

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES
CARRION**

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

Caracterización físicoquímica y microbiológica del Agua de la laguna de Punrun con fines de abastecimiento futuro a la ciudad de Cerro de Pasco, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental y la Organización Mundial de la Salud

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Josmel Ronald INOCENTE CHACÓN

Asesor: Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

Caracterización físicoquímica y microbiológica del Agua de la laguna de Punrun con fines de abastecimiento futuro a la ciudad de Cerro de Pasco, de acuerdo a los estándares de calidad Ambiental y la Organización Mundial de la Salud

Sustentada y aprobada ante miembros del jurado:

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN

PRESIDENTE

Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

MIEMBRO

Mg. Lucio ROJAS VITOR

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso que guía mis pasos día tras día. A mi padre que desde el más allá me guía nos cuida a mí y a mis hermanos. A mi madre por todo su apoyo incondicional, sin ella no hubiese sido posible llegar hasta aquí.

RECONOCIMIENTO

Gracias a Dios por permitir tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es la vida y lo justo que puedo llegar a ser.

RESUMEN

Evaluando los parámetros la calidad de agua determinamos como se encuentra el recurso hídrico en la actualidad. La laguna de Punrun merece una especial atención porque dentro de 20 años la población pasqueña será de 56 959 habitantes que es hoy a 85 438 habitantes con un consumo de 49,44 l/s con un consumo de 50 L/hab. día como lo recomienda la Organización Mundial de la Salud. Considerando el destino de las aguas hacia la ciudad de Cerro de Pasco, la Clasificación de la laguna de Punrun se catalogan como de categoría 1 y clase A2 o sea aguas que pueden tratarse por vía convencional con unidades de aireación, sedimentación y cloración; aunque si es destinada para pequeñas poblaciones es suficiente considerarlas como aguas de categoría 1 y clase A1 según los resultados obtenidos con los análisis y contrastando con los datos por los Estándares de Calidad Ambiental, D.S. 004-2017-MINAM. Los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados tanto en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, así como en Diresa-Pasco determinan bajos valores de componentes minerales y microbiológicos de tal manera que se recomienda su potabilización. El aspecto técnico de bombeo podría contemplarse a medida como se desarrolla el proyecto de potabilización. El presente estudio se llevó a cabo durante todo el año 2018 tomando muestras cada mes.

Palabras claves: Calidad de agua, recurso hídrico.

ABSTRACT

Evaluating the water quality parameters determine how the water resource is today. The Punrun lagoon deserves special attention because in 20 years the population of Pasqueña will be 56 959 inhabitants, which today is 85 438 inhabitants with a consumption of 49.44 l / s with a consumption of 50 L / hab. day as recommended by the World Health Organization.

Considering the destination of the waters towards the city of Cerro de Pasco, the Punrun Lagoon Classification is classified as category 1 and class A2, that is, waters that can be treated conventionally with aeration, sedimentation and chlorination units; although if it is intended for small populations it is sufficient to consider them as category 1 and class A1 waters according to the results obtained with the analyzes and contrasting with those given by the Environmental Quality Standards, D.S. 0042017-MINAM.

The physical-chemical and microbiological analyzes carried out both in the laboratory of the National Agrarian University of the Forest, as well as in Diresa-Pasco, determine low values of mineral and microbiological components in such a way that their purification is recommended. The technical aspect of pumping could be contemplated as the water treatment project is developed- The present study was carried out throughout the year 2018 taking samples every month.

Keywords: water quality, waters.

INTRODUCCIÓN

La Laguna Punrun es un patrimonio natural invaluable para Pasco, por ser un centro natural ecológico y presentar recursos ambientales como solución a los problemas que se presentan en los últimos años como es el desabastecimiento del recurso hídrico, hacia toda la región central y todo el país, sobre todo la solución vital de la gran capital Lima y sus 10 millones de habitantes.

El enorme volumen de agua y su tremendo promedio anual que contiene de 150 MMC y la altura a la que se encuentra (4328 m.s.n.m.), lo convierten a la laguna Punrun, en un reservorio hídrico de primer orden, después del Lago Junín, tanto para la generación eléctrica, como para generación de agua potable, es por eso que SEDAPAL la ha mantenido en su cartera de proyectos de los últimos 20 años. Esto se entiende si tenemos en cuenta que la capital requiere cada vez más agua por la super población que soporta y la desaparición paulatina de los nevados de la cordillera de los andes.

Además, de su gran dimensión, su paisaje alto andino prácticamente inalterado y su gran biodiversidad de flora y fauna, hacen de ella un destino ecoturístico excepcional para las fechas turísticas de mayor movilidad interna; más aún, ahora que en ella se vienen ejecutando pequeños proyectos piscícolas.

Pese a todo esto es frustrante que el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo MINCETUR aún no ha terminado su estudio de evaluación de jerarquización restándola, al parecer, el interés del tema, el Ministerio de

Energía y Minas– MINEM, no ha incluido en su inventario de pasivos ambientales mineros, ni los relaves ni los restos de la planta concentradora Jumasha, ubicada en sus orillas al noroeste y abandonada desde 1950. Asimismo, sorprendentemente la Autoridad Nacional del Agua (ANA) ha otorgado a una empresa minera del distrito de Tinyahuarco -Pasco, una licencia de uso de agua por más del 50% del volumen de oferta de agua que actualmente tiene la laguna, 227 MMC de agua/Año.

INDICE

DEDICATORIA	I
RECONOCIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÒN	V
INDICE	VII

Pág.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	9
1.3.	Formulación del problema	10
	1.3.1. Problema general	10
	1.3.2. Problemas específicos	10
1.4.	Formulación de objetivos	11
	1.4.1. Objetivo general	11
	1.4.2. Objetivos específicos	11
1.5.	Justificación de la investigación	11
1.6.	Limitaciones de la investigación	12

CAPÍTULO II

MARCO TEÒRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	13
2.2.	Bases teóricas – científicas	28
	2.2.1. El agua	28
	2.2.2. Calidad de Agua	29
	2.2.3. Contaminación del agua	29
	2.2.4. Enfermedades transmitidas por el agua	30
2.3.	Definición de términos básicos	30
2.4.	Formulación de hipótesis	35
	2.4.1. Hipótesis general	35
	2.4.2. Hipótesis específicas	36
2.5.	Identificación de variables	36
	2.5.1. Variable dependiente	36

VII

2.5.2. Variable Independiente	36
2.5.3. Relación de variables	36
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	37

CAPÍTULO III

METODOLÓGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	38
3.2. Métodos de investigación	39
3.3. Diseño de la Investigación	39
3.3.1. Estimación futura (20 años) de la población	39
3.3.2. Demanda futura de agua	40
3.4. Población y muestra	40
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de datos	49
3.6.1. Procesamiento de los datos	48
3.6.2. Análisis e interpretación de los datos	48
3.7. Tratamiento estadístico	49
3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	50
3.9. Orientación ética	50

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	52
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	64
4.2.1. Resultados de los Análisis Físicos (Multiparámetro)	64
4.2.2. Resultados de los Análisis Químicos	68
4.2.3. Resultados de los Análisis Microbiológicos	84
4.3. Prueba de Hipótesis	87
4.4. Discusión de resultados	88

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

CONSULTAS WEB

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

La Organización Mundial de la Salud (Ginebra, 27 de noviembre de 2002) manifestaba que “El agua es fundamental para la vida y la salud”. La realización del derecho humano a disponer de agua es imprescindible para llevar una vida saludable, que respete la dignidad humana. Es un requisito para la realización de todos los demás derechos humanos.

El agua es un recurso renovable e imprescindible para la vida, pero en los últimos años se está volviendo escaso. Menos del 1% del agua del planeta es dulce y accesible para el hombre. Si bien este porcentaje varía de acuerdo con el lugar, el clima o la época del año, nos muestra el

problema de escasez de los recursos hídricos. El agua es fundamental para el consumo humano, la producción de energía y el desarrollo de diferentes industrias. El consumo de agua más evidente es el que cubre las necesidades humanas; esta agua proviene de los cursos de superficie (ríos y arroyos) y de las recargas subterráneas. El agua de las lluvias es la principal fuente para los ecosistemas y para la vegetación. El manejo razonable de este recurso es importante para la sobrevivencia humana. Los cambios de clima, las sequías, la desertificación y las inundaciones han ocasionado que los manantiales y lagos estén en acelerada vía de extinción. La acción humana ha demostrado menos respeto por el cuidado del agua, al originar la deforestación y contaminación.

Problema mundial

La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial, sólo imaginar por un momento que al abrir el grifo no hubiera agua, o que incluso no existiera un grifo en casa. Todo un lujo al alcance de solo unos pocos.

En África, dos de cada tres habitantes de zonas rurales no tienen acceso a agua potable y en América Latina y el Caribe, 106 millones de personas no cuentan con saneamiento adecuado. La escasez de agua es un problema real, una cuestión mundial que nos afecta a todos.

Las consecuencias por la escasez de agua es la malnutrición infantil, además de la pérdida de cosechas y la inseguridad alimentaria. El

consumo de agua no potable conlleva a enfermedades, incluso algunas de ellas mortales, afectando directamente a la salud de quienes la consumen.

Además, en muchos países en desarrollo las mujeres y niñas son las más afectadas, ya que son mayoritariamente ellas quienes se encargan de ir a buscar agua lejos de sus hogares, como es el caso de Fátima, de Mozambique, que se tiene que recorrer 5 km a diario para ir a buscar agua.

Es difícil imaginar la vida en Fátima; apenas tienen nada, ni siquiera agua, por eso tiene que ir a recogerla todos los días, un cometido peligroso, pues están expuestos a asaltos y ataques de animales. A veces se ven obligados incluso a sortear cocodrilos, que ya se han cobrado alguna víctima entre los niños de su comunidad. En ocasiones también encuentra entre las aguas algún cadáver de un mono o alguna cobra al meterse para llenar su cubo. En general, los problemas del agua en África son un obstáculo real que sufren sus habitantes. Históricamente hay escasas lluvias durante el año, por lo que nos encontramos ante regiones propensas a padecer largos y continuos episodios de sequía. Pero, además, el cambio climático está recrudeciendo aún más los problemas de agua, lo que contribuye a la evaporación de enormes cantidades de agua en los ríos y lagos de África (además de favorecer los incendios), y esto se traduce en una gran pérdida de recursos naturales.

En países desarrollados se usan unos 350 litros al día por persona, mientras que en muchos de los países en desarrollo utilizan apenas de dos a cinco litros al día por persona.

El agua es indispensable para nuestra vida y, sin ella, moriríamos en pocos días. Sabemos también que un 70% de nuestro cuerpo está constituido por agua; formando parte de la sangre, de la saliva, del interior de nuestras células, de nuestros tejidos e incluso, de nuestros huesos.

- El 10% de las muertes de niños menores de cinco años está relacionada con el agua.
- Ocho de cada diez personas aún sin acceso a agua potable viven en zonas rurales. La gran parte de ellas se sitúan en África subsahariana y Asia.
- Alrededor de 842,000 personas mueren cada año por diarreas como resultado de ingerir agua no potable o por falta de higiene o instalaciones sanitarias adecuadas.
- Al menos 1,800 millones de personas en el mundo utilizan una fuente de agua potable contaminada con materia fecal.
- Hasta el 85% de las veces, las mujeres son las responsables de buscar agua de una fuente que se encuentra generalmente lejos de su hogar.
- La agricultura representa el 70% del total de las extracciones de agua dulce y más del 90% en los países menos desarrollados, según la FAO.

Problema en el Perú

En Perú, SUNASS reporta diez millones de personas no cuentan con acceso a este elemento, la calidad del agua es cuestionada por los mismos peruanos. Según una encuesta del Instituto Integración, un 62% el sector socioeconómico “E” cree que la calidad del agua que reciben no es aceptable. Esta cifra varía en los otros sectores, pero son los peruanos de menores recursos los que creen que reciben agua de menor calidad.

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en las periferias de Lima, para cubrir 100 litros de agua al día, las personas podrían llegar a pagar hasta 45 soles mensuales por persona. Es decir, 180 soles mensuales por una familia de cuatro integrantes, 19% de una remuneración mínima vital.

El 21/3/2018 el gobierno aseguraba que el 95% de la población de zonas urbanas cuenta con agua potable, esta se concentra esencialmente en grandes urbes de la Costa, en desmedro de las ciudades andinas, como Huancavelica o Puno, donde menos del 70% dispone del vital líquido, sin hablar de alcantarillado, cuyas estructuras alcanzan a menos gente.

Por ello, uno de los grandes compromisos con miras al Bicentenario de la Independencia del Perú, que se celebrará en el cada vez más cercano 2021, es garantizar la existencia de un programa que asegure la cobertura universal y de alta calidad de los servicios de suministro de agua potable y saneamiento.

Sin embargo, el reto es bastante difícil, pues estimaciones de entidades independientes, como la Universidad del Pacífico, fijan en más de 12,000 millones de dólares la inversión que se tendría que hacer para cerrar la brecha en el sector, lo que equivale, a decir de la Asociación para el Fomento de Infraestructura Nacional (AFIN), a un 8% de la brecha de infraestructura total.

Las entidades públicas involucradas directamente en la solución del problema han puesto en marcha una serie de acciones para cumplir el propósito de entregar a cada uno de los habitantes de nuestro país agua potable y permitir que sus domicilios estén conectados con las redes de alcantarillado. Incluso, han diseñado programas para lograr que a partir del próximo año las familias con menores recursos en las provincias más pobres paguen menos por el agua que consumen, en comparación con aquellas que poseen mayores ingresos.

Acciones de ese tipo son necesarias, pues a decir de los técnicos competentes, los niveles de las tarifas en el ámbito nacional están muy atrasados, pues en promedio el metro cúbico (1 000 litros) cuesta 1.80 soles, precio similar al valor de una botella de un litro de agua que se vende en los supermercados.

Por lo menos, ya existe la seguridad, confirmada por Sedapal, de que el 100% de la población de Lima contará con agua potable en el 2021, debido a la ampliación de las redes para atender a los que no cuentan ahora con el servicio.

Es firme el compromiso y muchos los esfuerzos para cumplir las metas, de ahí que el Poder Ejecutivo haya dado prioridad a las acciones para cerrar la brecha. Un dato importante es, por ejemplo, que el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) haya destinado en el 2017 un total de 4,351 millones de soles para inversiones en el sector, lo que significa 42% más que lo registrado durante todo el 2016.

Según el especialista Flavio Ausejo, la tarifa del agua actual no refleja el costo que implica la prestación del servicio.

El acceso al servicio de agua potable en el Perú aumentó en los últimos cinco años de 80,9% (2012) a 87,8% (2017). Es un avance importante, sin embargo, aún hay millones de peruanos que carecen de estos beneficios.

El especialista en gestión pública, Flavio Ausejo, dijo que, en comparación con otros países de la región, el Perú tiene "un retraso importante" en la cobertura de este servicio. Señaló que a nivel rural solo el 67% de la población accede de manera directa a una red de abastecimiento y en Lima, donde se concentra la mayor cantidad de infraestructura para agua y desagüe, más de un millón de personas (10% de la población) todavía recurre a camiones cisterna para obtener agua. "Esto ocurre a pesar de que en promedio el Estado peruano invierte aproximadamente 5 mil millones de soles al año en infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. La pregunta es, si se invierte esta enorme cantidad de dinero, por qué no hay avances sustantivos", dijo el especialista.

Problema en Cerro de Pasco

Siendo el agua un líquido vital para la supervivencia humana, sus aproximadamente 70 mil habitantes deberán seguir soportando la falta de agua potable y desagüe por culpa de sus autoridades.

La falta de agua potable y desagüe es el permanente dolor de cabeza para los habitantes de Cerro de Pasco. Según Tito Valle Ramírez, ex alcalde de la Provincia, el año 2007 afirmaba que sólo el 40% de la ciudad cuenta con instalaciones de agua potable y desagüe, lo que no garantiza que tengan agua todos los días, pues en algunos sectores el suministro es solo tres veces a la semana y por dos a tres horas al día. Él dice que "Producimos 5 700 metros cúbicos de agua potable en los tanques del reservorio ubicado en el sector de Uliachín y en el proceso de distribución se pierden tres mil metros cúbicos porque las instalaciones son muy antiguas y tienen fugas".

El 25 de julio del año 2012 el ex gobernador regional Ing. Clever Meléndez aseguraba el apoyo del gobierno central para solucionar el problema del agua potable en Cerro de Pasco.

Dijo que la solución pasa por el financiamiento del proyecto integral de saneamiento de la ciudad de Cerro de Pasco, que asciende a 150 millones de soles, con lo que este problema que data de hace 100 años llegaría a su fin.

“Los diferentes gobiernos solo prometieron y nunca cumplieron, pese al gran aporte económico de Cerro de Pasco al erario nacional producto de la actividad minera que aprovecha el agua de consumo humano para su producción”, indicó.

“Nosotros confiamos en la palabra del ex presidente Ollanta Humala, quien nos prometió que el 28 de julio daría una solución a nuestro planteamiento”, añadió. Recordó que Pasco tiene abundantes recursos hídricos en lagunas como Punrun, Acococha y Huascacocha, pero no hay un sistema integral de agua potable y, al pasar los años nunca se dio solución alguna porque eran soluciones políticas.

Sin embargo, la solución definitiva se plantea en el presente estudio: realizar un diagnóstico (caracterizar) las aguas de la laguna Punrun para su tratamiento posterior y bombear a la ciudad de Cerro de Pasco ya que, en la actualidad esta urbe está siendo alimentada con agua de la laguna de Acucocha que es muy pequeña para abastecer a la ciudad cuyo desarrollo y crecimiento es acelerado y se prevé que requerirá mayor demanda de agua dentro de 20 años.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la región Pasco, a 37 km de la capital minera Cerro de Pasco, lugar de ubicación de la laguna más importante de esta región, la laguna de Punrun y puntos de los monitoreos para concretizar la investigación.

La investigación consiste en monitorear las aguas de esta laguna y luego evaluar contrastando con los Estándares de Calidad Ambiental D.S. 002-2008-MINAM para determinar la calidad de agua a potabilizar y destinarla al consumo humano de la población cerreña.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿La calidad de las aguas de la laguna Punrun, según los ECAs nacionales, permitirá determinar la tecnología adecuada para ser considerada como de consumo humano y ser alimentadas para su distribución en la ciudad de Cerro de Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Los parámetros físicoquímicos de las aguas de la laguna Punrun están dentro de los valores permisibles de potabilidad según la OMS y los ECAs nacionales?
- ¿Los parámetros bacteriológicos de las aguas de la laguna Punrun están dentro de los LMPs de potabilidad según la OMS y los ECAs nacionales?
- ¿Con los análisis obtenidos, se podrá recomendar la tecnología adecuada para la potabilidad de las aguas de la laguna de Punrun?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar si las aguas de la laguna Punrun cumplen con los estándares de calidad dadas por la OMS y los ECAs nacionales para ser consideradas como de consumo humano; caso contrario, recomendar la tecnología adecuada de potabilidad para ser alimentadas para su distribución futura de la ciudad de Cerro de Pasco

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos químicos de las aguas de la laguna Punrun y contrastar con los LMPs de potabilidad según la OMS y los ECAs nacionales.
- Determinar los parámetros microbiológicos de las aguas de la laguna Punrun y contrastar con los LMPs de potabilidad según la OMS y los ECAs nacionales.

1.5. Justificación de la investigación

La laguna de Punrun se encuentra ubicada a 37 km al suroeste de la ciudad de Cerro de Pasco (1 hora, 15 minutos en automóvil aproximadamente) Tiene una superficie de 8,33 km² y una profundidad máxima de 200 metros. Sus aguas de color azul negruzco son muy frías, su temperatura promedio oscila entre los 9°C (48,2°F) y 12°C (53,6°F).

Estas aguas definitivamente servirían para abastecer a la ciudad de Cerro de Pasco previos análisis físico-químicos y bacteriológicos según las recomendaciones por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los ECAs nacionales.

1.6. Limitaciones de la investigación

El estudio, en su desarrollo encontró las siguientes limitaciones:

- La Universidad no cuenta con equipos apropiados para el muestreo y análisis de las muestras tomadas de tal manera que se recurrió al Laboratorio de la Universidad Nacional de Selva de Tingo María y los laboratorios de la Dirección Regional de Salud de Pasco.
- La UNAS con su equipo de Absorción Atómica no cuenta con Lámparas de Cátodo Hueco para más elementos metálicos que los empleados en los análisis presentados en el presente estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio

- **Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Peruano-Ecuatoriana**, el cual constituye uno de los ejes centrales del Acuerdo Global y Definitivo alcanzado por Perú y Ecuador, se orienta a convertir a la frontera en una verdadera zona de integración y desarrollo, a través de un plan de inversiones por US\$ 3,000 millones en un plazo de 10 años (2000- 2009). El Plan busca alentar la integración económica y el crecimiento sostenible y mejorar la calidad de vida en la región fronteriza peruano- ecuatoriana, que abarca unos

- 400.000 kilómetros cuadrados y tiene unos 4,5 millones de habitantes. Los fondos, que se volcarán en proyectos de inversión y estudios de factibilidad en áreas como agua y saneamiento, salud, educación, transporte, microempresa, manejo ambiental hidrográfico, electrificación y desarrollo municipal, provendrán tanto fuentes oficiales como multilaterales. De manera más específica en lo que concierne a la gestión del recurso agua, el Acuerdo Amplio de Integración de los dos países ratificaron la decisión de promover el desarrollo de la Cuenca del río Puyango - Tumbes y el aprovechamiento de sus aguas, mediante un proyecto redimensionado respecto al formulado en 1991, fundamentado en parámetros técnicos, utilizando las mejores alternativas que respondan a la nueva etapa de paz y cooperación entre Ecuador y Perú. Este proyecto propone aprovechar el potencial hídrico del río Puyango - Tumbes, desarrollando agrícola y energéticamente el sur ecuatoriano (El Oro) y el norte peruano (Tumbes), al mismo tiempo, que encauzar las aguas en crecidas.
- **Convenio Peruano - Boliviano para el manejo y aprovechamiento integral de las aguas del Lago Titicaca.** El lago Titicaca ha sido considerado de común acuerdo entre los países del Perú y de Bolivia como un condominio indivisible y exclusivo mediante un acuerdo específico denominado Convenio para el estudio del lago Titicaca en 1957, que fuera ratificado por el Congreso de la República del Perú en el mismo año, y por el Congreso de la República de Bolivia en 1986.

La prolongada demora del 32 Congreso de Bolivia en la ratificación de dicho Convenio se debió a la expectativa del mismo en negociar parte de los recursos del lago con el Gobierno de Chile a cambio de una franja territorial que le diera salida soberana al Océano Pacífico, posibilidad que ha quedado descartada con el transcurso del tiempo. En el acuerdo mencionado se establece que los beneficios del aprovechamiento de los recursos hídricos del lago Titicaca serán en partes iguales, y que, si uno de los dos países obtuviera mayores beneficios con respecto al otro, tendrá la obligación de compensarlo en forma económica. Este acuerdo, ratificado por ambos Congresos, constituye un marco legal de estricto cumplimiento, establecido sobre la base de los lineamientos internacionales para el uso de recursos hídricos compartidos como fue en esa oportunidad la Convención de Montevideo de 1933 que señala que, si bien un país tiene derecho a utilizar parte de los recursos hídricos de un curso o cuerpo de agua en su territorio, este derecho está condicionado al de no causar daño al país que se encuentra aguas abajo o en la otra margen del río o cuerpo de agua. Este principio fundamental del derecho internacional ha sido considerado en todas las Convenciones o Resoluciones sobre este tema que se han desarrollado en los años posteriores, y ha sido aprobado por las Naciones Unidas en las Conferencias sobre el Agua realizadas en los últimos años, como la Mesa Redonda realizada en la ciudad de Berlín, Alemania, en 1998 con la participación del GEF, el Banco Mundial y los organismos competentes del Gobierno Alemán.

Por ello, el Gobierno Peruano no debería realizar nuevos aprovechamientos de los recursos de la cuenca del lago Titicaca si no existiera el acuerdo específico mencionado líneas arriba. El Convenio para la realización de los estudios sobre los recursos del lago Titicaca fue recién implementado a partir del año 1986 cuando ambos países solicitaron la cooperación de la Unión Europea para la financiación y ejecución de estos, a raíz de las inundaciones de ese año, la cual se materializó entre los años 1991 y 1993 mediante la preparación del Plan Director Global Binacional que fuera contratado por la Unión Europea con un Consorcio Internacional de firmas europeas conformado por las consultoras INTECSA de España, AIC Progetti de Italia y CNR de Francia, quienes presentaron la versión final de dicho Plan en 1995, habiéndose aprobado por ambos 33 gobiernos mediante el intercambio de Notas Reversales en noviembre de 1995. Cabe mencionar que dicha aprobación se produjo luego de las consultas realizadas a todos los organismos integrantes de las Subcomisiones Nacionales del Lago Titicaca. SUBCOMILAGOS, entre los que se encontraban la Cancillería, el INADE, el CTAR de Puno, la Dirección General de Hidrografía Naval del Ministerio de Defensa, el INRENA del Ministerio de Agricultura, la SECTI del Ministerio de la Presidencia y el Ministerio de Pesquería en representación del Gobierno Peruano. El Plan Director Global Binacional contempló aspectos relacionados tanto con el aprovechamiento de los recursos del lago y de su cuenca, así como

los de su conservación y protección para el control de eventos extremos.

Recomendó también el establecimiento de un organismo permanente de carácter binacional como Autoridad de Cuenca, que ejecute las acciones contempladas en dicho Plan. El establecimiento de dicha Autoridad fue aprobado mediante el intercambio de Notas Reversales en 1992, 1993 y 1996 definiéndose en estas últimas el Estatuto y su Reglamento de Manejo Económico y Financiero, las que fueron luego ratificadas por los Congresos de ambas Repúblicas mediante Resolución Legislativa N°26873 en el Perú y mediante Ley N°1972 en Bolivia.

- **Helen Jesús Calla Llontop (2010). Caracterización calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras; Lima. Perú 2010.**

La tesis de investigación aborda los efectos que ha presentado la calidad del agua del río Rímac frente al desarrollo de la actividad minera en el distrito de San Mateo de Huanchor ubicado en la provincia de Huarochirí del departamento de Lima. El área de estudio es una zona donde la actividad minera polimetálica se ha desarrollado desde muchas décadas atrás aproximadamente desde los años 30, época en la cual no se tenían las actuales exigencias de la normativa ambiental legal y por tal motivo tenemos actualmente catalogados en la zona 21 pasivos ambientales mineros entre bocaminas, relaveras e infraestructuras asentados a orillas de las aguas del Rímac y de sus

tributarios principales como son el río Blanco y el río Aruri, los cuales actualmente son fuentes aportantes de lixiviados a las aguas del río Rímac, debido a que no están siendo manejados ni por la empresa privada ni por el Estado.

La investigación en la calidad del agua ha sido desarrollada en una serie de tiempo de diez años tomando como patrones de análisis a los iones metálicos; los cuales han tenido un análisis comparativo con las normativas legales ambientales tanto nacionales como internacionales tales como los Estándares de la Organización Mundial de la Salud, los Estándares de Canadá para Agua de Irrigación, la Ley General de Aguas y los Estándares Nacionales de Calidad del Agua (ECAS) para la Categoría III aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, siendo estos últimos el referente legal ambiental decisivo para el análisis de la calidad del agua del año 2008, ya que constituyen los valores óptimos que aseguran la calidad de los recursos hídricos superficiales del país. Del análisis se obtuvo que el Cadmio, Plomo, Manganeso, Arsénico y Fierro eran los elementos que tenían que recibir un tratamiento correctivo ya que sus concentraciones en las aguas del Rímac eran mayores a lo establecido en los estándares de calidad de agua. Luego de obtener estos resultados se seleccionó la fuente aportante a tratar y se eligió como caso de estudio el efluente final de Compañía Minera San Juan S.A, por ser la empresa minera con mayor trayectoria histórica en la zona y la que tiene mayor capacidad de producción en el distrito de

San Mateo; asimismo porque se observó que había un mayor incremento en las concentraciones de los iones metálicos en las aguas del Rímac luego de recibir el vertimiento final de la mencionada empresa, en comparación con otros puntos de muestreo que presentaban concentraciones menores; para lo cual se presentó una propuesta técnica económica basada en la aplicación de la tecnología HDS – Lodos de Alta Densidad para el tratamiento del efluente final de Compañía Minera San Juan por ser la mejor tecnología usada en todo el mundo para el tratamiento de efluentes mineros con contenido de plomo, cadmio, arsénico, manganeso y fierro, y porque presenta un nivel de eficiencia que permite obtener efluentes con las mínimas concentraciones de metales permitiendo que su descarga al cuerpo receptor no ocasione ningún efecto adverso en los componentes del ecosistema, permitiendo así cumplir con los estándares fijados por las actuales exigencias de la normativa ambiental. Con lo cual se tuvo como objetivo reducir las concentraciones de los elementos metálicos en las aguas del río Rímac del distrito de San Mateo y mejorar el actual sistema de tratamiento de efluentes mineros de Compañía Minera San Juan, poniendo en práctica una tecnología que ofrece los más altos estándares de calidad ambiental; beneficiando así el equilibrio ecológico y la calidad de las aguas del río Rímac.

- **Ing. Raúl Mendívil Riveros (2002) Gestión del Agua en la Cuenca del Río Huatanay y la Concertación Para el Tratamiento de Problemas Ambientales. Cusco, Perú.**

El río Huatanay y sus afluentes Huancaro, Chocco, Cachimayo, Pumamarca; constituyen un factor de contaminación y riesgo para la población urbana de la ciudad del Cuzco (asentada en ambas márgenes de estos ríos), produciendo un deterioro acelerado de la calidad ambiental y la calidad de vida de la población. El indicador más notorio de alteración ambiental y de riesgo en la zona urbana es el alto grado de contaminación de las aguas de escorrentía y los desbordes e inundaciones que producen el río Huatanay y sus afluentes en la zona urbana de la ciudad del Cusco. La contaminación de las aguas se da como efecto del vertido de aguas residuales, el arrojado de basura y desmonte al cauce de los ríos, el crecimiento urbano descontrolado, el desarrollo inapropiado de actividades económicas productivas y la actitud irresponsable de la población. Por otro lado, se producen desbordes de los ríos e inundaciones en las viviendas debido a una ocupación inadecuada de las áreas ribereñas de los ríos y la insuficiente infraestructura para un manejo de las aguas de escorrentía. En cuanto a contaminación, el río Huatanay reporta un número de coliformes fecales y totales por encima de los niveles máximos permisibles (con tasas superiores a los 1100/100 ml). Junto a ello, en relación a los residuos sólidos, en la ciudad del Cusco se ha calculado que cada habitante produce 0.7 Kg. de

residuos sólidos, dando un total general de más de 200 TM/día. De todo esto, solo se recolecta alrededor del 70%, quedando un 30 % que se arroja al cauce de los ríos y a las vías públicas. Esto contribuye, claramente, a la contaminación de las aguas del río Huatanay y aguas abajo al río Vilcanota, influyendo también en las inundaciones que se presentan por efecto de las lluvias (especialmente en los asentamientos urbanos de los distritos de Wanchaq, Santiago y San Sebastián, por cuyo territorio discurren las aguas de los ríos Huatanay y Cachimayo). Más específicamente, la micro cuenca Cachimayo, afluente del Huatanay, mostraba dos aspectos básicos de deterioro ambiental antes de la intervención, alto grado de contaminación de las aguas del río (registrándose niveles que superan los límites máximos permisibles), y deslizamientos por procesos geodinámicos, los que podían producir embalsamientos en la zona media de la micro cuenca, poniendo en riesgo a la población urbana de los distritos de San Sebastián y Wanchaq. A la fecha, en la región Cusco se tiene poca experiencia para el tratamiento de este tipo de problemas ambientales en cuencas urbanas, en las que se haya propiciado la participación de la población y generados procesos de concertación interinstitucional (como componentes principales para que los esfuerzos que se realicen tengan resultados sostenibles). Al buscando promover la participación interinstitucional y de la población, de manera concertada, para mitigar algunos problemas relacionados con la gestión del agua, el IMA ha buscado llenar un vacío. Centrada

en la cuenca del río Huatanay y en la microcuenca Cachimayo, se buscó de esta forma contribuir a la gestión del agua que garantice el manejo racional de los recursos naturales. En la tarea de recoger conocimientos producto de la experiencia desarrollada, el tema central de este documento es rescatar la experiencia de intervención del IMA en ámbitos urbanos de la subcuenca del río Huatanay y de la microcuenca Cachimayo, en el ámbito de los distritos de Cusco, Wanchaq, Santiago y San Sebastián, dentro del área de la sub cuenca del río Huatanay, proceso que se ha desarrollado entre 1997 y el 2001. Los ámbitos de intervención específicos han sido los asentamientos humanos de dos zonas identificadas, (Huatanay y Cachimayo) cuya población se caracteriza por una heterogeneidad social, económica y cultural.

- **DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL CONTENIDO DE LAS AGUAS DEL RÍO MAZÁN– LORETO, 2016. Luz Elena Sotil Rivera, Horacio Igor Flores Vásquez, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería Química, Iquitos- 2016.**

En la Amazonía Peruana, se presentan cuerpos de agua, de diferentes orígenes, sean ellos andinos o amazónicos. Los andinos, se originan por el deshielo de los nevados, en las altas cordilleras peruanas y ecuatorianas y toman las coloraciones marrones clara o blancas como

las típicas SIOLI – 1969, a medida que discurren al manto verde, hasta desembocar en el Océano Atlántico. Las aguas negras, provienen de las filtraciones, escorrentías, aguajales y humedales, formados en las plataformas boscosas de la espesura vegetal, provocando dicha coloración, por la carga tánica y descomposición del lecho leñoso.

El río Mazán, ofrece esta última característica, de tener agua de origen amazónico, supeditado a la hidrología e hidrografía, propias de la región: cálida, húmeda y lluviosa, durante todo el año; con esporádicas apariciones de friagen y días largos de sol, llamado veranillo.

El río Mazán, principal afluente del Napo, por la margen derecha, en territorio peruano, es navegable, en todas las épocas del año y se observa un concurrido tránsito fluvial, debido a las poblaciones asentadas en sus orillas; quienes se dedican a la explotación de la madera, la caza, pesca, pequeña agricultura y ganadería.

De tal manera, el Río Mazán presenta parámetros, como el pH, que debería mantener su límite natural, ligeramente ácido; siendo alterado a un pH, casi neutro o mayor que ello: 6,70 a 7,30. Concordando con resultados de estudios realizados por otros trabajos, en ríos similares (río Itaya, ríos del lote 8 – Trompeteros, río

Morona): BURGA – 2005 (5,32 y 6,01); RUÍZ – 2004 (6,58 y 6,75); SÁENZ – 2008 (6,78 y 7,02).

Todos los Parámetros, se encuentran dentro de LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos son: temperatura 26.70 °C, transparencia 93.78 cm,

conductividad 16.77 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS 9.36 mg/L, Ph 7.05, oxígeno disuelto 6.57 mg/L, dióxido de carbono 4.14 mg/L, alcalinidad total 21.20 mg/L, coliformes totales 4.66 UFC/100mL, coliformes fecales 1.66 UFC/100 mL, cloruros 15.13 mg/L, dureza total 22.82 mg/L, dureza de calcio 14.83 mg/L, dureza de magnesio 7.98 mg/L, A/G 1.29mg/L, los metales pesados como cadmio, bario y plomo no fueron detectados por nuestro equipo de medición. Considerándose, que los cuerpos de agua, del río Mazán, se encuentran libres de contaminación; no obstante, aquello, se recomienda tomarla, previo tratamiento químico. El trabajo nos indica, que las aguas del río Mazán, están sanas, presentan contaminación antrópica, dentro los Límites Máximos permisibles. Sin embargo, tanto la población de sus riberas, como las autoridades mismas, deben estar alertas a las amenazas actuales de contaminación, para mantenerla en el tiempo, su naturaleza viva, su biomasa y su ecosistema.

- **Tania María Espinoza Benavides y Ligia Susana Espinoza Benavides (2015). Impacto de la minería en la calidad del agua en la microcuenca del Río Artiguas énfasis en metales pesados- Nicaragua.**

Esta investigación se focaliza en el estudio de la incidencia de la minería en la calidad del agua de la microcuenca del Río Artiguas, situada en Santo Domingo- Chontales, Nicaragua. Se analizó el comportamiento de metales pesados al igual que de otros parámetros físico-químicos asociados a la dinámica de los metales en aguas

superficiales y subterráneas durante dos campañas de muestreo, realizadas en los meses más lluviosos del año; se identificó el origen de las fuentes de contaminación minera; se describieron las características físico- naturales de la microcuenca en general y las del entorno de los sitios de muestreo de aguas; y se describieron las características del entorno socioeconómico en el que se desarrolla la minería, vinculado a la contaminación del agua, así como las referidas al control institucional del problema en la zona de estudio. Se verificó que la incidencia de la actividad minera en la calidad de las aguas de la microcuenca es mayor durante los meses de menor precipitación pluvial, dado que se determinó una correlación inversa entre el caudal y los metales pesados que presentaron mayores niveles contaminantes (Hg, Pb, Cu), disminuyendo las concentraciones de éstos cuando el caudal aumenta; y una correlación positiva entre el caudal y la alcalinidad, parámetro que presentó valores bajos, al igual que la dureza y otros considerados indicadores de riesgo a la acidificación. Se clasificó la magnitud del impacto de la actividad minera en la calidad del agua dentro de diversas categorías de impacto, con base en el análisis estadístico y comparativo entre los datos de calidad de agua de los puntos de muestreo considerados vulnerables, y los de control; y en la comparación de éstos con las normas y criterios de calidad de agua de la OMS y el CCME. En el río, se determinó un impacto desde severo a moderado, hasta una extensión aproximada de 8 km después del primer punto de descarga

de aguas residuales que corresponde al del mayor plantel de beneficio de oro. Este plantel procesa una cantidad promedio mensual estimada en 228 t de mineral aurífero, con un consumo de Hg estimado en 193 kg; el resto de los planteles se estimó que en promedio procesan 5 veces menos que este plantel, y en promedio consumen también 16 veces menos cantidad de Hg; sus aguas residuales y lodos, se descargan aproximadamente a 3 km corriente abajo. Los metales Hg, Pb, Cd, Cu y Zn, se encontraron, en niveles peligrosos para la vida acuática en diferentes sectores del río; y los metales Hg y Pb, presentaron concentraciones peligrosas para la salud humana en los sectores más afectados por su ubicación cercana a los planteles, que también, imposibilitan el uso del agua para actividades de ganadería.

En riachuelos y manantiales ubicados cerca de actividades de extracción mineral, en los yacimientos de vetas de cuarzo, la magnitud del impacto se clasificó desde baja a no significativa. Sin embargo, los niveles de algunos metales pesados, principalmente de Pb, podrían ser peligrosos para especies acuáticas sensibles. La detección del incremento de las concentraciones naturales de Pb y Cd permitió identificar el impacto de la actividad minera en manantiales; otros metales presentaron concentraciones anómalas que también podrían representar un riesgo para cierta biota, sin embargo, no fue comprobado que dichas concentraciones fueran consecuencia de la afectación por actividades mineras. Las concentraciones de metales pesados detectadas en la temporada de muestreo indicaron en

general, la aptitud de las aguas de los manantiales para uso potable; sin embargo, fue analizado en algunos manantiales que las concentraciones de Pb pueden incrementar por temporadas pudiendo en algún caso alcanzar niveles de Pb no aptos para agua de uso potable. El impacto de la actividad minera en las aguas afectadas, podría reducirse si se aplicarían medidas de manejo ambiental en las prácticas mineras, que desde el inicio de la actividad han sido realizadas con tecnología rústica y prácticas laborales y ambientales inadecuadas. En entrevistas realizadas a diferentes gremios de mineros, se detectó falta de conocimiento y conciencia, de los efectos adversos que la minería puede ocasionar a la salud y al medio ambiente si no se realizan medidas necesarias de control laboral y ambiental, y en la mayoría de los casos, niveles bajos de escolaridad que sumado a los escasos recursos económicos con que cuentan, limitan sus oportunidades de mejorar.

Por otra parte, la población de Santo Domingo presenta características de pobreza extrema, y además de la actividad minera otras actividades económicas diferentes a la minería que se realizan en el municipio, han ocasionado el avance del deterioro de los suelos y bosques de la microcuenca, aumentando la vulnerabilidad natural de los cuerpos de agua a ser contaminados. A pesar de que en Nicaragua existen normas y leyes ambientales, que pueden utilizarse para regular las actividades de la pequeña minería y la minería artesanal que se realiza en Santo Domingo, éstas, aún no han podido ser difundidas ni

aplicadas por las autoridades competentes en la regulación del uso sostenido de los recursos naturales y la protección ambiental.

El Impacto de la minería en la calidad del agua de la microcuenca, visto desde una perspectiva global es alto; podría ser mucho menor, si hubiera compromiso por parte de los mineros y de las autoridades municipales y estatales para proteger y conservar los recursos naturales y el medio ambiente, manifestado en la búsqueda e implementación de soluciones o alternativas efectivas y sostenibles al deterioro ambiental que en general, sufre el área de estudio y que ha venido incrementando desde que surgió el poblado de Santo Domingo.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. El agua

El agua es un recurso natural que se originó en la Tierra desde hace más de 3 000 millones de años y se encuentra ocupando las tres cuartas partes de la superficie terrestre. Su estructura molecular está formada por tres átomos, dos de hidrógeno y uno de oxígeno. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma física del agua natural; como líquido, en lluvias, ríos, océanos, etc; como sólidos en témpanos, glaciares y nieves o como vapor en las nubes.

Alrededor del 98% del agua de nuestro planeta, es a agua salada la que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos

en un 3% del total corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, aguas subterráneas y en forma de ríos y lagos.

2.2.2. Calidad de Agua

La calidad del agua está referida a 2 tipos de agua: agua tratada y agua no tratada. El agua de consumo humano debería referirse exclusivamente al agua tratada por tecnología física, química y biológica; sin embargo, aún mucha gente consume agua no tratada. La calidad del agua para consumo humano ha venido disminuyendo debido a la contaminación de ésta por negligencia e ignorancia de la misma humanidad a tal punto que hoy en día se requieren grandes inversiones para instalar plantas de tratamiento.

2.2.3. Contaminación del agua

El recurso que se destina para el consumo humano debe ser agua que cumpla de manera óptima con los criterios máximos admisibles de los parámetros que determinan la calidad de la misma, dado que el destino de esta agua es para el abastecimiento de la población y no debe representar ningún tipo de riesgo para la salud de las personas. los criterios que debe cumplir el recurso para este tipo de uso son los siguientes:

- **Contaminación bacteriológica y viral.** - Los contaminantes son bacterias y virus que provienen de la materia fecal.

- **Productos sintéticos de la industria química;** pesticidas, herbicidas, insecticidas, etc.
- **Bifenilos policlorados (BPC).** - Usados como medio de intercambio calórico en plantas generadoras. Muy resistentes al ataque químico o microbiano (Acumulación en el ambiente)
- **Metales pesados tóxicos.** - Mercurio, cadmio, plomo (gasolinas).
- **Trihalometanos (THM).** - formados en plantas de tratamiento
Material orgánico del agua + cloro----→ THM (potencialmente cancerígeno)

2.2.4. Enfermedades transmitidas por el agua

A través del agua se puede transmitir enfermedades entéricas (intestinales), por el contacto con desechos humanos o animales. La fuente principal de patógenos entéricos son los excrementos y otros desechos eliminados por humanos enfermos y sus animales huéspedes

Enfermedades entéricas hídricas más importantes producidas por:

- **Bacterias:** Shigella, Salmonella y Escherichia.
- **Virus:** aquellos relacionados con la Hepatitis y la Gastroenteritis
- **Protozoos:** Giardia Lambia, Entamoeba Histolytica.

2.3. Definición de términos básicos

Se emplean los siguientes conceptos en el desarrollo del estudio

- **Consumo de agua.** - Cantidad de agua captada que se pierde

irreparablemente en un territorio dado durante su utilización (evaporación y producción de bienes). El consumo de agua equivale a la captación de agua menos el flujo de restitución.

- **Escasez de agua (Estrés hídrico).** - Un país está expuesto a escasez de agua si el abastecimiento de agua dulce disponible en relación con las captaciones de agua actúa como restricción importante sobre el desarrollo. Se han empleado como indicadores de la escasez de agua las extracciones que excedan del 20% del abastecimiento del agua renovable.
- **Escenario climático.** - Representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, sobre la base de una serie intrínsecamente coherente de relaciones climatológicas, elaborada para ser expresamente usada en la investigación de las posibles consecuencias de 23 los cambios climáticos antropógenos, y que suele utilizarse como instrumento auxiliar para la elaboración de modelos de impacto. Las proyecciones climáticas sirven a menudo como materia prima para la creación de escenarios climáticos, pero estos suelen requerir información adicional, como datos sobre el clima observado en la actualidad. Un “escenario de cambio climático” es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual.
- **Impactos (climáticos).**- Consecuencias del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos. Dependiendo de la consideración de la adaptación se puede distinguir entre impactos potenciales e impactos residuales.

- **Vulnerabilidad.** - Medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los episodios extremos.

La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

- **Metales pesados.** - son generalmente considerados aquellos cuya densidad es mayor a 5 g/cm^3 en su forma elemental, o Número atómico > 20 excluyendo a los metales alcalinos y alcalinotérreos

Un grupo numeroso de elementos cumplen esta regla, pero la lista mostrada tiene relevancia en el contexto ambiental.

Su presencia en la corteza terrestre es inferior al 0,1% y casi siempre menor del 0,01%.

- **Eutrófico.** - Medio rico en nutrientes, que potencia un gran desarrollo de la flora acuática y la degradación progresiva del ecosistema. La eutrofización de un curso o depósito de agua puede producirse de manera natural, pero las actividades humanas pueden acelerar en gran medida este proceso.

- **Acuífero:** Formación geológica de la corteza terrestre en la que se acumulan las aguas infiltradas, de afluencia o de condensación.
- **Agua:** Líquido inodoro, incoloro e insípido, ampliamente distribuido en la naturaleza. Representa alrededor del 70% de la superficie de la Tierra. Componente esencial de los seres vivos. Está presente en el

planeta en cada ser humano, bajo la forma de una multitud de flujos microscópicos.

- **Agua potable:** Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.
- **Aguas residuales:** También llamadas “aguas negras”. Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.
- **Ambiente:** Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.
- **Ciclo hidrológico:** Es un movimiento continuo a través del cual el agua se evapora del océano y los demás cuerpos de agua, se condensa y cae en forma de precipitación sobre la tierra; después, esta última puede subir a la atmósfera por evaporación o transpiración, o bien regresar al océano a través de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Contaminación:** (Del latín *contaminare* = manchar). Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un

ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

- **Contaminación biológica:** Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como, por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meninge encefalitis, colitis y otras infecciones.
- **Contaminación hídrica:** Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.
- **Cuenca hidrográfica:** Es una porción del terreno definido, por donde discurren las aguas en forma continua o intermitente hacia un río mayor, un lago o el mar.
- **Desechos tóxicos:** También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.
- **Economía de agua:** Conjunto de medidas para la regulación y la conservación de las reservas del agua.

- **Medio ambiente:** Es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.
- **Naturaleza:** Es el hábitat donde confluyen la vida animal, vegetal y mineral
- **Recursos naturales:** Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: El aire, la energía, los minerales, los ríos, la flora, la fauna, etc.
- **Agua de consumo humano:** Agua que consume la población.
- **Agua potable** Agua apta para el consumo humano que tiene estándares de calidad según la OMS y adoptados por los ECAs Perú.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las aguas de la laguna de Punrun requieren un tratamiento previo para ser usadas como de consumo humano, determinado por la caracterización físico-química y microbiológica según los Estándares de Calidad Ambiental y la Organización Mundial de la Salud.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La calidad físico química está determinada por los análisis de metales pesados realizado en el Laboratorio químico.
- La calidad microbiológica está determinada por los análisis de bacterias realizados en el Laboratorio microbiológico.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable dependiente

Calidad de agua

2.5.2. Variable Independiente

Parámetros físico-químicos y microbiológicos del cuerpo de agua.

2.5.3. Relación de variables

Calidad de agua = f(1/parámetros f-q y microbiológicos) Excepto.

OD Calidad de agua = f(contenido OD)

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Para medir la variable de investigación se emplea el monitoreo de las aguas en diferentes puntos a fin de determinar la calidad de las aguas de la laguna de Punrun. Las mediciones se harán:

- Para los parámetros físico-químicos: en mg/L
- Para los parámetros microbiológicos: NMP/100 mL.
- Las variables a medir son:

Físico-químicos: Temperatura, Acidez, Conductividad, As, Cu, Fe, Zn y Pb.

Microbiológicos: Coliformes totales y fecales.

Equipos a emplear:

- Para los parámetros físico-químicos: Multiparámetro, pH-meter (Equipos de la UNDAC) y Absorción Atómica (Equipos de UNAS-Tingo María)
 - Para los parámetros microbiológicos: Tubos múltiples (DIRESA-Pasco)
- La variable de investigación estará definida por las lecturas en las unidades respectivas que reporten los instrumentos de mediación.

CAPÍTULO III

METODOLÓGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

La investigación empleada es del tipo Investigación Básica la que conlleva a hacer una evaluación del problema contaminante de las aguas de la laguna de Punrun y el método es el no experimental **Ex Post Facto**, término que proviene del latín y significa después de ocurridos los hechos. Con este método, no es posible mover variables porque ya están dadas.

3.2. Métodos de investigación

En el diseño de investigación el método empleado es el Método *Cuantitativo*. Se plantea un **diseño de muestreo** en los que se observan los elementos de estudio o sea las variables que determinan la calidad del agua. De igual manera, se emplea un **diseño estadístico** en donde se observa la relación de los datos observados con la calidad del agua estipulada en las normas vigentes

3.3. Diseño de la Investigación

3.3.1. Estimación futura (20 años) de la población.

Fórmula:

$$Pf = Pa (1 + (r * t / 1000))$$

Donde:

Pf, Población futura.

Pa, Población actual.

r, Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes

t, tiempo en años.

Población actual = 56 959 habitantes para el año 2017. (INEI.2017)

Valor de "r" (Anexo 4) = 25 (Anexo 3)

Valor de "t" = 20 años.

$$Pf = 56959(1 + (25 * 20 / 1000)) = 85\ 438 \text{ habitantes}$$

3.3.2. Demanda futura de agua.

Dentro de 20 años la población de Cerro de Pasco requerirá:

$$Q_m = P_f * d / 86400 \text{ s/día}$$

Donde:

Q_m , consumo promedio diario, l/s

P_f , Población futura, habitantes

d , dotación de agua, l/hab/día.

El valor de “d” se da en la Tabla del Anexo 3 = 50 l/hab/día

Reemplazando:

$$Q_m = (85438 * 50 / 86400) = 49,44 \text{ l/s}$$

3.4. Población y muestra

- La población de estudio es todo el cuerpo de agua de la laguna.
- Las muestras son las tomadas en el monitoreo.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Puntos de Muestreo

Los puntos de muestreo se denominan “estaciones de muestreo” (E1, E2, E3, E4, E5, y E6) y éstos se eligen teniendo en cuenta la proximidad con las fuentes de contaminación y de los afluentes. Cada muestra se recolecta a 3 m de la orilla ayudado por una vara de madera de la misma longitud y a 50 cm de profundidad. De esta

manera, se evitará recolectar material que esté en la superficie. Para abreviar el trabajo de monitoreo se utilizó un bote de pescador

Estación de muestreo	Localidad	Distrito
E-01 : Laguna Pun Run, Jumasha - Lancari	Lancari	Huayllay
E-02 : Laguna Pun Run, Quispe	Quispe	Huayllay
E-03 : Laguna Pun Run, casa laguna	Casa laguna	Huayllay
E-04 : Laguna Pun Run, dique de salida rio Blanco	Campo dique	Simón Bolívar
E-05 : Laguna Pun Run, Ucrucancha	Ucrucancha	Simón Bolívar
E-06 : Laguna Pun Run, Racracancha	Racracancha	Simón Bolívar

Estación	COORDENADAS		ALTITUD
E-1	10°49'22,62" S	76°31'54,88" O	4 306 m
E-2	10°52'03,95" S	76°30'14,34" O	4 306 m
E-3	10°49'38,88" S	76°25'49,71" O	4 306 m
E-4	10°49'34,65" S	76°25'48,90" O	4 306 m
E-5	10°41'13,71" S	76°26'46,15" O	4 306 m
E-6	10°48'58,00" S	76°31'22,15" O	4 306 m

Parámetros de medición en laboratorio

- Físicos:** pH, Temperatura, Turbiedad, Sólidos totales suspendidos.
- Metales:** (Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu y As).

Parámetros biológicos

- Coliformes Totales.
- Coliformes Termotolerantes (fecales)

Estos son determinados por la UNAS empleando la técnica de tubos múltiples y el reporte se hace en NMP/100 mL de muestra

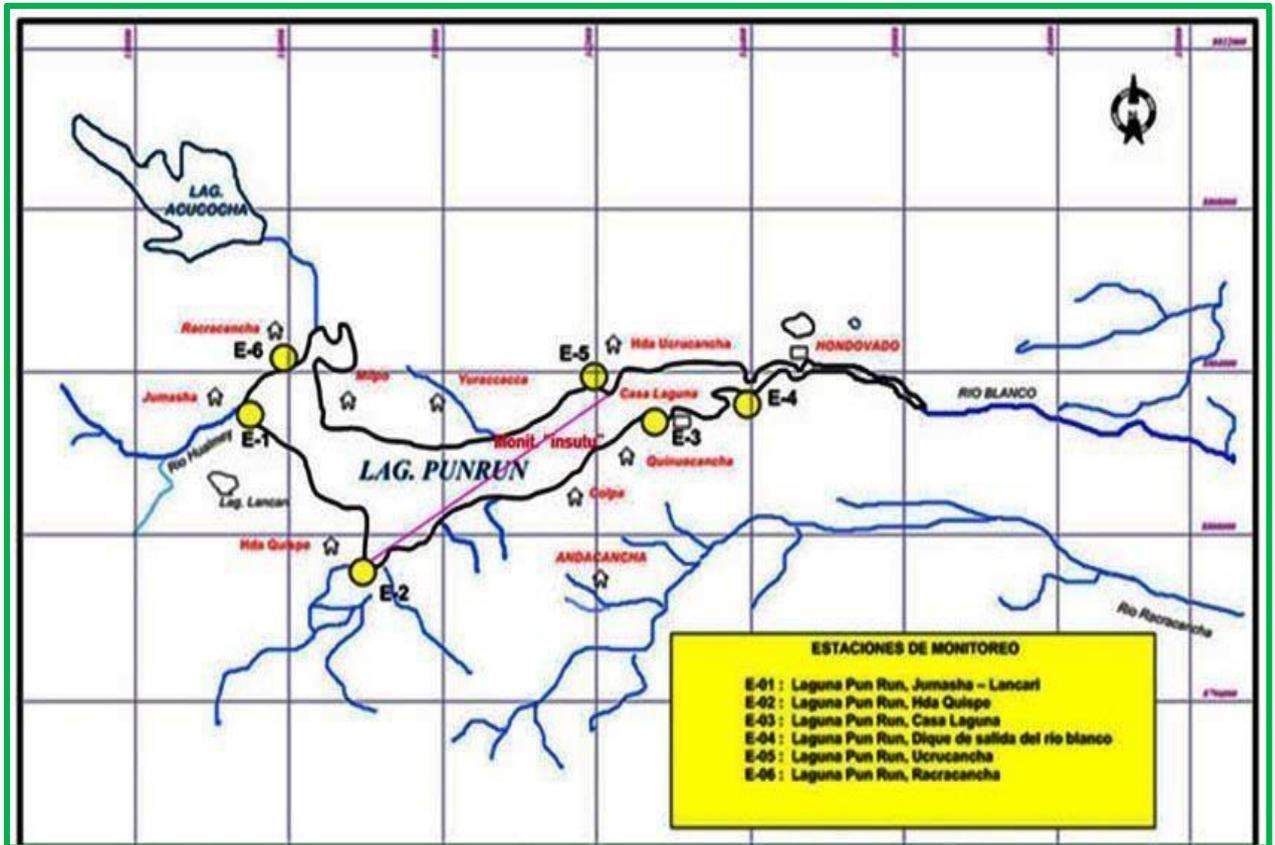


Fig 11 Puntos de monitoreo por el tesista



Fig 12 Vara muestreadora de agua empleada por el tesista

Fig 13 Tesista preparando el multiparámetro para sus mediciones en la laguna de Punrun en el bote de traslado.

Puntos de muestreo “in situ” con equipos de la UNDAC

En la Fig 14 se pueden ver los 3 puntos monitoreados con equipos de la Universidad. Los puntos de muestreo siguen una diagonal tal como se

muestra en la figura a distancias de 1,25 km y sus coordenadas pueden verse en la Tabla N° 03. Cada muestra “in situ” se recolecta siguiendo una diagonal simétrica a la laguna y a una profundidad de 1 m. Evitando recolectar muestras que estén en la superficie que son poco representativas (Protocolo de DIGESA Anexo 3).

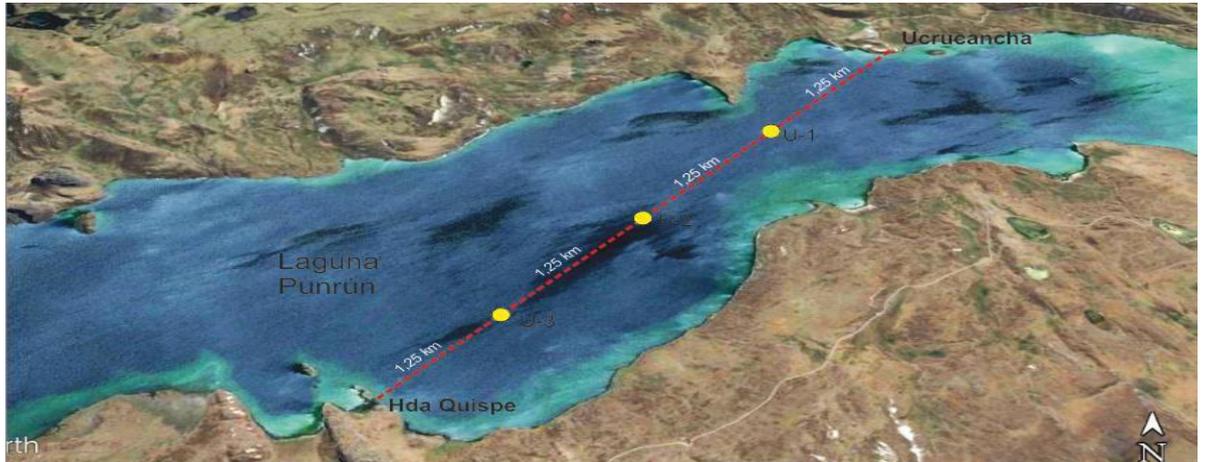


Fig 14 Puntos de monitoreo con equipos de la UNDAC

Tabla N° 03 Ubicación de los Puntos de Muestreo				
Punto de Muestreo	Fecha	COORDENADAS		ALTITUD
U-1	15/01/2018	10°49'38,43" S	76°27'01,42" O	4 30 6 m
U-2	15/06/2018	10°50'05,64" S	76°27'27,92" O	4 30 6 m
U-3	15/12/2018	10°50'30,58" S	76°27'50,69" O	4 30 6 m

Criterios empleados en la ubicación del punto de muestreo

- 1. Identificación:** Los puntos de muestreo se identificaron y reconocieron utilizando el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS).
- 2. Accesibilidad:** Se empleó para los monitoreos los bordes de la laguna, mientras que con los equipos de la UNDAC se ingresó con un bote siguiendo una diagonal que permitió un rápido y seguro acceso a los puntos establecidos para tomar la muestra.

3. Representatividad:

Se evitaron zonas de turbulencias de agua eligiendo puntos uniformes en profundidad.

Requisitos para la Toma de Muestras

- Se evitaron las áreas de turbulencia excesiva.
- Se evitó la presencia de espuma superficial.
- Se consideró un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

Preservación de las muestras

Una vez tomada la muestra de agua, se procede a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el “Requisitos para toma de muestras de agua” (Anexo 2).

Conservación durante el envío de muestras de agua

- Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (coolers) a temperatura indicada en el “**Requisitos para toma de muestras de agua**” (Anexo 2) disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, hielo seco, otros).
- Los recipientes de vidrio fueron embalados con cuidado para evitar roturas y derrames.

- Las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo. Se emplea el análisis instrumental
- ✓ Para la toma de muestras: Probeta, Densímetro, Termómetro y Frascos.



- ✓ Para el análisis "in situ": Ph metro, Conductivímetro, Colorímetro Filtro

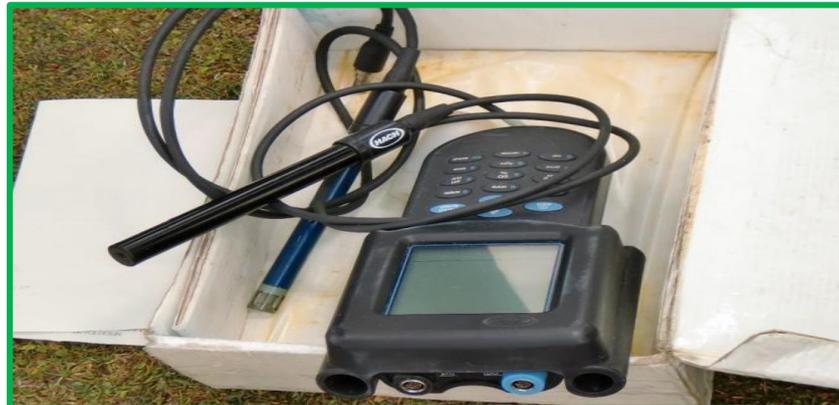


Fig 15 *Equipo Hach para el análisis de agua in situ*

Puntos de muestreo

Se contemplan para el estudio puntos de muestreo.

- En la zona de captación

- Ingreso al Reservorio
- Salida del Reservorio
- Red de distribución domiciliaria (5)

Resumen de equipos empleados en el monitoreo

- Vara muestreadora de madera de 4 m
- Multiparámetro para OD, T, Conductividad, pH, STD, etc.
- Frascos de vidrio y de plástico para recoger y envasar las muestras.

Las muestras son llevadas dentro de las 24 horas a los Laboratorios de Suelos y Bromatológicos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para los análisis microbiológicos y físico-químicos correspondientes.

Criterios empleados en la ubicación del punto de muestreo

- 1. Identificación:** Los puntos de muestreo se identificaron y reconocieron utilizando el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS).
- 2. Accesibilidad:** Se empleó para los monitoreos los bordes de la laguna, mientras que con los equipos de la UNDAC se ingresó con un bote siguiendo una diagonal que permitió un rápido y seguro acceso a los puntos establecidos para tomar la muestra.
- 3. Representatividad:**

Se evitaron zonas de turbulencias de agua eligiendo puntos uniformes en profundidad.

Requisitos para la Toma de Muestras

- Se evitaron las áreas de turbulencia excesiva.
- Se evitó la presencia de espuma superficial.
- Se consideró un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

Preservación de las muestras

Una vez tomada la muestra de agua, se procede a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el “Requisitos para toma de muestras de agua” (Anexo 2).

Conservación durante el envío de muestras de agua

- Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (coolers) a temperatura indicada en el “**Requisitos para toma de muestras de agua**” (Anexo 2) disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, hielo seco, otros).
- Los recipientes de vidrio fueron embalados con cuidado para evitar roturas y derrames.
- Las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo.

3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

3.6.1. Procesamiento de los datos

Para el procesamiento de los datos se utiliza del método estadístico, el cual nos permitirá la clasificación de forma sistemática y ordenada de los datos obtenidos

3.6.2. Análisis e interpretación de los datos

Para el análisis e interpretación de los datos se tiene que recurrir a un software especializado, los que se llevan a cabo a través de una computadora, utilizando los paquetes estadísticos MS Excel 2019, según el tipo de variables del estudio de investigación.

3.7. Tratamiento estadístico

Los resultados de los monitoreos, análisis Físico químico y microbiológico de laboratorios en las fechas realizadas, son tabulados en forma ordenada. En las mismas tablas se consignan los valores límites que proporciona el Reglamento de agua de Consumo Humano, y los Estándares de Calidad. Se contrastan los valores monitoreados con los normados y se determina la calidad del agua en estudio.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

- **Selección:** Se emplean únicamente instrumentos para analizar aguas:
 - Multiparámetro
 - Colorímetro
 - Equipo de Absorción Atómica
 - Equipo de filtro de membrana

- **Validación y confiabilidad de los instrumentos:** Los instrumentos empleados para realizar el estudio de investigación se encuentran validados y gozan de gran confiabilidad puesto que los análisis se hicieron en entidades que gozan de prestigio ganado por muchos de servicio como es la DIRESA-Pasco y la Universidad Nacional agraria de la Selva.

3.9. Orientación ética

La ética esta aplicada para reflexionar sobre los fundamentos de los deberes y responsabilidades del ser humano con la naturaleza, los seres vivos y las generaciones futuras.

Según la Ley de los Recursos Hídricos. Ley N° 29338 la cual regula el uso y gestión de los recursos hídricos y comprende el agua

superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta y se extiende al agua marina y atmosfera en lo que resulte aplicable.

Las aguas de la laguna Punrun está catalogada para consumo humano, como categoría 1: y clase A2 *“Aguas que requieren tratamiento convencional”* dentro de la clasificación de aguas de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), D.S. 004-2017-MINAN. La cual es una alternativa para el abastecimiento en la distribución para el consumo humano en la ciudad de Cerro de Pasco.

Para las autoridades de la ciudad de Cerro de Pasco esta es una propuesta para la elaboración de proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de potabilización y la actual planta de cloración localizada en la localidad de Yurajhuanca.

De esta manera, se verá solucionado el problema del agua que el pueblo está esperando desde hace muchos años.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Es una extensa y bella laguna de forma ovoide y de aguas azules con cercanía a la laguna Acucocha o Acococha y el grandioso lago de Junín. Muy cerca a esta laguna se asentó el grupo étnico de los Pumpush. Las unidades geológicas, de acuerdo a su origen y composición pertenecen a la fase marina sedimentaria.

Las orillas este están conformadas por materiales, principalmente de rocas sedimentarias del grupo pucará (calizas) del triásico superior y jurásico inferior. El clima corresponde al piso inferior de la puna, donde la temperatura oscila entre los 3° y 7°C, encontrándose los meses más fríos entre mayo y setiembre.

Datos de Ubicación

Se ubica entre los territorios de los distritos de Simón Bolívar (comunidades campesinas de Ucrucancha y Sacra Familia), distrito de Huayllay (comunidad de Pucará) y en el distrito de Tinyahuarco (comunidades de Racracancha y Lancari) en la provincia y departamento de Pasco

Ubicación: Región Pasco

Altitud: 4 306 m.s.n.m

Clima: Frio tolerable por el microclima del ecosistema acuático.

Distritos: Huayllay y Simón Bolívar.

Provincia: Pasco.

Población cercana: Ucrucancha.

Distancia desde Cerro de Pasco a la laguna: 37 km

Coordenadas UTM (GWS-84)18S: 0337647 E y 8800896 N.

Acceso a la zona de estudio

- Terrestre: Lima - Cerro de Pasco (296 km) utilizando la Carretera Central (aprox. 8 horas).
- Terrestre: Pasco - laguna Punrun (37 km) utilizando vía afirmada (aprox. 1 hora).

Mapas de ubicación de la laguna de Punrun



Fig 03 Mapa político de la región Pasco y la zona de estudio

Comunidades campesinas del entorno

La laguna Punrun se ubica entre los territorios de los distritos de Simón Bolívar (comunidades campesinas de Ucrucancha y Sacra Familia) en el distrito de Huayllay (comunidad de Pucará), y en el distrito de Tinyahuarco (comunidades de Racracancha y Lancari) en la provincia y departamento de Pasco respectivamente.



Fig 06 Poblado de Racracancho al noreste de la laguna de Punrun

Lagunas aledañas a la Laguna de Punrun

Hay lagunas pequeñas que carecen de importancia cerca de la laguna de Punrun. Sin embargo, a sólo 5 km se encuentra la laguna de Acucocha que abastece de agua a la ciudad de Cerro de Pasco, y no se puede prescindir la presencia del espectacular Lago de Junín

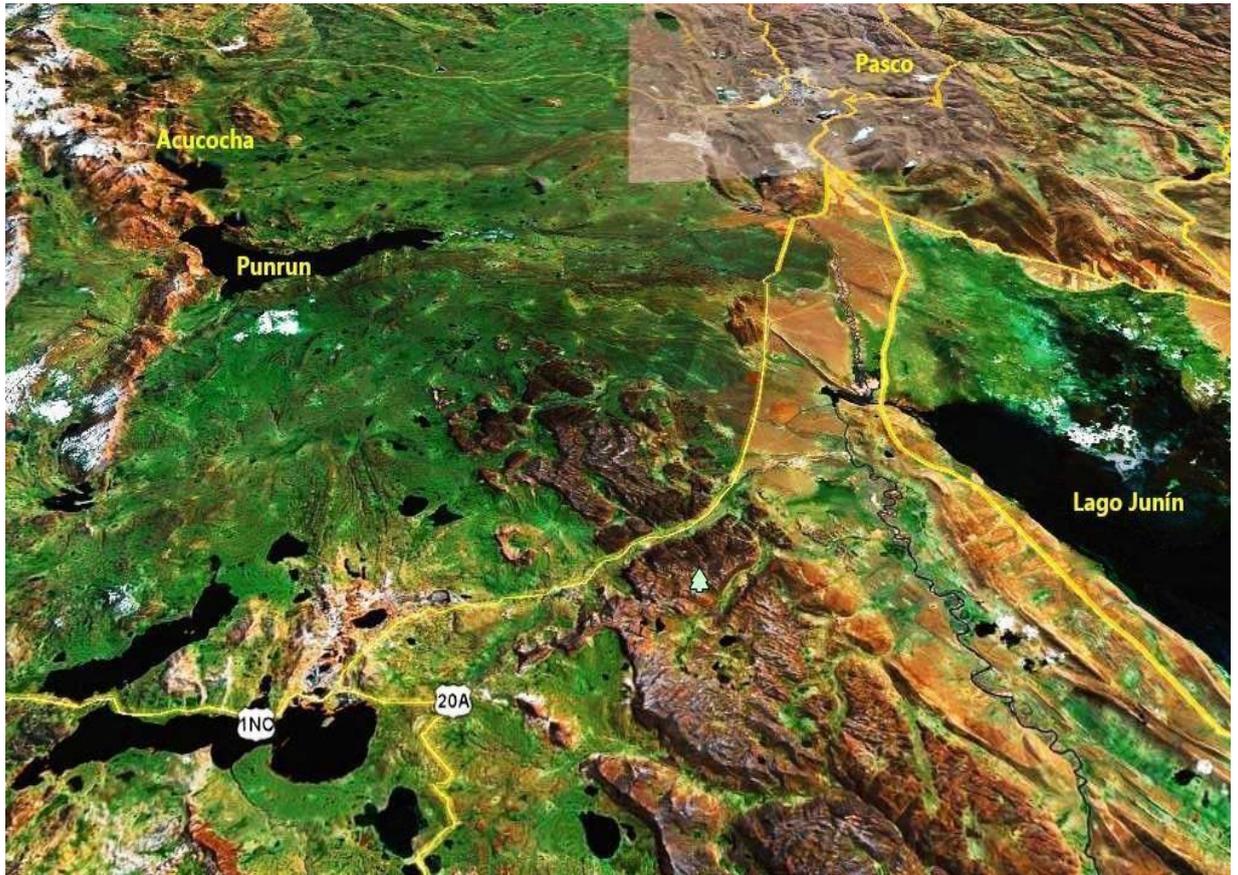


Fig 07 Ubicación panorámica de los 2 principales recursos hídricos cerca de Punrun

Ubicación política

Políticamente la laguna de Punrun se ubica entre los territorios de los distritos de Simón Bolívar (comunidades campesinas de Ucrucancho y Sacra Familia) en el distrito de Huayllay (comunidad de Pucará), y en el distrito de Tinyahuarco (comunidades de Racracancho y Lancari) en la provincia y departamento de Pasco respectivamente.

✓ **Por el norte:**

Con la comunidad campesina de Racracancha (distrito de Tinyahuarco)

Con la comunidad campesina de Ucrucancha (distrito de Simón Bolívar)

✓ **Por el noroeste:**

Con la Comunidad Campesina de Lancari (distrito de Tinyahuarco)

✓ **Por el noreste:**

Con la comunidad campesina de Sacra Familia (distrito de Simón Bolívar)

✓ **Por el este:**

Con la comunidad campesina de Sacra Familia (distrito de Simón Bolívar)

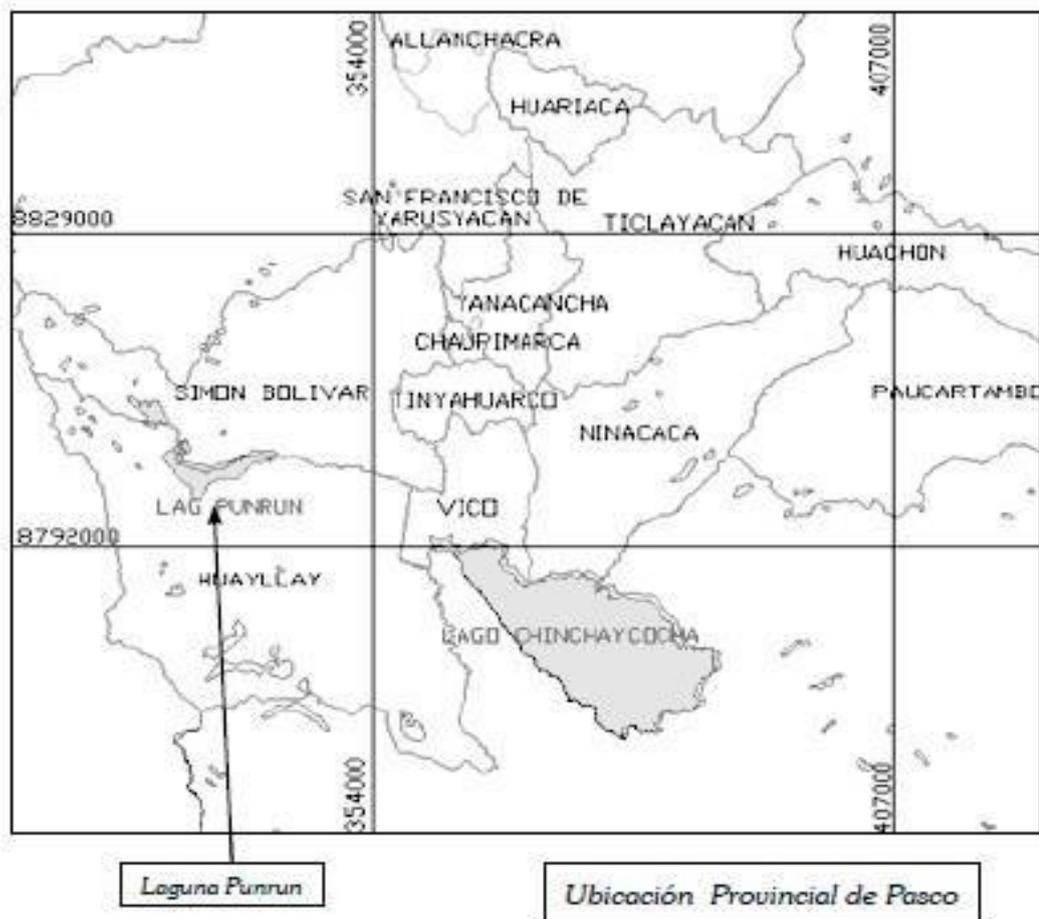


Fig 08 Ubicación política de la laguna de Punrun (Fuente: Boletín Participación, Centro Labor 2014).

Recursos Naturales

- **Flora**

La vegetación primaria en toda el área de estudio, comprende praderas con gramíneas. Las gramíneas constituyen pajonales extensos, cuya especie más característica es el ichu (*Stipaichu*), aunque también se conoce con el nombre de ichu a otras gramíneas de apariencia similar de los géneros *Stipa*, *Festuca* y *Calamagrostis*.



Fig 09 Vegetación primordial en la zona de estudio, el Ichu

- **Fauna**

La puna es la región característica de los auquénidos, tanto de los especímenes de alpaca, la vicuña ambos domesticados (ganadería incaica) y el híbrido llamado huarizo. Entre los mamíferos son típicos el cuy, la chinchilla altiplánica, las vizcachas

serranas, la taruka o ciervo de altura, el venado gris, el zorrino y el quirquincho andino, además de los depredadores el puma andino, el zorro andino y el gato andino.

Entre las aves destacan el cóndor, el ñandú o suri, el flamenco andino, el colibrí puneño o picaflor de la puna, la perdiz serrana, el gorrión americano, la pato de puna, la focha cornuda, la huayata o ganso andino, el ibis de la puna, la palomita aimara, el jilguero puneño y otros más.

El pez representativo es la trucha, además de las chalhuas. Entre animales menores se observan las lagartijas, sapos y ranas en medios húmedos, además de insectos.



Fig 10 Camélidos sudamericanos y ganado ovino especies predominantes en la zona de estudio

Discusión de la base técnica legal

En los Anexos 6 al 7 se tienen los resultados de los análisis llevados a cabo por los Laboratorios de la UNAS y DIRESA-PASCO tanto físico, químico como microbiológico en el período enero a diciembre del 2018.

En la actualidad se realizan sus monitoreos empleando la clasificación dada por los Estándares de Calidad Ambiental, catalogándola al agua de la laguna de Punrun como de categoría IV ó Aguas de conservación del ambiente acuático, pero el objetivo de esta investigación es destinarla para el consumo humano.

Según estos estándares, al destinarse para consumo humano, estas aguas entran a la siguiente clasificación:

Categoría I: Poblacional y Recreacional;

Subcategoría A: Aguas Superficiales destinadas a la Producción de Agua Potable; con 03 clases:

Clase A1.- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Clase A2.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional y,

Clase A3.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Las aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección son muy escasas. Requieren el empleo de un bactericida como el cloro y presentan poco contenido de material en suspensión, es transparente e incolora, mínimo contenido metálico, no presenta mal olor. Este tipo de potabilización se emplea en el abastecimiento para pequeñas poblaciones, bastando para ello un dosificador de cloro encima del reservorio de abastecimiento.

Las aguas que requieren tratamiento convencional para ser potables necesitan técnicas de aireación, sedimentación, coagulación y desinfección. Son la mayoría de aguas naturales indicadas para abastecer medianas y grandes ciudades como Cerro de Pasco.

Las aguas que requieren tratamiento avanzado para ser potables son las que necesitan el empleo de técnicas como rayos ultravioletas, ozono, etc; o sea tecnologías de última generación, incluso tratamientos anti radiactivos.

Teniendo en cuenta que el agua de la laguna de Punrun será destinada para abastecer con agua potable a la ciudad de Cerro de Pasco, el criterio técnico nos indica que esta agua corresponde a la **Subcategoría A** y **Clase A2** o sea la que necesita para ser potabilizada un tratamiento convencional. Los análisis por DIRESA PASCO y la UNDAC determinarán la caracterización físico-química y microbiológica de estas aguas.

Las aguas de la laguna de Punrun no pueden ser consideradas de **Subcategoría A** y **Clase A1** por la sencilla razón que existe disolución de rocas generadoras de material inorgánico cuyo contenido podría pasar en algún momento los valores límites para un agua potable.

De igual forma con el contenido de componentes microbiológicos, al conocer que la laguna de Punrun es una zona de crianza de peces, de pastoreo de vivienda de comunidades campesinas y que por escorrentía y la presencia de pozos sépticos podría afectar seriamente la calidad biológica del agua.

La **Subcategoría A** y **Clase A3** exige que se emplee tecnologías costosas y no aplicables en la actualidad para potabilizar aguas de abastecimiento.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Resultados de los Análisis Físicos (Multiparámetro)

Mes	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Enero	7,4	7,4	8,2	8,1	8,3	8,3
Febrero	7,4	7,4	8,0	8,0	8,1	8,3
Marzo	7,4	7,5	8,0	8,1	8,3	8,4
Abril	7,1	7,6	8,0	8,1	8,3	8,4
Mayo	7,4	7,4	8,0	8,1	8,1	8,4
Junio	7,2	7,7	8,1	7,8	7,9	8,1
Julio	7,6	7,1	7,9	7,6	8,0	7,9
Agosto	7,4	7,3	8,0	7,4	8,0	8,0
Setiembre	7,5	7,4	7,4	7,7	8,1	7,4
Octubre	7,3	7,3	7,6	7,1	7,9	7,6
Noviembre	7,8	7,0	7,8	7,4	7,3	7,8
Diciembre	7,4	7,2	7,3	7,8	7,2	8,0

Mes	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Enero	8,2	10,6	11,9	11,6	12,7	12,3
Febrero	8,0	10,8	12,0	12,1	12,5	12,5
Marzo	8,0	9,8	10,8	10,5	11,9	12,0
Abril	8,2	10,8	11,5	11,6	12,2	12,4
Mayo	8,4	10,9	11,5	11,4	12,1	12,0
Junio	11,6	11,6	12,7	12,7	11,6	8,9
Julio	12,1	12,1	12,5	12,5	12,1	8,0
Agosto	10,5	10,5	11,9	11,9	10,5	8,0
Setiembre	11,6	11,6	12,2	12,2	11,6	8,2
Octubre	11,4	11,4	12,1	12,1	11,4	7,9
Noviembre	10,0	11,6	12,7	12,1	11,6	8,6
Diciembre	11,8	10,9	11,5	11,4	12,1	12,0

Tabla N° 06 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, $\mu\text{s}/\text{cm}$						
Mes	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Enero	358	370	460	489	382	355
Febrero	342	374	462	490	372	354
Marzo	372	373	430	490	371	351
Abril	310	372	355	440	373	356
Mayo	300	310	340	462	380	355
Junio	330	320	372	430	372	355
Julio	340	341	371	440	310	340
Agosto	372	355	440	491	340	341
Setiembre	371	354	460	492	310	310
Octubre	373	351	462	491	300	310
Noviembre	359	356	430	491	330	320
Diciembre	372	355	440	491	340	341

Tabla N° 07 ECAs: pH, T y K

PARÁMETRO	UNIDADES	Aguas superficiales destinadas a la producción de Agua Potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Temperatura	°C
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1 500	1 600	**

Fuente: ECAs Decreto Supremo N° 02-2008- MINAM

** Se entenderá que para este uso, el parametro no es relevante, salvo casos especificos que la Autoridad competente lo determinará

.... No consignados por los ECAs

Discusión del pH, Temperatura y Conductividad Eléctrica

La OMS en su guía de la calidad del agua para consumo humano no propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua porque tiene que ver directamente con la disolución de material sólido y gaseoso. **El pH**, en la laguna de Punrun, entre los meses enero y diciembre del año 2018 varía entre 7,0 en la estación de monitoreo E-2 el mes de noviembre y 8,4 en la estación E- 6 los meses de marzo, abril y mayo. Los valores dados por los ECAs están en el rango (Anexo 1) de 5,5 a 9,0 para la **Subcategoría A** y **Clase A2** lo que indica que está agua se encuentra dentro de los límites de tolerancia en lo que a acidez se refiere.

- **La Temperatura.** - los valores monitoreados están comprendidos entre 8 y 12,7°C durante el año 2018, este es un rango característico de una zona con un valor de altitud de 4306 msnm. Esta variable no está considerada por los ECAs porque se sabe que a temperaturas muy bajas existe vida animal y vegetal y con especies tolerantes y por tanto se produce las reacciones de fotosíntesis correspondientes sin inconvenientes. Un indicador biológico es la presencia de gran cantidad de algas en la parte profunda de la laguna que asemeja un bosque acuático.
- **La Conductividad.** - Se debe a la disolución de rocas que desprenden iones metálicos dando la conductividad respectiva.

En la estación 4, en el mes de setiembre, se llegó hasta un valor de 492 uS/cm siendo el más alto de los monitoreos realizados pero muy bajo respecto al valor tolerante (1600 uS/cm) dado por los ECAs para aguas de la **Subcategoría A** y **Clase A2**. Aún menor fue el resultado obtenido el mes de mayo (300 uS/cm). En este aspecto, las aguas son tolerables como de consumo humano.

4.2.2. Resultados de los Análisis Químicos

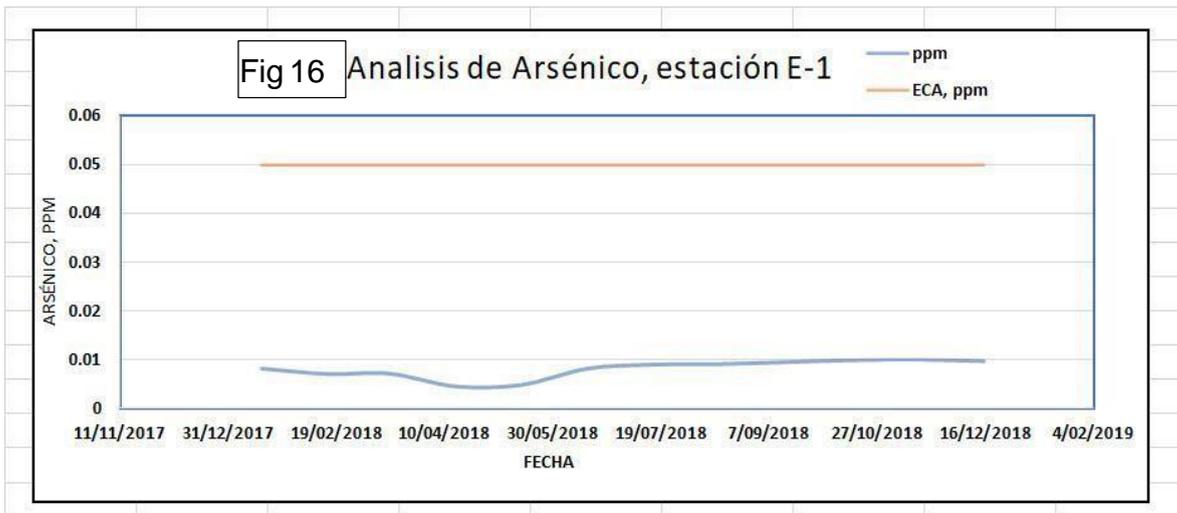


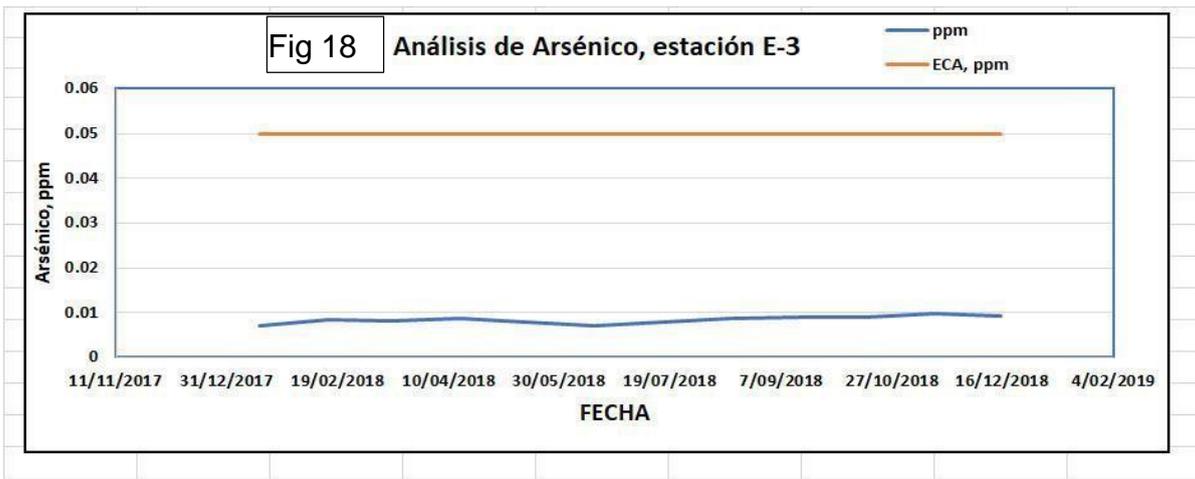
Fig 15 Espectrofotómetro AA análisis FQ

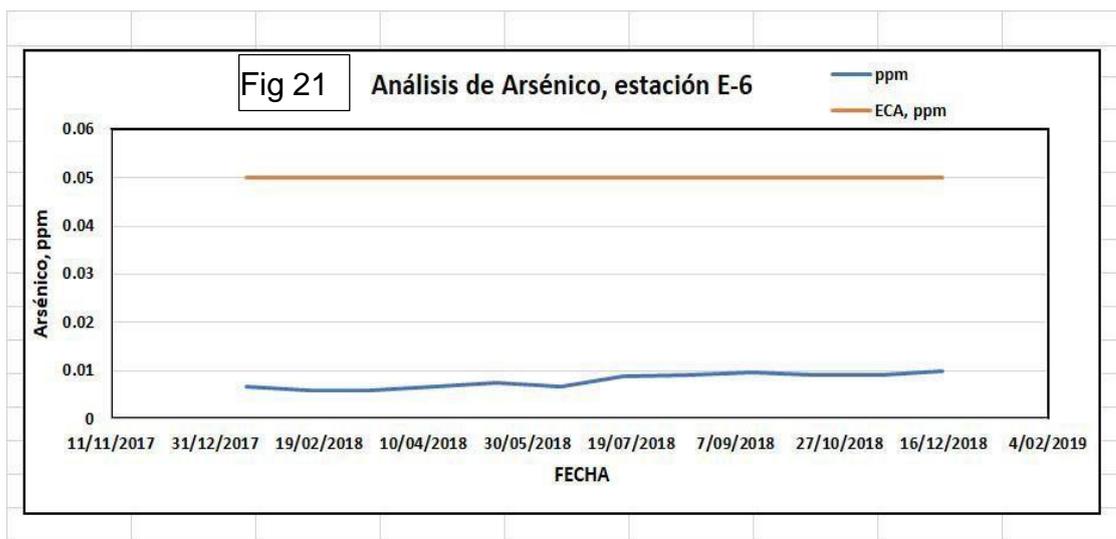
Tabla N° 08 ECAs: Contenido

PARÁMETRO	UNIDADES	Aguas superficiales destinadas a la producción de Agua Potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Arsénico; Ar	ppm	0,01	0,05	0,05
Cadmio, Cd	ppm	0,003	0,003	0,01
Cobre, Cu	ppm	2	2	2
Cromo, Cr	ppm	0,05	0,05	0,05
Hierro, Fe	ppm	0,3	0,3	1
Manganeso; Mn	ppm	0,1	0,4	0,5
Plomo, Pb	ppm	0,01	0,05	0,05
Zinc, Zn	ppm	3	5	5

Fuente ECAs: Decreto supremo N° 02-2008- MINAM







Discusión del Arsénico

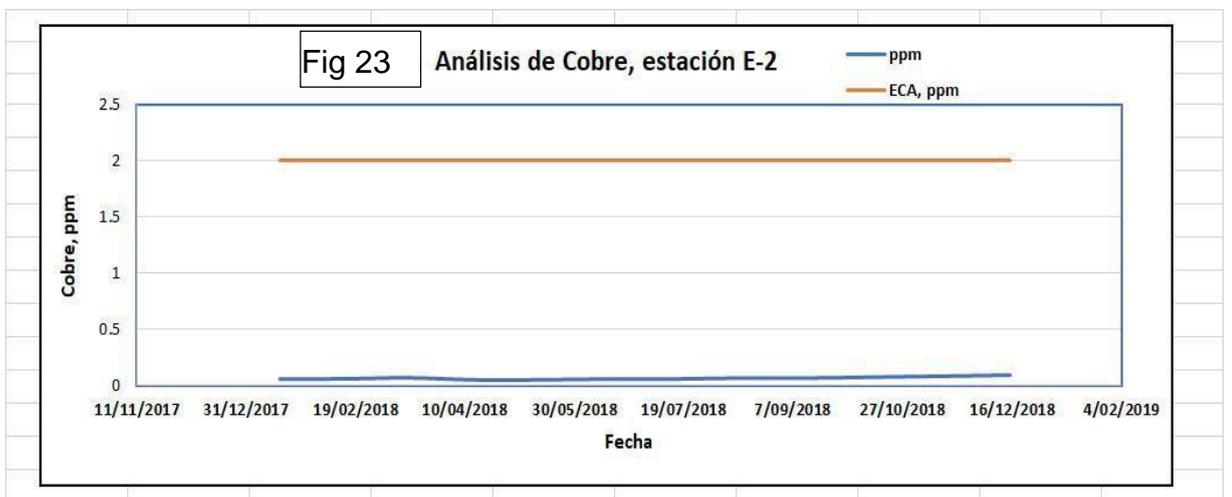
Está presente en el agua en forma natural por lixiviación de rocas que contienen este elemento. Es muy tóxico para el hombre.

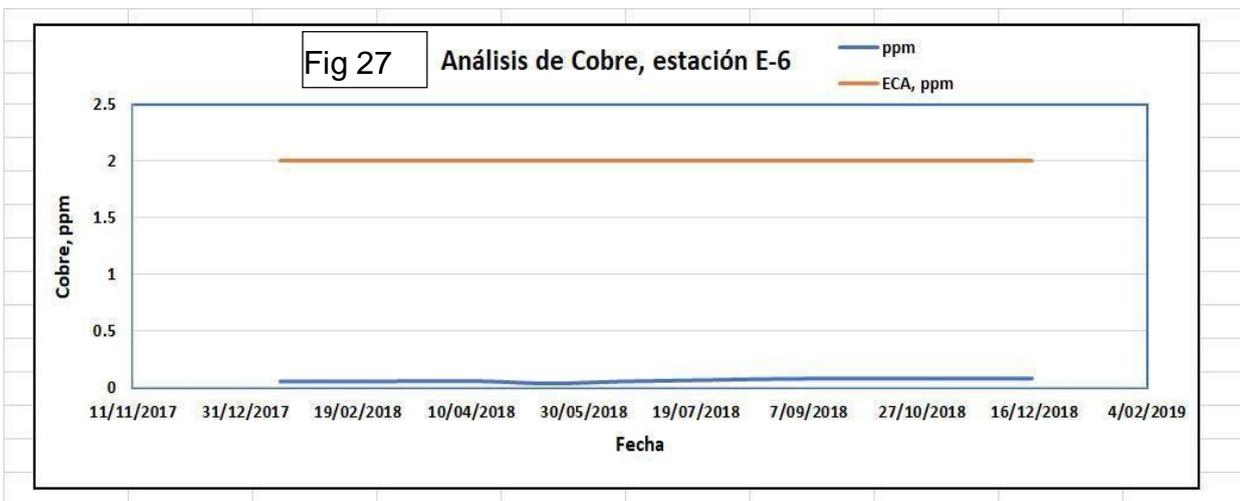
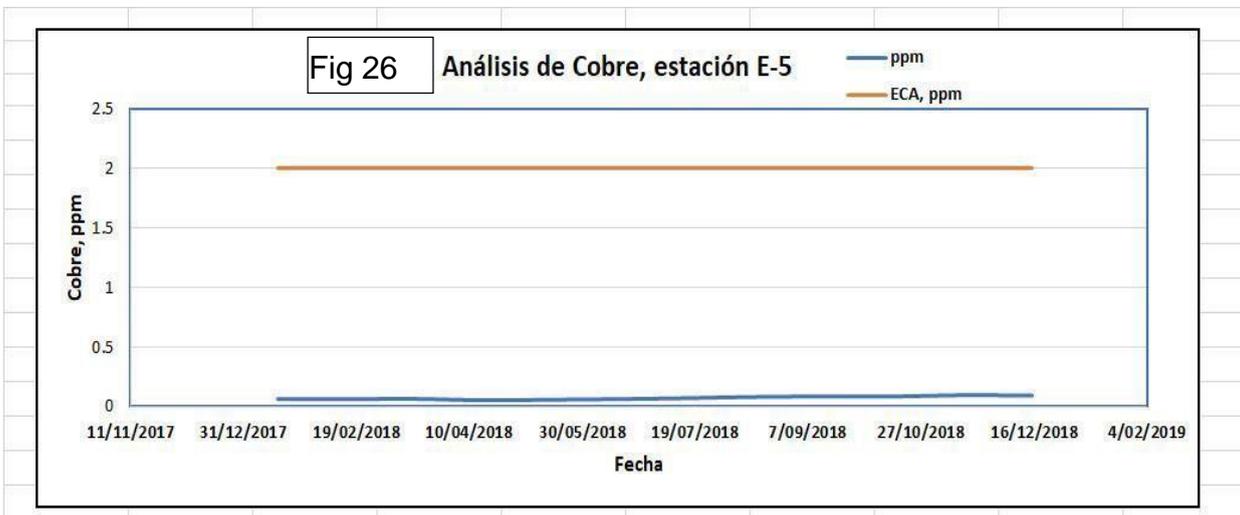
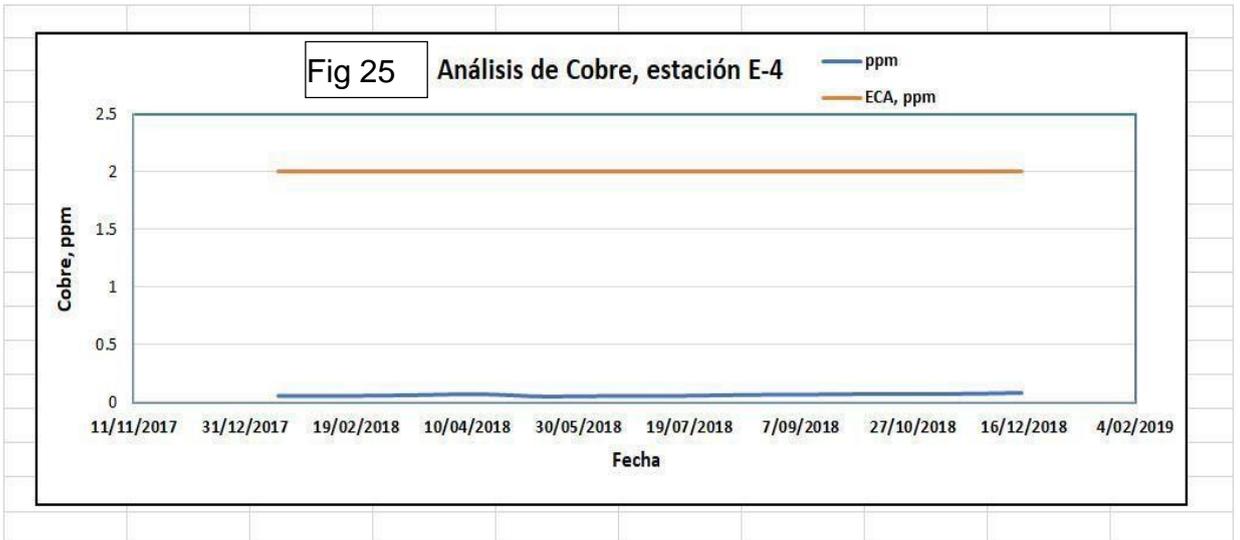
Los valores obtenidos indican que el contenido de As en el agua de la laguna de Punrun está muy por debajo del valor tolerante de 0,05 ppm dado por los ECAs para un agua de **Subcategoría A** y **Clase A2** en donde se reporta mayor nivel en todos los meses de muestreo (Eca, 0,05 ppm). Sin embargo, es recomendable mantener en observación permanente esta estación para asegurarse que se mantenga esos niveles.

La U.S. EPA clasificó al arsénico como carcinógeno del Grupo A. Esta designación se usa cuando existe evidencia suficiente, generalmente a partir de estudios epidemiológicos, para soportar una asociación causal entre la exposición a un agente y enfermedades cancerosas en humanos.

Entonces, el arsénico es la única sustancia química para la cual existen evidencias de riesgo de cáncer por ambas vías (ingestión e inhalación).

Cobre

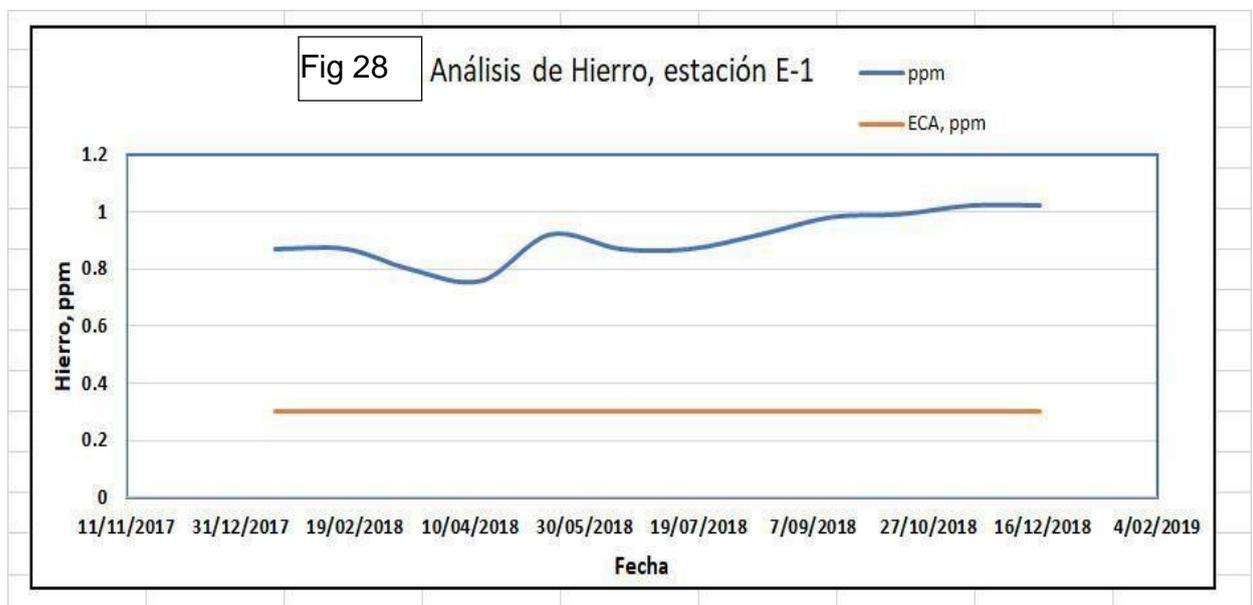


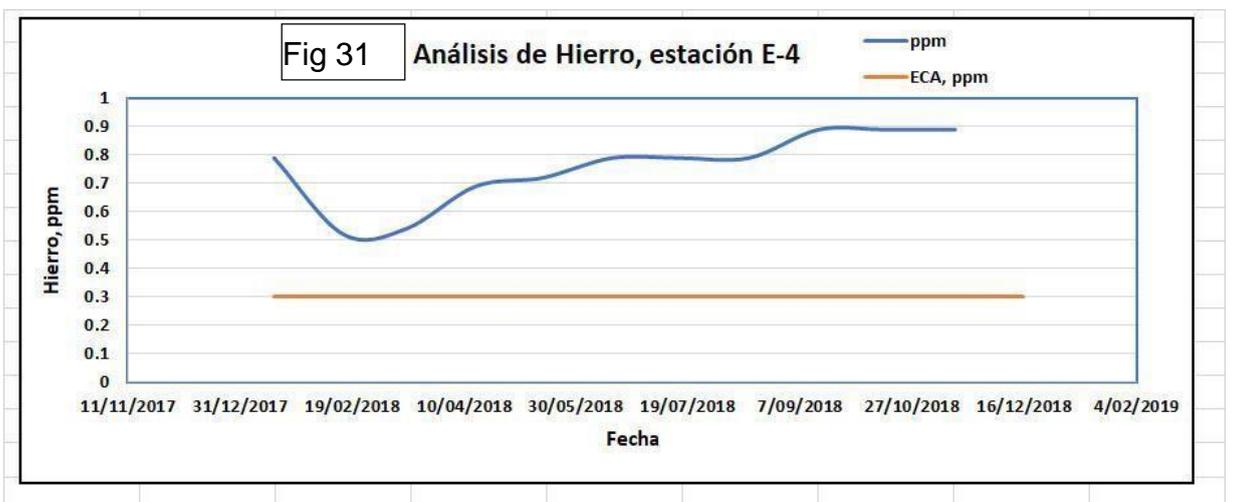
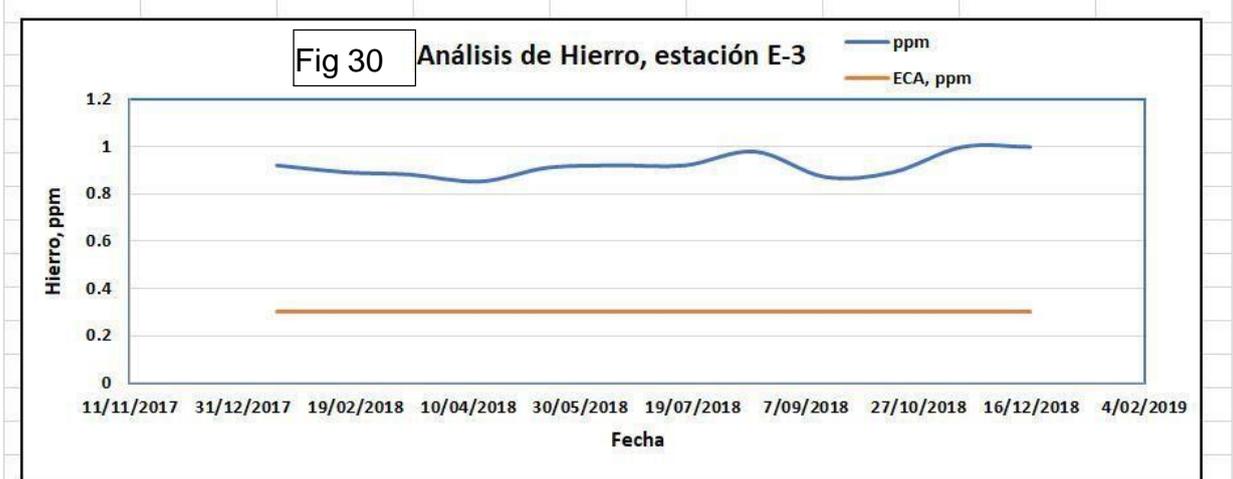
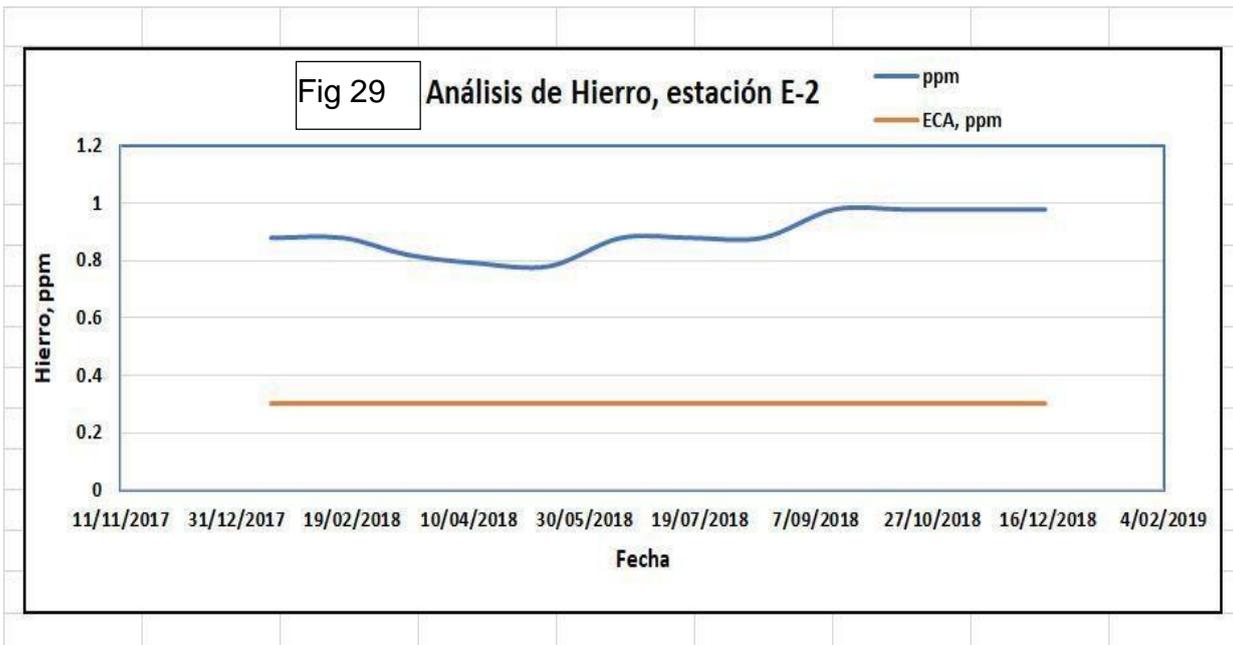


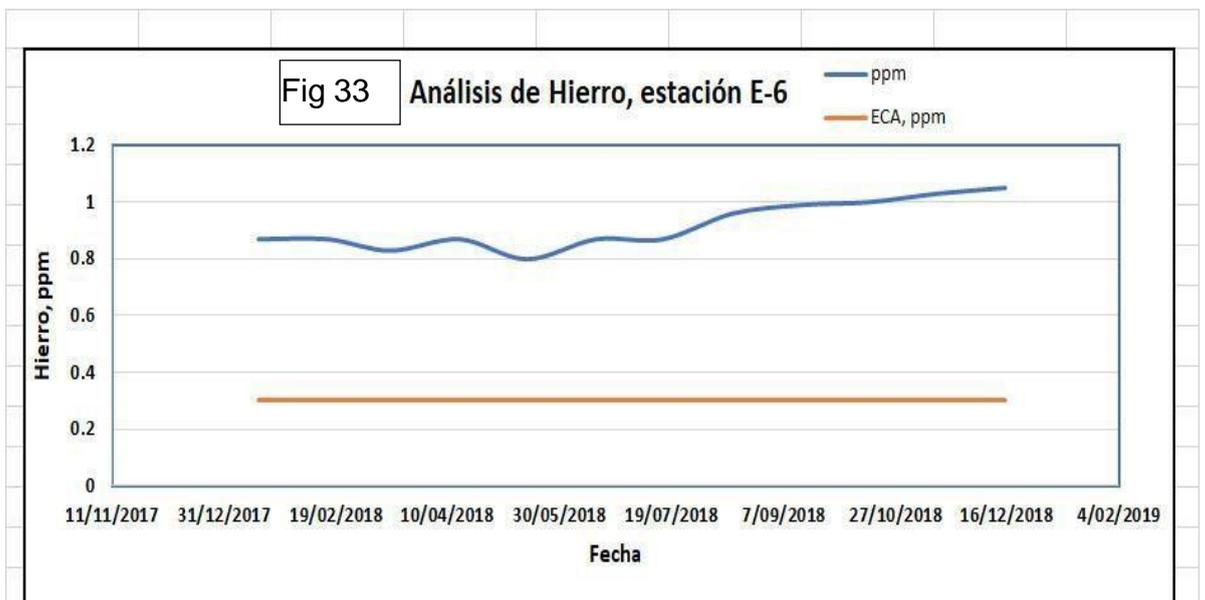
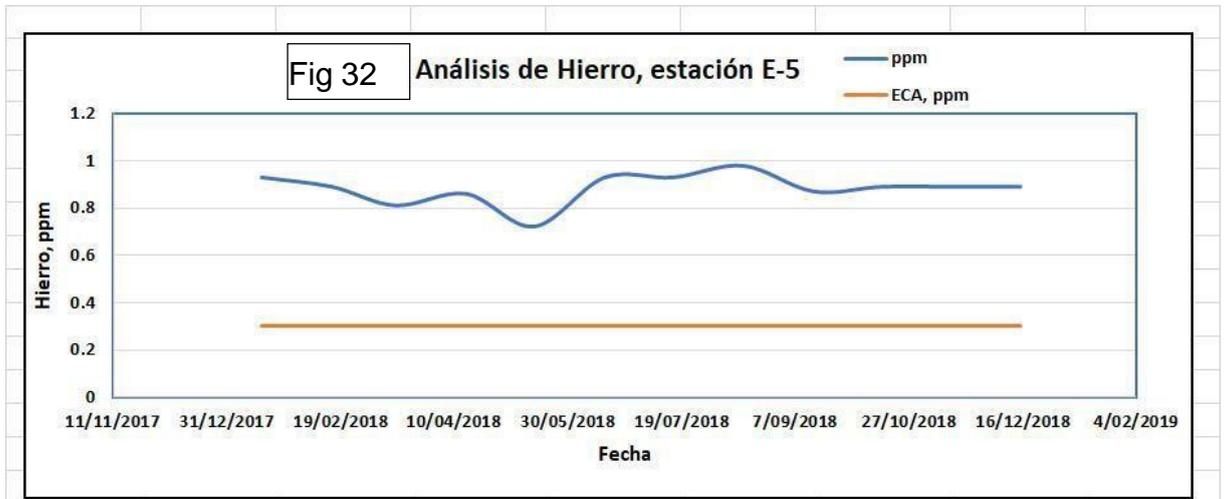
Discusión del cobre

En lo que respecta a los análisis de cobre, estos determinan pocas concentraciones en las diferentes estaciones y durante el año, esto no es alarmante porque los ECAs permiten una tolerancia de hasta 2,0 ppm para un agua de **Subcategoría A y Clase A2**.

• Hierro







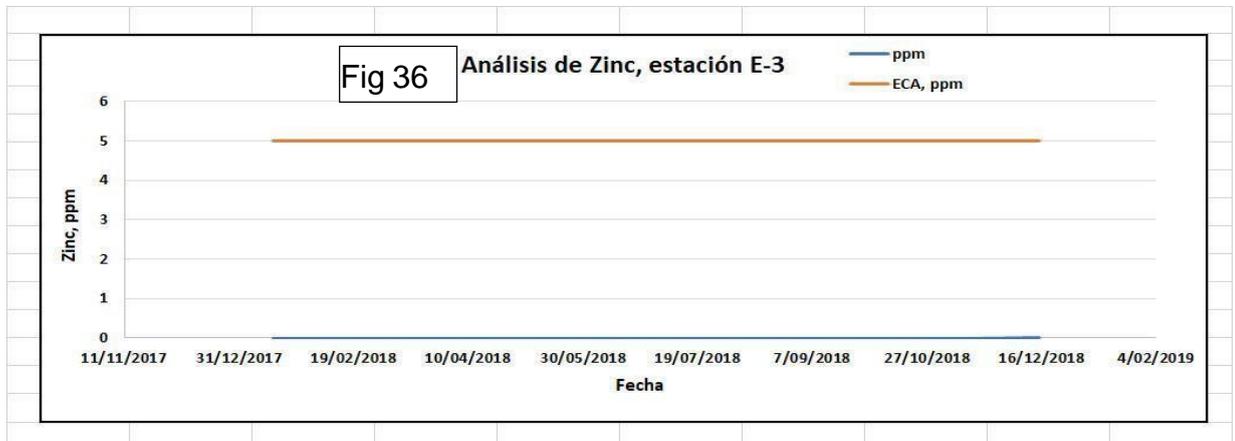
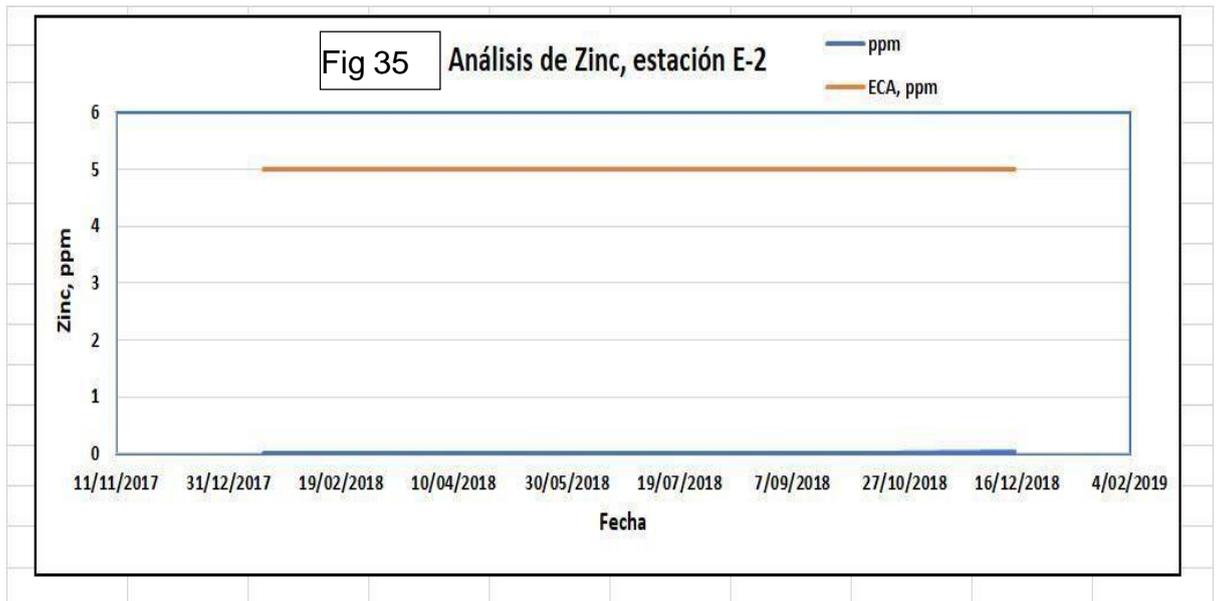
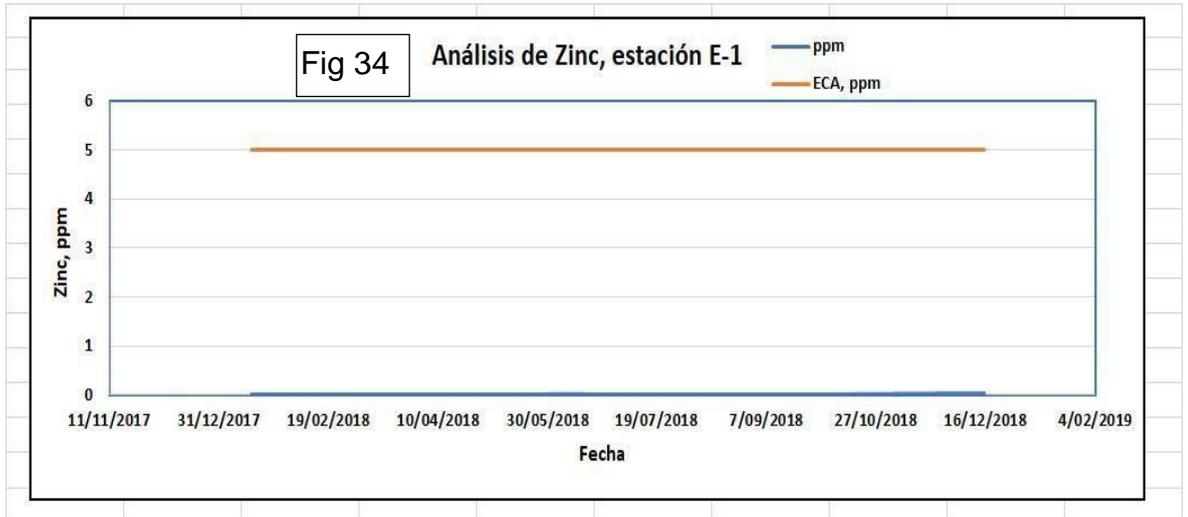
Discusión del hierro

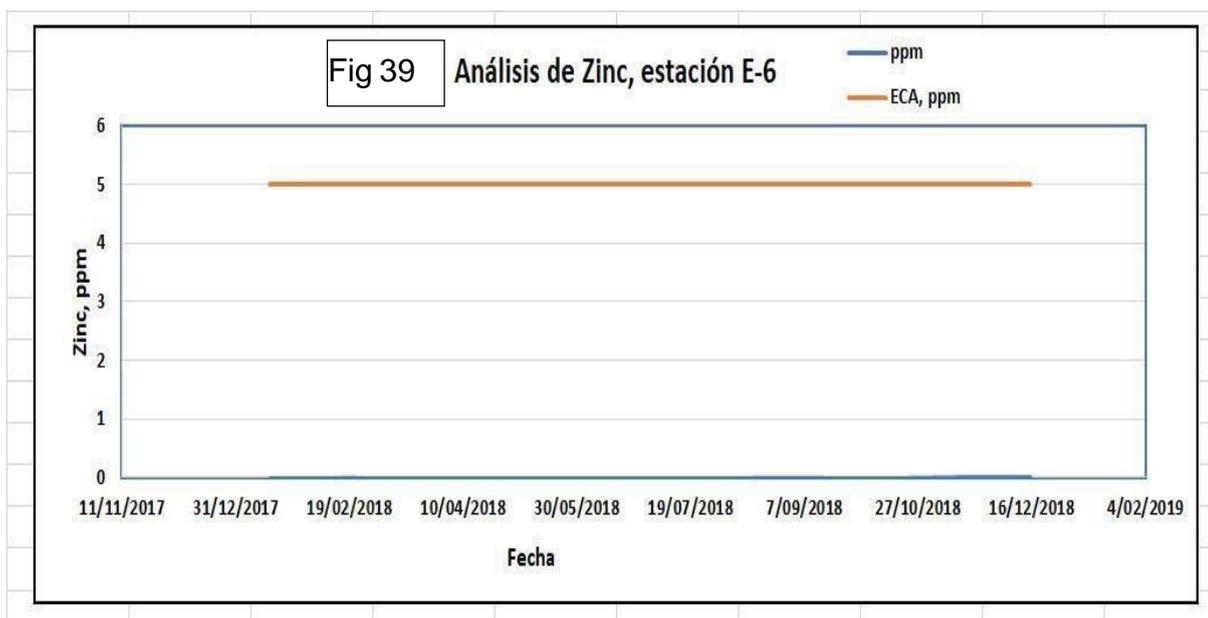
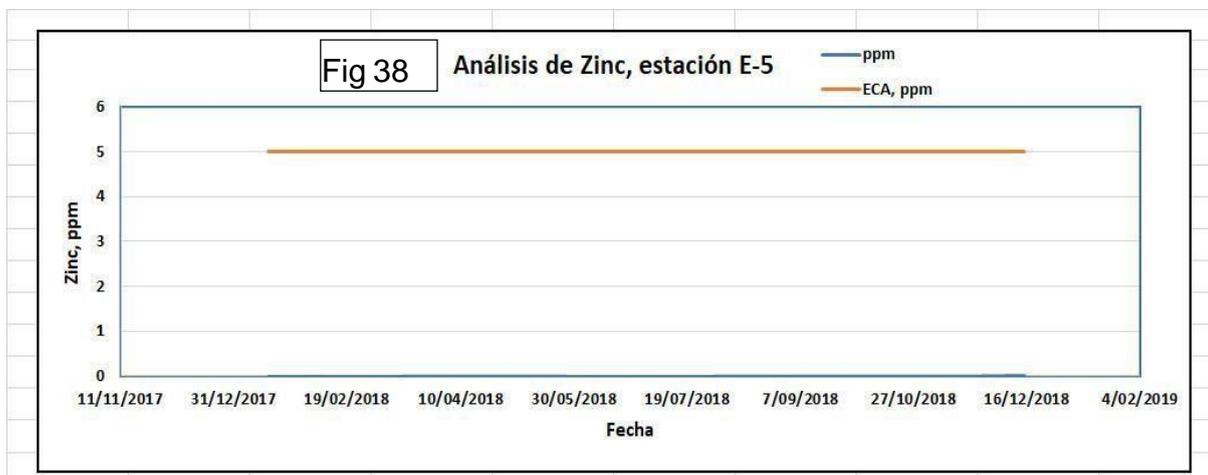
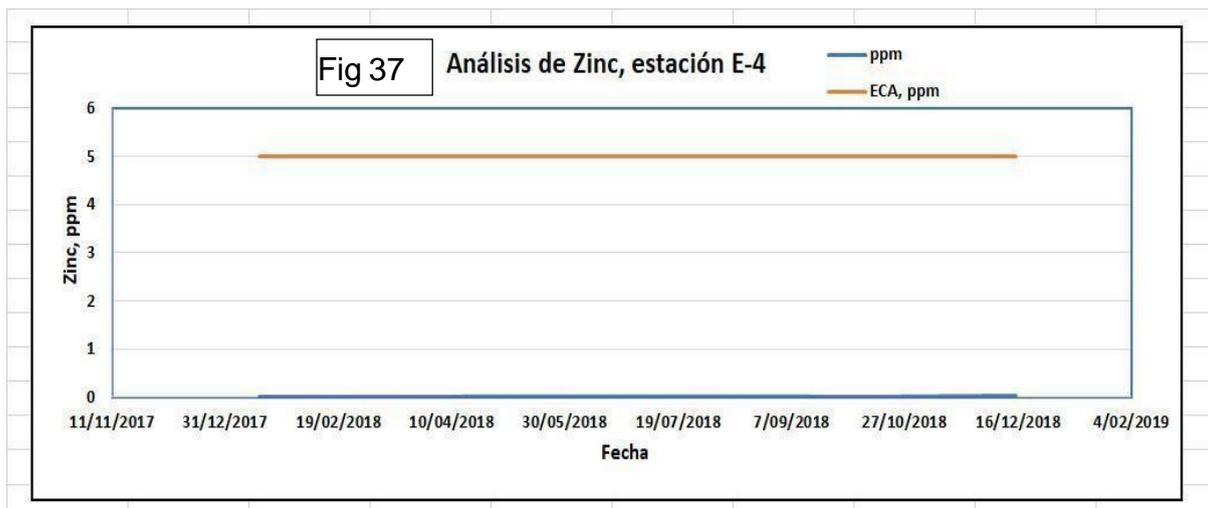
El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana. Las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro, y oscilan entre 10 y 50 mg/día.

No es peligroso para la salud a las concentraciones observadas normalmente en el agua de consumo; además, el sabor y aspecto del agua se ven afectados a concentraciones menores que el valor de referencia basado en efectos sobre la salud (OMS).

En lo que respecta a los análisis de hierro, a través de todo el año reporta un nivel superior a los estándares de calidad. Los ECAs al permitir una tolerancia de hasta 0,3 ppm prácticamente y por encontrarse a niveles mayores en todos los meses, será necesario remover estos niveles porque permiten formaciones de sales de hierro en el uso cotidiano del agua (depósitos amarillentos).

• Zinc





Discusión del Zinc

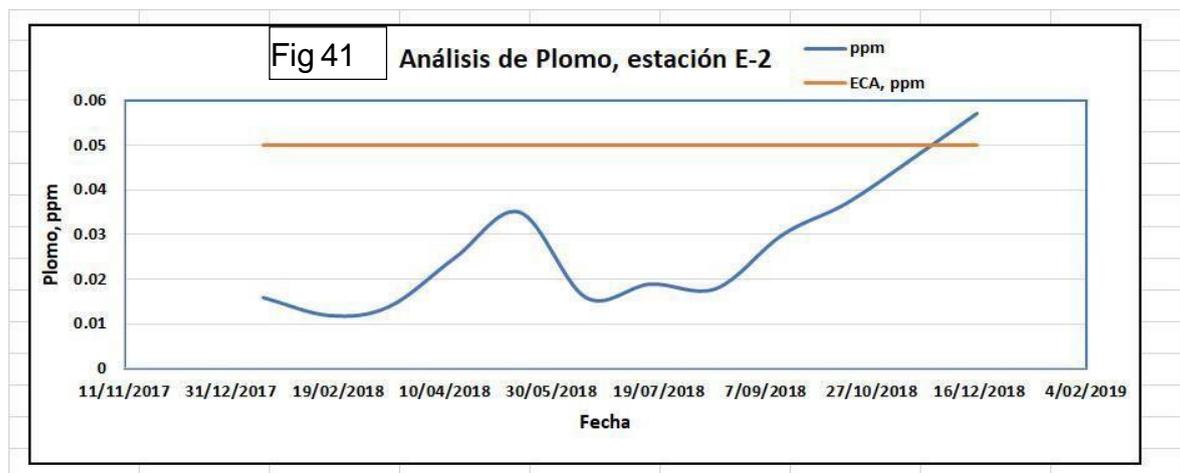
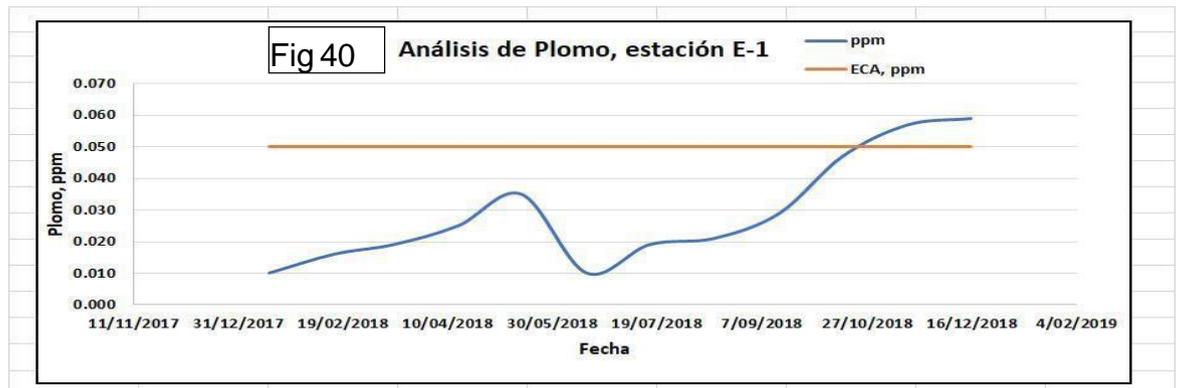
Las concentraciones detectadas normalmente en el agua de consumo no son peligrosas para la salud (OMS).

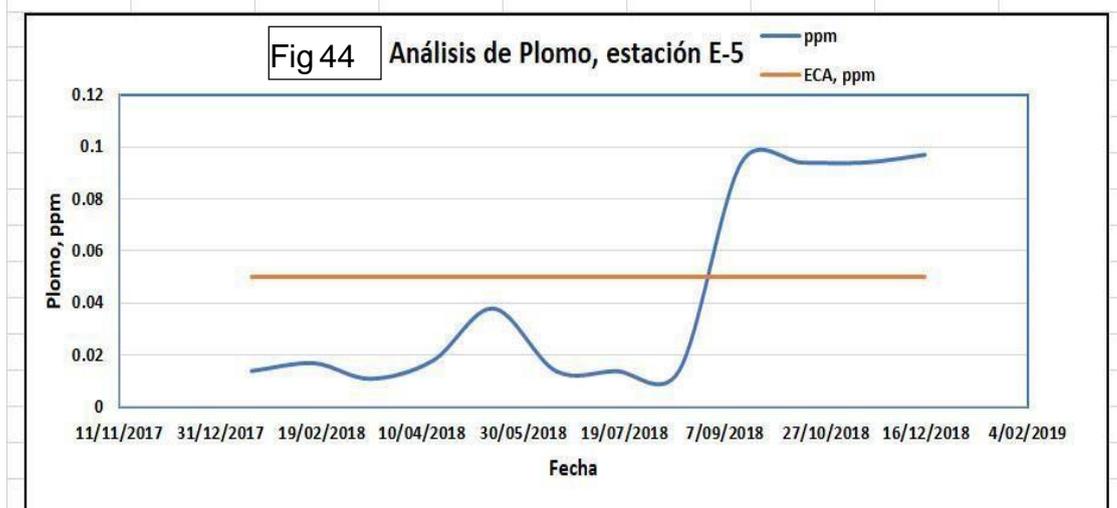
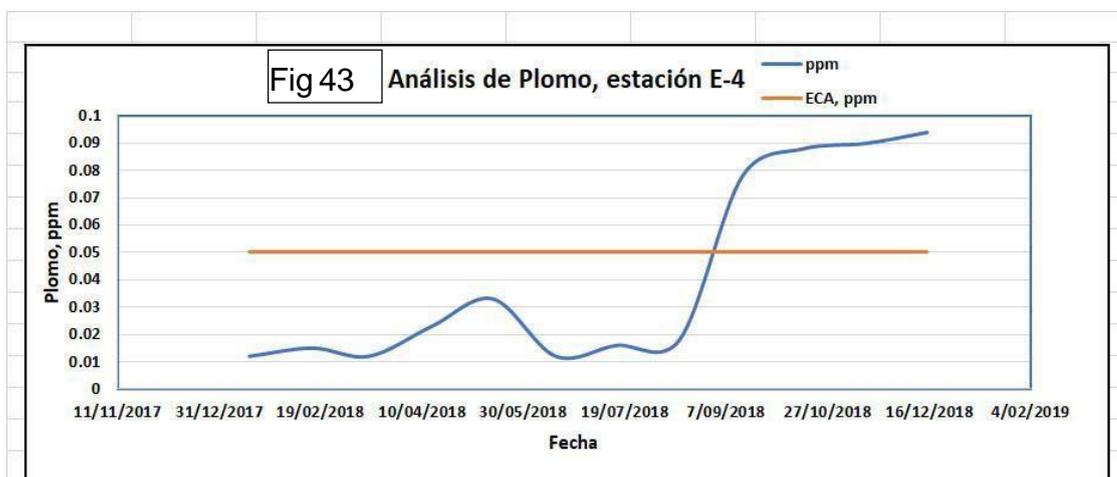
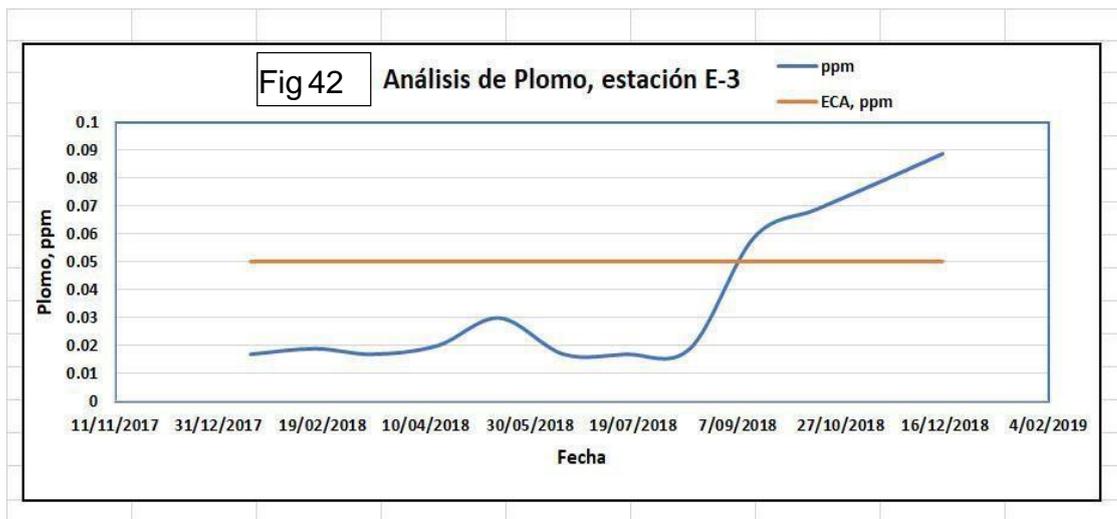
En lo que respecta a los análisis llevados a cabo respecto al zinc, los niveles alcanzados son bastante bajos durante todo el año

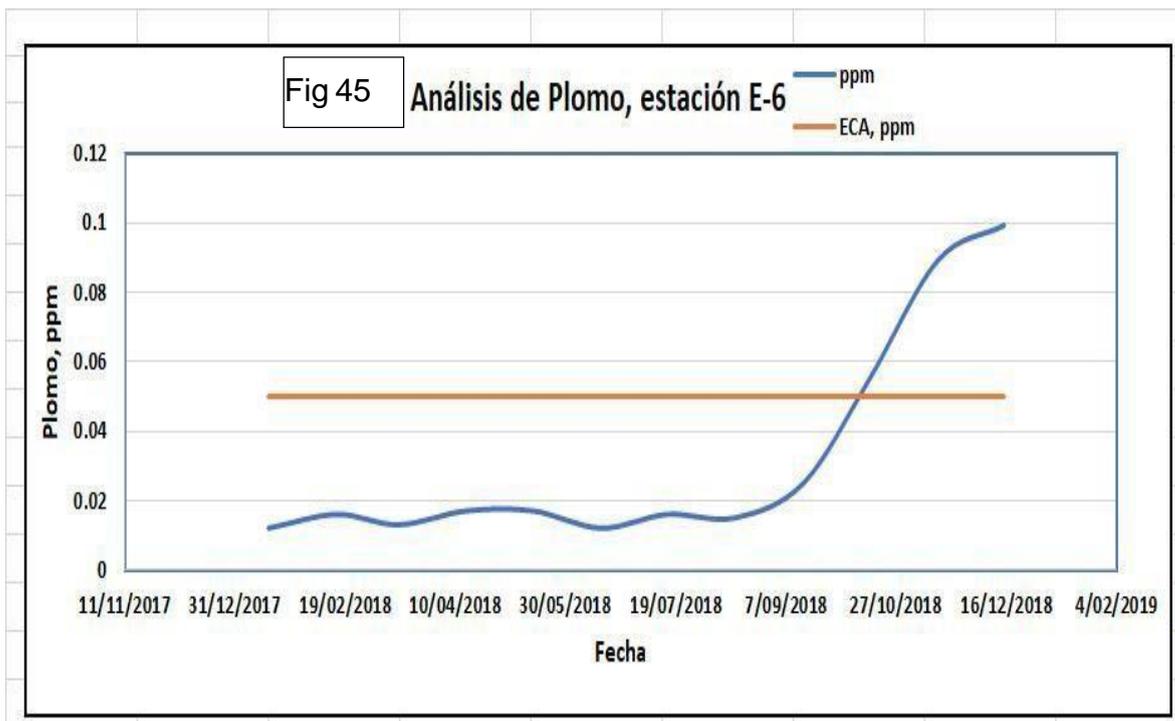
Los ECAs al permitir una tolerancia de hasta 0,5 ppm prácticamente está en el límite de tolerancia para un agua de

Subcategoría A y Clase A2;

• Plomo







Discusión del Plomo

El plomo que se encuentra en el agua de los grifos domiciliarios, rara vez procede de la disolución de fuentes naturales, sino que proviene principalmente de instalaciones de tuberías domésticas que contienen plomo, las soldaduras, los accesorios o las conexiones de servicio a las casas. La cantidad de plomo disuelto depende de varios factores como el pH, la temperatura, la dureza del agua y el tiempo de permanencia del agua en la instalación. El plomo es más soluble en aguas blandas y ácidas. El agua de la laguna de Punrun contiene plomo debido a las escorrentías que se producen en tiempos de lluvia tal y como lo muestran los análisis desarrollados desde el mes de octubre y llegan a pasar el ECA de plomo en los siguientes meses (0,05 ppm).

4.2.3. Resultados de los Análisis Microbiológicos

Se presenta los límites permisibles de los ECAs y la OMS para los coliformes Totales y Fecales:

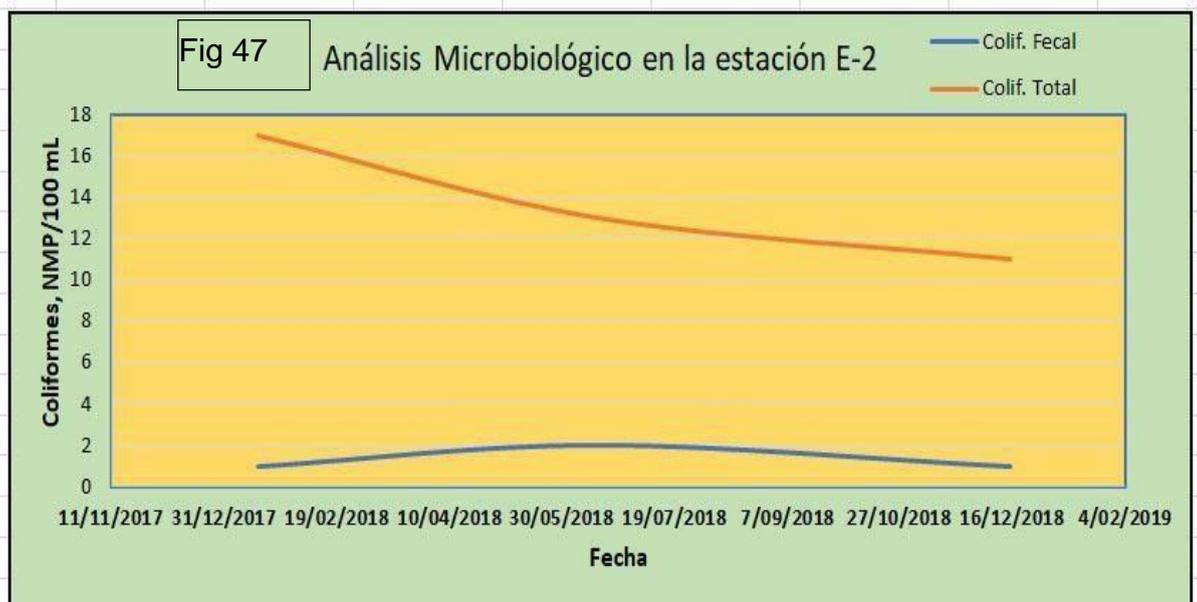
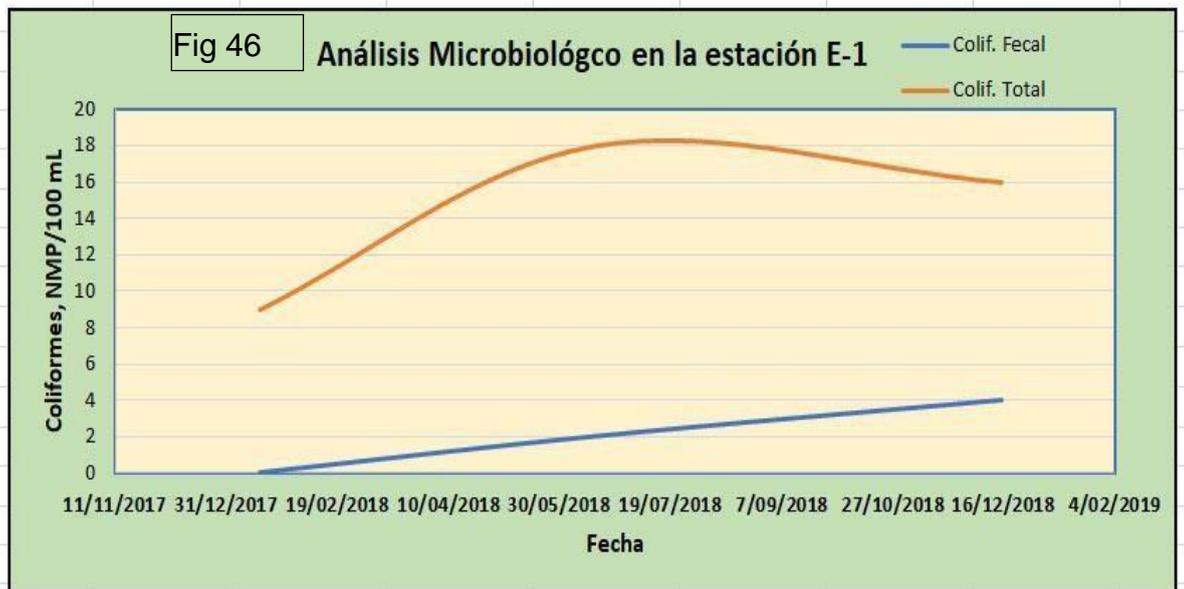
ECAs: Totales 3 000 NMP/100 mL

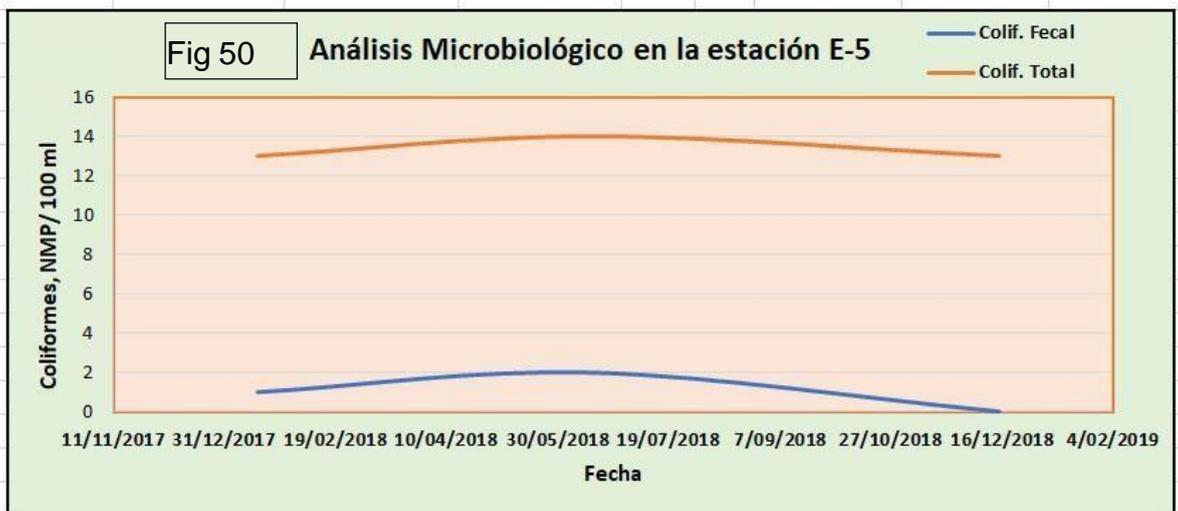
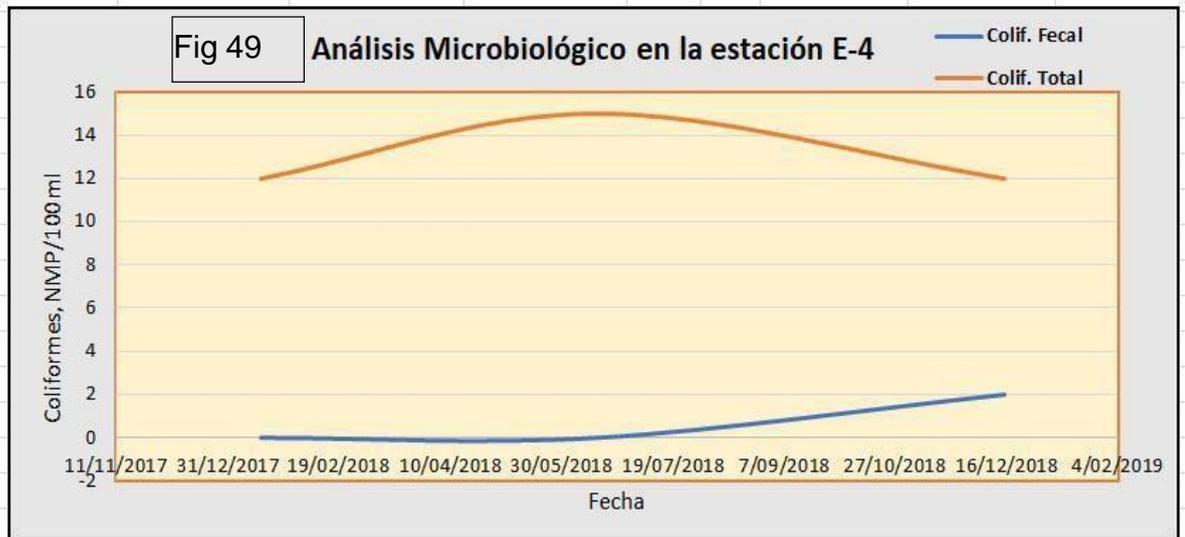
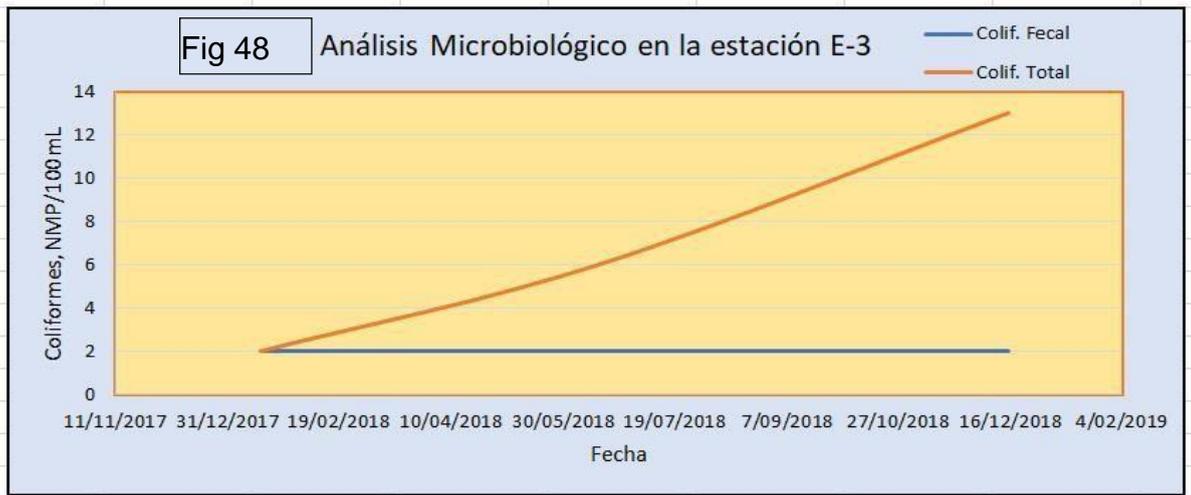
Fecales 2 000 NMP/100 mL

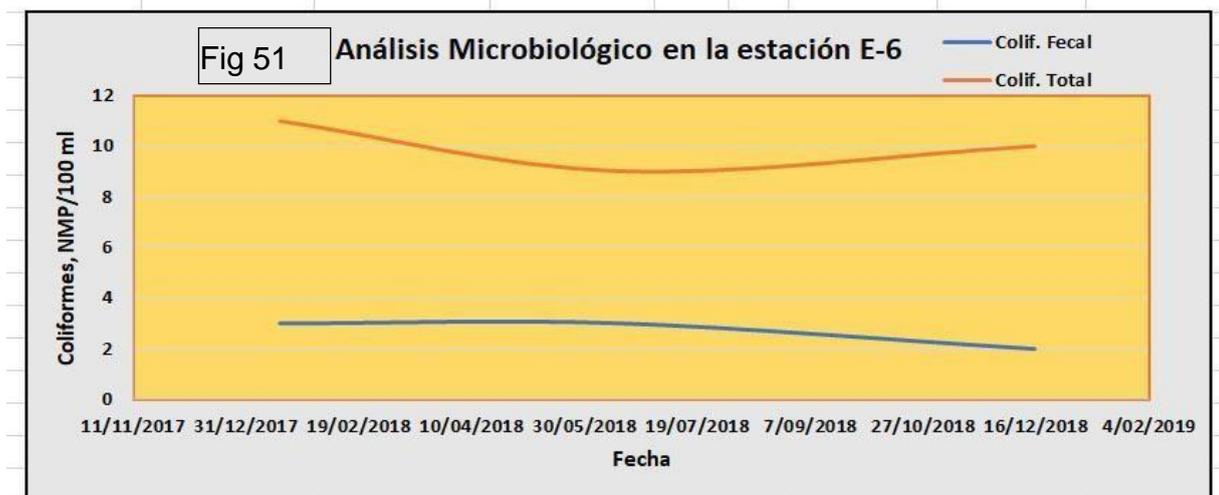
OMS: 0 NMP/100 mL Total. y Fecal.

Los valores dados por los ECAs nacionales son límites en la clasificación considerada para la **Subcategoría A** y **Clase A2**. Sin embargo, los valores de la OMS son para un agua ya tratada para consumo humano.

Resultados de análisis para coliformes







Discusión del Análisis Microbiológico

Los resultados obtenidos en los análisis determinan que está contaminada con valores bajos por coliformes cumpliendo los valores dentro de los límites exigidos por los ECAs nacionales pero que, necesariamente, requiere un tratamiento para cumplir con las exigencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Sin embargo, teniendo en cuenta los valores obtenidos tanto Físico-químicos como bacteriológico, también se podría emplear una simple desinfección con cloro en una planta adecuada como la que se posee en la localidad de Yurajhuanca.

4.3. Prueba de Hipótesis

Para la presente investigación se expresó la siguiente Hipótesis

General:

Las aguas de la laguna de Punrun requieren un tratamiento previo para ser usadas como de consumo humano, determinado por la

caracterización físico-química y microbiológica según los Estándares de Calidad Ambiental y la Organización Mundial de la Salud.

Al final del estudio, al observar que la calidad del agua se ve impactada ligeramente por contaminantes físico-químico y microbiológico por disolución de material rocoso y actividad pecuaria, definitivamente requiere un tratamiento para ser destinada el agua de la laguna de Punrun como de consumo humano. Por tanto, la hipótesis planteada es válida.

4.4. Discusión de resultados

La discusión de los resultados obtenidos en los análisis se ha tratado oportunamente para cada tipo de contaminante en los análisis llevados a cabo en los laboratorios.

CONCLUSIONES

1. Si bien es cierto que en la actualidad hay 56 959 habitantes en Cerro de Pasco, se calcula que dentro de 20 años esta población será de 85 438 *habitantes* requiriendo un abastecimiento de 49,44 l/s a un consumo de 50 L/hab día por lo que se debe prevenir el abastecimiento futuro de agua.
2. El agua de la laguna de Punrun está catalogada para consumo humano, como Categoría 1: y Clase A2 “*Aguas que requieren tratamiento convencional*” dentro de la clasificación de aguas de Los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), D.S. 004-2017-MINAM.
3. Los análisis fisicoquímicos llevados a cabo por la UNAS y DIRESA Pasco alrededor de todo el año 2018 determinan que, en lo relacionado al contenido metálico, éstos están muy por debajo de los valores clasificatorios y por tanto el agua de la laguna de Punrun muy bien podría ser potabilizada.
4. Los parámetros microbiológicos tienen una gran importancia cuando se trata de un agua destinada para consumo humano porque la presencia de éstos provoca enfermedades gastrointestinales a la población. Al respecto, en los análisis de

DIRESA PASCO, se han detectado contenido de coliformes fecales y totales con valores bajos entre 0 NMP/100 mL y 18 NMP/100 mL alrededor del año. Sin embargo, la OMS exige que en cualquier momento el agua debe estar libre de coliformes totales y fecales lo que hace necesariamente desinfectar con cloro. Finalmente, el agua de la laguna de Punrun cumple con valores de parámetros de calidad, de acuerdo a los ECAs D.S. 004-2017. MINAM para ser potabilizada.

RECOMENDACIONES

- Después de contar con conclusiones favorables para destinar el agua de la laguna de Punrun al consumo humano de la localidad de Cerro de Pasco, es que inmediatamente las autoridades del Gobierno Regional y Municipalidad, aunando esfuerzos técnicos y económicos, elaboren el proyecto para la instalación de una Planta de Tratamiento de Potabilización y; la actual planta de cloración localizada en la localidad de Yurajhuanca, pase a formar la etapa final de todo el tratamiento. De esta manera, se verá solucionado el problema del agua que el pueblo está esperando desde hace muchos años.
- Se recomienda, antes de tomar decisiones técnicas, la realización de pruebas analíticas adicionales a las presentadas en esta investigación como, por ejemplo, Oxígeno Disuelto, Demanda de Oxígeno, compuestos orgánicos, etc.

BIBLIOGRAFIA

1. Agüero P. Roger. 1997. "Agua potable para poblaciones Rurales"
Asociación Servicios Educativos Rurales.
2. Albert Lili, 1998. "toxicología Ambiental". Publicación del Centro
Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS, OMS.
3. Estudio de los impactos urbanos y sociales generados por la
expansión minera en cerro de Pasco 1996 Centro de Investigaciones
Sociológicas, Económicas, Políticas y Antropológicas de la Pontificia
Universidad Católica del Perú (CISEPA- PUCP) Lima.
4. Guía para la Calidad del Agua Potable, Vol. 1, 3ra Edición,
Organización Mundial de la Salud. 2006.
5. Mariano Seoáñez Calvo 1999 "Ingeniería del medio ambiente
aplicado al medio natural contaminado" Ediciones Mundi Prensa –
Madrid – España pág. 273-498.
6. Peinado L.M 1988. "Grado de conocimiento del poblador sobre las
condiciones del agua de consumo en la ciudad de Tarma".

7. Quillatupa I. y Col 1993 "Contaminación de ecosistemas Acuáticos en la Región Andrés A. Cáceres Teoría y Praxis. Revista del Inst. de Investigación. de la UNDAC.
8. Raja Gopalan, Shifman 1980 "Guías de medidas sanitarias simples para el control de enfermedades entéricas" Serie Técnica Ginebra – Cepis O.P.S.
9. Vegas, E. y Carranza, M.1985 Estudio bacteriológico del agua potable en la ciudad de Piura" Congreso Latinoamericano de microbiología. Trujillo – Perú.

CONSULTAS WEB

- <http://cidta.usal.es/Servicios/Analisis/consumo/consumo.htm>.
- <http://www.google.com.pe/imgurl=http%3A%2F%2F%2Faguasymascosas.blo2g%20s%20pot.com%2F2011%2F10%2Fel-agua-en-la-tierra>.
- <http://h2o573.blogspot.com/2011/02/distribucion-del-agua-en-la-tierra.html>.
- www.observatoriomercosur.org.uy.
- http://www.lima-water.de/documents/liwa_resumen.pdf.
- http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/amb_contagua.php.
- Discovery Communications Inc. - 2005. "La Contaminación del Agua".
<http://www.tudiscovery.com/water/>.
- <http://www.enperu.org/laguna-de-punurun-destinos-turisticos-enpasco-informacion-util.html>.
- <http://www.angelfire.com/mb/elagua/definicion.html>.
- http://www.coopeducativamoreno.com.ar/quemquemtreu/segunda_ etapa.html.
- <http://platea.pntic.mec.es/iali/personal/agua/agua/propieda.htm>.
- <https://ayudaenaccion.org/ong/blog/solidaridad/importancia-del-agua/>.
- <https://andina.pe/agencia/noticia-confian-solucion-a-problema-del-aguapasco-sera-vista-mensaje-presidencial-421757.aspx>.
- <https://rpp.pe/politica/estado/una-de-cada-tres-peruanos-no-tienen-acceso-a-agua-potable-noticia-1113333>.
- <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/calidaddel-agua-definicion-factores-y-criterios/>

ANEXOS

ANEXO 1 ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL D. S. 002-2008 - MINAM

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
FISICOS Y QUIMICOS							
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15 (7)	100 (2)	200 (2)	sin cambio normal(2)	sin cambio normal (2)	Comparación visual
Materiales Flotantes	Ausente/Presente	Ausente (5) (8)	**	**	Ausente (2) (7) (8)	Ausente (2)	Examen visual
Olor		Aceptable (10)	**	**	Ausente (5)	**	Test de valor umbral
Cloruros	mg/l	250 (5)	250 (5)	250 (5)	**	**	Volumétrico del nitrato de plata
Conductividad	us/cm (a)	1500 (9)	1600 (7)	**	**	**	Electrométrico
D.B.O.5	mg/l	3 (5)	5 (5)	10 (5)	5(5)	10 (5)	Electrodo de membrana. Incubación a 20°C, 5 días
D.Q.O.	mg/l	10 (7)	20 (7)	30 (2)	30 (7)	50 (7)	Colorimétrico. Reflujo cerrado. Digestión con dicromato
Dureza	mg/l	500 (1b)	**	**	**	**	Volumétrico con EDTA
Fluoruros	mg/l	1(10)	**	**	**	**	Electrodo selectivo de Iones
Fósforo Total	mg/l P	0,1 (5)	0,15 (5)	0,15 (5)	**	**	Colorimétrico del ácido ascórbico
Nitratos	mg/l N	10 (5)	10 (5)	10 (5)	10 (5)	**	Espectrofotométrico UV/ Reducción de cadmio
Nitritos	mg/l N	1 (5)	1 (5)	1 (5)	1(5)	**	Método colorimétrico
Nitrógeno	mg/l N	1,5 (1b)	2 (5)	3.7 (5)	**	**	SM4500NH3-F, Colorimétrico
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6 (5)	>= 5 (5)	>= 4 (5)	>= 5 (5)	>= 4 (5)	Winkler modificado
pH	Unidad de pH	(2)	(2)	(2)	6-9 (2, 5)	**	Electrométrico

.....Continuación

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADAS
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
INORGÁNICOS							
Aluminio	Mg/l	0.2 (1)	0.2 (7)	0.2 (5,7)	0.2	**	Absorción Atómica por aspiración directa acetileno óxido nitroso
Antimonio	Mg/l	0,02 (10)	0.02	0,02	0.005 (5)	**	Absorción Atómica - Generación de
Arsénico	Mg/l	0,01 (7)	0,05 (3)	0,05 (3)	0,01 (5)	**	Absorción Atómica - Generación de
Bario	Mg/l	0.7 (1)	0.7 (5)	1 (5)	0.7 (5)	**	Absorción Atómica por aspiración directa
Berilio	Mg/l	0,004 (3)	0,04 (5)	0,04 (5)	0,04 (5)	**	Absorción Atómica por aspiración directa
Boro	Mg/l	0.5 (10)	0,5 (5)	0,75 (5)	0,5 (5)	**	Colorimétrico de la curcumina
Cadmio	Mg/l	0,003 (1)	0,003 (1)	0.01 (5,8)	0,001 (5)	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Cianuro Libre	mg/l	0.005 (5)	0.022 (5)	0.022 (5)	0.005 (5)	**	Colorimétrico
Cianuro Wad	mg/l	0.08 (4)	0.08 (4)	0.08 (4)	0,01 (5)	**	Colorimétrico
Cobre	mg/l	2 (10)	2	2	0,02 (5)	**	Absorción Atómica por aspiración directa
Cromo Total	mg/l	0,05 (2,5,3)	0,05 (3,5)	0,05 (5)	0.05 (5)	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Cromo VI	mg/l	0,05 (3)	0,05 (3)	0,05 (3)	0,05 (5)	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Hierro	mg/l	0.3 (10)	0.3 (10)	1 (8)	0.3	**	Absorción Atómica por aspiración directa
Manganeso	mg/l	0.1 (5)	0.4 (10)	0,5 (5)	0.4	**	Absorción Atómica por aspiración directa
Mercurio	mg/l	0,001 (2,10)	0,002 (5)	0.002 (5)	0.002	**	Absorción Atómica de Vapor Frío
Níquel	mg/l	0.02 (10)	0.025 (8)	0,025 (8)	0,025(5)	**	Plasma por acoplamiento inductivo (ICP)
Plomo	mg/l	0,01 (10)	0,05 (2)	0,05 (2)	0.01	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Selenio	mg/l	0.01 (8)	0,05 (3)	0,05 (3)	0,01(5)	**	Absorción Atómica - Generación de
Zinc	mg/l	3 (2)	5 (4)	5 (4)	0,18(5)	*	Absorción Atómica por aspiración directa

...Continuación

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
MICROBIOLÓGICO							
Colliformes Totales	NMP/100 ml	50 (2, 8)	3000 (8)	50000 (2)	1000 (8)	4000 (8)	Tubos múltiples de fermentación
Colliformes	NMP/100 ml	0 (4)	2000 (2)	20000 (2)	200 (8)	1000(8)	Tubos múltiples de fermentación
Parasitos entericos	Ausencia o presencia/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Enterococos	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	200(12)	**	Tubos múltiples de fermentación
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia (1)(3)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Tubos múltiples de fermentación
Giardia Lambia	Ausencia o presencia/l	Ausencia (3)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Salmonella	Ausencia o presencia/l	Ausencia (2)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia

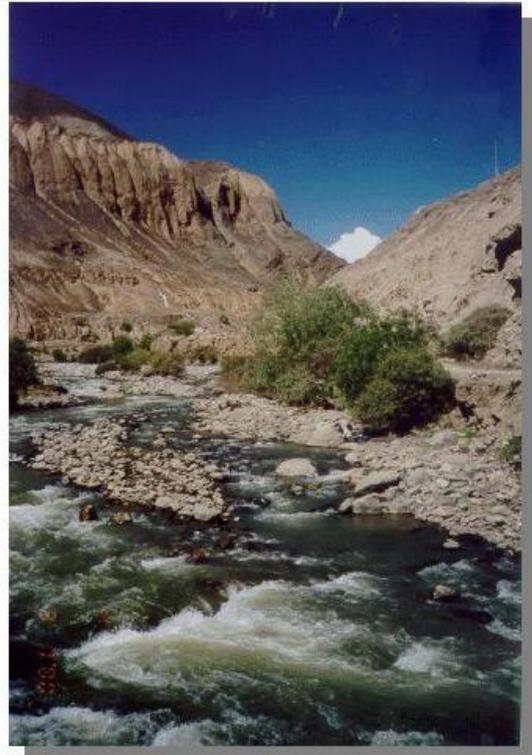
DIRECTIVA PARA LA TOMA DE MUESTRAS

I. INTRODUCCION

Esta guía está dirigida a profesionales y técnicos de las Direcciones Regionales de Salud, con la finalidad de disponer los conocimientos y criterios técnicos adecuados para la toma y conservación de las muestras en estudio (cuerpos de agua, efluente industrial, agua residual, etc).

El objetivo del muestreo es obtener una parte representativa del material bajo estudio, en la cual se analizarán los parámetros de interés. El volumen del material colectado se transporta hasta el lugar de almacenamiento (refrigerador, congeladora, caja térmica, etc.), este a su vez es transferido al laboratorio para su respectivo análisis, momento en el cual la muestra debe conservar las características originales del cuerpo de agua en estudio. Para lograr el objetivo se requiere que la muestra conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis.

Por ello es importante tener presente la realización de un adecuado muestreo que esté orientado a los objetivos del Plan de Muestreo del Programa de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos.



....."Según viejo axioma, el resultado de cualquier determinación analítica no puede ser mejor que la muestra sobre la que se hace

II. DEFINICIONES

Plan de muestreo: Es el procedimiento que se requiere para obtener una muestra representativa, cuyas características conserven las condiciones del cuerpo de agua original.

Muestra: Es una o más porciones de un volumen o masa definida, colectadas en cuerpos receptores, efluentes industriales, redes de abastecimiento público, estaciones de tratamiento de aguas, etc., con el fin de determinar sus características físicas, químicas, físico-químicas o biológicas.

Muestreo: Es la actividad que consiste en coleccionar una fracción o porción representativa de agua de un efluente para fines de análisis y/o medición.

Cuerpo de agua: Curso de agua natural o artificial tales como rios, lagos, manantiales, reservorios, lechos subterráneos ú océanos; en los cuales son vertidas las aguas residuales con o sin tratamiento.

Contaminación de la Muestra: Es la alteración involuntaria de la muestra, causada por agentes físicos, químicos o biológicos, que la invalidan para los fines analíticos a que se destina.

Lodo: Son los sólidos acumulados durante un proceso de tratamiento o depositados en el fondo de los cuerpos de aguas.

Sedimento: Es el material depositado en un medio líquido por la acción de la gravedad.

Muestra simple o puntual: Es aquella muestra que representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su colección. En tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples, como en el caso de algunas aguas de suministro, aguas superficiales y, más raramente, algunas corrientes de aguas residuales. Cuando la composición de las fuentes varía en el espacio más que en el tiempo, se requiere tomar las muestras en los lugares adecuados.

Punto de muestreo: Es el lugar predeterminado en un cuerpo receptor donde se colecta una muestra.

Muestras compuestas: Se refiere a una mezcla de muestras simples o puntuales tomadas en el mismo punto en distintos momentos. Para estos propósitos, se considera como estándar una muestra compuesta que representa un periodo de 24 horas. Sin embargo, bajo otras circunstancias puede ser preferible una muestra compuesta que represente una desviación, un periodo mas corto o el ciclo completo de una operación periódica.

Las muestras compuestas son más útiles para determinar las concentraciones medias que se han de utilizar por ejemplo, para calcular las cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. Las muestras compuestas no serán utilizadas para determinar compuestos que estén sujetos a cambios importantes e inevitables (Temperatura, pH, Oxígeno Disuelto, OD, Dióxido de carbono, todos los gases disueltos, el cloro residual, el sulfuro soluble).

La preparación de muestras integradas requieren de un equipo especial para hacer la toma a una profundidad conocida sin que ésta se mezcle con capas de aguas superficiales.

¿Cómo realizar una Toma de Muestra?

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar en todo proceso de muestreo, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- 1° La localización de los puntos de muestreo son establecidos previamente en los Protocolos correspondientes, verificándose la ubicación en las cartas nacionales y con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Geográfico (GIS) se obtienen las coordenadas exactas.

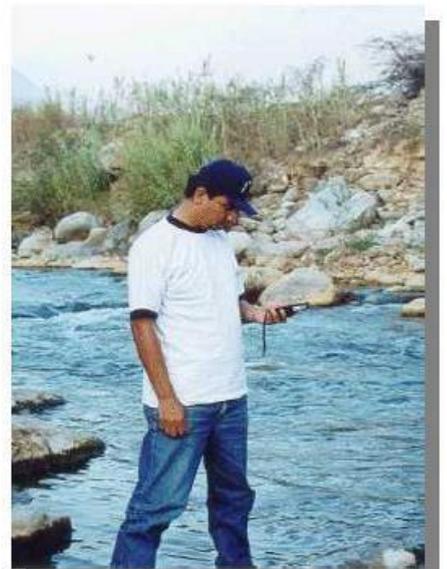


Foto N° 1 Ubicación con GPS

- 2° Para la toma de muestras en ríos evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente, y la distancia de separación entre ambas orillas.

Si se dispone del equipo adecuado, se hará una toma integral desde la superficie al fondo en la zona media de la corriente o de un lado a otro a una profundidad media, de forma que la muestra esté integrada en relación con el flujo. Si sólo puede hacerse una toma pequeña, se hará en el centro de la corriente a una profundidad media.

Para la toma de muestras en lagos y pantanos que presentan considerables variaciones debidas a causas normales, como la estratificación estacional, la cantidad de lluvia, las descargas y el viento, se evitará la presencia de espuma superficial.

Así mismo, para la toma de muestras de agua de mar se considera la velocidad y dirección de las corrientes, aproximadamente a 10 metros de la línea de marea.

Antes de recoger muestras de un sistema de abastecimiento, hay que dejar que el agua corra por las tuberías durante 02 minutos, teniendo en cuenta el diámetro y longitud de la conducción y la velocidad del flujo.

- 3° El personal a muestrear se colocará en dirección opuesta al flujo e independientemente del tipo de muestreo que utilice, deberá enjuagar dos o tres veces el envase con el agua que se va a recoger (a menos que el envase contenga un preservante), teniendo en cuenta que para la mayoría de los análisis orgánico, el llenado de los envases es completo, en tanto que para los análisis microbiológicos se dejará un espacio para aireación y mezcla. En el caso de muestras que deban ser transportadas, lo mejor es dejar un espacio de alrededor del 1% de la capacidad del envase (**espacio de cabeza**) para permitir la expansión térmica.

- 4° Es conveniente revisar el contenido del cuadro N°1 donde se resume el tipo de recipiente a utilizar por parámetro a evaluar, así como el volumen mínimo de muestra necesario, los procedimientos de preservación y el tiempo que puede mantenerse la muestra preservada.

- 5° Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se deberán colocar a cada envase la etiqueta correspondiente después de la toma de muestra, en las que indique claramente con tinta a prueba de agua lo siguiente: número de muestra, origen y punto de muestreo, fecha, hora, lugar de ubicación y/o preservación realizada, incluyendo además el nombre del responsable del muestreo. Posteriormente se efectuarán las lecturas de los parámetros de campo (**Temperatura, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno y Conductividad**).

- 6° Las muestras colectadas deberán conservarse en cajas térmicas a una temperatura de refrigeración (4°C) disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, hielo seco, otros). Además los envases deberán ser colocados en forma ordenada a fin de evitar los daños, quebraduras o derrames.

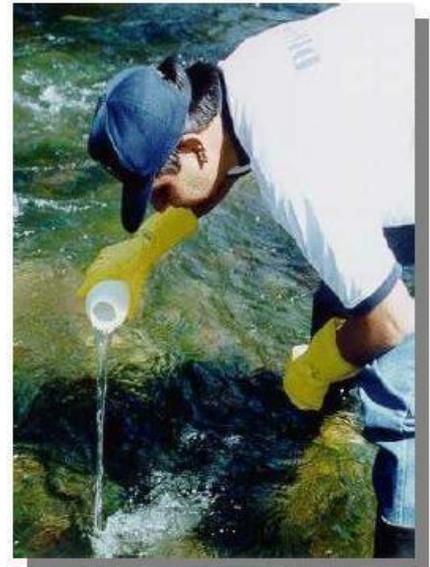


Foto N° 2 Enjuague del Envase



Foto N° 3 Toma de Muestra

7° Registrar toda la información referente a las observaciones de campo en un cuaderno apropiado, que incluya lo siguiente: propósito del muestreo, localización de la estación de muestreo, o del punto de muestreo si se trata de un effluente doméstico e industrial. Si se trata de una muestra de aguas residuales, identificar el proceso que produce el effluente. Debido a que las situaciones de muestreo varían ampliamente, es esencial registrar la información suficiente de tal manera que se pueda reconstruir el evento del muestreo sin tener que confiar en la memoria de los encargados.

8° Se tendrá un cuidado especial en el transporte de los envases con muestra, equipos y reactivos, por lo que se sujetará en el interior del vehículo a fin de evitar los efectos de las vibraciones durante el transporte, impidiendo así que se deslicen o vibren. La logística del transporte, así como el modo de embalar los frascos son determinadas antes de iniciar los trabajos de campo.

9° Las muestras se deben entregar al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo. En caso de que las muestras sean enviadas por correo a través de una agencia, se debe incluir el oficio correspondiente, adjuntando las fichas de ingreso al laboratorio. (Ver Cuadro 2 y 3).

10° La toma de muestra para análisis biológico de plancton, requiere de envases de plástico (PVC) o de vidrio borosilicato de 1 Litro de capacidad, además de redes confeccionadas de mallas de nylon o nyltal acopladas a recipientes cilíndricos.



Foto N° 4 Lectura de Parámetros de Campo



Foto N° 5 Conservación de Muestras

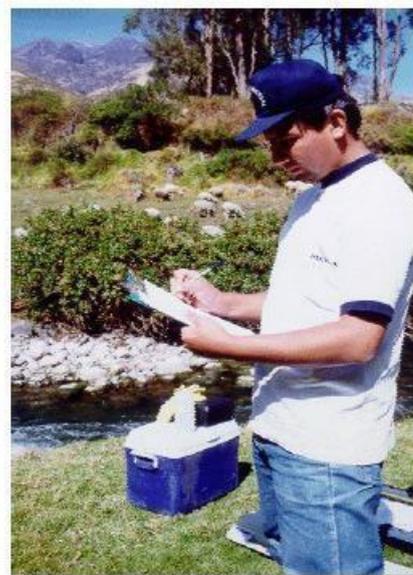


Foto N° 6 Registro de Información

ANEXO 3

Cuadro N° 1: REQUISITOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

Parámetro	Tipo de frasco	Volumen de Muestra	Preservación	Tiempo de almacenaje
Color	P ó V	500 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Conductividad	P ó V	500 ml	Refrigerar a 4°C	28 días
Turbiedad	P ó V	100 ml	Refrigerar a 10°C	48 horas
Alcalinidad	P ó V	50 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Dureza	P ó V	100 ml	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Sólidos	P ó V	1 L	Refrigerar a 4°C	2-7 días
Cloro residual	P ó V	500 ml	Analizar inmediatamente	
Cloruros	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Fluoruros	P	10 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Sulfatos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	25 días
Cianuros	P ó V	500 ml	Refrigerar, agregar NaOH hasta pH = 12	14 d, 24 hr en presencia S ²⁻
Oxígeno disuelto	V	300 ml	Analizar inmediatamente	30 min.
DBO	P ó V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
DQO	P ó V	10 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	28 días
Aceites y grasas	V (ambar)	1 L	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	24 horas
Hidrocarburos	V (ambar)	1 L	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	7 días
Nitrógeno		250 ml		23 días
Nitrógeno Amoniacal	P ó V	50ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	24 horas
Nitrógeno Orgánico		250ml		28 días
Nitratos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	28 días
Nitritos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Fósforo total				
Fósforo soluble	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Fósforo hidrolizable	P ó V	10 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
SAAM	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Metales				
(Cd, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn, Fe)	P ó V	500 ml	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Arsénico	P ó V	100 ml	Refrigerar, agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Mercurio	V	100 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	28 días
Bacterias heterotróficas	* V/P	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Coliformes total y fecal (NMP)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Coliformes total y Fecal (FM)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Salmonella (A/P)				
Aguas superficiales	V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
Agua potable	V	4 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
Salmonella (NMP)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Clostridios sulfato reductores	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Estreptococcus fecales	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Vibrio cholerae (A/P)				
Aguas superficiales	V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
Agua potable	V	4 L		
Vibrio cholerae NMP	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Clorofila	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Enteroparásitos				
Agua residual cruda	P	1 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Agua residual tratada	P	5 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Agua superficial	P	5 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Agua potable	P	10 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Lodos	B	200 g	Refrigerar en hielo	3 días
Fitoplancton**				
Aguas eutróficas	P	1 L	Temperatura ambiente	24 horas
Aguas oligotróficas		6 L		
Zooplancton				
Aguas eutróficas	P	1 L	Temperatura ambiente	24 horas
Aguas oligotróficas		6 L		

P = plástico V = vidrio B = bolsa de plástico sellado

SAAM=Sustancias Activas al Azul de Metileno NMP=Numero Mas Probable A/P =Ausencia / Presencia

- Estérides

** Puede preservarse con formalina, 40 ml de formalina tamponada (20 g de borato de sodio más 1 litro de formaldehído al 37%) para un litro de muestra.

ANEXO 4

Dotación por región

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

ANEXO 5

Coeficiente de crecimiento lineal por departamento (r)

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HABITANTES (r)
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huánuco	25
Junín	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const. Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cusco	15
Apurímac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martín	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

Anexo 6 ANALISIS FÍSICO-QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María
Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561156 Aptdo. 156
Analisis@suelos.unas@hotm.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0400	Agua	M1	0,0081	< 0,001	0,062	0,87	0,009	VND	0,010
M0401	Agua	M2	0,0075	< 0,001	0,057	0,88	0,008	VND	0,016
M0402	Agua	M3	0,0071	< 0,001	0,063	0,92	0,007	VND	0,017
M0403	Agua	M4	0,0068	< 0,001	0,058	0,79	0,008	VND	0,012
M0404	Agua	M5	0,0073	< 0,001	0,061	0,93	0,003	VND	0,014
M0405	Agua	M6	0,0068	< 0,001	0,055	0,87	0,005	VND	0,012



Fecha: 15/01/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107400

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
[Signature]
M.Sc. Bigo. Miguel Huauya Rojas
JEFE

.....continuación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María
Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561156 Aptdo. 156
Analisis@suelos.unas@hotm.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0420	Agua	M1	0,0070	< 0,001	0,065	0,87	0,007	VND	0,016
M0421	Agua	M2	0,0082	< 0,001	0,059	0,88	0,006	VND	0,012
M0422	Agua	M3	0,0084	< 0,001	0,063	0,89	0,007	VND	0,019
M0423	Agua	M4	0,0078	< 0,001	0,058	0,52	0,007	VND	0,015
M0424	Agua	M5	0,0076	< 0,001	0,061	0,89	0,004	VND	0,017
M0425	Agua	M6	0,0060	< 0,001	0,055	0,88	0,008	VND	0,016



Fecha: 15/02/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107440

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
[Signature]
M.Sc. Bigo. Miguel Huauya Rojas
JEFE

.....Continuación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561356 Apdo. 156
Analizadesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0430	Agua	M1	0,0071	< 0,001	0,065	0,80	0,003	VND	0,019
M0431	Agua	M2	0,0088	< 0,001	0,069	0,82	0,006	VND	0,014
M0432	Agua	M3	0,0082	< 0,001	0,063	0,88	0,005	VND	0,017
M0433	Agua	M4	0,0074	< 0,001	0,064	0,54	0,002	VND	0,012
M0434	Agua	M5	0,0074	< 0,001	0,063	0,81	0,006	VND	0,011
M0435	Agua	M6	0,0060	< 0,001	0,059	0,83	0,006	VND	0,013



Fecha: 15/03/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107449

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Miguel Huauya Rojas
M.Sc. Bigo. Miguel Huauya Rojas
JEFE

.....Continuación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561356 Apdo. 156
Analizadesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0440	Agua	M1	0,0045	< 0,001	0,061	0,76	0,005	VND	0,025
M0441	Agua	M2	0,0046	< 0,001	0,048	0,79	0,006	VND	0,024
M0442	Agua	M3	0,0076	< 0,001	0,053	0,85	0,008	VND	0,020
M0443	Agua	M4	0,0079	< 0,001	0,074	0,69	0,008	VND	0,023
M0444	Agua	M5	0,0072	< 0,001	0,053	0,86	0,008	VND	0,018
M0445	Agua	M6	0,0068	< 0,001	0,058	0,87	0,006	VND	0,017



Fecha: 15/04/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107501

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Miguel Huauya Rojas
M.Sc. Bigo. Miguel Huauya Rojas
JEFE

.....Continuación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561156 Apéto. 156
Analisis@suelosunmas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0450	Agua	M1	0,0048	< 0,001	0,076	0,92	0,008	VND	0,035
M0451	Agua	M2	0,0049	< 0,001	0,049	0,78	0,009	VND	0,034
M0452	Agua	M3	0,0079	< 0,001	0,065	0,91	0,006	VND	0,030
M0453	Agua	M4	0,0072	< 0,001	0,052	0,72	0,008	VND	0,033
M0454	Agua	M5	0,0076	< 0,001	0,056	0,72	0,009	VND	0,038
M0455	Agua	M6	0,0076	< 0,001	0,034	0,80	0,004	VND	0,037



Fecha: 15/05/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107560

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Bigo. Miguel Huayra Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561156 Apéto. 156
Analisis@suelosunmas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0480	Agua	M1	0,0081	< 0,001	0,062	0,87	0,009	VND	0,010
M0481	Agua	M2	0,0075	< 0,001	0,057	0,88	0,008	VND	0,016
M0482	Agua	M3	0,0071	< 0,001	0,063	0,92	0,007	VND	0,017
M0483	Agua	M4	0,0068	< 0,001	0,058	0,79	0,008	VND	0,012
M0484	Agua	M5	0,0073	< 0,001	0,061	0,93	0,003	VND	0,014
M0485	Agua	M6	0,0068	< 0,001	0,055	0,87	0,005	VND	0,012



Fecha: 15/06/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107480

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Bigo. Miguel Huayra Rojas
JEFE

.....Continuación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telf: 062342 – Fax 561156 Areño. 156

AnálisisdeSuelos@Hotmail.com

ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A. ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0550	Agua	M1	0,0089	< 0,001	0,070	0,87	0,006	VND	0,019
M0551	Agua	M2	0,0078	< 0,001	0,057	0,88	0,006	VND	0,018
M0552	Agua	M3	0,0078	< 0,001	0,069	0,92	0,008	VND	0,017
M0553	Agua	M4	0,0067	< 0,001	0,058	0,79	0,008	VND	0,016
M0554	Agua	M5	0,0083	< 0,001	0,068	0,93	0,005	VND	0,014
M0555	Agua	M6	0,0088	< 0,001	0,067	0,87	0,007	VND	0,016

Fecha: 15/07/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107580



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Bigo. Miguel Huaya Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telf: 562362 – Fax 561156 Aptdo. 156
AnalisisdeSuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0560	Agua	M1	0,0090	< 0,001	0,060	0,92	0,009	VND	0,021
M0561	Agua	M2	0,0086	< 0,001	0,067	0,88	0,008	VND	0,018
M0562	Agua	M3	0,0086	< 0,001	0,069	0,98	0,007	VND	0,019
M0563	Agua	M4	0,0085	< 0,001	0,068	0,79	0,008	VND	0,018
M0564	Agua	M5	0,0087	< 0,001	0,078	0,98	0,008	VND	0,014
M0565	Agua	M6	0,0090	< 0,001	0,080	0,96	0,009	VND	0,015

Fecha: 15/08/ 2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107599



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
Miguel Huayra Rojas
M.Sc. Bigo. Miguel Huayra Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telf: 562362 – Fax 561156 Aptdo. 156
AnalisisdeSuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0580	Agua	M1	0,0094	< 0,001	0,068	0,98	0,008	VND	0,029
M0581	Agua	M2	0,0096	< 0,001	0,067	0,98	0,007	VND	0,030
M0582	Agua	M3	0,0089	< 0,001	0,079	0,98	0,007	VND	0,059
M0583	Agua	M4	0,0089	< 0,001	0,072	0,89	0,009	VND	0,078
M0584	Agua	M5	0,0089	< 0,001	0,082	0,87	0,007	VND	0,094
M0585	Agua	M6	0,0096	< 0,001	0,087	0,99	0,008	VND	0,025

Fecha: 15/09/2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107650



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
Miguel Huayra Rojas
M.Sc. Bigo. Miguel Huayra Rojas
JEFE

.....Continuación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telf. 562342 – Fax 561156 Aptdo. 156
Analisis@suelos.unas@hotma1.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0600	Agua	M1	0,0098	< 0,001	0,061	0,99	0,009	VND	0,047
M0601	Agua	M2	0,0099	< 0,001	0,077	0,98	0,009	VND	0,037
M0602	Agua	M3	0,0090	< 0,001	0,089	0,99	0,007	VND	0,069
M0603	Agua	M4	0,0089	< 0,001	0,077	0,89	0,006	VND	0,088
M0604	Agua	M5	0,0099	< 0,001	0,082	0,89	0,007	VND	0,094
M0605	Agua	M6	0,0092	< 0,001	0,088	1,00	0,005	VND	0,055

Fecha: 15/10/2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107697



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Miguel Huaya Rojas
H.Sc. Bigo. Miguel Huaya Rojas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telf. 562342 – Fax 561156 Aptdo. 156
Analisis@suelos.unas@hotma1.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0700	Agua	M1	0,0099	< 0,001	0,071	1,02	0,019	VND	0,057
M0701	Agua	M2	0,0099	< 0,001	0,087	0,98	0,019	VND	0,047
M0702	Agua	M3	0,0097	< 0,001	0,099	1,0	0,007	VND	0,079
M0703	Agua	M4	0,0089	< 0,001	0,077	0,89	0,016	VND	0,090
M0704	Agua	M5	0,0098	< 0,001	0,092	0,89	0,007	VND	0,094
M0705	Agua	M6	0,0092	< 0,001	0,088	1,03	0,020	VND	0,089

Fecha: 15/11/2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107754



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Miguel Huaya Rojas
H.Sc. Bigo. Miguel Huaya Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telf: 562342 - Fax 562154 Agrón. 156
Analisis@suelos.unas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JOSMEL RONAL INOCENTE CHACÓN			Procedencia: Laguna de Punrun, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A. ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	As	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0800	Agua	M1	0,0096	< 0,001	0,078	1,02	0,026	VND	0,059
M0801	Agua	M2	0,0090	< 0,001	0,097	0,98	0,029	VND	0,057
M0802	Agua	M3	0,0092	< 0,001	0,089	1,0	0,017	VND	0,089
M0803	Agua	M4	0,0099	< 0,001	0,087	0,89	0,026	VND	0,094
M0804	Agua	M5	0,0095	< 0,001	0,099	0,89	0,017	VND	0,097
M0805	Agua	M6	0,0098	< 0,001	0,088	1,05	0,022	VND	0,099

Fecha: 15/12/2018

Muestreado por el solicitante

Recibo N° 0107820



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS

M.Sc. Bigo. Miguel Huayra Rojas
JEFE

ANEXO 07 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



DATOS DE CAMPO, MUESTREO, ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS DE LA LAGUNA PUN RUIH

FECHA: ENERO 2018

Código	Fecha	Fuente	Coliformes, NMP/100 ml		Parásitos
			FECAL	TOTAL	
E-1	15/01/2018	Superficial	0	9	Ausencia
E-2	15/01/2018	Superficial	1	17	Ausencia
E-3	15/01/2018	Superficial	2	2	Ausencia
E-4	15/01/2018	Superficial	0	12	Ausencia
E-5	15/01/2018	Superficial	1	13	Ausencia
E-6	25/01/2018	Superficial	3	11	Ausencia

Solicitante: Josmel Ronal Inocente Chacón

ANGEL GOMEZ BARROGA
BIOLOGO
C. D. P. 9125

Lidia HINOJOSA CASTAÑEDA
Directora Ejecutiva de Salud Ambiental
DINASA - PANAMA



... Continuación

DATOS DE CAMPO, MUESTREO, ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS DE LA LAGUNA PUN RUIH

FECHA: JUNIO 2018

Código	Fecha	Fuente	Coliformes, NMP/100 ml		Parásitos
			FECAL	TOTAL	
E-1	15/06/2018	Superficial	2	18	Ausencia
E-2	15/06/2018	Superficial	2	13	Ausencia
E-3	15/06/2018	Superficial	2	6	Ausencia
E-4	15/06/2018	Superficial	0	15	Ausencia
E-5	15/06/2018	Superficial	2	14	Ausencia
E-6	28/06/2018	Superficial	3	9	Ausencia

Solicitante: Josmel Ronal Inocente Chacón

ANGEL GOMEZ BARROGA
BIOLOGO
C. D. P. 9125

Lidia HINOJOSA CASTAÑEDA
Directora Ejecutiva de Salud Ambiental
DINASA - PANAMA



DATOS DE CAMPO, MUESTREO, ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS DE LA LAGUNA PUN RUIH

FECHA: DICIEMBRE 2018

Código	Fecha	Fuente	Coliformes, NMP/100 ml		Parásitos
			FECAL	TOTAL	
E-1	15/12/2018	Superficial	4	16	Ausencia
E-2	15/12/2018	Superficial	1	11	Ausencia
E-3	15/12/2018	Superficial	2	13	Ausencia
E-4	15/12/2018	Superficial	2	12	Ausencia
E-5	15/12/2018	Superficial	0	13	Ausencia
E-6	25/12/2018	Superficial	2	10	Ausencia

Solicitante: Josmel Ronal Inocente Chacón

ANGEL GOMEZ BARROGA
BIOLOGO
C. D. P. 9125

Lidia HINOJOSA CASTAÑEDA
Directora Ejecutiva de Salud Ambiental
DINASA - PANAMA

ANEXO 8

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS SEGUN LA OMS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F ⁻ L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015



Foto 01 Laguna de Punrun con una pequeña isla llamada Pumapachupan



Foto 02 Isla de Pumapachupan en la laguna de Punrun



Foto 03 Crianza de camélidos sudamericanos cerca de la laguna de Punrun



Foto 04 Tesista muestreando



Foto 05 Tesista muestreando en un bote



Foto 06 construcción cerca de la laguna de Punrun

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente
¿La calidad de las aguas de la laguna Punrun, según los ECAs nacionales, permitirá determinar la tecnología adecuada para ser considerada como de consumo humano y ser alimentadas para su distribución en la ciudad de Cerro de Pasco?	Determinar si las aguas de la laguna Punrun cumplen con los estándares de calidad dadas por la OMS y los ECAs nacionales para ser consideradas como de consumo humano; caso contrario, recomendar la tecnología adecuada de potabilidad para ser alimentadas para su distribución futura de la ciudad de Cerro de Pasco	Las aguas de la laguna de Punrun requieren un tratamiento previo para ser usadas como de consumo humano, determinado por la caracterización físico-química y microbiológica según los Estándares de Calidad Ambiental y la Organización Mundial de la Salud.	Calidad de agua
Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicas	VARIABLES Independientes
¿Los parámetros físico químicos de las aguas de la laguna Punrun están dentro de los LMPs de potabilidad según la OMS y los ECAs nacionales?	Determinar los parámetros físico químicos de las aguas de la laguna Punrun y contrastar con los LMPs de potabilidad según la OMS y los ECAs nacionales	La calidad físico química está determinada por los análisis de metales pesados realizado en el Laboratorio químico.	Parámetros físico-químicos y microbiológicos del cuerpo de agua
¿Con los análisis obtenidos, se podrá recomendar la tecnología adecuada para la potabilidad de las aguas de la laguna de Punrun?	Determinar los parámetros microbiológicos de las aguas de la laguna Punrun y contrastar con los LMPs de potabilidad según la OMS y los ECAs nacionales.	La calidad microbiológica está determinada por los análisis de bacterias realizado en el Laboratorio microbiológico.	Relación Calidad de agua = f(1/parámetros f-q y microbiológicos) Excepto. OD