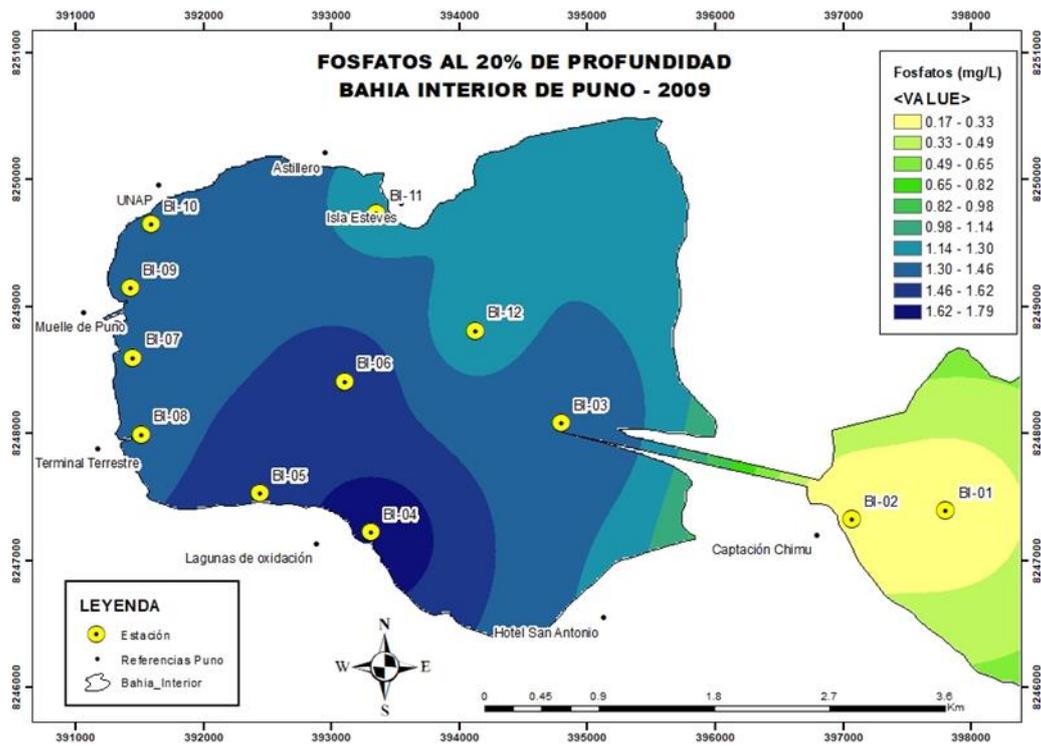


**3.5 Mapa de Estado Eutrófico de los Fosfatos al 20 % de Profundidad**

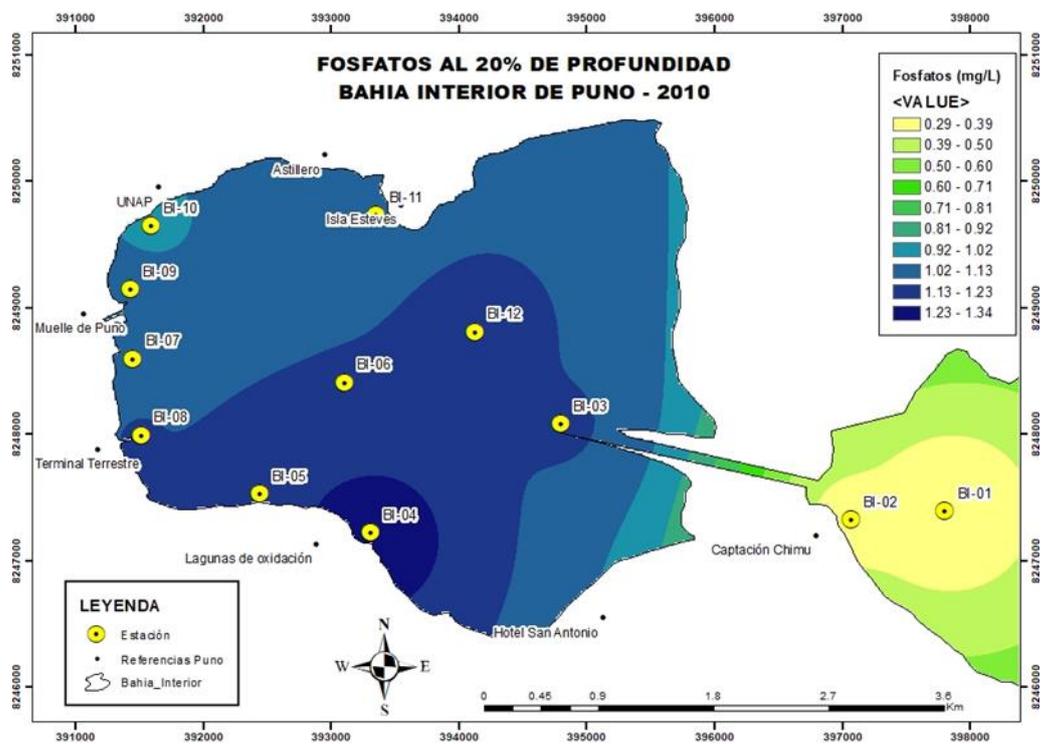
**Año 2008**



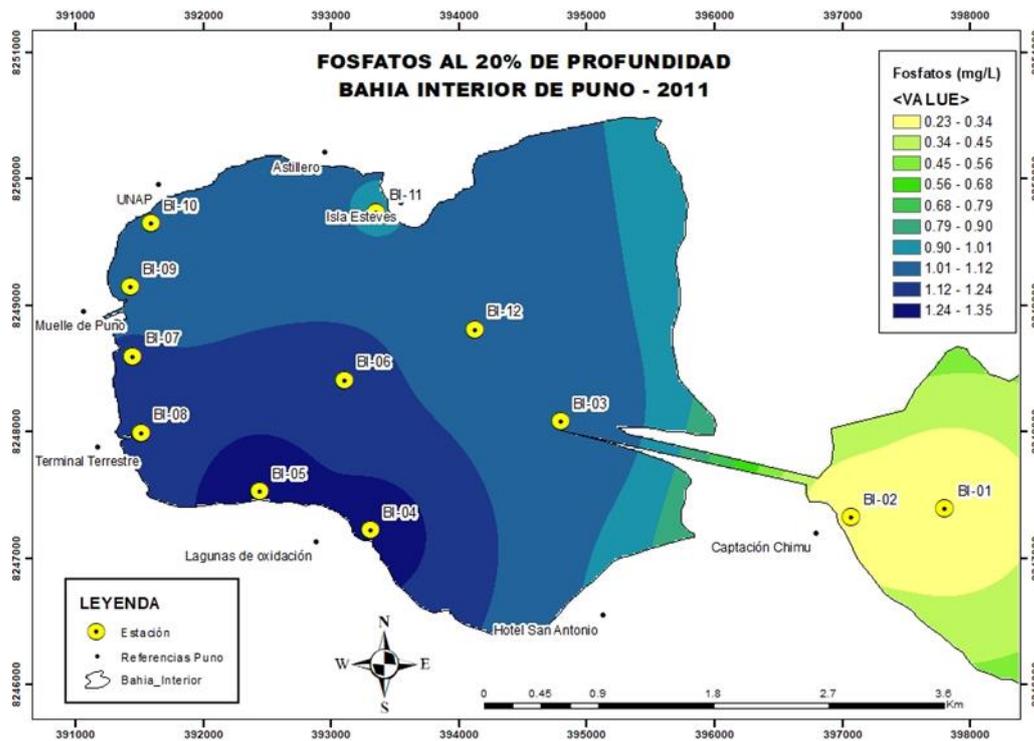
**Año 2009**



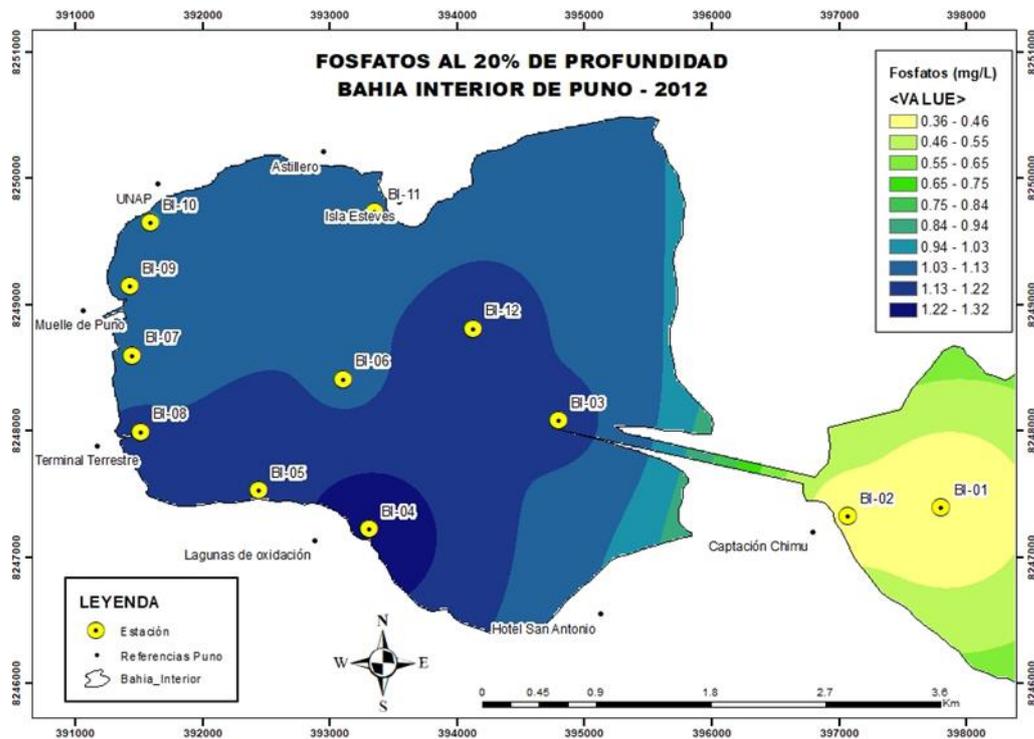
**Año 2010**



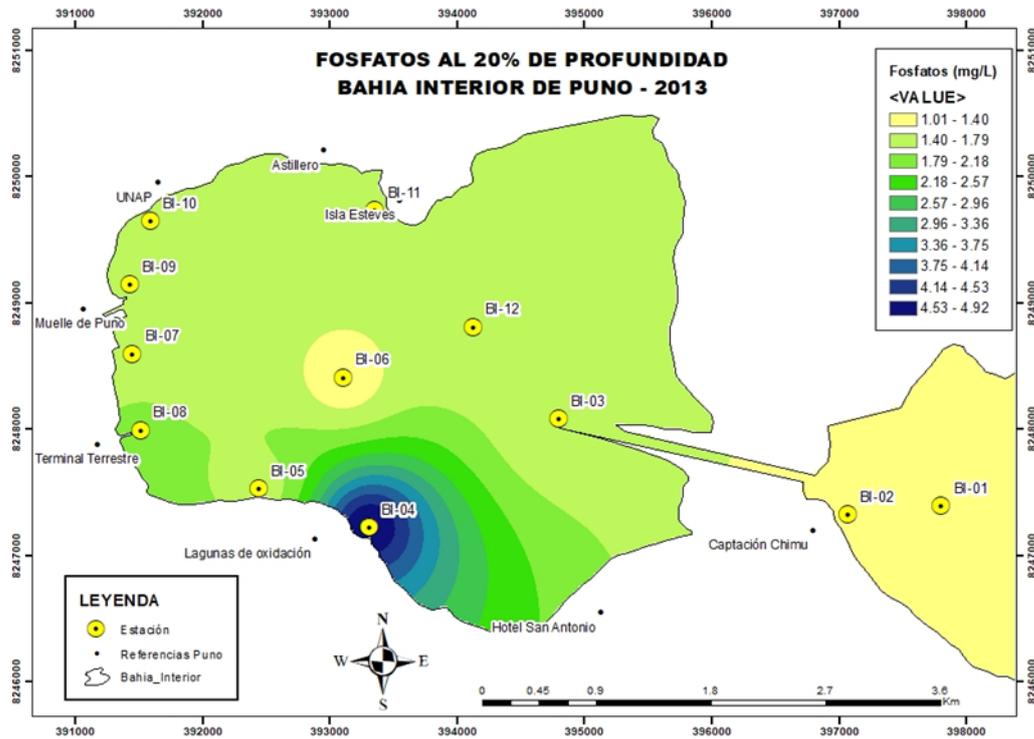
Año 2011



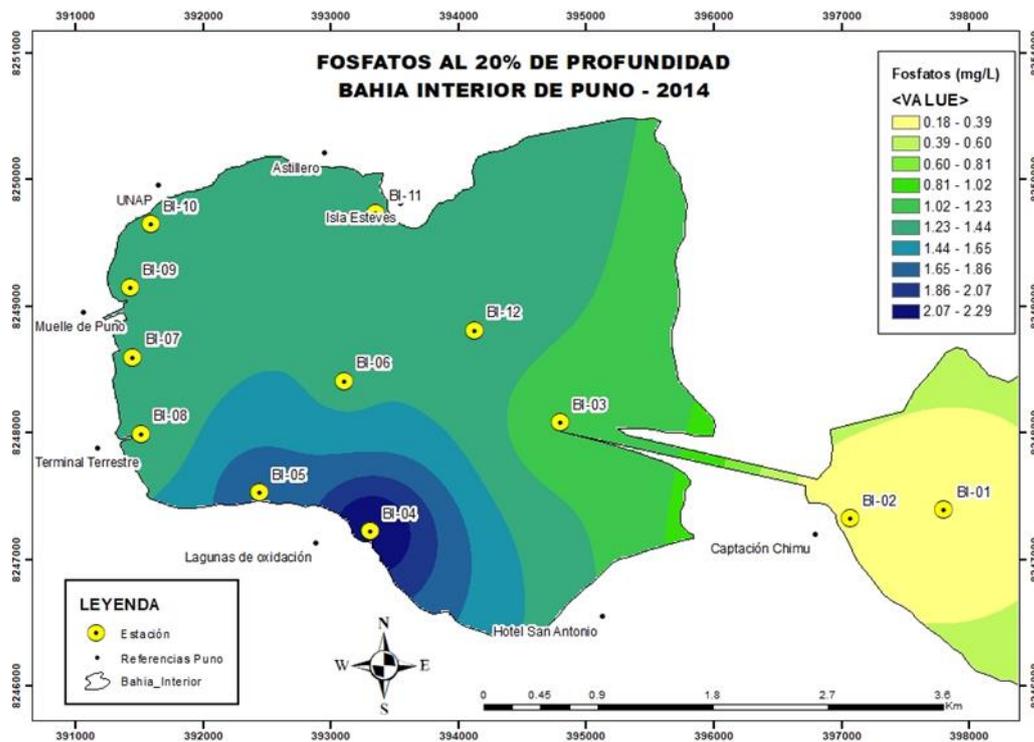
Año 2012



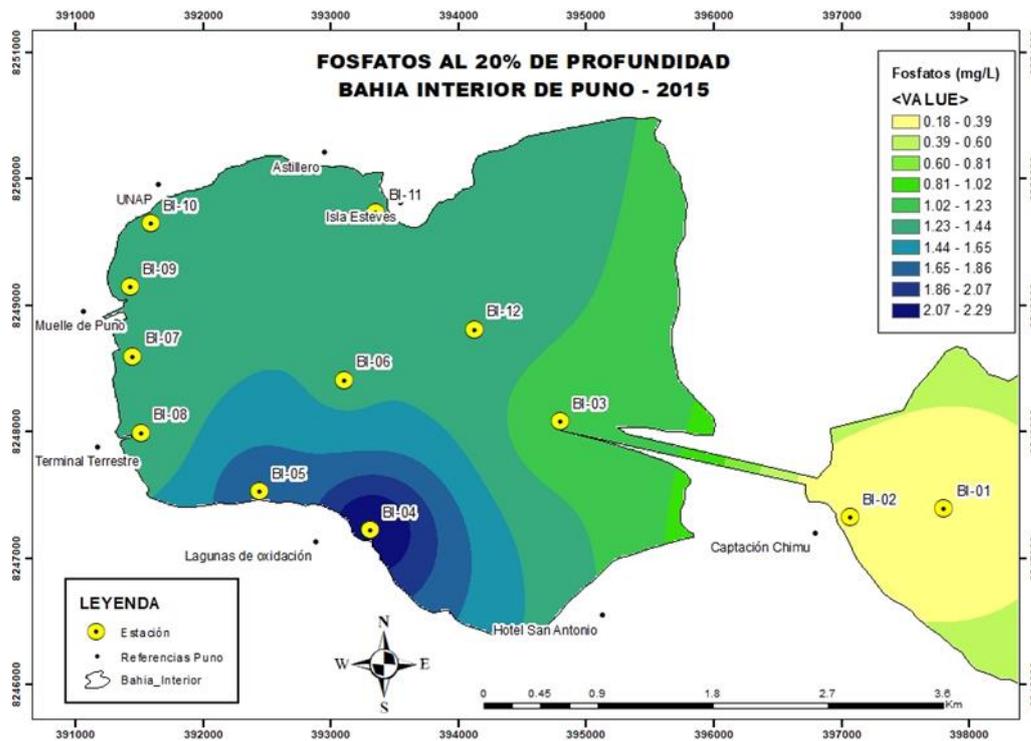
**Año 2013**



**Año 2014**

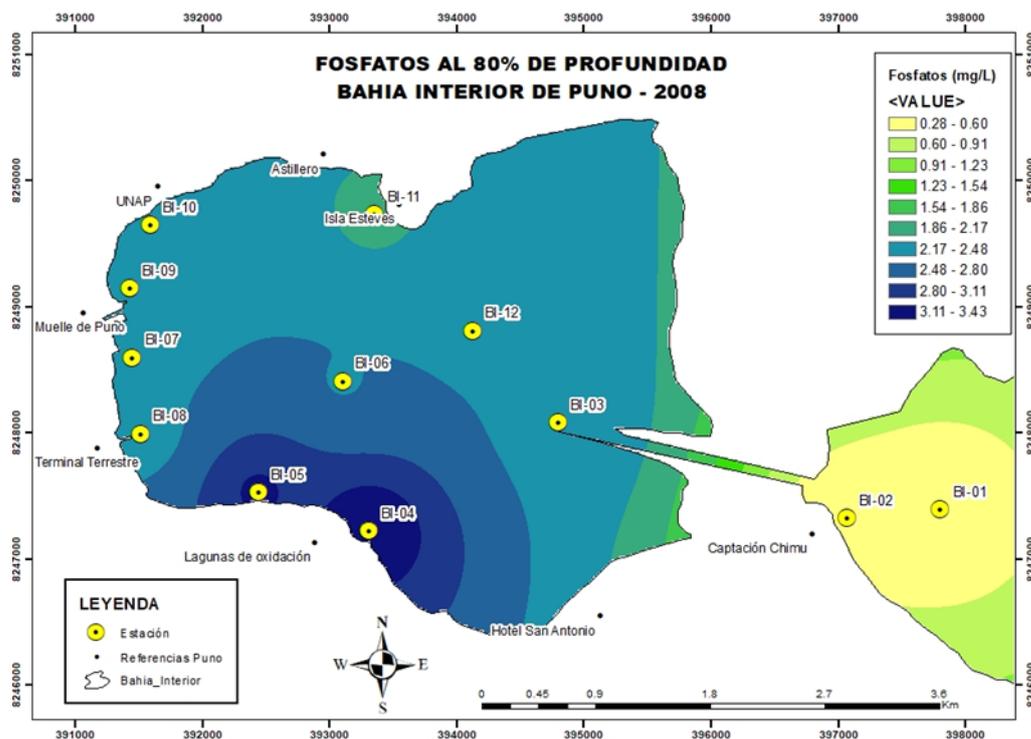


**Año 2015**

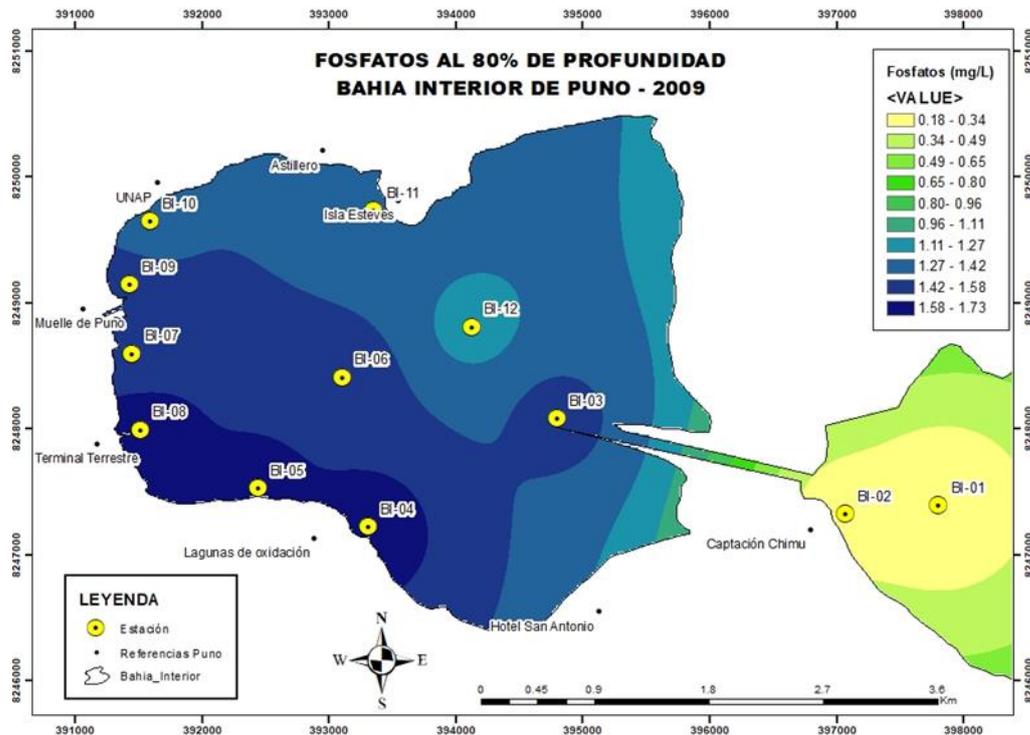


**3.6 Mapa de Estado Eutrófico de los Fosfatos al 80 % de Profundidad**

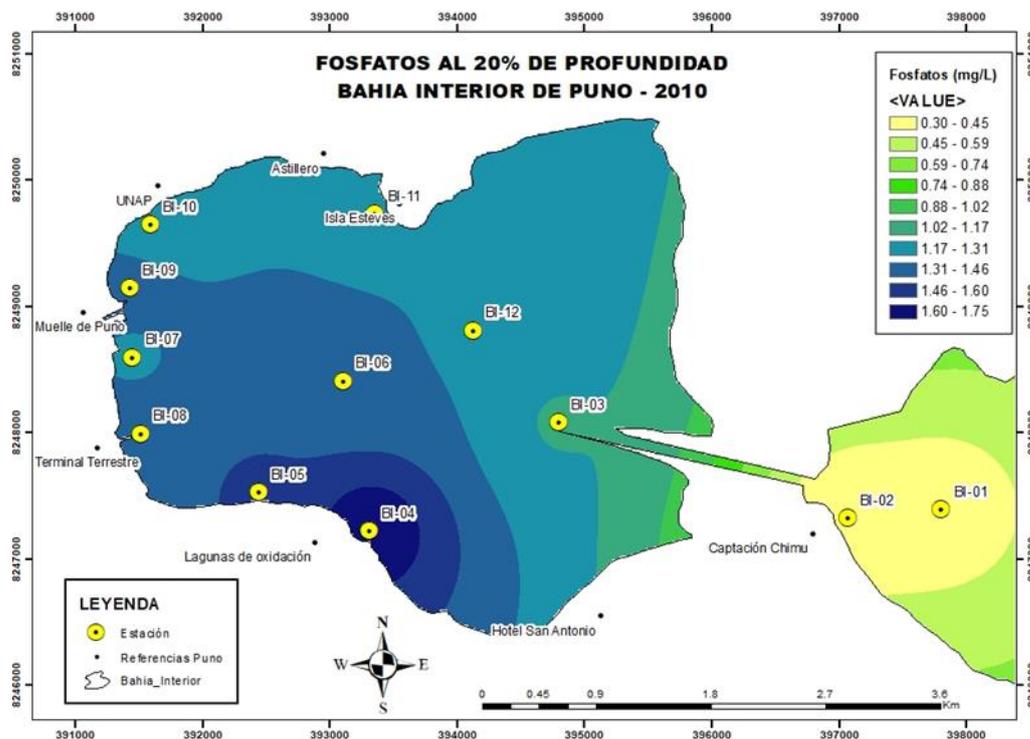
**Año 2008**



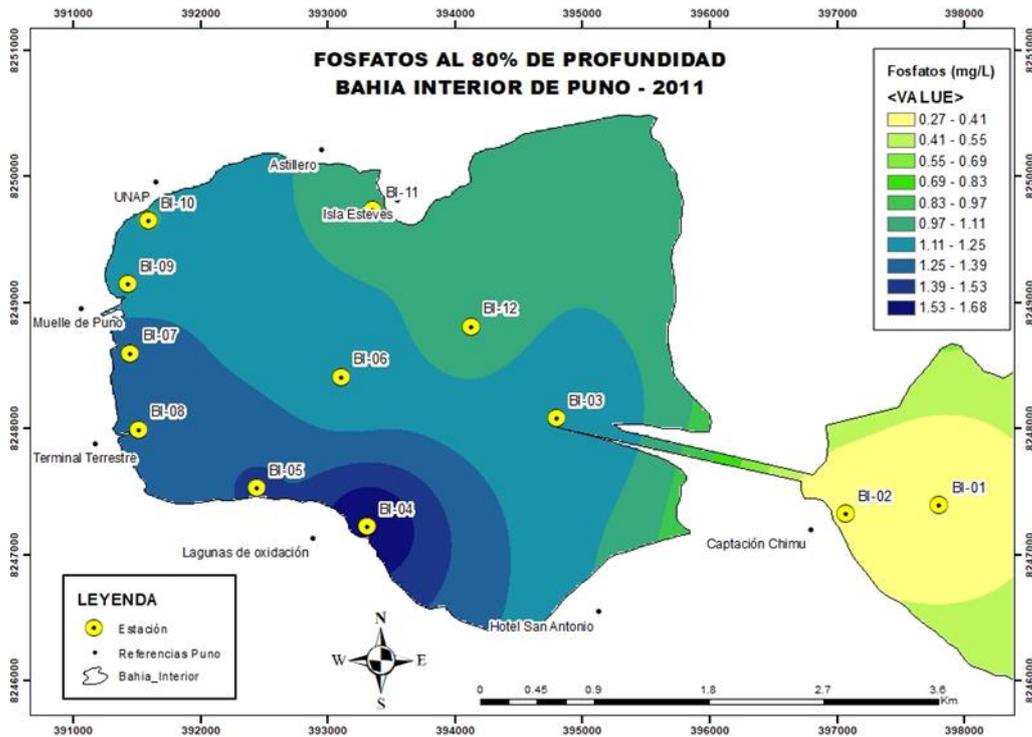
**Año 2009**



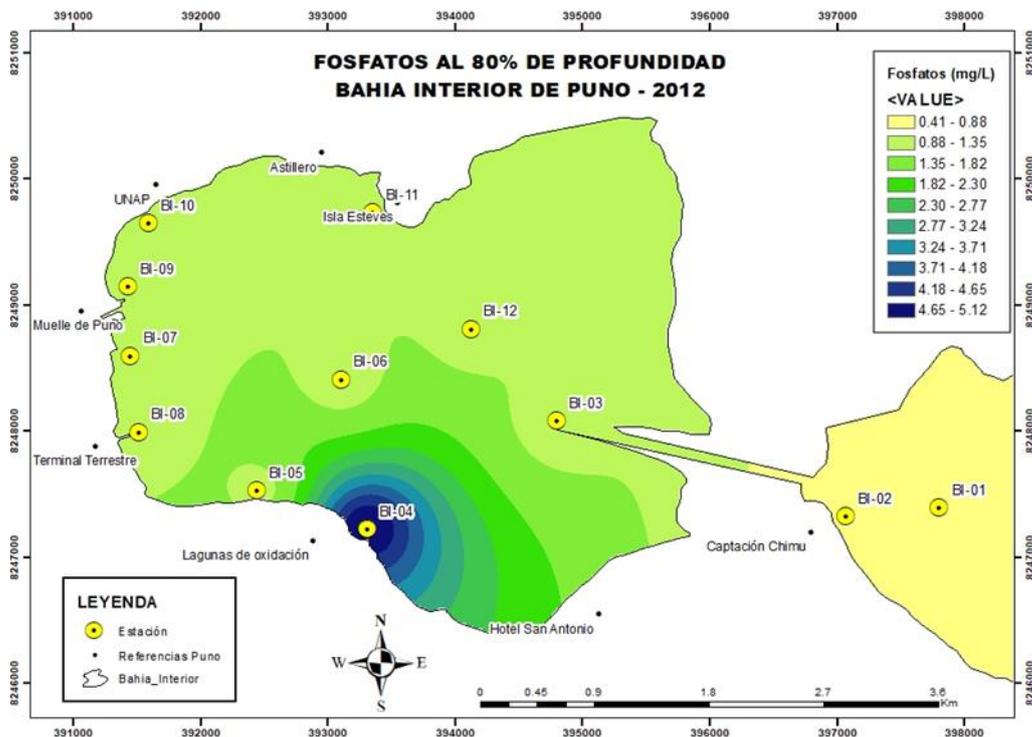
**Año 2010**



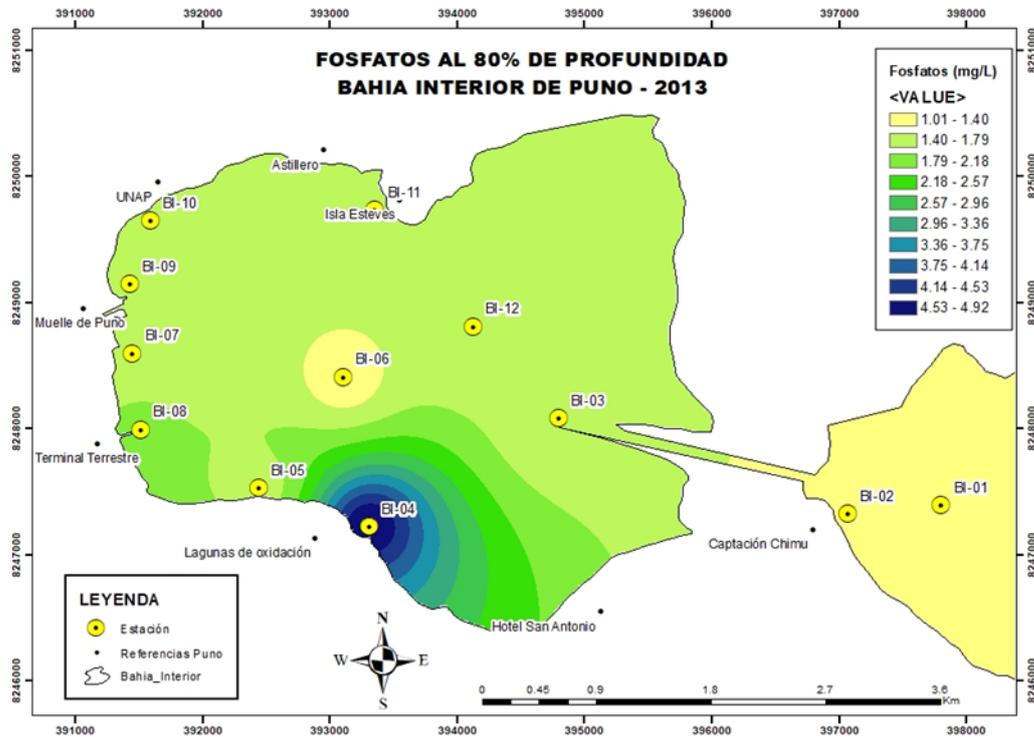
**Año 2011**



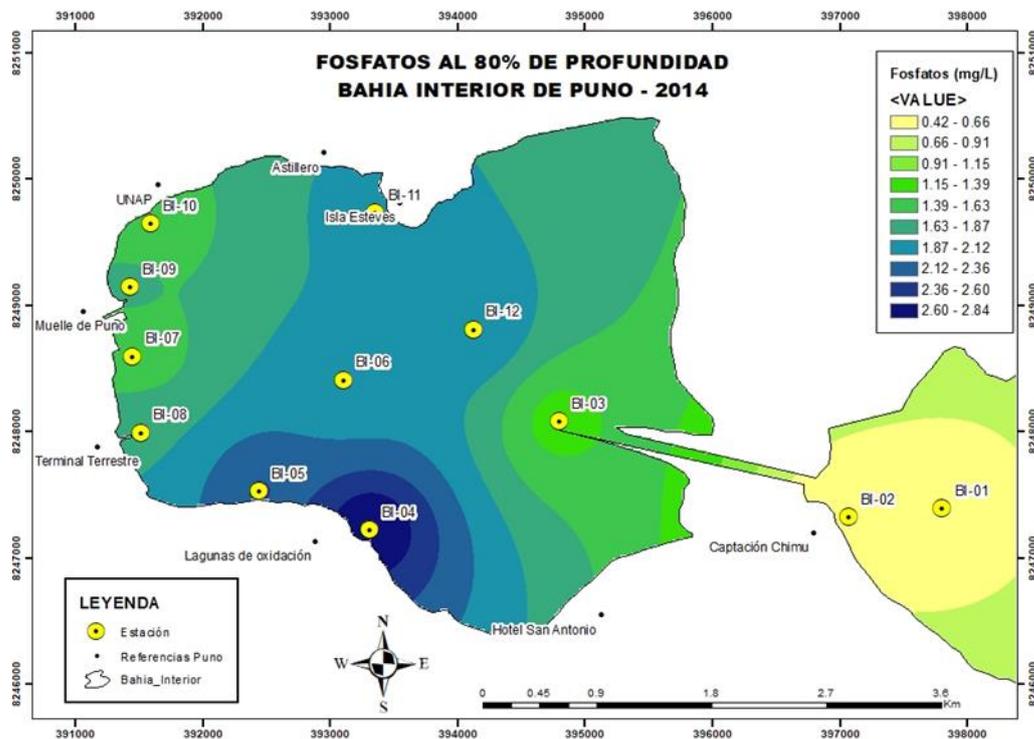
**Año 2012**



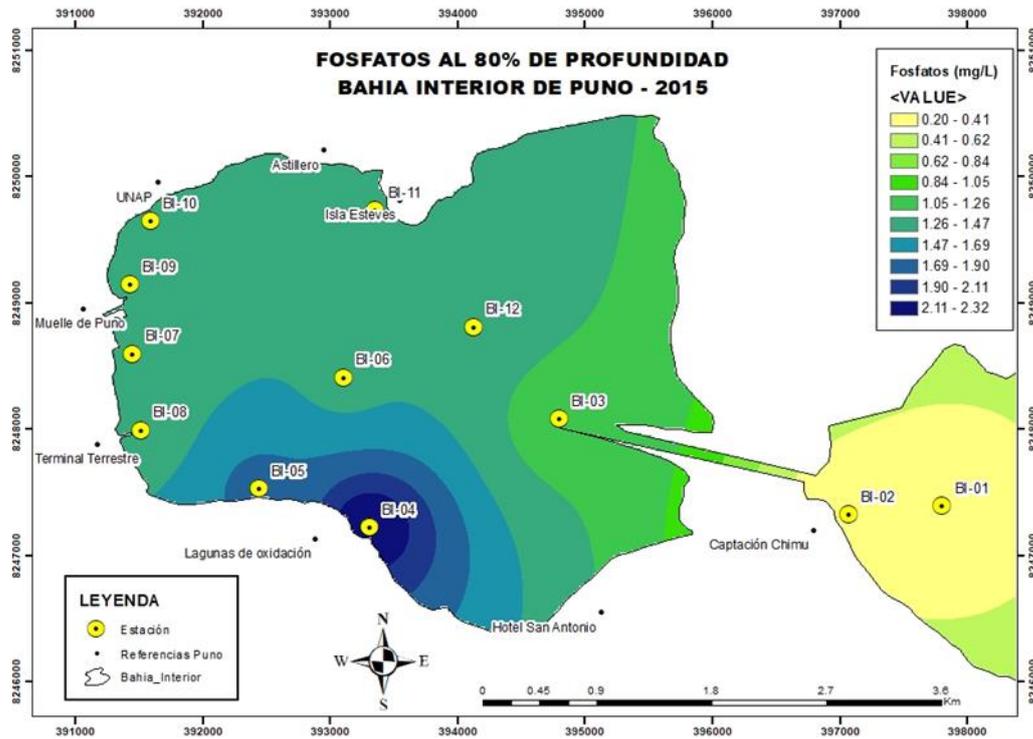
**Año 2013**



**Año 2014**

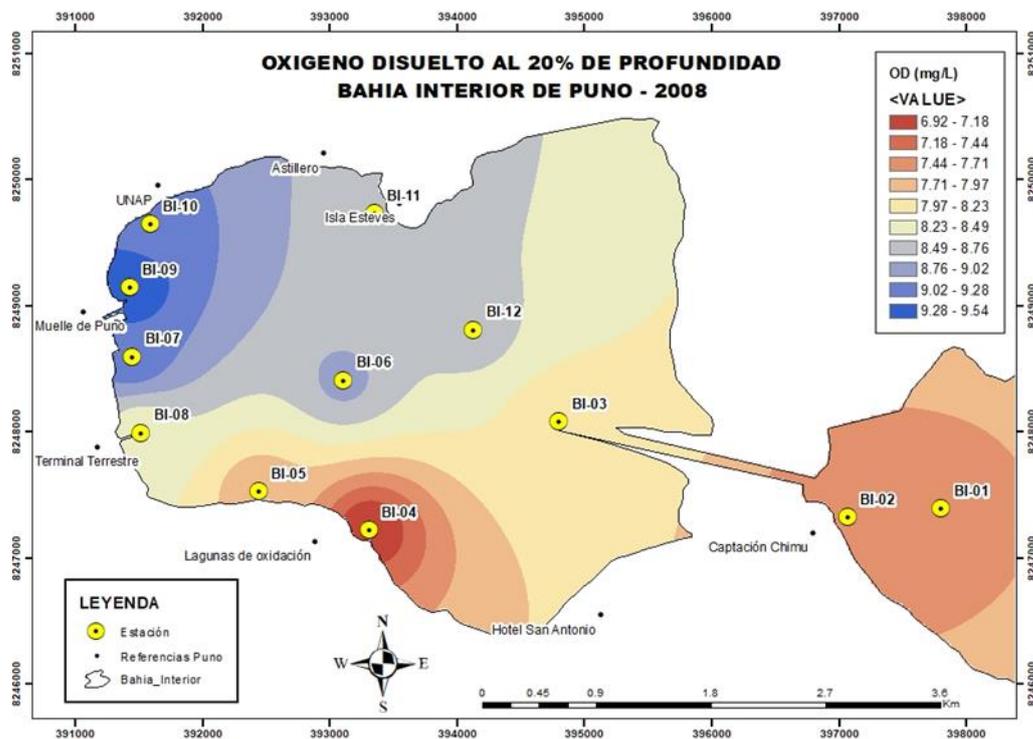


**Año 2015**

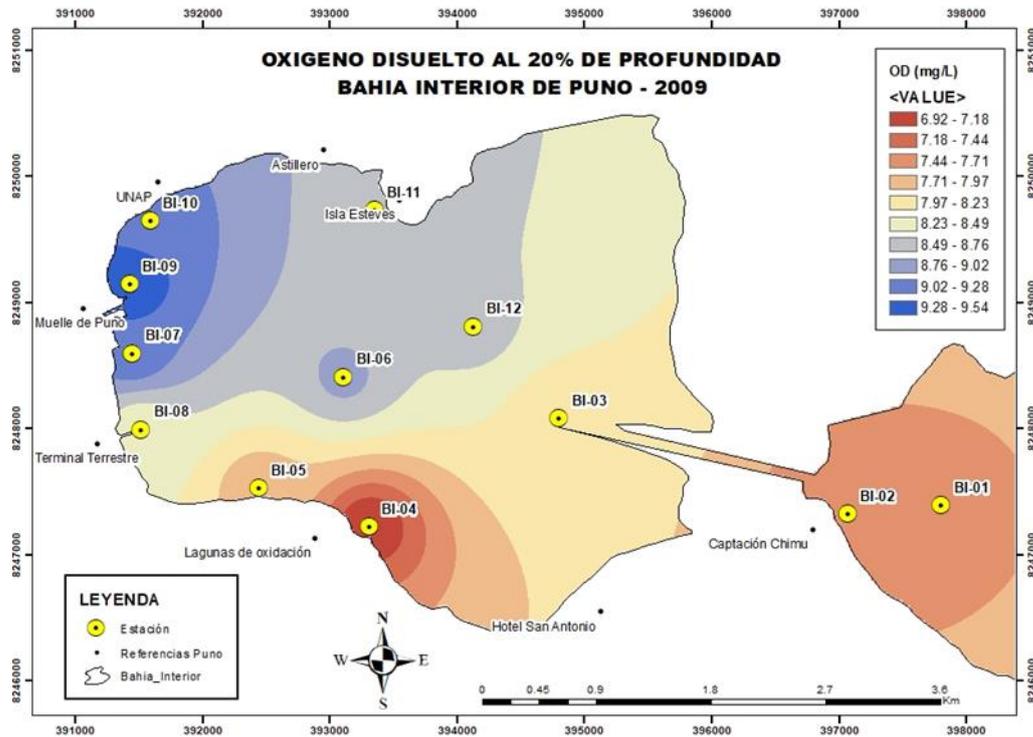


**3.7 Mapa de Estado Eutrófico del Oxígeno Disuelto al 20 % de Profundidad**

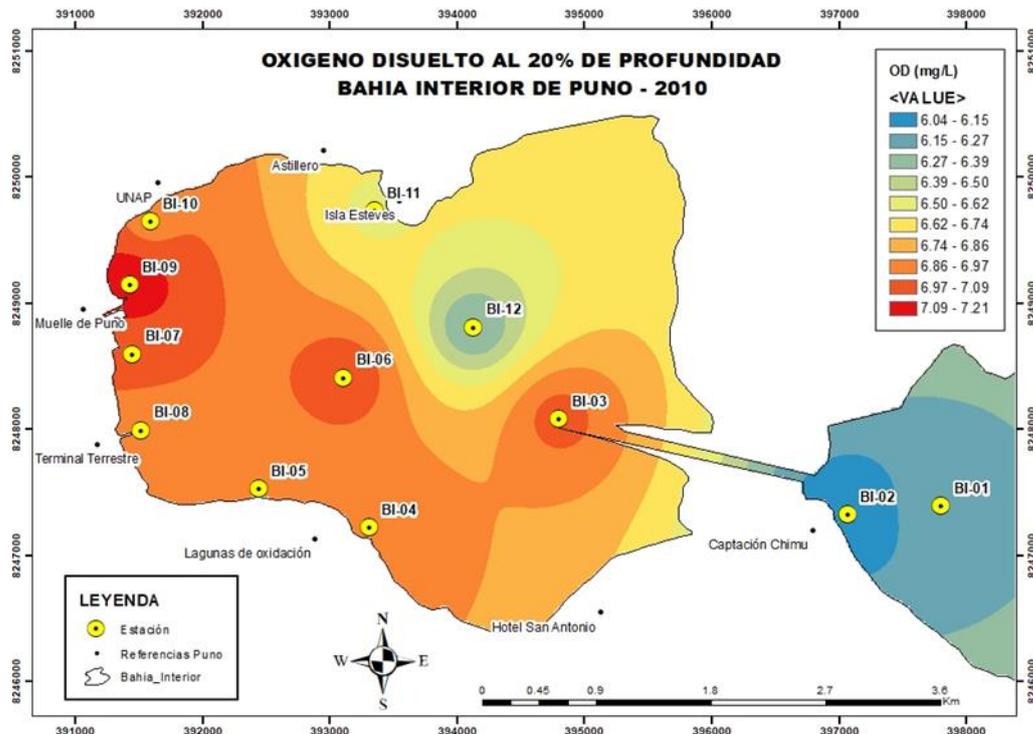
**Año 2008**



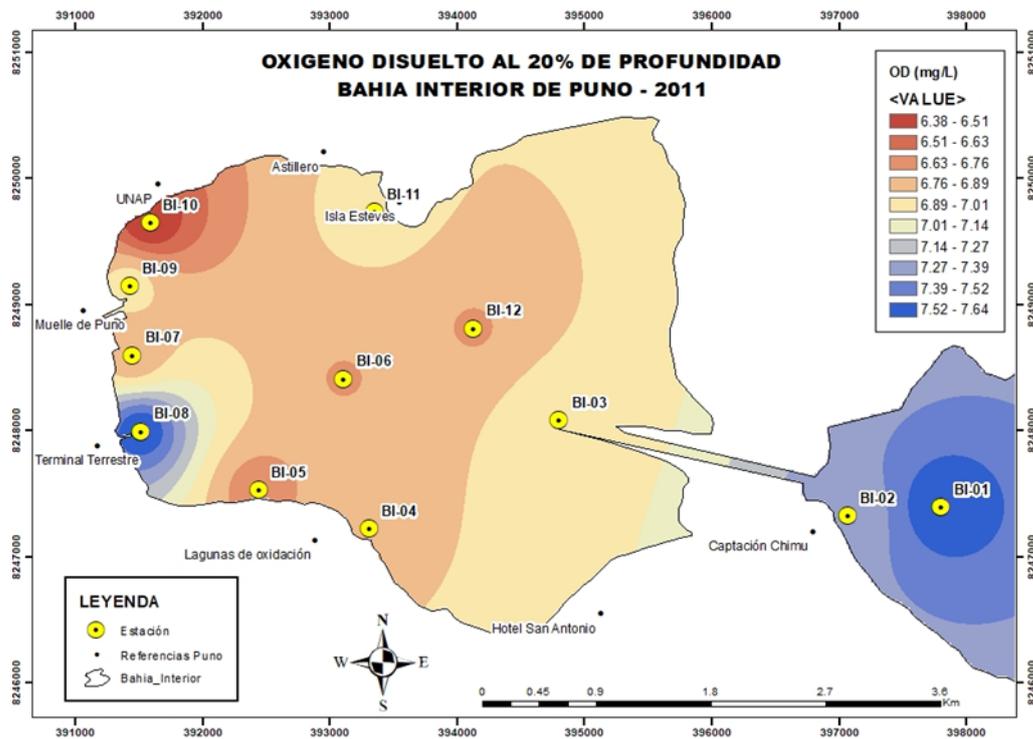
**Año 2009**



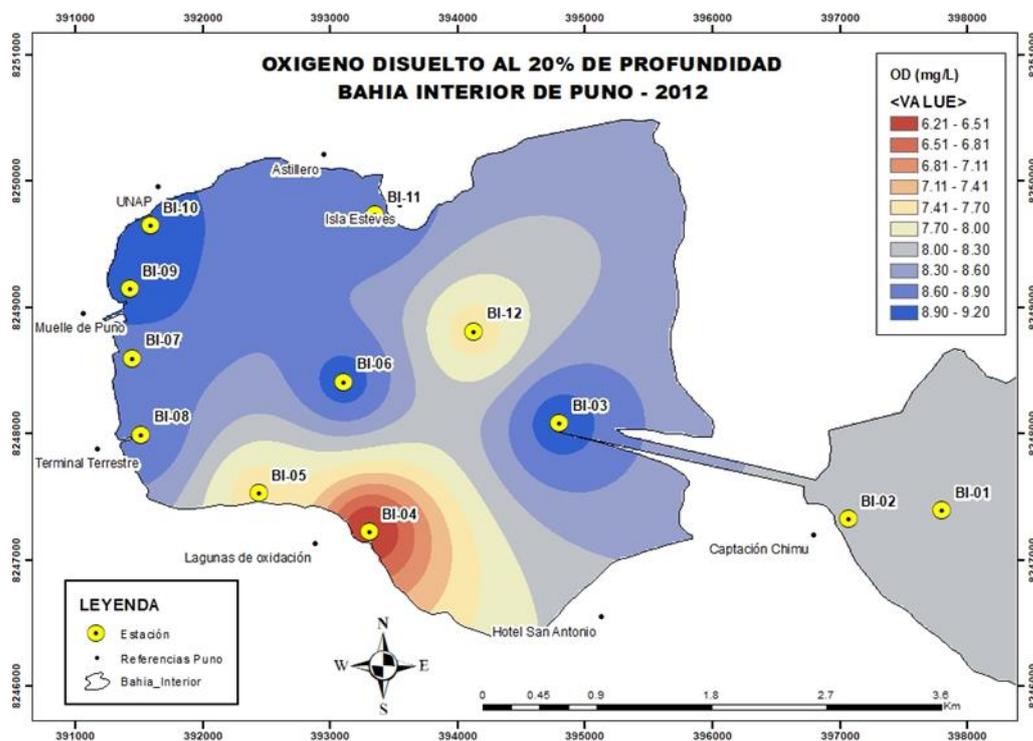
**Año 2010**



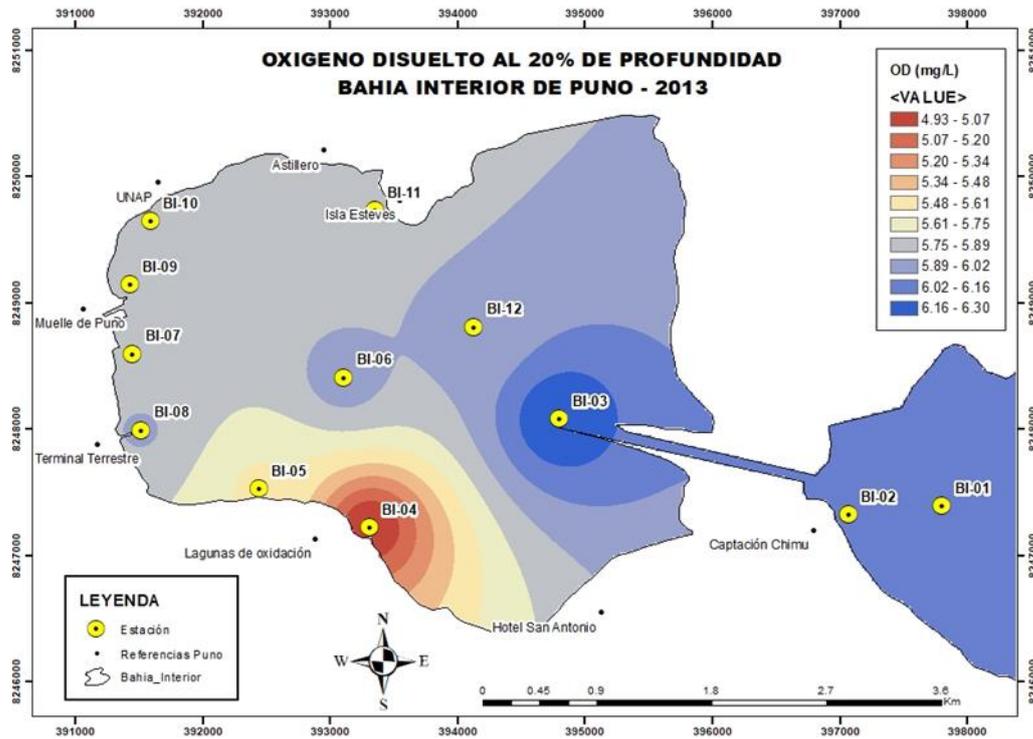
**Año 2011**



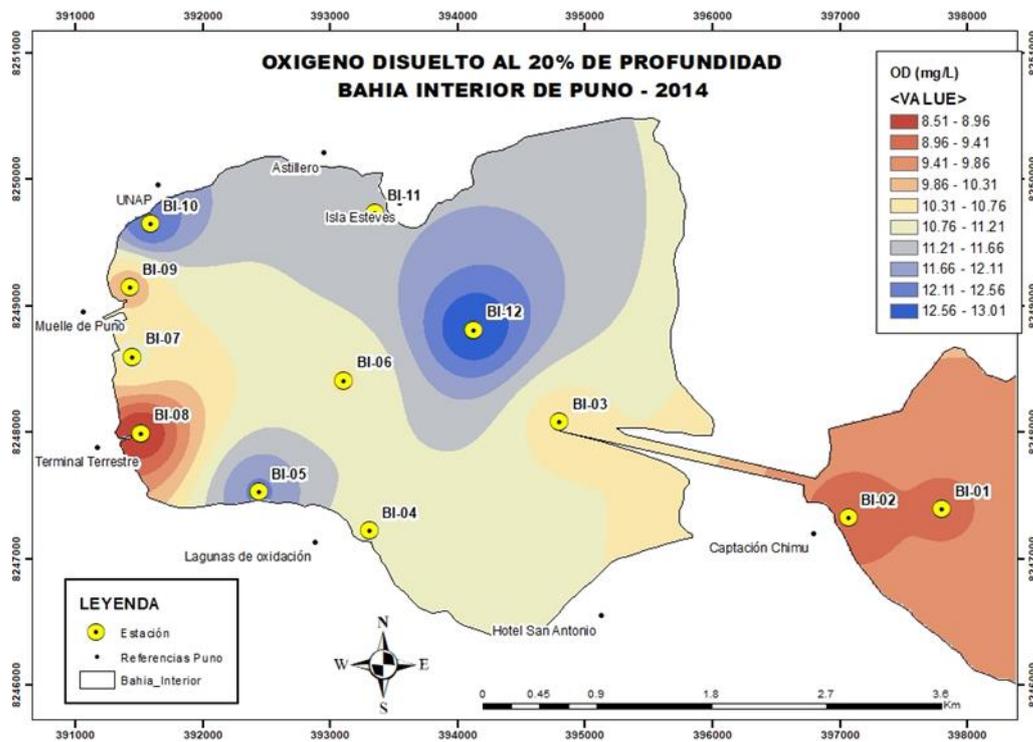
**Año 2012**



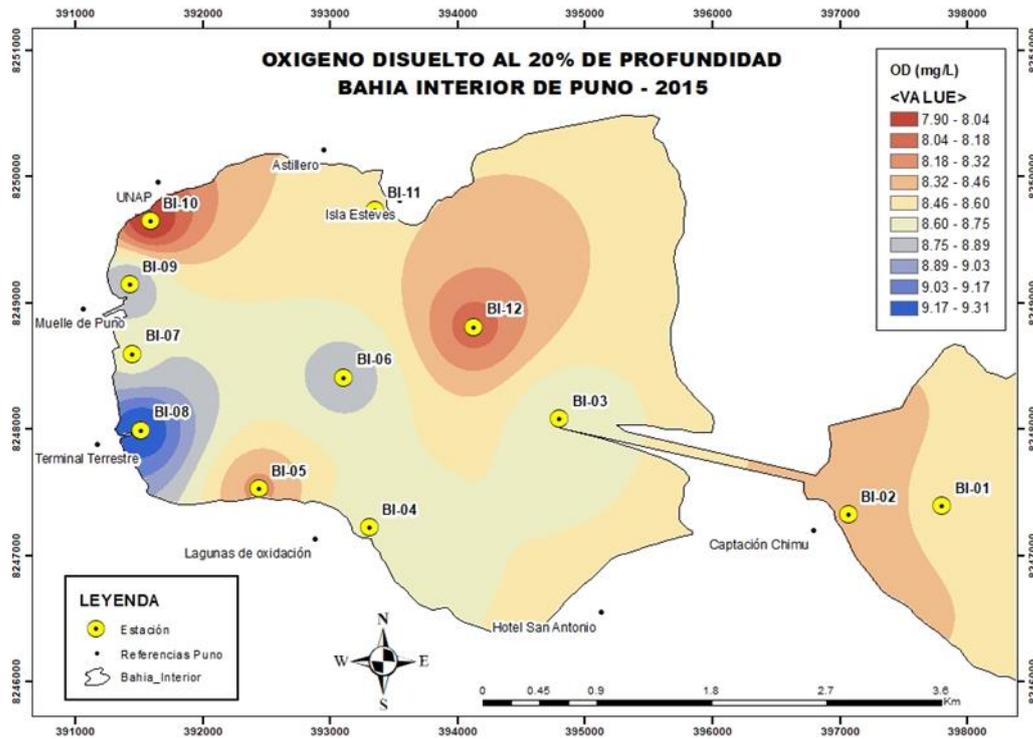
**Año 2013**



**Año 2014**

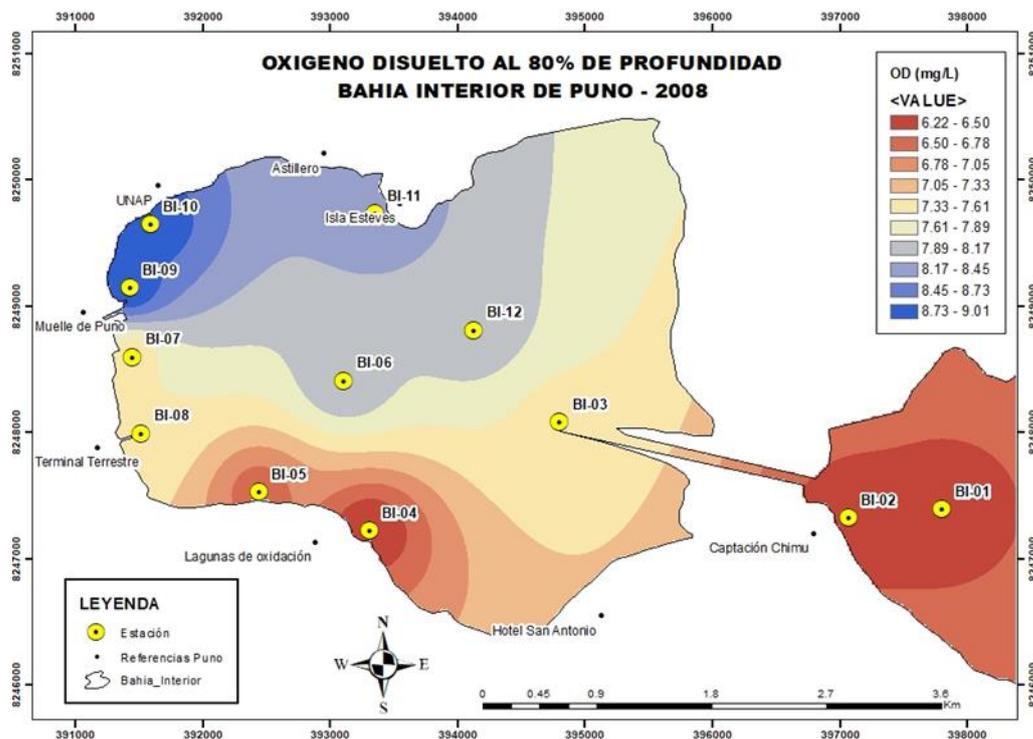


**Año 2015**

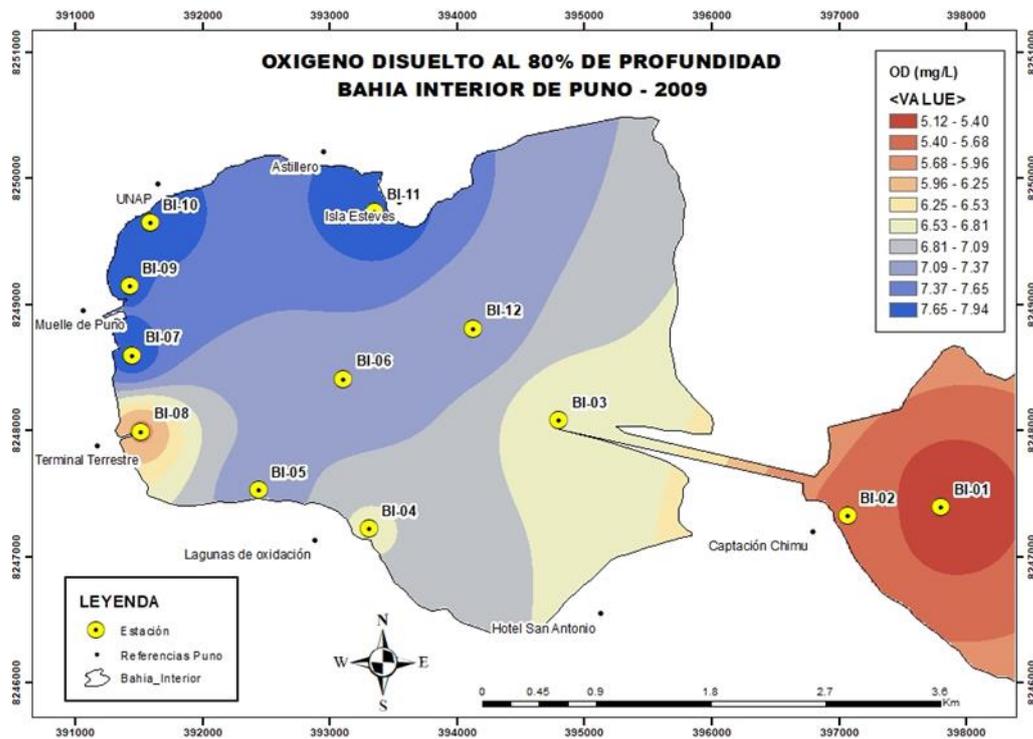


**3.8 Mapa de Estado Eutrófico del Oxígeno Disuelto al 80 % de Profundidad**

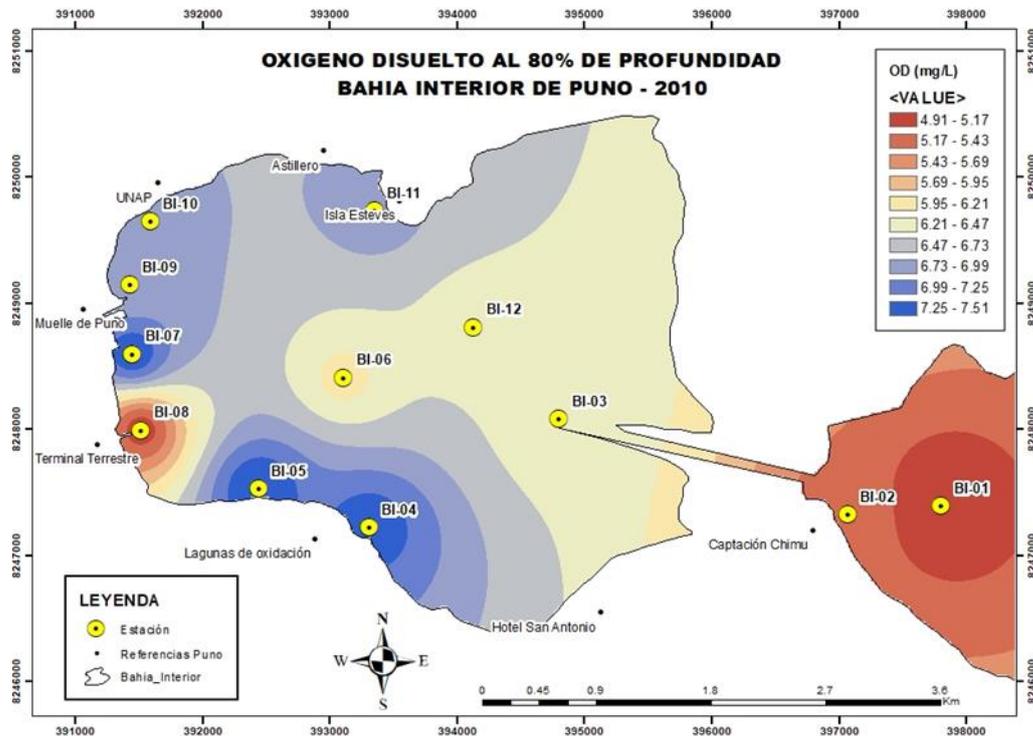
**Año 2008**



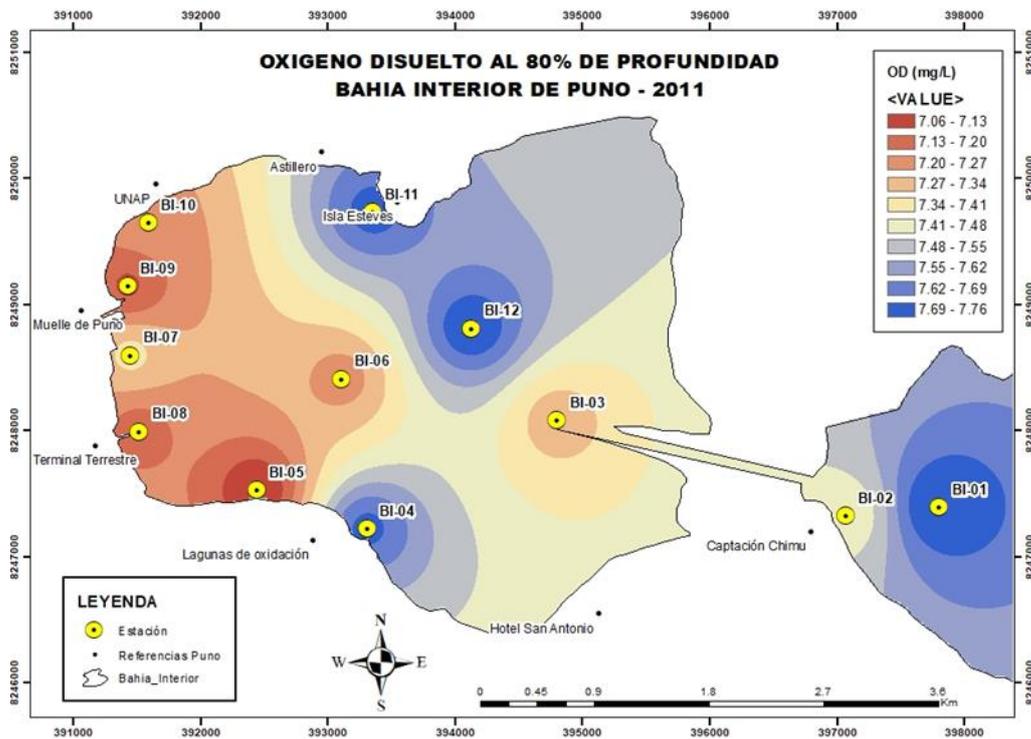
**Año 2009**



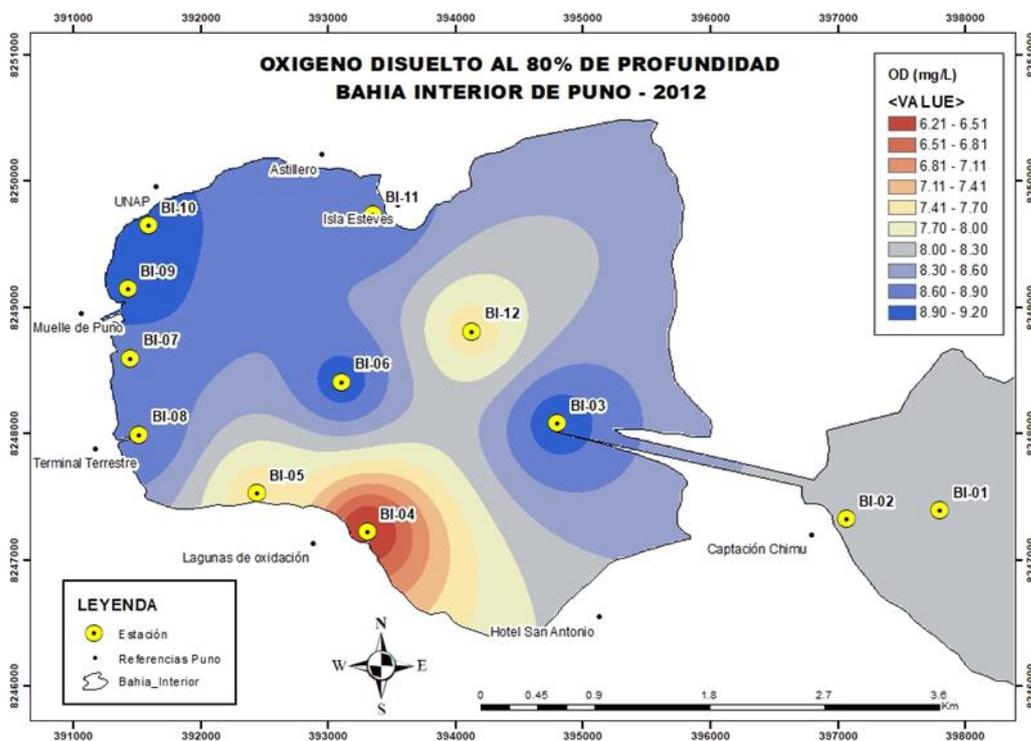
**Año 2010**



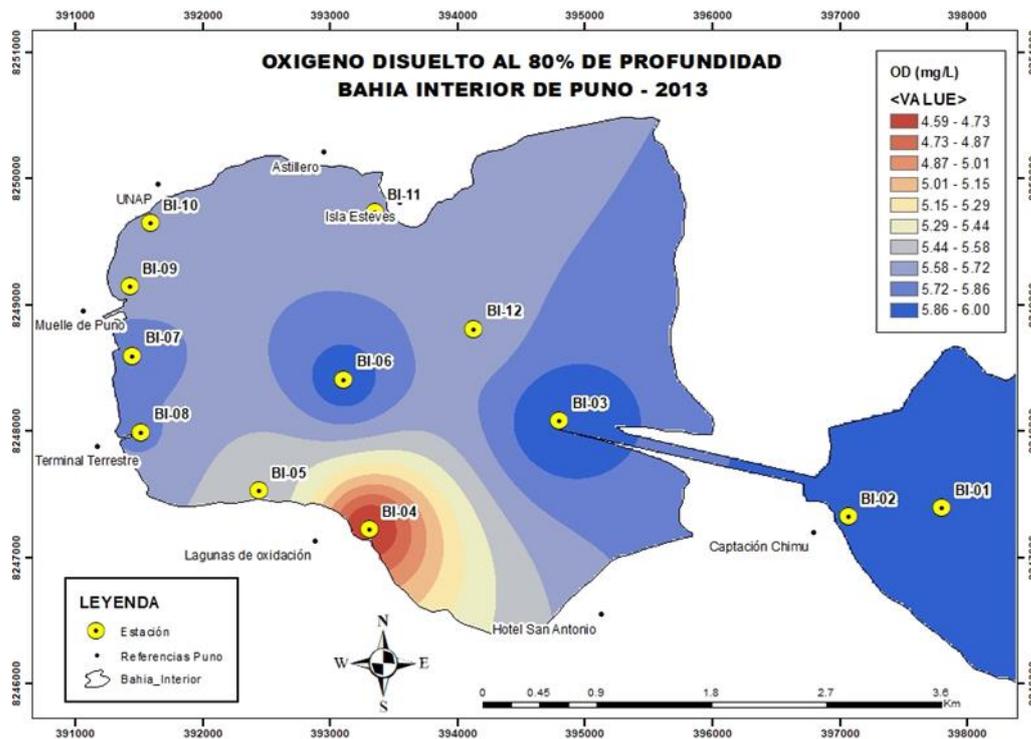
**Año 2011**



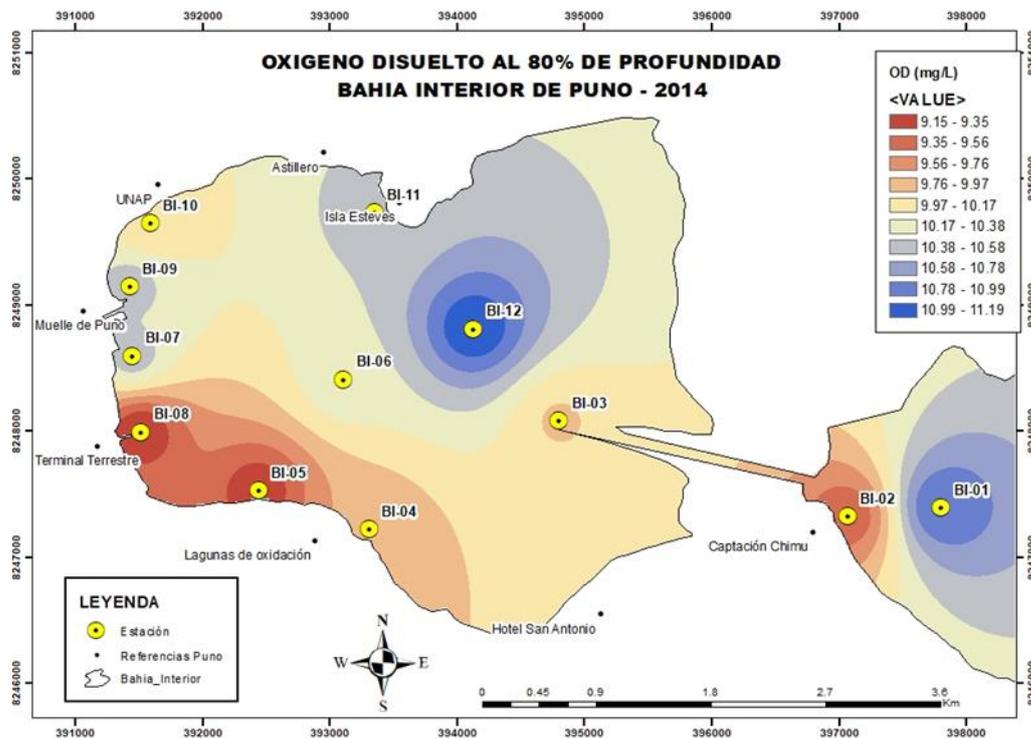
**Año 2012**



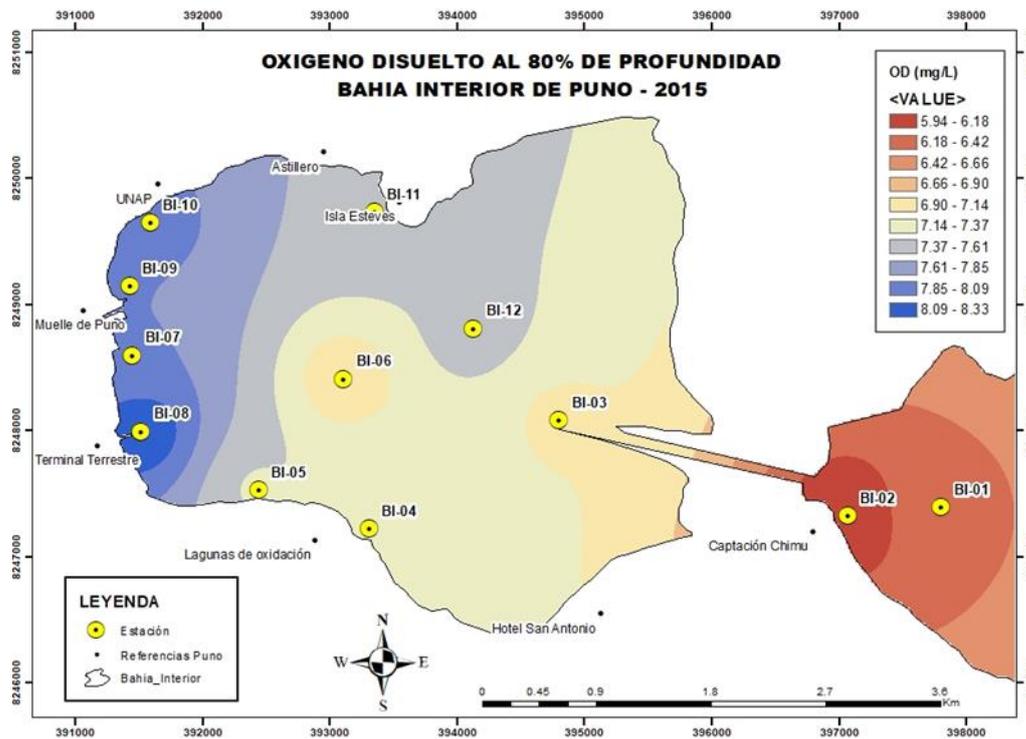
**Año 2013**



**Año 2014**

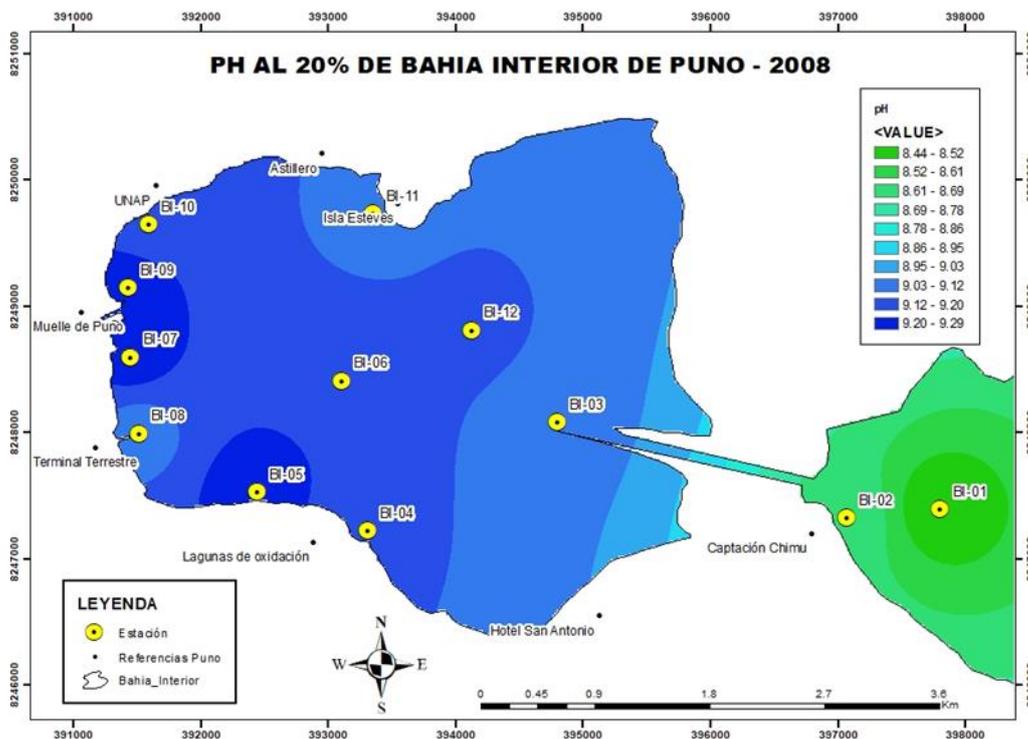


Año 2015

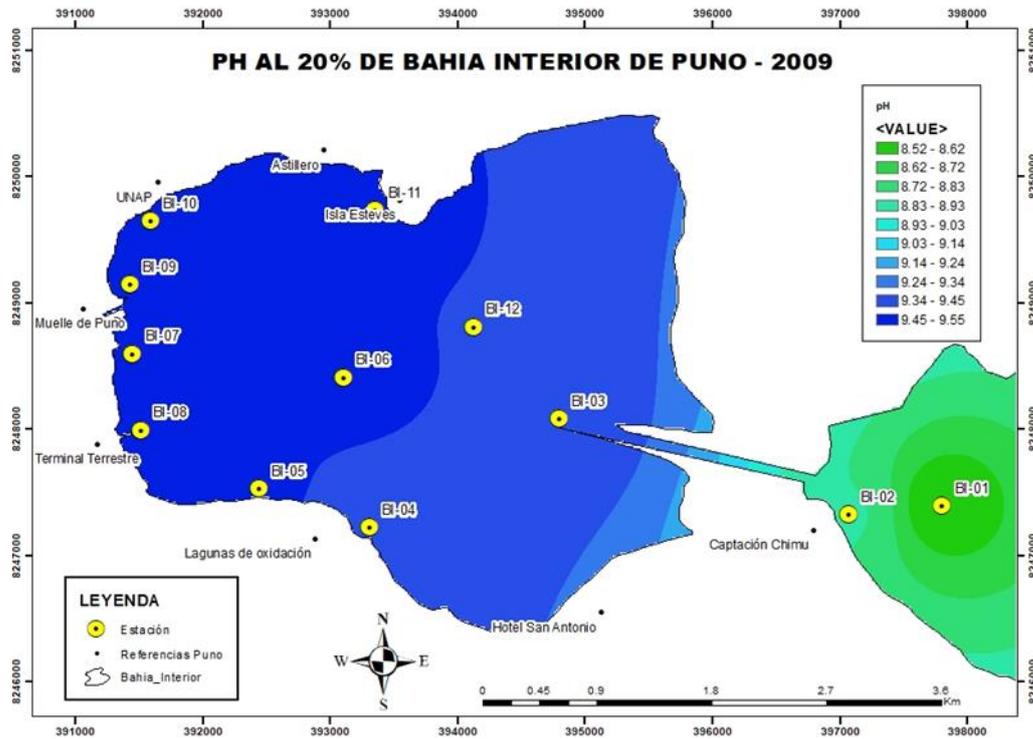


3.9 Mapa de Estado Eutrófico del Potencial de Hidrogeniones (pH) al 20 % de Profundidad

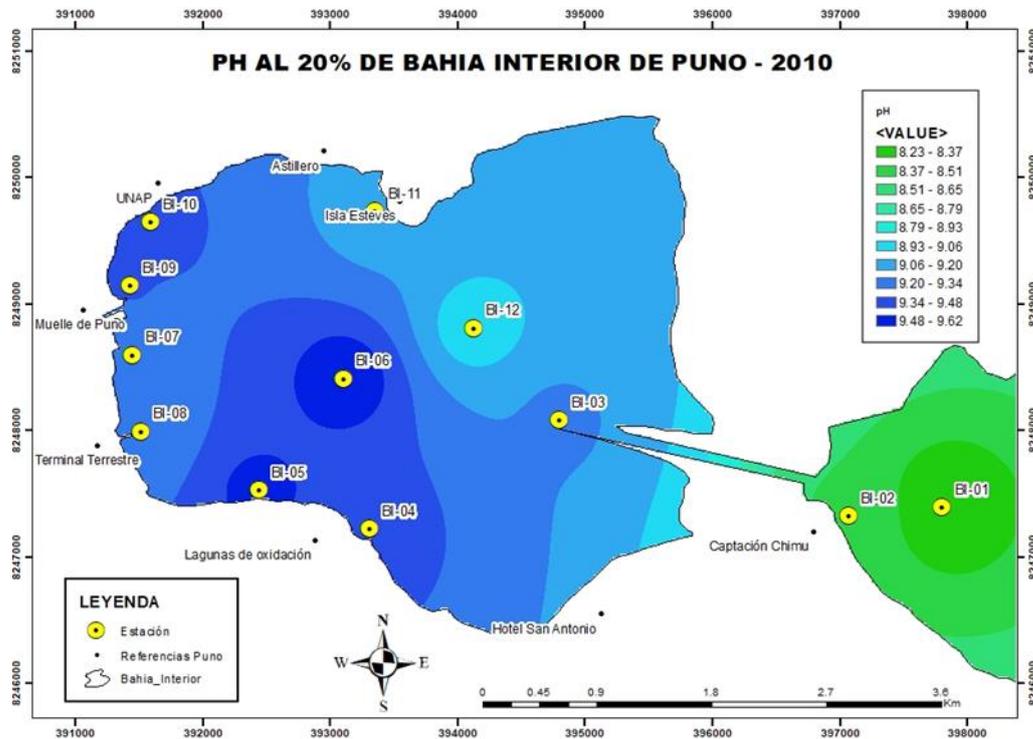
Año 2008



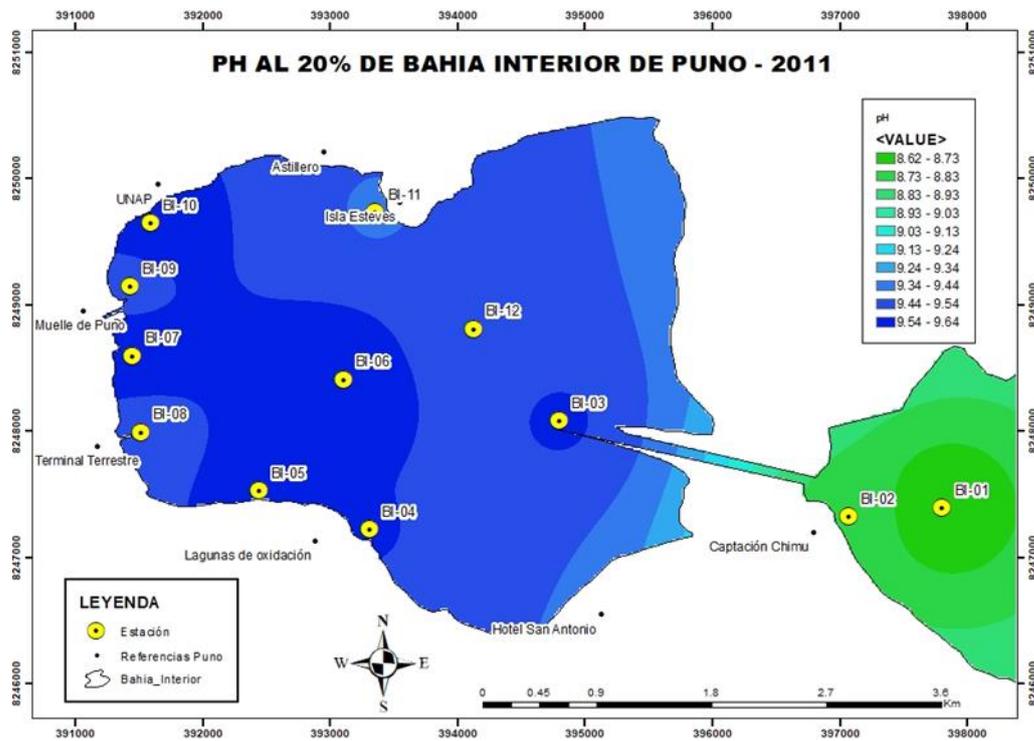
Año 2009



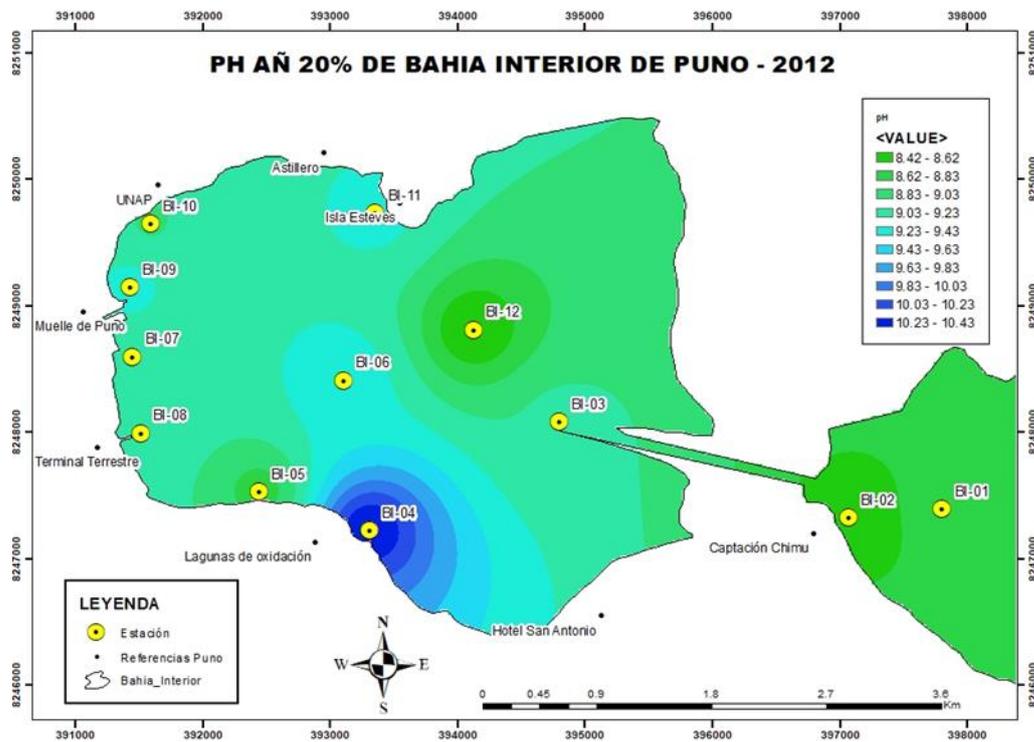
Año 2010



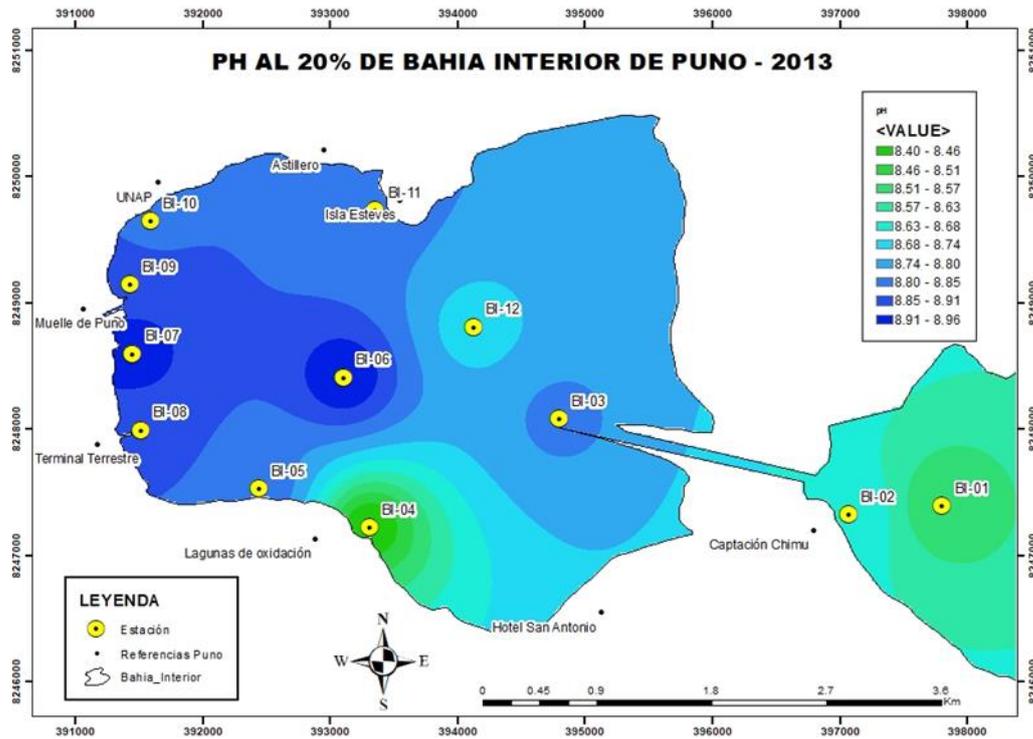
**Año 2011**



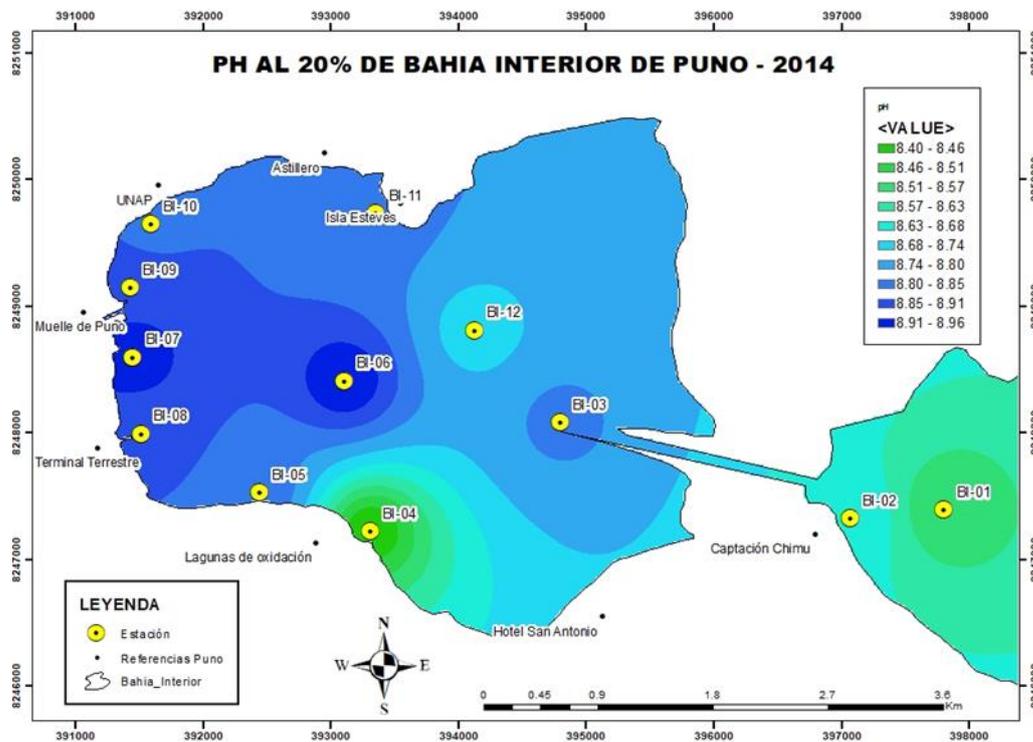
**Año 2012**



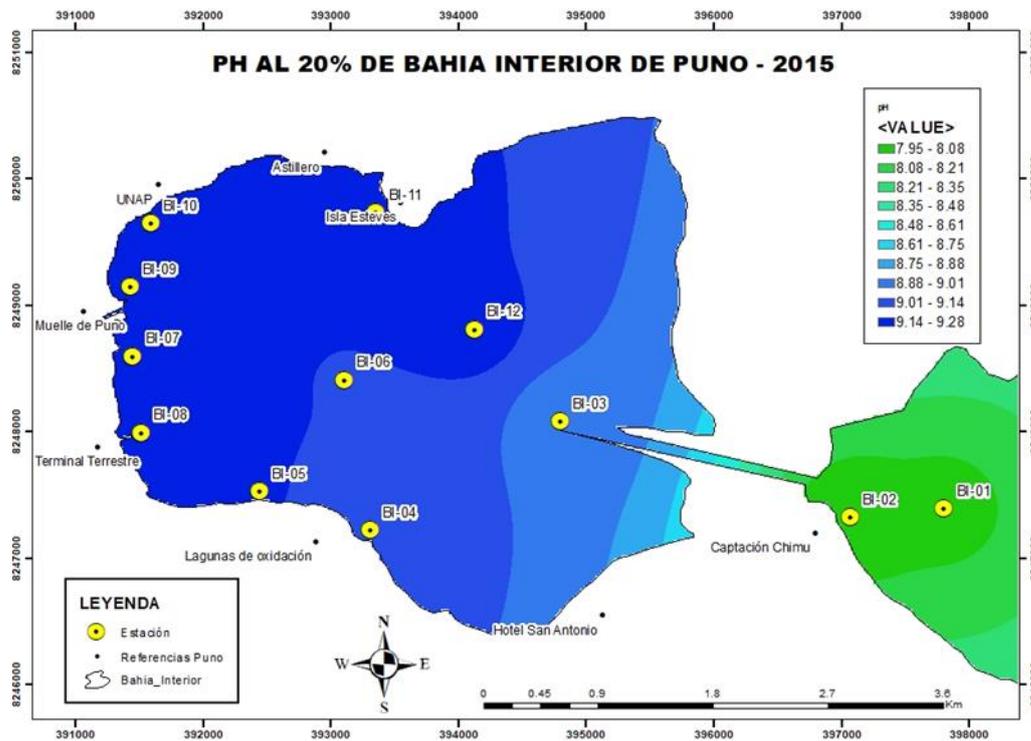
**Año 2013**



**Año 2014**

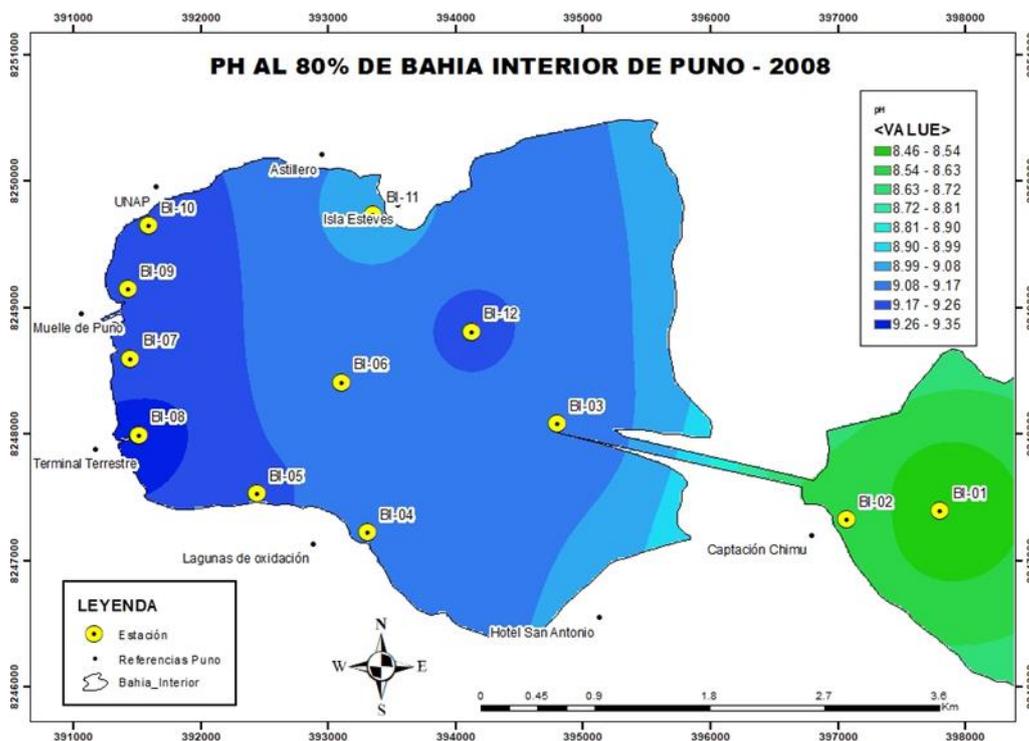


Año 2015

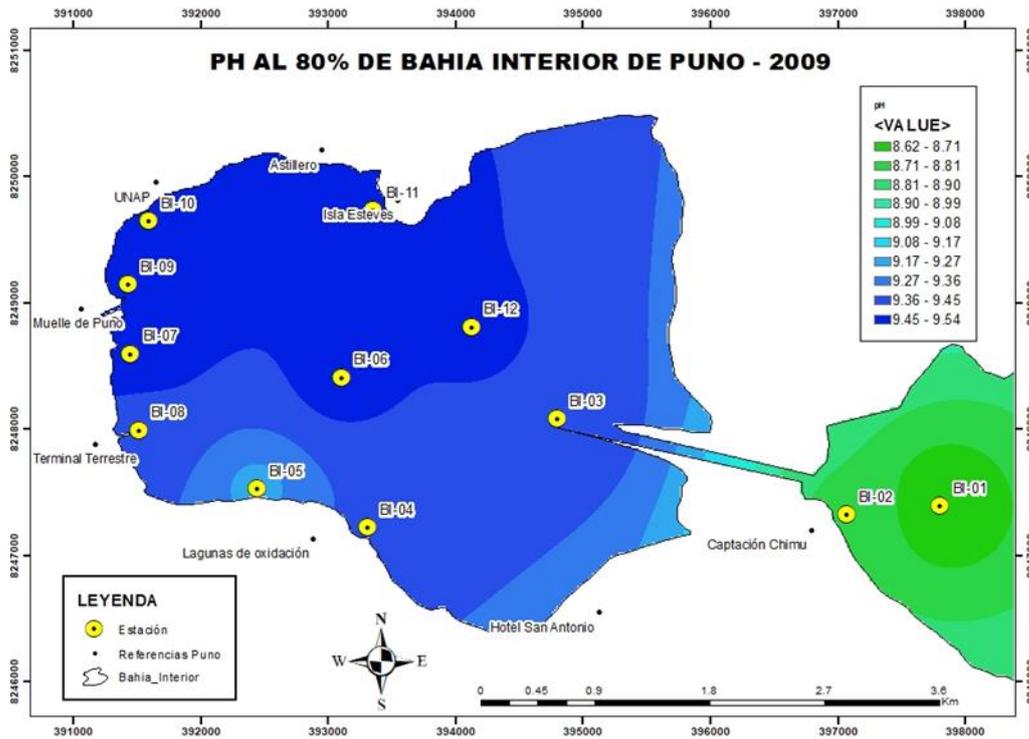


### 3.10 Mapa de Estado Eutrófico del Potencial de Hidrogeniones (pH) al 80 % de Profundidad

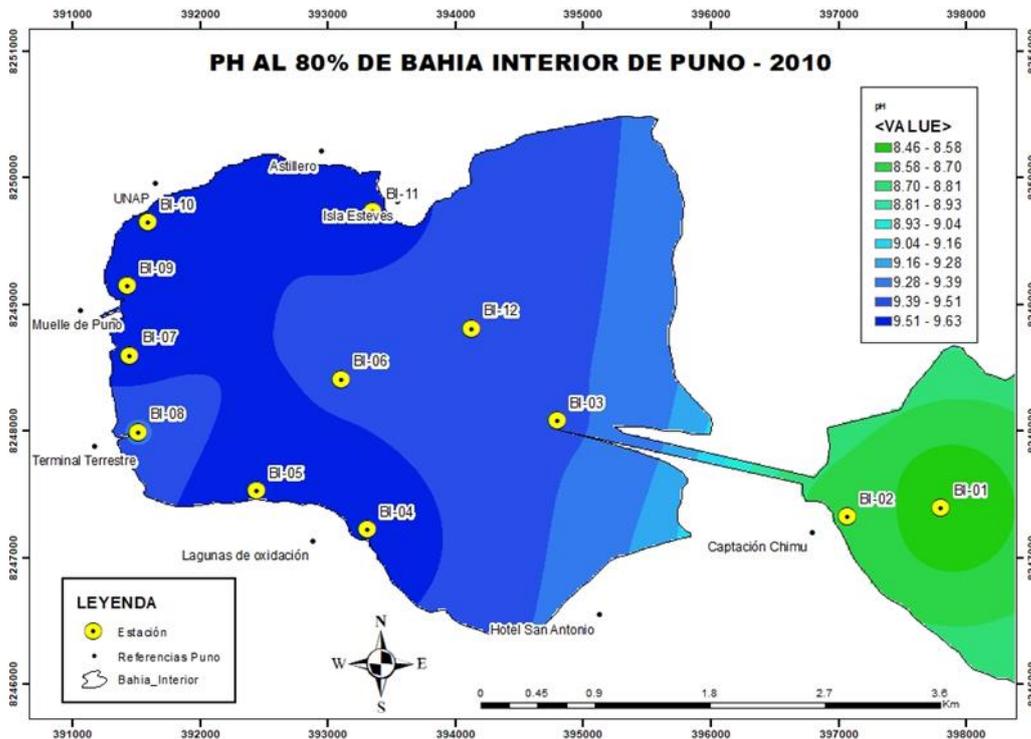
Año 2008



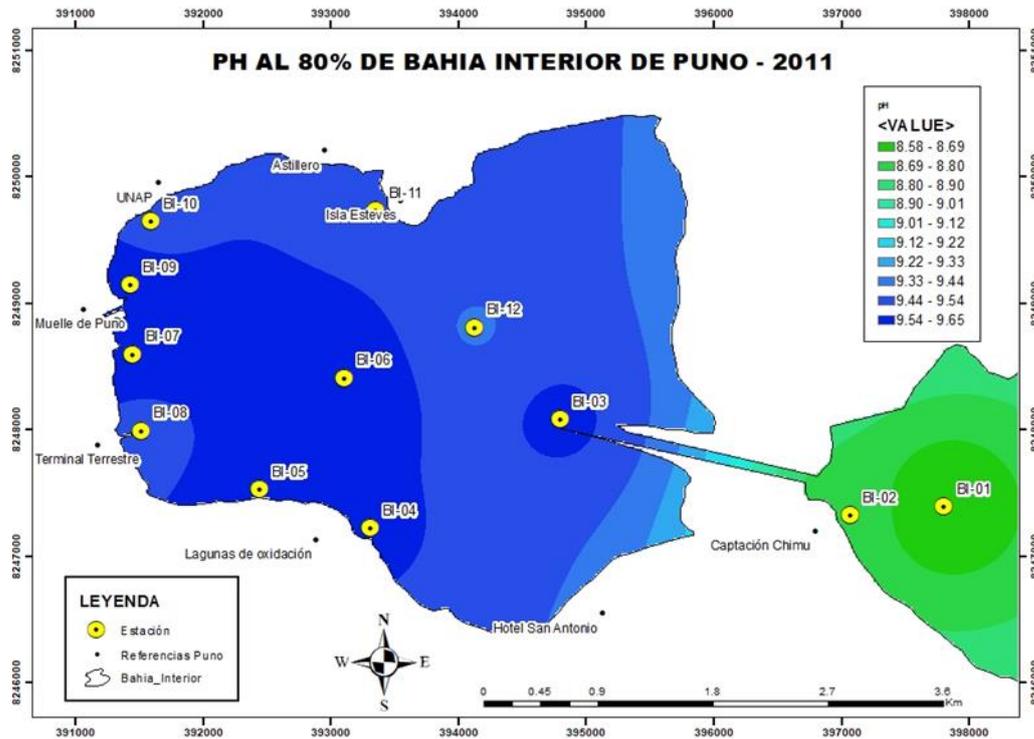
Año 2009



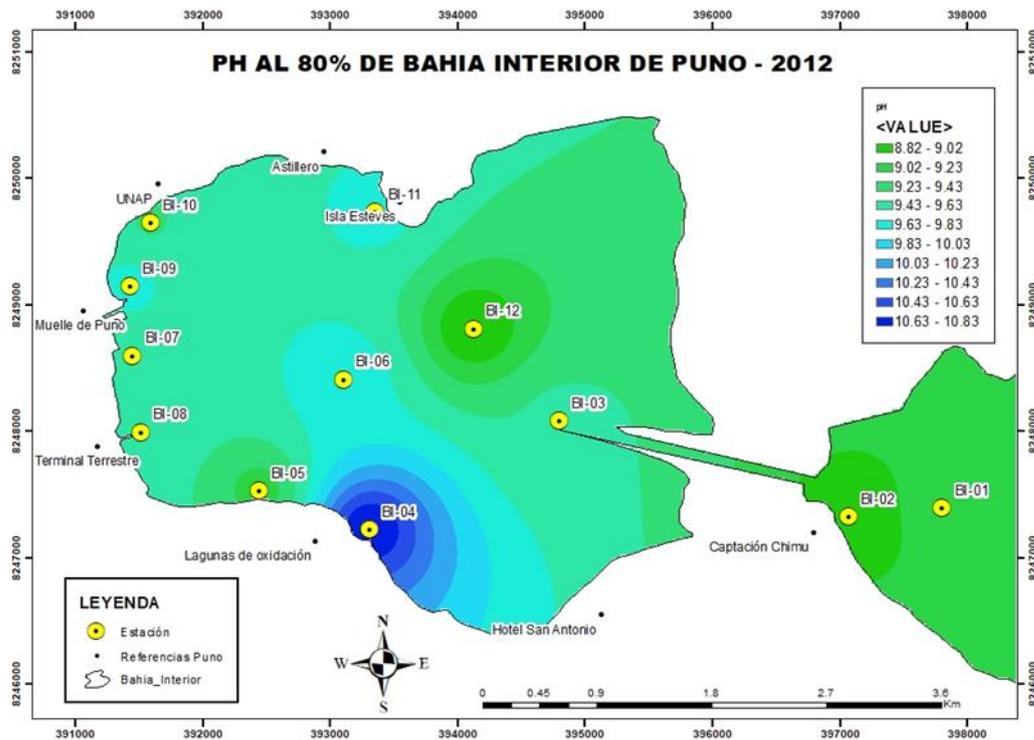
Año 2010



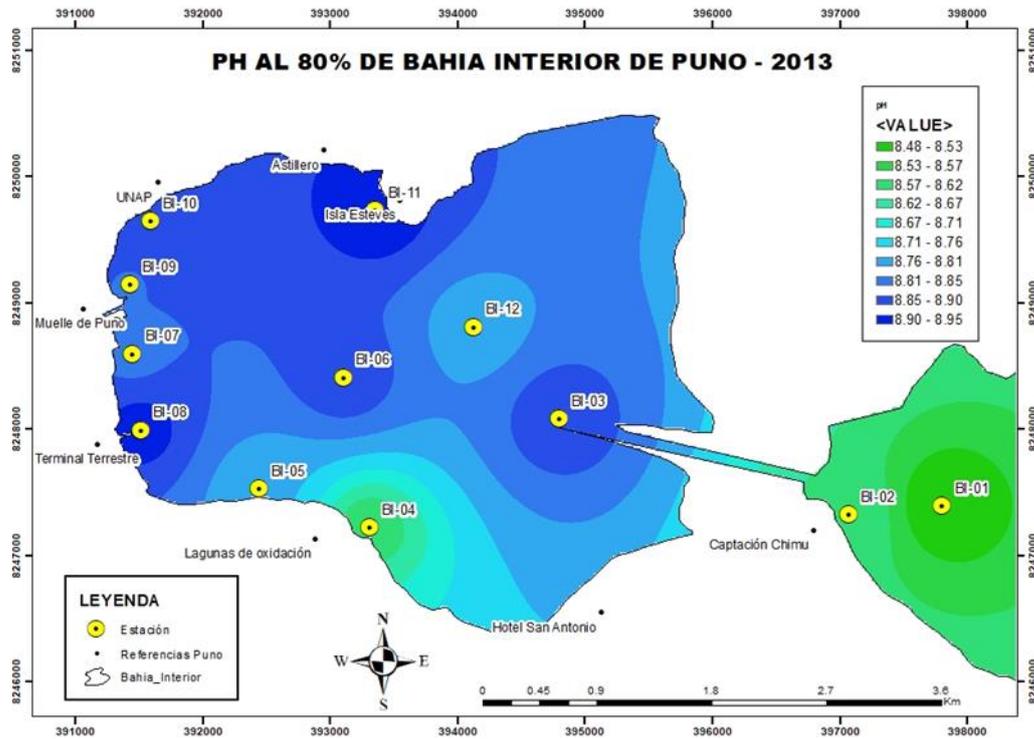
**Año 2011**



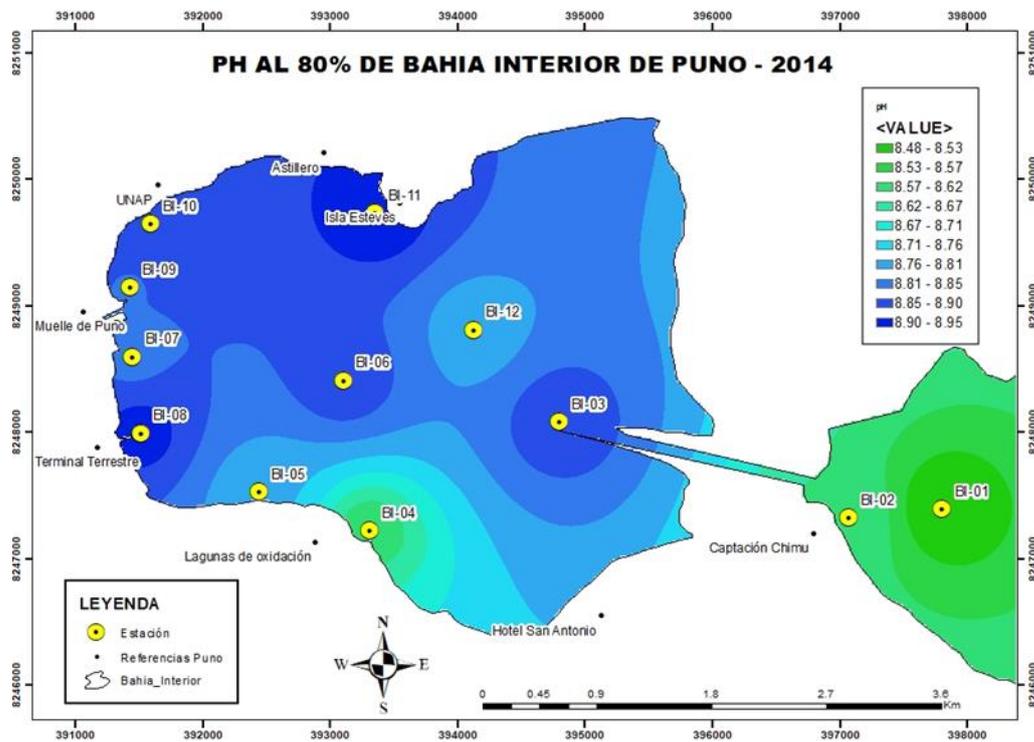
**Año 2012**



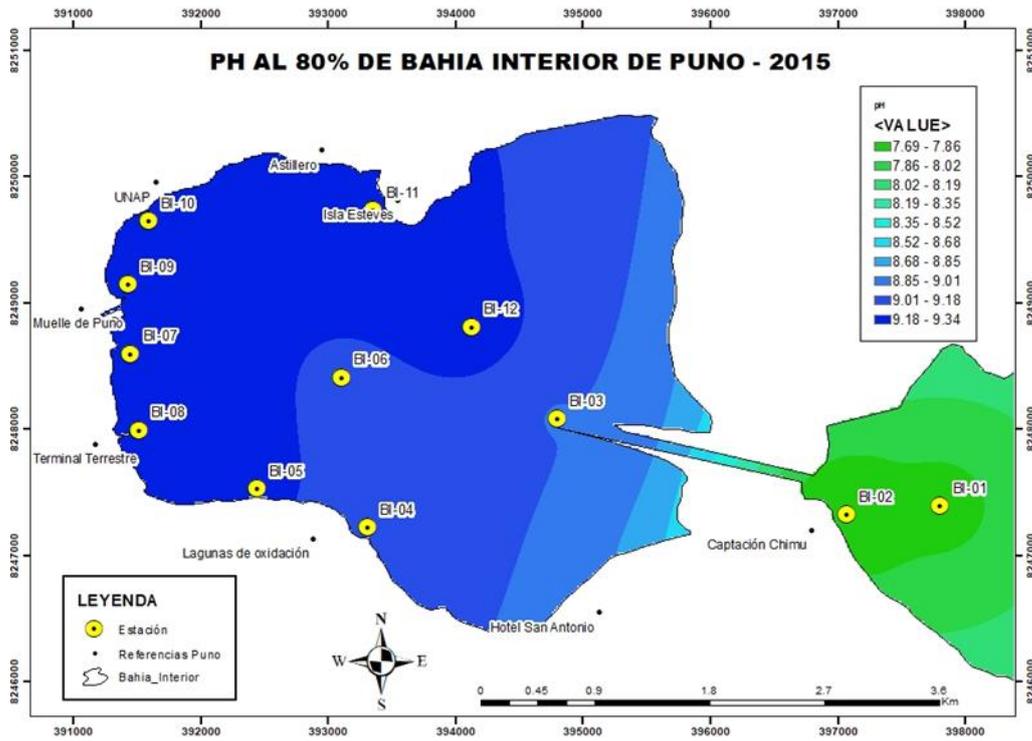
**Año 2013**



**Año 2014**



Año 2015





Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo FRAN OLGER LINO TALAVERA,  
identificado con DNI 02405653 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL,

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
“MODELAMIENTO DE LA EUTROFIZACIÓN DE LA BAHÍA INTERIOR – PUNO  
LAGO TITICACA”

Es un tema original.

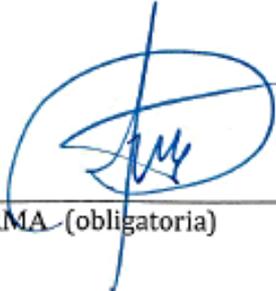
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las conexiones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 08 de JULIO del 2024

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo FRAN OLGER LINO TALAVERA  
identificado con DNI 02405653 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"MODELAMIENTO DE LA EUTROFIZACIÓN DE LA BAHÍA INTERIOR - PUNO  
LAGO TITICACA"

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 08 de JULIO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella