## 1. ANTECEDENTES.

El año 2014, entre el 2014-03-12 al 2014-03-21 se realizó el primer monitoreo binacional, denominado Evaluación de la calidad del agua del lago Titicaca Perú – Bolivia, el segundo monitoreo binacional se ejecutó del 2014-10-22 al 2014-10-30.

El tercer Monitoreo Binacional (Perú-Bolivia) fue realizado del 2015/09/24 al 2015/10/04, el cuarto monitoreo binacional del Lago Titicaca, denominada Expedición científica de calidad de aguas del Lago Titicaca, se desarrolló del 19 al 28 de abril de 2016 entre Bolivia (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear - IBTEN y Unidad Operativa Boliviana UOB) por el Perú (Autoridad Nacional del Agua y el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca) y la ALT Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca (Sistema Hídrico TDPS).

En 2017, se desarrolló el quinto monitoreo binacional del 6 al 16 de noviembre de 2017 en coordinación entre la AAA XIV Titicaca y la Administración Local de Agua Llave.

En 2018, se realizó el monitoreo binacional en época de avenida (del 16 al 27 de julio) del Lago Titicaca de 2018.

Asimismo en la presente gestión se realizó en abril del 2019, el VIII Monitoreo Binacional de calidad de agua (época avenida), siendo el primer monitoreo con la implementación del protocolo aprobado entre ambas naciones, bajo la tutela de la ALT.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

Coadyuvar con el estudio y la evaluación en la calidad del agua superficial del Lago Titicaca, para establecer estrategias dirigidas a la conservación y protección ambiental de la calidad del agua en el Lago Titicaca, en cumplimiento al Plan de Trabajo y Protocolo Binacional.

### 2.2. Objetivo Específico

Evaluar el comportamiento de manera cualitativa y cuantitativa de la calidad del agua superficial del lago Titicaca, mediante el monitoreo de 73 puntos de carácter Binacional con 45 puntos de muestreo en la Republica del Perú y 28 puntos de muestreo en el Estado Plurinacional de Bolivia, concretando de manera más efectiva el estudio de las condiciones temporales en el sector boliviano del Lago Titicaca, (Lago Menor).

## 3. MARCO LEGAL.

El monitoreo binacional de la calidad de agua superficial en el sector boliviano del Lago Titicaca, se realizó en cumplimiento al siguiente marco normativo vigente:

- N.C.P.E., Capítulo V, Art. 373, Art. 374, Art. 375, Art. 376, Art. 377
- LEY DEL MEDIO AMBIENTE Ley Nº1333, REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA, TÍTULO IV Monitoreo, evaluación, prevención, protección y conservación de la calidad hídrica.
- Decreto Supremo Nº 24176 - Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.
- LEY DE MINERÍA Y METALURGIA, Ley Nº535 Art. 111, Art. 112.
- Ley Nº 300 - LEY MARCO DE LA MADRE TIERRA Y DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN Art. 19, Art. 27 (Agua).

## 4. CARACTERÍSTICAS DEL LAGO TITICACA.

El Lago Titicaca forma parte de los grandes Lagos con solo 9000 años como se lo conoce actualmente, sin embargo con características morfometricas, geológicas y climáticas únicas, siendo a la vez tropical y de gran altura, cuenta con un volumen de 930 km3 de agua, siendo el punto mas profundo de 285 m cerca a la Isla Soto (Perú).

El Lago Titicaca es un cuerpo de agua majestuoso, inmenso, de impresionante belleza, de profundidades insospechables y cuna de una gran cultura milenaria. Es el segundo lago más grande de Sudamérica, con una superficie de 8400 km2 (variable en función de la intensidad de las precipitaciones), de los cuales el 55 % corresponde a Perú y el 45 % a Bolivia. De forma irregular y alargada, tiene un volumen aproximado de 891,1 km3, de los cuales el lago Mayor o lago Grande ocupa un volumen de 878,7 km3 (94,5 % respecto al total), y el lago Menor, 12,36 km3 (Wirrmann, 1992). Es uno de los cuerpos de agua dulce más importantes del altiplano boliviano y uno de los ecosistemas más frágiles desde el punto de vista ecológico y ambiental, único en el mundo por su ubicación geográfica. Su altitud media es de 3809 msnm.(sector Boliviano)

Desde el punto de vista químico, no es un cuerpo de agua dulce aislado o autónomo, porque tanto desde la atmósfera como a través de los ríos que confluyen hacia él y se introducen cargas importantes de diversos materiales y sustancias exógenas que proceden de la propia naturaleza geoquímica y fisicoquímica en la Macro Cuenca o de las generadas por las actividades antropogénicas. Las sustancias como el carbono (C), el nitrógeno (N) y el fósforo (P), cuya presencia o ausencia son un factor crítico, influyen directamente en la calidad y en la composición de la estructura biológica del cuerpo de agua.

Los principales ríos que desembocan en el Lago Titicaca están en territorio peruano: el Ramis y Huancané al norte, el Coata y el Illpa al oeste, y el llave y el Zapatilla al suroeste. En el lado boliviano los ríos más importantes son el Huaycho, Suches y el Keka al norte y este; y el Katari y el Tiahuanaco al sur. De todos los tributarios del Lago, el más importante es sin duda el Rio Ramis en jurisdicción del Perú, que abarca el 26% de cuenca. El Lago

Titicaca está conformado por los Lagos Mayor y Menor, este último también denominado Laguna de Wiñay Marca. En la parte sur de este lago se halla el nacimiento del Río Desaguadero. Según el Estudio de Macro zonificación Ecológica y Económica realizado por el ALT, ya para el año 2000, la población que habitaba la región boliviana del Sistema TDPS era de 1.482.436 habitantes, la peruana era de 1.105.126 habitantes y la pequeña porción chilena del territorio del TDPS tenía una población de 9.058. Los principales centros urbanos son Juliaca y Puno en la parte peruana y El Alto y Oruro en el sector boliviano.

## 5. PROCESO METODOLÓGICO.

### 5.1. Secuencia metodológica

El proceso técnico del VIII Monitoreo Binacional (abril-2019), fue el primero en utilizar el "Protocolo Binacional para el Monitoreo de la Calidad de Agua del Lago Titicaca". (Marzo-2019, ALT) consensuado y aprobado entre ambos países.

Se tomaron muestras superficiales para los respectivos análisis de laboratorio y la evaluación de parámetros de pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez y transparencia con discos Secchi en los puntos de muestreo, realizados con instrumental Multiparametrico ejecutados en los puntos de muestreo asimismo las tomas de muestras para el análisis en laboratorio los efectuó el IBTEN que se espera puedan incorporar los resultados para el informe final ante las instancias correspondientes.

### 5.2. Periodo y alcance.

El Monitoreo Binacional (Perú – Bolivia) de la calidad del agua del Lago Titicaca, se realizó desde el 04 al 16 de abril de 2019. Esta actividad corresponde al VIII Monitoreo conjunto binacional (Perú - Bolivia) en el Lago Titicaca, donde participaron entidades técnicas del

Perú y de Bolivia entendidas en materia de calidad de agua donde participo de manera efectiva la Unidad Operativa Boliviana.

### 5.3. Responsables, Personal técnico y administrativo.

| INSTITUCIÓN | PARTICIPANTE |
|---|---|
| **Perú:**<br>Autoridad Administrativa del Agua Titicaca – AAA Titicaca<br>Administración Local de Agua Ilave – ALA Ilave | **Autoridad Administrativa del Agua Titicaca – AAA Titicaca:**<br>• Ing. Rocío Gómez Paredes, Profesional Responsable en Calidad de los Recursos Hídricos.<br>• Ing. Hugo León Hancco, Profesional en Calidad de los Recursos Hídricos.<br>• Blgo. Richar Apaza Arpasi, Profesional en Calidad de los Recursos Hídricos.<br>• Sr. Luis Barreto Condori, Chofer.<br>**Administración Local de Agua Ilave – ALA Ilave:**<br>• Ing. Cenaida Ramos Poma, Profesional en Calidad de los Recursos Hídricos.<br>• Sr. Demecio Federico Huanca Llanos, Chófer. |
| **Bolivia:**<br>Ministerio de Medio Ambiente y Agua – MMAyA<br>Unidad Operativa Boliviana – U.O.B.<br>Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear – IBTEN | **Ministerio de Medio Ambiente y Agua – MMAyA:**<br>• Lic. José Luis Lahore Bernal, profesional responsable en calidad de aguas<br>**Unidad Operativa Boliviana – U.O.B.:**<br>• Ing. Carlos H. Quino Chambi., Jefe de Unidad Planificación- Recursos Hídricos SIG.<br>• Ing. Yerko Beymar Franco, Técnico de Recursos Hídricos<br>**Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear – IBTEN:**<br>• Ing. Grover Surco<br>• Ing. José Luis Pinto |
| **Perú – Bolivia**<br>Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca (Sistema Hídrico TDPS) – ALT | **Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca (Sistema Hídrico TDPS) – ALT:**<br>• Ing. Valentín Fernández V., Director de la Unidad de Conducción del Plan Director.<br>• Ing. Bratzo Klauer García, Responsable de Gestión de Recursos Hidrobiológicos. |

**CUADRO Nº1.-** Responsables y ejecutores del VIII Monitoreo Binacional del Lago Titicaca (Abril-2019).

## 5.4. Red de puntos de Monitoreo de calidad del agua superficial en el Lago Titicaca.

| N° | Fecha | Lugar | Pais | Punto | E | N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit59 | 391402 | 8249013 |
| 2 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit60 | 392656 | 8249544 |
| 3 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit61 | 394477 | 8249053 |
| 4 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit62 | 393607 | 8248395 |
| 5 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit63 | 393377 | 8247327 |
| 6 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | Ltit64 | 394641 | 8246844 |
| 7 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit65 | 399844 | 8246416 |
| 8 | 04/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit66 | 398338 | 8247832 |
| 9 | 05/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit67 | 402628 | 8249587 |
| 10 | 05/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit68 | 403161 | 8245407 |
| 11 | 05/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit69 | 407055 | 8245401 |
| 12 | 05/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit70 | 406610 | 8250115 |
| 13 | 05/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit71 | 408155 | 8255662 |
| 14 | 05/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit72 | 414280 | 8258223 |
| 15 | 05/04/2019 | B. Puno | Perú | LTit73 | 410579 | 8262593 |
| 16 | 06/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit06 | 407580 | 8286901 |
| 17 | 06/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit09 | 420270 | 8274296 |
| 18 | 06/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit12 | 420000 | 8258800 |
| 19 | 06/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit13 | 430880 | 8263510 |
| 20 | 07/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit01 | 418233 | 8304485 |
| 21 | 07/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit02 | 425551 | 8304475 |
| 22 | 07/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit03 | 411036 | 8297691 |
| 23 | 07/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit04 | 425888 | 8296854 |
| 24 | 07/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit05 | 441303 | 8295079 |
| 25 | 07/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit07 | 434430 | 8288400 |
| 26 | 08/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit08 | 452136 | 8284541 |
| 27 | 08/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit10 | 445219 | 8277660 |
| 28 | 08/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit14 | 456468 | 8266450 |
| 29 | 08/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit16 | 442197 | 8252259 |
| 30 | 08/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit18 | 421981 | 8241699 |
| 31 | 09/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit19 | 437748 | 8241366 |
| 32 | 09/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit20 | 460248 | 8246095 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | 09/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit23 | 454147 | 8232140 |
| 34 | 10/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit26 | 466679 | 8227895 |
| 35 | 10/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit29 | 452976 | 8214840 |
| 36 | 10/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit33 | 458788 | 8209314 |
| 37 | 10/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit34 | 468839 | 8202737 |
| 38 | 10/04/2019 | L. Mayor | Perú | LTit35 | 481724 | 8204935 |
| 39 | 11/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit11 | 473452 | 8273404 |
| 40 | 11/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit15 | 479636 | 8265565 |
| 41 | 11/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit30 | 474813 | 8216359 |
| 42 | 11/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | Ltit31 | 489010 | 8212370 |
| 43 | 12/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit17 | 479464 | 8257464 |
| 44 | 12/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit21 | 472489 | 8250460 |
| 45 | 12/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit22 | 488067 | 8248960 |
| 46 | 12/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit24 | 481007 | 8241962 |
| 47 | 12/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit25 | 499706 | 8241962 |
| 48 | 12/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit27 | 492199 | 8230815 |
| 49 | 13/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit28 | 522429 | 8232409 |
| 50 | 13/04/2019 | L. Mayor | Bolivia | LTit32 | 506909 | 8215979 |
| 51 | 13/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit36 | 516113 | 8206331 |
| 52 | 13/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit37 | 522497 | 8205575 |
| 53 | 13/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit38 | 528529 | 8204715 |
| 54 | 14/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit39 | 534950 | 8203672 |
| 55 | 14/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit40 | 540748 | 8202974 |
| 56 | 14/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit42 | 521812 | 8200814 |
| 57 | 14/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit43 | 527587 | 8200704 |
| 58 | 14/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit44 | 534141 | 8199747 |
| 59 | 14/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit45 | 540212 | 8198950 |
| 60 | 15/04/2019 | L. Menor | Perú | LTit41 | 506472 | 8202203 |
| 61 | 15/04/2019 | L. Menor | Perú | LTit46 | 510499 | 8194851 |
| 62 | 15/04/2019 | L. Menor | Perú | LTit47 | 504944 | 8197296 |
| 63 | 15/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit48 | 520654 | 8192780 |
| 64 | 15/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit49 | 526452 | 8191538 |
| 65 | 15/04/2019 | L. Menor | Perú | LTit50 | 503234 | 8188368 |
| 66 | 15/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit51 | 511496 | 8188465 |
| 67 | 15/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit52 | 523616 | 8188049 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 68 | 15/04/2019 | L. Menor | Perú | LTit53 | 500671 | 8184669 |
| 69 | 16/04/2019 | L. Menor | Perú | LTit54 | 499060 | 8177780 |
| 70 | 16/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit55 | 507406 | 8175134 |
| 71 | 16/04/2019 | L. Menor | Perú | LTit56 | 496238 | 8168962 |
| 72 | 16/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit57 | 505299 | 8169034 |
| 73 | 16/04/2019 | L. Menor | Bolivia | LTit58 | 513839 | 8166625 |

**CUADRO Nº2.-** Puntos de muestreo, fechas, ubicación y coordenadas.

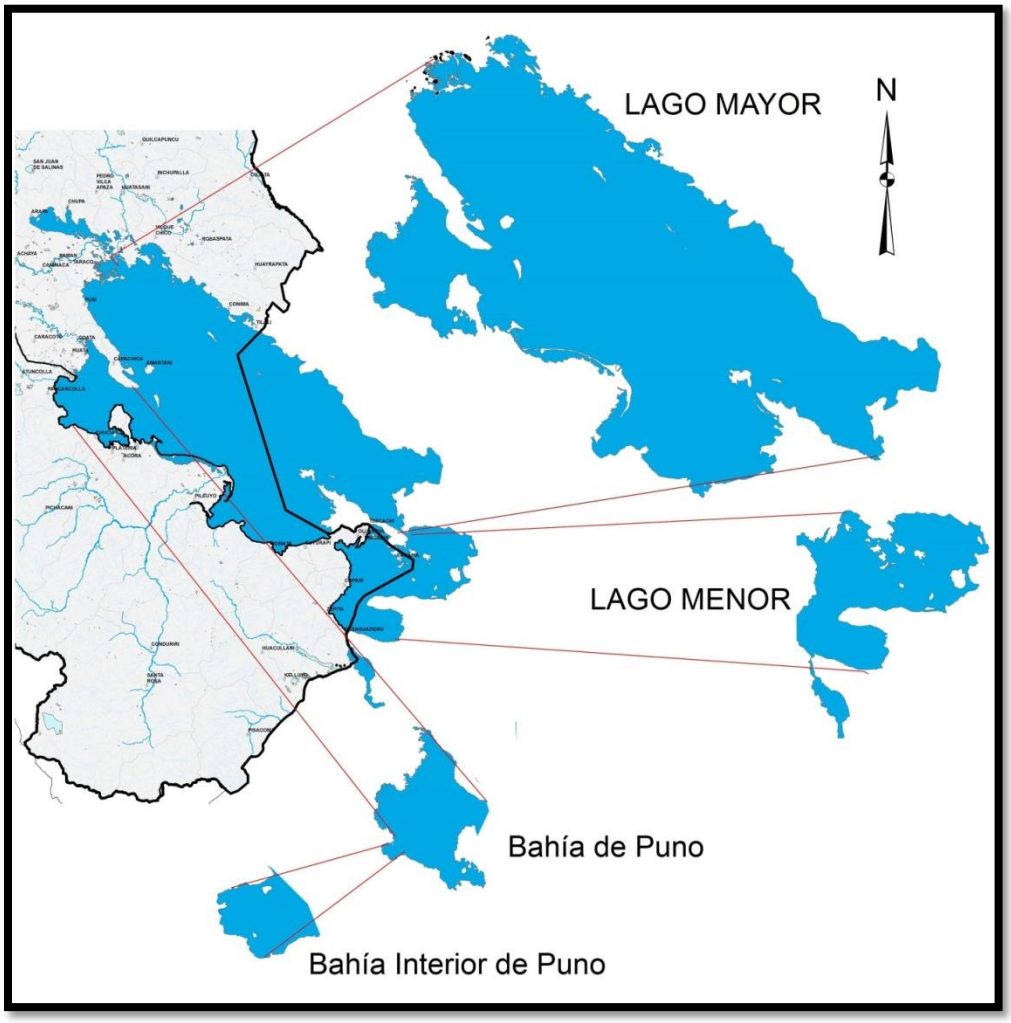



**FIGURA Nº1.-**Mapa de sectorización de unidades espaciales del Lago Titicaca para el monitoreo de calidad de agua superficial (MONITOREO BINACIONAL PERÚ – BOLIVIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO TITICACA RESULTADOS DE MONITOREO BINACIONAL DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL DEL LAGO TITICACA, PERU – BOLIVIA JULIO 2018 – fuente ANA).

# 6. RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO.

## 6.1. Resultados de registros de parámetros de campo

| | | | | | | PARÁMETROS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Fecha | Lugar | Punto | E | N | T (°C) | pH | Cond. (uS/cm) | OD (%) | OD (mg/l) | Z (m) | Turb (NTU) |
| 1 | 04/04/2019 | B. Puno | LTit59 | 391402 | 8249013 | 18,1 | 8,96 | 1570 | | 2,84 | 0,5 | 12,4 |
| 2 | 04/04/2019 | B. Puno | LTit60 | 392656 | 8249544 | 18,07 | 9,02 | 1770 | | 5,64 | 0,9 | 8,99 |
| 3 | 04/04/2019 | B. Puno | LTit61 | 394477 | 8249053 | 16,58 | 9,13 | 1736 | | 6,45 | 0,9 | 10,3 |
| 4 | 04/04/2019 | B. Puno | LTit62 | 393607 | 8248395 | 17,19 | 8,92 | 1674 | | 5,91 | 0,9 | 8,75 |
| 5 | 04/04/2019 | B. Puno | LTit63 | 393377 | 8247327 | 17,79 | 9,01 | 1748 | | 5,43 | 0,7 | 13,4 |
| 6 | 04/04/2019 | B. Puno | Ltit64 | 394641 | 8246844 | 17,18 | 8,83 | 1750 | | 5,44 | 0,7 | 18,1 |
| 7 | 04/04/2019 | B. Puno | LTit66 | 398338 | 8247832 | 16,48 | 8,65 | 1503 | | 5,75 | 5,2 | 0,79 |
| 8 | 04/04/2019 | B. Puno | LTit65 | 399844 | 8246416 | 17,15 | 8,62 | 1501 | | 5,74 | 5,2 | 0,8 |
| 9 | 05/04/2019 | B. Puno | LTit67 | 402628 | 8249587 | 14,65 | 8,76 | 1500 | | 5,94 | 5,5 | 0,61 |
| 10 | 05/04/2019 | B. Puno | LTit68 | 403161 | 8245407 | 15,47 | 8,62 | 1495 | | 5,89 | 6,1 | 0,77 |
| 11 | 05/04/2019 | B. Puno | LTit69 | 407055 | 8245401 | 15,38 | 8,63 | 1496 | | 5,77 | 5,8 | 0,74 |
| 12 | 05/04/2019 | B. Puno | LTit70 | 406610 | 8250115 | 16,31 | 8,66 | 1492 | | 5,92 | 7,2 | 0,53 |
| 13 | 05/04/2019 | B. Puno | LTit71 | 408155 | 8255662 | 16,46 | 8,65 | 1490 | | 5,59 | 9,14 | 0,37 |
| 14 | 05/04/2019 | B. Puno | LTit72 | 414280 | 8258223 | 16,85 | 8,63 | 1496 | | 5,51 | 9,8 | 0,29 |
| 15 | 05/04/2019 | B. Puno | LTit73 | 410579 | 8262593 | 17,16 | 8,41 | 977,2 | | 5,12 | 4,1 | 1,87 |
| 16 | 06/04/2019 | L. Mayor | LTit12 | 420000 | 8258800 | 13,82 | 8,733 | 1477 | | 6,022 | 7,5 | 0,57 |
| 17 | 06/04/2019 | L. Mayor | LTit13 | 430880 | 8263510 | 14,89 | 8,67 | 1500 | | 5,89 | 9,8 | 0,37 |
| 18 | 06/04/2019 | L. Mayor | LTit09 | 420270 | 8274296 | 15,76 | 8,64 | 1492 | | 5,85 | 11,6 | 0,42 |
| 19 | 06/04/2019 | L. Mayor | LTit06 | 407580 | 8286901 | 17,44 | 5,58 | 1496 | | 5,68 | 12,5 | 0,5 |
| 20 | 07/04/2019 | L. Mayor | LTit03 | 411036 | 8297691 | 15,85 | 8,69 | 1463 | | 5,78 | 5,7 | 0,9 |
| 21 | 07/04/2019 | L. Mayor | LTit01 | 418233 | 8304485 | 15,61 | 8,49 | 383,8 | | 5,59 | 0,2 | 74,2 |
| 22 | 07/04/2019 | L. Mayor | LTit02 | 425551 | 8304475 | 17,15 | 8,61 | 1410 | | 5,77 | 5,1 | 1,7 |
| 23 | 07/04/2019 | L. Mayor | LTit04 | 425888 | 8296854 | 17,77 | 8,6 | 1426 | | 5,5 | 3,6 | 2,19 |
| 24 | 07/04/2019 | L. Mayor | LTit07 | 434430 | 8288400 | 16,62 | 8,62 | 1490 | | 5,54 | 8,5 | 0,56 |
| 25 | 07/04/2019 | L. Mayor | LTit05 | 441303 | 8295079 | 16,45 | 8,68 | 1476 | | 5,61 | 8,3 | 0,67 |
| 26 | 08/04/2019 | L. Mayor | LTit08 | 452136 | 8284541 | 15,22 | 8,72 | 1496 | | 5,92 | 13,9 | 0,3 |
| 27 | 08/04/2019 | L. Mayor | LTit10 | 445219 | 8277660 | 15,12 | 8,7 | 1496 | | 5,92 | 13,8 | 0,34 |
| 28 | 08/04/2019 | L. Mayor | LTit14 | 456468 | 8266450 | 16,73 | 8,6 | 1500 | | 5,49 | 11,8 | 0,68 |
| 29 | 08/04/2019 | L. Mayor | LTit16 | 442197 | 8252259 | 17,18 | 8,56 | 1508 | | 5,18 | 14,1 | 1,15 |
| 30 | 08/04/2019 | L. Mayor | LTit18 | 421981 | 8241699 | 16,58 | 8,64 | 1497 | | 5,49 | 10.10 | 0,62 |
| 31 | 09/04/2019 | L. Mayor | LTit19 | 437748 | 8241366 | 16,59 | 8,62 | 1506 | | 5,58 | 13,7 | 0,88 |
| 32 | 09/04/2019 | L. Mayor | LTit20 | 460248 | 8246095 | 17,18 | 8,66 | 1494 | | 5,54 | 12,8 | 0,99 |
| 33 | 09/04/2019 | L. Mayor | LTit23 | 454147 | 8232140 | 17,18 | 8,62 | 1418 | | 5,37 | 9,7 | 1,5 |
| 34 | 10/04/2019 | L. Mayor | LTit29 | 452976 | 8214840 | 14,36 | 8,75 | 1502 | | 5,91 | 5,91 | 0,37 |
| 35 | 10/04/2019 | L. Mayor | LTit26 | 466679 | 8227895 | 15,0 | 8,68 | 1503 | | 5,88 | 13,8 | 0,25 |
| 36 | 10/04/2019 | L. Mayor | LTit33 | 458788 | 8209314 | 17,16 | 8,678 | 1504 | | 5,391 | 6,4 | 0,3 |
| 37 | 10/04/2019 | L. Mayor | LTit34 | 468839 | 8202737 | 20,19 | 8,535 | 1492 | | 5,516 | 16,0 | 0,57 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **38** | 10/04/2019 | L. Mayor | LTit35 | 481724 | 8204935 | 17,86 | 8,638 | 1506 | | 5,269 | 13,2 | 0,92 |
| **39** | 11/04/2019 | L. Mayor | Ltit31 | 489010 | 8212370 | 15,0 | 8,72 | 1506 | | 6,08 | 10,5 | 0,3 |
| **40** | 11/04/2019 | L. Mayor | LTit30 | 474813 | 8216359 | 16,25 | 8,66 | 1506 | | 6,1 | 10,8 | 0,35 |
| **41** | 11/04/2019 | L. Mayor | LTit11 | 473452 | 8273404 | 16,8 | 8,64 | 1495 | | 5,45 | 9,4 | 0,36 |
| **42** | 11/04/2019 | L. Mayor | LTit15 | 479636 | 8265565 | 14,61 | 8,45 | 1357 | | 5,58 | 2.20 | 3,71 |
| **43** | 12/01/2019 | L. Mayor | LTit17 | 479464 | 8257464 | 14,25 | 8,69 | 1500 | | 5,94 | 9,0 | 0,77 |
| **44** | 12/01/2019 | L. Mayor | LTit21 | 472489 | 8250460 | 15,52 | 8,66 | 1503 | | 5,79 | 8,7 | 0,31 |
| **45** | 12/01/2019 | L. Mayor | LTit24 | 481007 | 8241962 | 16,0 | 8,66 | 1501 | | 5,6 | 7,2 | 0,43 |
| **46** | 12/01/2019 | L. Mayor | LTit27 | 492199 | 8230815 | 17,65 | 8,6 | 1510 | | 5,56 | 10,8 | 0,76 |
| **47** | 12/01/2019 | L. Mayor | LTit22 | 488067 | 8248960 | 17,15 | 8,6 | 1505 | | 6,2 | 7,8 | 1,18 |
| **48** | 12/01/2019 | L. Mayor | LTit25 | 499706 | 8241962 | 15,02 | 8,73 | 1501 | | 5,87 | 9,3 | 0,32 |
| **49** | 13/04/2019 | L. Mayor | LTit28 | 522429 | 8232409 | 15,96 | 8,7 | 1581 | | 5,8 | 2,8 | 2,63 |
| **50** | 13/04/2019 | L. Mayor | LTit32 | 506909 | 8215979 | 17,66 | 8,5 | 1507 | | 5,6 | 11,1 | 0,22 |
| **51** | 13/04/2019 | L. Menor | LTit36 | 516113 | 8206331 | 17,18 | 8,57 | 1522 | | 6,0 | 11,0 | 0,38 |
| **52** | 13/04/2019 | L. Menor | LTit37 | 522497 | 8205575 | 17,1 | 8,66 | 1607 | 104 | 6,26 | 7,0 | 0,8 |
| **53** | 13/04/2019 | L. Menor | LTit38 | 528529 | 8204715 | 17,0 | 8,68 | 1611 | 101,7 | 6,21 | 7,1 | 0,25 |
| **54** | 14/04/2019 | L. Menor | LTit44 | 534141 | 8199747 | 14,7 | 8,85 | 1603 | 112 | 7,09 | 5,0 | 0,6 |
| **55** | 14/04/2019 | L. Menor | LTit43 | 527587 | 8200704 | 15,4 | 9,0 | 1594 | 128,4 | 8,05 | 5,0 | 0,3 |
| **56** | 14/04/2019 | L. Menor | LTit42 | 521812 | 8200814 | 16,2 | 8,97 | 1614 | 110,5 | 6,88 | 4,8 | 0,54 |
| **57** | 14/04/2019 | L. Menor | LTit39 | 534950 | 8203672 | 16,2 | 8,89 | 1608 | 111,8 | 6,96 | 7,4 | 0,4 |
| **58** | 14/04/2019 | L. Menor | LTit40 | 540748 | 8202974 | 15,2 | 9,0 | 1604 | 123,3 | 7,84 | 3,8 | 0,346 |
| **59** | 14/04/2019 | L. Menor | LTit45 | 540212 | 8198950 | 15,2 | 8,95 | 1601 | 138 | 8,77 | 3,1 | 0,8 |
| **60** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit49 | 526452 | 8191538 | 14,2 | 9,34 | 1059 | 138 | 8,93 | 1,1 | 4,0 |
| **61** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit52 | 523616 | 8188049 | 14,3 | 9,54 | 676 | 119 | 7,7 | 0,7 | 2,1 |
| **62** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit48 | 520654 | 8192780 | 14,4 | 9,15 | 1600 | 120 | 7,65 | 2,1 | 1,8 |
| **63** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit51 | 511496 | 8188465 | 16,0 | 8,77 | 1888 | 104 | 6,5 | 4,6 | 1,6 |
| **64** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit46 | 510499 | 8194851 | 15,6 | 8,71 | 1911 | 99,1 | 6,25 | 4,0 | 4,3 |
| **65** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit41 | 506472 | 8202203 | 16,2 | 8,64 | 1901 | 93 | 5,75 | 4,5 | 2,9 |
| **66** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit47 | 504944 | 8197296 | 16,2 | 8,68 | 1903 | 95,9 | 6,0 | 4,5 | 1,1 |
| **67** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit50 | 503234 | 8188368 | 17,2 | 8,75 | 1888 | 104 | 6,33 | 4,5 | 0,9 |
| **68** | 15/04/2019 | L. Menor | LTit53 | 500671 | 8184669 | 17,1 | 8,81 | 1873 | 103,8 | 6,35 | 4,5 | 1,1 |
| **69** | 16/04/2019 | L. Menor | LTit54 | 499060 | 8177780 | 14,6 | 8,66 | 1883 | 101,3 | 6,5 | 3,9 | 1,4 |
| **70** | 16/04/2019 | L. Menor | LTit55 | 507406 | 8175134 | 14,5 | 8,69 | 1955 | 92,3 | 5,94 | 4,5 | 1,5 |
| **71** | 16/04/2019 | L. Menor | LTit58 | 513839 | 8166625 | 16,2 | 8,7 | 1642 | 118 | 7,31 | 3,8 | 0,6 |
| **72** | 16/04/2019 | L. Menor | LTit57 | 505299 | 8169034 | 15,4 | 8,67 | 1865 | 100,9 | 6,39 | 4,1 | 1,0 |
| **73** | 16/04/2019 | L. Menor | LTit56 | 496238 | 8168962 | 15,4 | 8,51 | 1818 | 102,2 | 6,45 | 1,8 | 1,6 |

Datos obtenidos con equipo Multiparémetrico y Turbímetro de UOB(Unidad Operativa Boliviana).
Datos obtenidos con otros Multiparémetrico y Turbímetro (Sector peruano)

**CUADRO Nº3.-** Parámetros físico químico obtenidos en campo en los puntos de muestreo (Elaboración propia).

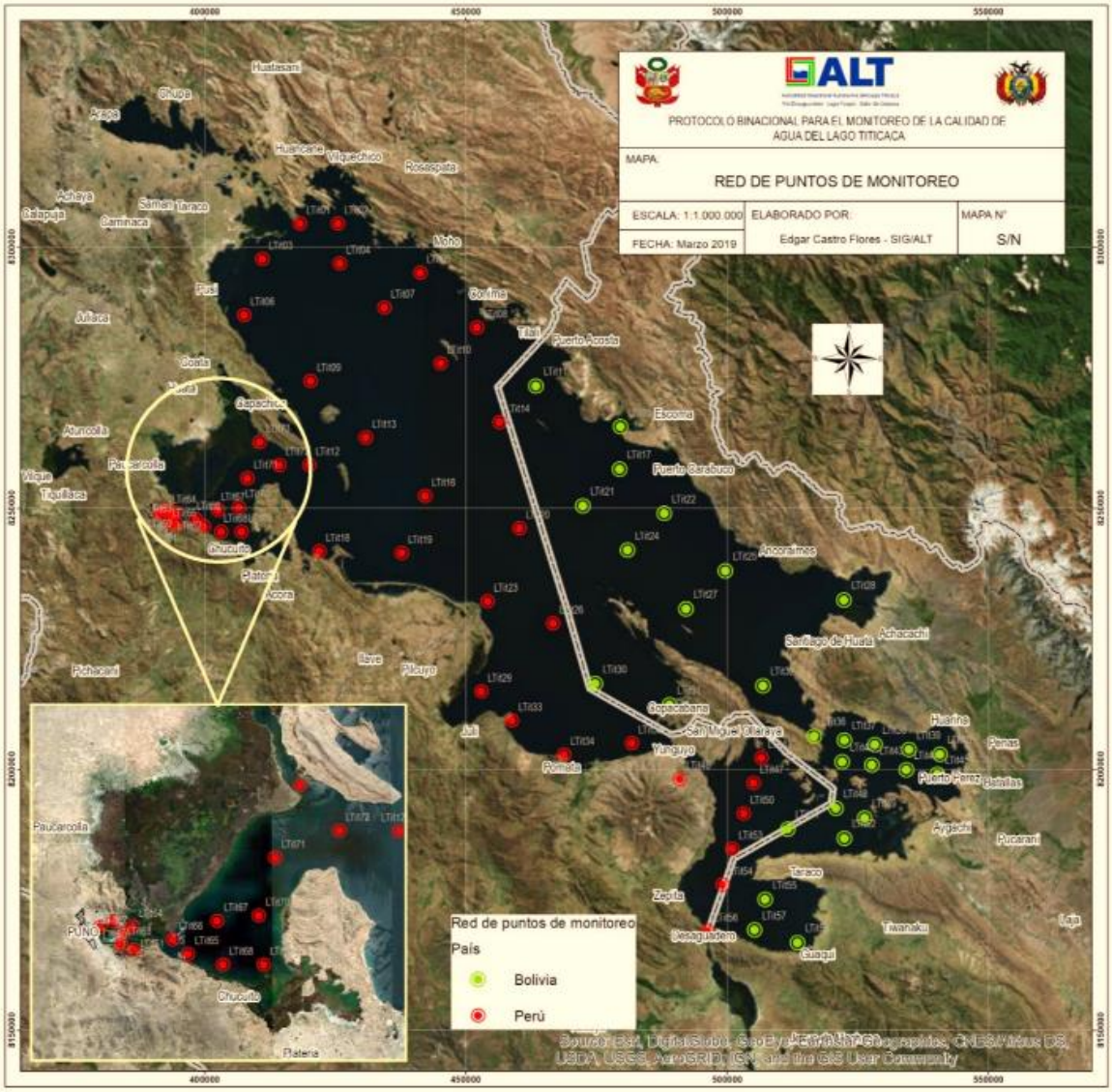
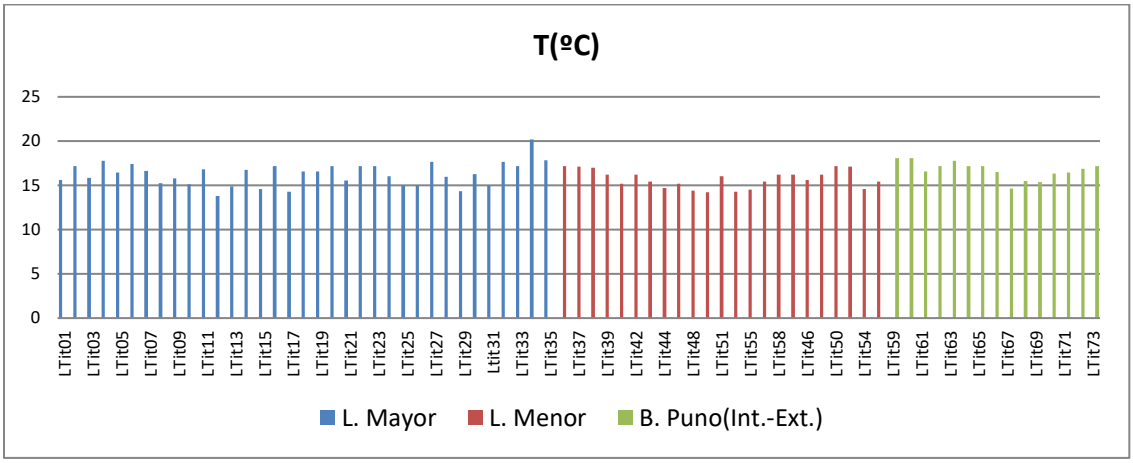



**FIGURA Nº2.-**Mapa de puntos de muestreo del Lago Titicaca para el monitoreo de calidad de agua superficial.

## 6.2. Evaluación e interpretación de resultados obtenidos.

Con fines didácticos y para mejor evaluación e interpretación de los valores muéstrales obtenidos en campo, se procedió en gabinete a sectorizar en grafica de barras al cuerpo de agua en tres Lago Mayor, Lago Menor y Bahía de Puno.

- **Temperatura**



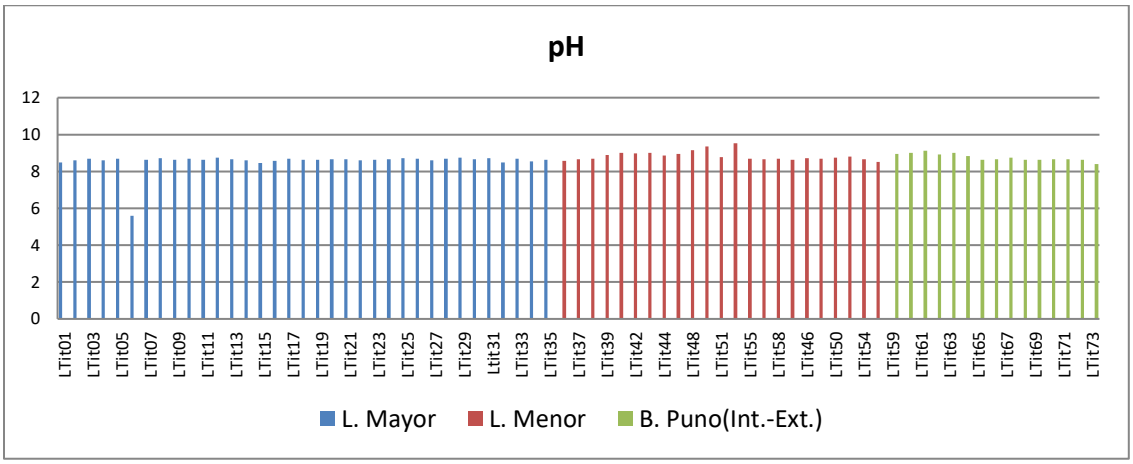

**GráficoNº1.-** Comportamiento de la Temperatura en el Lago Titicaca (Abril 2019).

Según los sectores definidos en el plan de trabajo, estos son valores medios y obtenidos en la toma de datos de temperatura:

- Lago Mayor: Tm (ºC)= 16.27
- Lago Menor: Tm (ºC)= 15.72
- Lago Bahía de Puno: Tm (ºC)= 16.72

En los cuales se logra apreciar una variación mínima de temperatura entre los valores Tmin(ºC)=14 a Tmax(ºC)=20 a lo largo de los puntos , en el sector boliviano se tiene una Temperatura media de Tm(ºC)=15.74

- **pH**



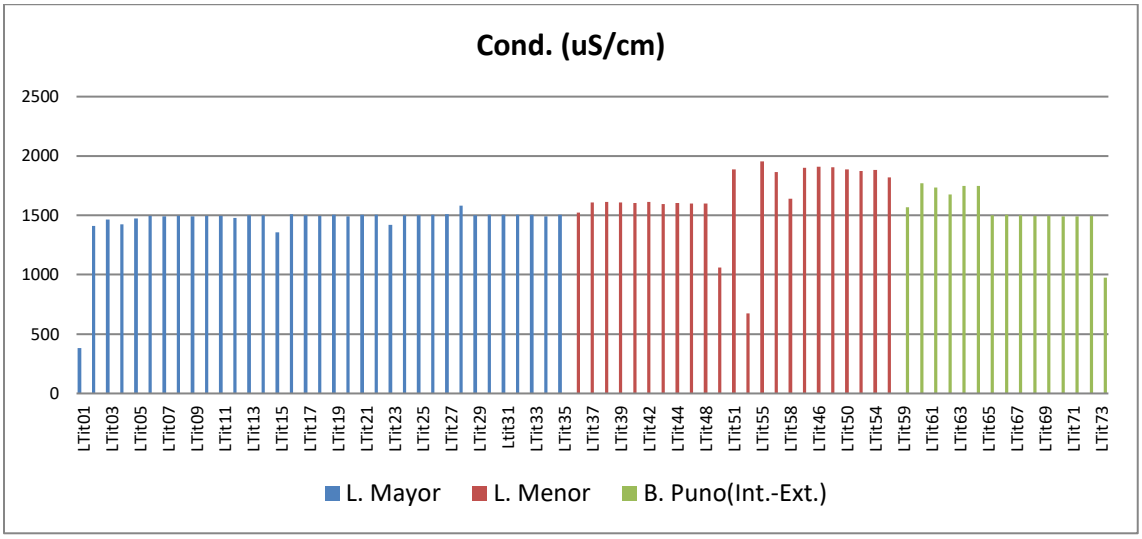

**GráficoNº2.-** Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en el Lago Titicaca (Abril 2019).

En cuanto a la toma de datos de Potencial de Hidrógeno (pH), se obtuvieron los siguientes valores medios según los sectores definidos anteriormente:

- Lago Mayor: pH= 8.55
- Lago Menor: pH= 8.83
- Lago Bahía de Puno: pH= 8.77

En los cuales los valores mínimos y máximos de pH son de pHmin=5.58 a pHmax=9.54 a lo largo de los puntos muestreados, en la jurisdicción del Perú se tiene un valor medio de pHm=8.62 y en la jurisdicción boliviana el valor medio es pHm=8.79

- **Conductividad (uS/cm)**



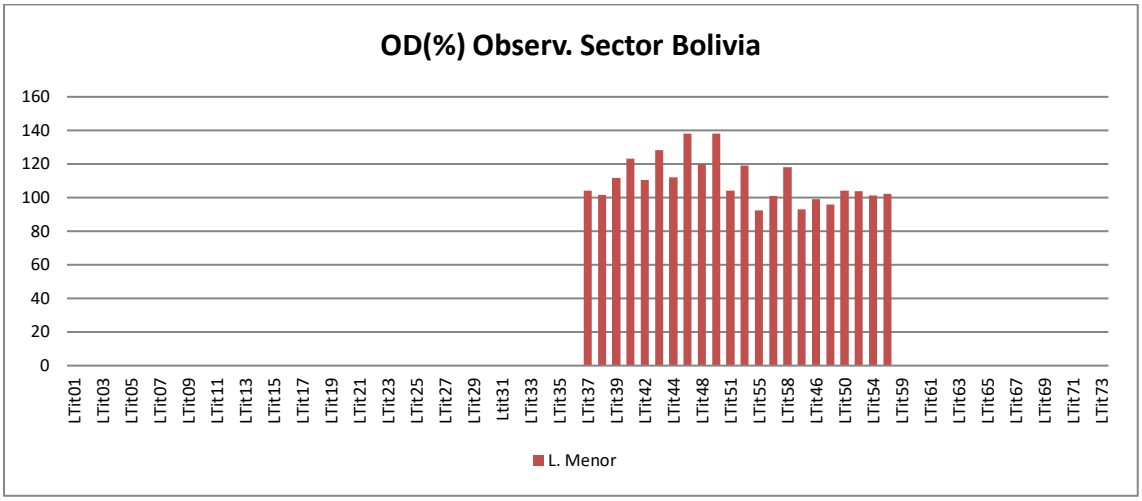

**GráficoNº3.-** Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en el Lago Titicaca (Abril 2019).

Los valores de conductividad medios en los 3 sectores a lo largo del Lago Titicaca son los siguientes:

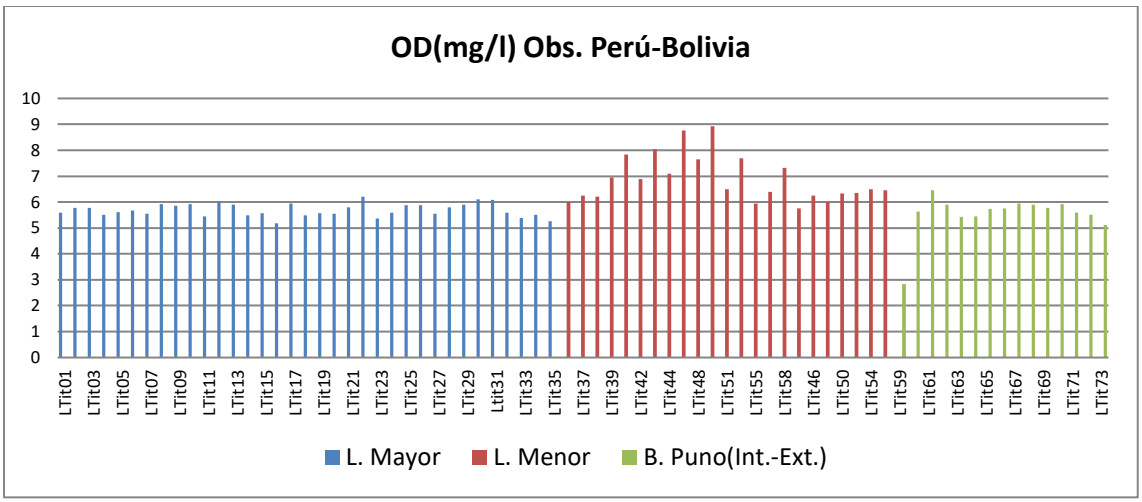
- Lago Mayor: Cond (uS/cm) = 1457.37
- Lago Menor: Cond (uS/cm)= 1662.0
- Lago Bahía de Puno: Cond (uS/cm)= 1546.55

En los cuales los valores mínimos y máximos con relación a los puntos de muestreo son de Cond. (uS/cm)min=383.80 y Cond.(uS/cm)max=1955.0, en el sector boliviano se tiene una Conductividad media de Cond. (uS/cm) m =1536.46 que tiene bastante similitud con el obtenido por la jurisdicción del Perú de Cond. (uS/cm) m =1542.47

- **OD(%) y OD(mg/l)**




**GráficoNº4.-** Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en el Lago Menor del Lago Titicaca sector Bolivia (Abril 2019).




**GráficoNº5.-** Comportamiento del Oxígeno Disuelto en el Lago Titicaca (Abril 2019).

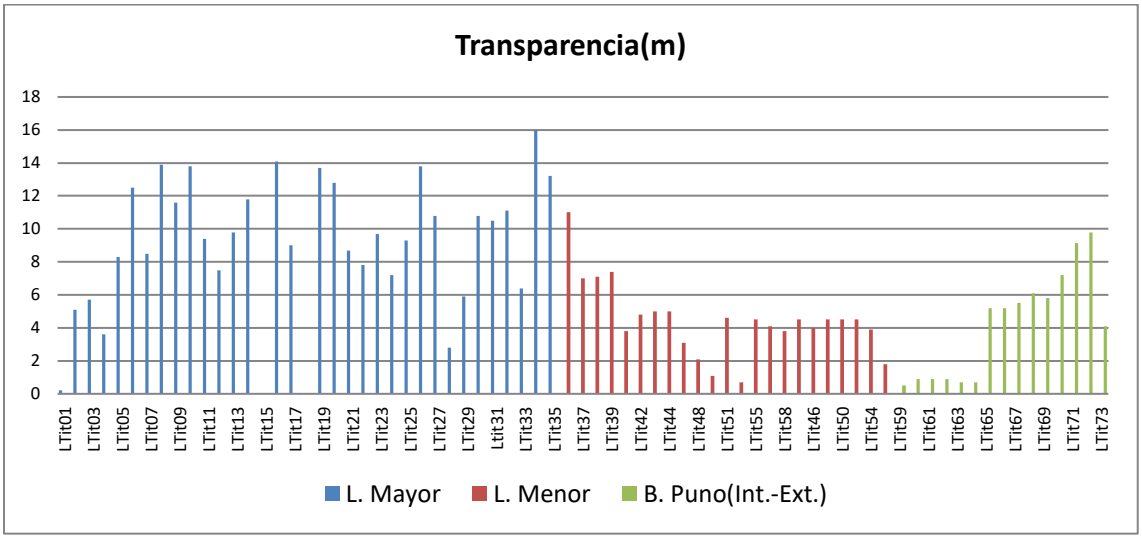
El muestreo superficial de agua en el Lago Titicaca realizado en la jurisdicción del Perú se realizó de acuerdo a metodología y protocolos técnicos adquiridos por mencionado país a través de sus instituciones técnicas, quienes no consideraron el valor de orden porcentual (OD%) para la toma de datos de Oxígeno Disuelto, los valores porcentuales para este parámetro fue considerado en jurisdicción boliviana.

Valores medios obtenidos de OD en los 3 sectores determinados para el Lago Titicaca son los siguientes:

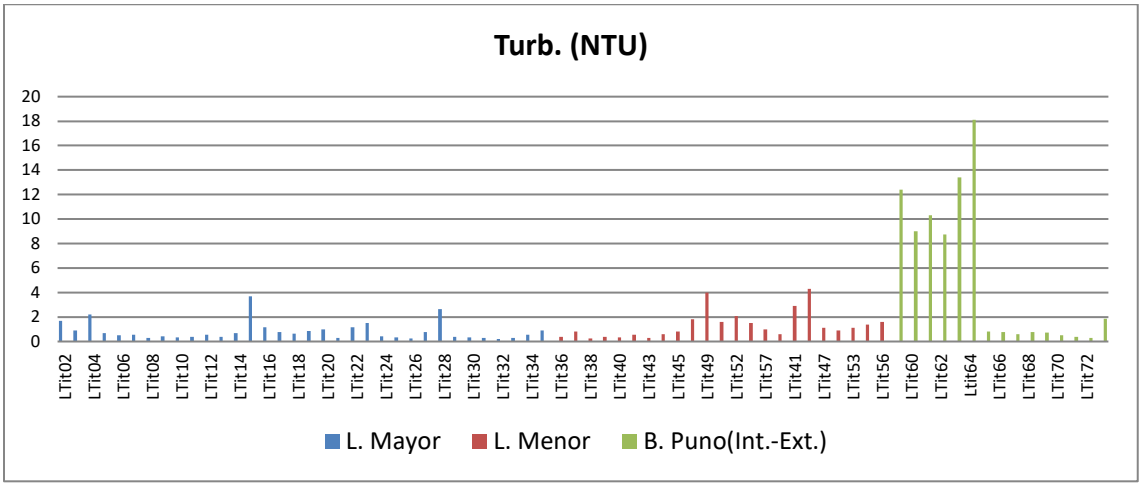
- Lago Mayor: OD (mg/l) = 5.69 y OD (%)= SIN REGISTRO
- Lago Menor: OD (mg/l) = 6.87 y OD (%)= 110.05
- Lago Bahía de Puno: OD (mg/l) = 5.53 y OD (%)=SIN REGISTRO

Los valores mínimos y máximos de oxígeno disuelto considerado en las unidades registradas en la coordinación Perú-Bolivia son ODmin (mg/l) = 2.84 registrado en LTit59 de la Bahía de Puno y ODmax (mg/l) = 8.93 registrado en LTit49 en el Lago Menor de la jurisdicción de Bolivia, la media de oxígeno disuelto en el sector boliviano se tiene un valor de ODm (mg/l) = 6.57 y ODm (%) = 114.79, el cual está un 15% por encima del registrado en la jurisdicción del Perú, el cual tiene un valor de ODm (mg/l), la representación de estos valores de OD(mg/l) ligeramente favorables se encuentran en 23 puntos del sector boliviano del Lago Titicaca(LTit36, LTit37, LTit38, LTit39, LTit40, LTit42, LTit43, LTit44, LTit45, LTit48, LTit49, LTit51, LTit52, LTit55, LTit57, LTit58, LTit17, LTit21, LTit22, LTit25, LTit28, LTit30, Ltit31).

- **Transparencia Z(m) y Turbidez(NTU)**




**GráficoNº6.-** Comportamiento de la Transparencia en el Lago Titicaca (Abril 2019).




**GráficoNº7.-** Comportamiento de la Turbidez en el Lago Titicaca (Abril 2019).

Según la sectorización del Lago Titicaca para el monitoreo de calidad de agua superficial, estos son valores medios obtenidos en los parámetros de Turbidez y Transparencia:

- Lago Mayor: Turb. (NTU)=2.92 y Z (m)=9.55
- Lago Menor: Turb. (NTU)=4.47 y Z (m)=1.32
- Lago Bahía de Puno: Turb. (NTU)= 5.25 y Z (m)=4.18

En los cuales se logra apreciar una variación bastante significativa en los valores obtenidos, los cuales están entre los rangos Turb. (NTU)MIN=0.22 en el punto LTit32 del sector boliviano del Lago Mayor y Turb. (NTU)MAX=74.2 en el punto LTit01 del Lago Mayor de la jurisdicción del Perú, en los puntos muestreados de la jurisdicción boliviana se tiene un valor promedio de Turb. (NTU)= 1.01, el cual representa un valor de 300% menor que el valor obtenido en el sector peruano con Turb. (NTU)= 4.07.

Una consideración relativa a todos los parámetros fisicoquímicos delimitados están en referencia a los datos registrados en los puntos de muestreo sin existir una valoración del ecosistema, habitad y otros factores socioeconómicos que involucren o influyan en el comportamiento en el Lago Titicaca en su integridad.

# 7. CONCLUSIONES.

## 7.1. Conclusiones Generales.

- Los puntos de muestreo del monitoreo de calidad de agua se realizaron de acuerdo a lo planificado en el Plan de Trabajo aprobado entre ambos países (Perú – Bolivia), el cual se desarrolló entre el 04 al 16 de abril de 2019; en el ámbito boliviano se tomaron muestras en 28 puntos de monitoreo. Como se establece en el "Anexo" de Fichas de descripción adjunta.
- No se realizó el proceso conjunto de calibración de los equipos multiparamétricos, siendo una tarea comprometida en el plan de trabajo para establecer una metodología o estandarización en el uso de los equipos de manera simultánea, sin embargo a partir del Sector Boliviano se pudo realizar comparativas de lecturas de los parámetros analizados hasta el final del Monitoreo.
- Se realizó el muestreo de todos los puntos planteados en el plan de trabajo cumpliéndose a cabalidad con lo planificado misma permitirá ajustar y considerar el comportamiento de los mismos en tiempo y espacio, sin embargo se ve la necesidad de incorporar 1 o 2 puntos adicionales o complementarios en la Bahía de Coana, para un mejor alcance muestral del comportamiento en esta parte del Lago.
- Se realizó un análisis sectorizado en tablas de los parámetros fisicoquímicos misma permitirá generar una data y establecer el comportamiento progresivo en base a datos o monitoreos anteriores concluyendo con la evaluación de estos resultados que se mencionan en las conclusiones técnicas.

- Se elaboró de manera anexa fichas de descripción (formato referencial del VRHR adecuándolo la UOB.), por cada punto de muestreo en el sector Boliviano, misma permitirá generar información precisa y observancias de orden general y especifico.

**7.2. Conclusiones Técnicas.**

- El comportamiento de la T°, del Lago Titicaca en general oscila entre valores de 14°C a 20°C, siendo que la fluctuación en el sector Boliviano tiene una media de 15.74°C.
- El comportamiento del pH, en el Lago Titicaca en general se mantiene relativamente constante en el rango que oscila entre valores de 8.5 y 8.8, siendo que en el sector Boliviano se tiene una media de 8.79, existiendo un desfase en el punto muestral Ltit52 donde alcanza un valor de 9.54 siendo el valor más alto en todo el Lago Titicaca.
- En relación al parámetro de conductividad, se logra apreciar que los valores en el Lago Menor son considerablemente más elevados en relación a los obtenidos en los sectores de Lago Mayor y Bahía de Puno alcanzando una media de 1662.0 uS/cm, con su valor máximo en el punto LTit55 de 1955.0 uS/cm, que se encuentra en jurisdicción boliviana. Asimismo la conductividad media en los datos obtenidos del sector boliviano tiene un valor de 1536.46 uS/cm.
- En el análisis del comportamiento del OD, se logra contrastar que los valores con mayor concentración de oxígeno disuelto se encuentran en el sector de Lago Menor en relación a Lago Mayor y Bahía de Puno, con un valor medio de 6.87 mg/l y una saturación de 110.05% (Datos registrados únicamente por el sector boliviano). Los valores medios de los puntos muestrales en jurisdicción boliviana son de OD(mg/l)=6.57 y OD(%)= 114.79,

con sus valores más altos de oxígeno disuelto en el punto muestral LTit 49 llegando a una concentración de 8.93 mg/l, con saturación de 138.0 %.

- Entre los datos analizados en cuanto a Transparencia y Turbidez del Lago Titicaca, se tiene valores considerablemente elevados en el sector de la Bahía de Puno, con una media de 5.25 NTU, en el cual el valor más alto medido en el punto LTit 64, llega hasta los 18.1 NTU en la jurisdicción del Perú, contrastando con este análisis el sector boliviano en parámetros de Turbidez tiene una media de 1.01 NTU con su valor más elevado en LTit49 de 4.0 NTU.
- El análisis de los datos obtenidos son de orden referencial de parte de la Unidad Operativa Boliviana con mayor incidencia en puntos de muestreo realizados en jurisdicción boliviana y que sirvan a las otras instituciones participantes contrastar y validar los mismos en base a monitoreos anteriores.

## 8. SUGERENCIAS.

- Se sugiere a las instancias correspondientes la verificación de equipos e instrumental comprometido por la instituciones técnicas de ambos países, en el Monitoreo asimismo la presentación del personal que participara durante todo el muestreo un día antes de los trabajos de campo.
- Se sugiere una mayor coordinación en tiempos y apoyo logístico para realizar puntos de muestreo en la Bahía de Coana, por tratarse de puntos muy relevantes para la evaluación final y sea de consideración por el VRHR y la ALT.
- Se sugiere que al finalizar cada jornada como en todo se debería realizar una evaluación preliminar de lo acontecido en los diferentes aspectos para generar espacios de consenso

técnico y análisis crítico productivo y sea motivo de generación de acciones posteriores, en los puntos de muestreo.

- Se sugiere considerar para ambos países para una mejor operativizacion, acerca del recojo de muestras que deben ser llevadas a los diferentes laboratorios, considerar vías de acceso, horarios, coordenadas del lugar y establecer los tiempos requeridos.
- Se sugiere a la institución coordinadora precautelar y prever la seguridad de los participantes asimismo la posibilidad de contar con instrumental adicional afín de evitar algún contratiempo de orden técnico.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.


- INFORME DEL CRUCERO AL LAGO TITICACA – SECTOR BOLIVIANO IBTEN–ALT – UOB, marzo 2015.
- Protocolo Binacional para el Monitoreo de la Calidad de Agua del Lago Titicaca Perú – Bolivia- ALT, 2018.
- RESULTADOS DE MONITOREO BINACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO TITICACA-ANA, julio 2018.
- PLAN DE TRABAJO DE MONITOREO BINACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO TITICACA, ÉPOCA AVENIDA –ALT, abril 2019.


## 10. ANEXO.

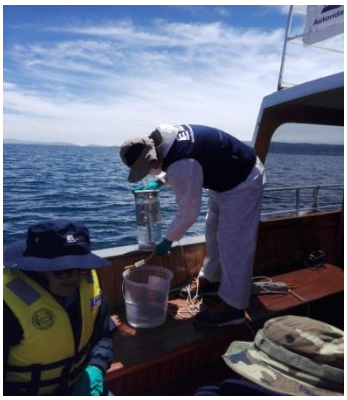
- ***Memoria Fotográfica***
- ***Fichas de descripción de puntos de muestreo*** ***( Formato del VRHR-MMAyA adecuado por la UOB)***

# MEMORIA FOTOGRAFICA MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

# EN EL "LAGO TITICACA" JURISDICCION DE LA REPUBLICA DEL PERÚ

Ceremonia de inauguración del VIII Monitoreo Binacional de calidad de agua en el Puerto de Puno - Perú

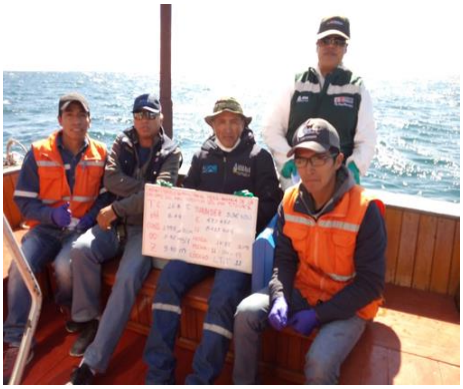
Personal técnico de calidad de agua embarcado para realizar el muestreo, abril 2019



Toma de muestras de agua para su evaluación en laboratorios habilitados en la República del Perú

Utilización de un Dron que incorpora una cámara multiespectral y toma de imágenes a otra escala para la evaluación multitemporal

# MEMORIA FOTOGRAFICA MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN EL "LAGO TITICACA" JURISDICCION DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



Primer punto de muestreo dentro la jurisdicción de Bolivia en el Lago Mayor (Copacabana)

Instrumental Multiparametrico utilizado para la medición de parámetros de calidad de agua abril 2019

Personal técnico de ANA, IBTEN y UOB en jurisdicción Boliviana realizando muestreo de calidad de agua

Autoridades y personal técnico momento de la clausura en el Rio Desaguadero, abril 2019

# RESULTADOS DEL VIII MONITOREO BINACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO TITICACA

## (04 AL 16 DE ABRIL DE 2019).

## A. CONTENIDO

Pág.

1. ANTECEDENTES. ..... 1
2. OBJETIVOS ..... 1
2.1. Objetivo General ..... 1
2.2. Objetivo Específico ..... 2
3. MARCO LEGAL. ..... 2
4. CARACTERÍSTICAS DEL LAGO TITICACA. ..... 2
5. PROCESO METODOLÓGICO. ..... 4
5.1. Secuencia metodológica ..... 4
5.2. Periodo y alcance. ..... 4
5.3. Responsables, Personal técnico y administrativo. ..... 5
5.4. Red de puntos de Monitoreo de calidad del agua superficial en el Lago Titicaca. 6
6. RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO. ..... 9
6.1. Resultados de registros de parámetros de campo ..... 9
6.2. Evaluación e interpretación de resultados obtenidos. ..... 11
7. CONCLUSIONES. ..... 17
7.1. Conclusiones Generales. ..... 17
7.2. Conclusiones Técnicas. ..... 18
8. SUGERENCIAS. ..... 19
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ..... 20
10..ANEXO. ..... 20

## B. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAA: Autoridad Administrativa del Agua

ANA: Autoridad Nacional del Agua

ALA: Administración Local del Agua.

ALT: Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca (Sistema Hídrico TDPS).

IBTEN: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear

MMAyA: Ministerio de Medio Ambiente y Agua

UOB: Unidad Operativa Boliviana

## C. ABREVIATURAS

Art.: Articulo

Tm.: Temperatura media

Tmin.: Temperatura mínima

Tmax.: Temperatura máxima

pH: Potencial Hidrogeno

pHm.: Potencial Hidrogeno medio.

pHmin.: Potencial Hidrogeno mínimo

pHmax.: Potencial Hidrogeno máximo

Cond.: Conductividad Eléctrica

Cond.m.: Conductividad Eléctrica media.

Cond.min.: Conductividad Eléctrica mínima.

Cond.max.: Conductividad Eléctrica máxima.

OD: Oxígeno Disuelto.

ODm.: Oxígeno Disuelto medio.

ODmin.: Oxígeno Disuelto mínimo.

ODmax.: Oxígeno Disuelto máximo.

Z: altura, profundidad.

Turb.: Turbidez

Turb.m: Turbidez media.

Turb.min: Turbidez minima.

Turb.max.: Turbidez maxima.

## D. ÍNDICE DE CUADROS

**Pág.**

**CUADRO Nº1.-** Responsables y ejecutores del VIII Monitoreo Binacional del Lago Titicaca (Abril-2019). ..... 5

**CUADRO Nº2.-** Puntos de muestreo, fechas, ubicación y coordenadas. ..... 8

**CUADRO Nº3.-** Parámetros físico químico obtenidos en campo en los puntos de muestreo (Elaboración propia). ..... 10

## E. ÍNDICE DE FIGURAS

**Pág.**

**FIGURA Nº1.-**Mapa de sectorización de unidades espaciales del Lago Titicaca para el monitoreo de calidad de agua superficial (MONITOREO BINACIONAL PERÚ – BOLIVIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO TITICACA RESULTADOS DE MONITOREO BINACIONAL DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL DEL LAGO TITICACA, PERU – BOLIVIA JULIO 2018 – fuente ANA). ..... 8

**FIGURA Nº2.-**Mapa de puntos de muestreo del Lago Titicaca para el monitoreo de calidad de agua superficial. ..... 11

## F. ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Pág.**

**GráficoNº1.-** Comportamiento de la Temperatura en el Lago Titicaca (Abril 2019). ..... 12

**GráficoNº2.-** Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en el Lago Titicaca (Abril 2019). ..... 12

**GráficoNº3.-** Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en el Lago Titicaca (Abril 2019). ..... 13

**GráficoNº4.-** Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en el Lago Menor del Lago Titicaca sector Bolivia (Abril 2019). ..... 14

**GráficoNº5.-** Comportamiento del Oxígeno Disuelto en el Lago Titicaca (Abril 2019). ... 14

**GráficoNº6.-** Comportamiento de la Transparencia en el Lago Titicaca (Abril 2019). ..... 15

**GráficoNº7.-** Comportamiento de la Turbidez en el Lago Titicaca (Abril 2019). ..... 16