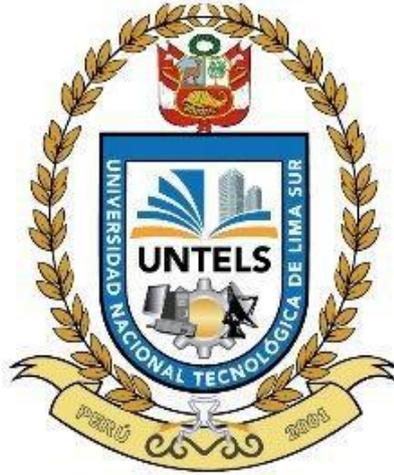


**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES  
CON FINES RECREACIONALES EN LA LAGUNA LA ENCANTADA  
DEL DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA,  
REGIÓN LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**AQUINO FRANCO, GIANELLA ANGELA**

**ASESOR**

**MARÍN SÁNCHEZ, OBERT**

**Villa El Salvador**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de suficiencia profesional a mis padres, Rafael y Janete; y a mis hermanas, Nadia, Maritza y Nagima, por mostrarme lo fuertes que podemos ser como familia para enfrentar las dificultades a pesar de la distancia.

A mis sobrinos, Catalina y Luis Ricardo, por apreciarme tanto y sacarme una sonrisa con sus logros, travesuras y ocurrencias.

A mis abuelos, Eusebio y Raquel, por ser mis modelos de fortaleza y constancia para superar las adversidades de la vida y por enseñarme a nunca darme por vencida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Rafael y Janete, por brindarme las herramientas necesarias para formarme no solo profesionalmente, sino también como una persona de valores fuertemente arraigados.

A mi tía, Jovita Aquino, por sus sabios consejos, su apoyo emocional y su preocupación por cada paso que doy.

A mi pareja, David Damián, por su comprensión, su paciencia y su apoyo incondicional en cada etapa del presente trabajo.

A mi asesor, Obert Marín, por sus enseñanzas y su acompañamiento en la realización del presente trabajo.

A mis revisores, César Velarde, Luis Zuñiga, y Javier Herrera, por su exigencia y dedicación para la mejora constante del presente trabajo.

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES</b> .....	3
1.1 Contexto.....	3
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo .....	3
1.2.1 Temporal .....	3
1.2.2 Espacial .....	4
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1 Antecedentes .....	7
2.2 Bases teóricas.....	9
2.2.1 Calidad del agua.....	9
2.2.2 Laguna La Encantada.....	15
2.2.3 Marco normativo .....	19
2.3 Definición de términos básicos.....	20
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL</b> .....	22
3.1 Determinación y análisis del problema.....	22
3.2 Modelo de solución propuesto .....	23
3.3 Resultados .....	30
<b>CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	42
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	44
<b>ANEXOS</b> .....	48

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Ubicación del área de estudio</i> .....	4
<b>Figura 2</b>	<i>Ubicación de los puntos de muestreo simple</i> .....	5
<b>Figura 3</b>	<i>Ubicación de los puntos de muestreo biológicos</i> .....	5
<b>Figura 4</b>	<i>Concentraciones de cianuro libre</i> .....	32
<b>Figura 5</b>	<i>Concentraciones de DBO</i> .....	33
<b>Figura 6</b>	<i>Concentraciones de DQO</i> .....	34
<b>Figura 7</b>	<i>Concentración de oxígeno disuelto</i> .....	35
<b>Figura 8</b>	<i>Concentración de plata</i> .....	36
<b>Figura 9</b>	<i>Concentración de uranio</i> .....	37
<b>Figura 10</b>	<i>Concentración de vanadio</i> .....	38
<b>Figura 11</b>	<i>Concentración de coliformes termotolerantes</i> .....	39

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Registro meteorológico de la estación UNJFSC</i> .....	17
<b>Tabla 2</b>	<i>Fauna de la Laguna La Encantada</i> .....	19
<b>Tabla 3</b>	<i>Materiales a usar para la toma de muestras</i> .....	23
<b>Tabla 4</b>	<i>Coordenadas UTM WGS84 de los puntos de monitoreo para muestra integrada 1 (LEMI-01)</i> .....	25
<b>Tabla 5</b>	<i>Coordenadas UTM WGS84 de los puntos de monitoreo para muestra integrada 2 (LEMI-02)</i> .....	25
<b>Tabla 6</b>	<i>Coordenadas UTM WGS84 de los puntos de monitoreo microbiológico</i> .....	25
<b>Tabla 7</b>	<i>Parámetros evaluados</i> .....	26
<b>Tabla 8</b>	<i>Resultado de análisis de parámetros físico-químicos</i> .....	30
<b>Tabla 9</b>	<i>Resultado de análisis de parámetros inorgánicos</i> .....	31
<b>Tabla 10</b>	<i>Resultado de análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos</i>	31

## RESUMEN

La calidad de un cuerpo de agua, determina las actividades posibles a realizarse en ella, además de las medidas necesarias a tomarse, a fin de resguardar la salud de sus usuarios como la seguridad de sus especies.

La finalidad de la presente investigación, es la de evaluar la calidad ambiental de las aguas de la Laguna La Encantada, ya que las características observables de dicha laguna, evidenciaron señales de contaminación e incumplimiento de la normativa ambiental para aguas superficiales destinadas para recreación de contacto secundario- categoría 1, subcategoría B, tipo B2- respecto del ECA establecido por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, de esta manera generar material bibliográfico, complementario a futuras investigaciones que promuevan la prevención de la exposición ante agentes contaminantes; resultante en la manifestación de numerosas patologías o enfermedades en los usuarios de las mencionadas aguas.

La toma de muestras y selección de puntos de muestreo, se realizaron según criterios del Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales; Se evaluaron parámetros físico-químicos e inorgánicos en dos muestras integradas y parámetros microbiológicos-parasitológicos de tres muestras simples; Tras lo cual se obtuvieron como resultados, valores adecuados al ECA de parámetros inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos, pero por encima del ECA en parámetros físico-químicos como la DBO de 25 y 30 mg /L y en la DQO de 60 y 67 mg /L, además de características inadecuadas en el color del agua evidenciadas por marcadas variaciones entre las áreas evaluadas, así como la abundante presencia de materiales flotantes de origen antropogénico. Parámetros fuertemente ligados a la presencia de diversos contaminantes.

Por lo cual se podría concluir que las aguas de la Laguna La Encantada, no son aptas para el desarrollo de actividades de la subcategoría B2, deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú es poco lo que se ha hecho para mantener un control sobre los niveles de contaminantes en los cuerpos de agua, los cuales se ven severamente impactados por la actividad antropogénica, la falta de conciencia y el desconocimiento. Todo ello se suma a la inadecuada gestión y manejo de los residuos por parte de las municipalidades, lo cual deviene en graves riesgos para la salud de los pobladores cercanos y para la flora, la fauna y los ecosistemas, muy a pesar de la existencia de la normativa ambiental específica para cada actividad, como la extracción y el cultivo de especies, el riego de vegetales, la bebida de animales y la recreación (Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Ambiente - MINAM). Lamentablemente, estas son muy poco reguladas, por lo que se generan todos estos perjuicios.

La laguna La Encantada es un espacio recreacional que, hasta finales de la primera década del 2000, fue muy poco concurrido, puesto que pocos la conocían. Parte del recurso hídrico de esta laguna era utilizado para la crianza de peces y, el resto, para la recreación; sin embargo, esta última actividad se ha elevado de manera exponencial en los últimos años. Por tanto, en el presente estudio se evalúa la calidad del agua de la laguna La Encantada, ubicada en el distrito de Santa María, de la provincia de Huaura, en la región de Lima. Al respecto, se revisan los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario; con esto, se desea generar información base para futuras investigaciones, además de concluir si las aguas de dicha laguna son óptimas para tales actividades, y, finalmente, reducir la constante exposición de los usuarios a agentes contaminantes, ya sean físicos, químicos, microbiológicos o parasitológicos.

## **CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Contexto**

Mediante el siguiente trabajo de investigación, se pretende determinar si la laguna La Encantada, ubicada en el distrito de Santa María, de la provincia Huaura, en la región de Lima, cuenta con las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades recreativas, de acuerdo con los ECA para aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario. En suma, se desea demostrar si dichas aguas son óptimas para el desarrollo de dichas actividades.

La mencionada laguna posee una extensión de 33 hectáreas (339 932,06 m<sup>2</sup>), con un perímetro de 2,51 km, aproximadamente, cuya profundidad varía entre los 1,10 y los 8 metros (Municipalidad Distrital de Santa María, 2011). La Encantada tiene un gran atractivo turístico conformado por actividades recreativas: el circuito para paseos en bote a remo o pedal, el muelle que transporta hacia una pequeña isla y el área de campamento; además, se observa el misticismo que rodea el lugar: hay una historia que explica el origen de su nombre, y también se llevan a cabo actividades esotéricas practicadas por aquellas personas conocidas comúnmente como “brujos” o “chamanes”.

Actualmente, esta laguna se encuentra bajo la administración de la Municipalidad Distrital de Santa María, que aún presenta diversas falencias, puesto que, en diversas temporadas, se pueden ver los abundantes residuos en la orilla. Estos afectan seriamente la flora –juncos, totorales y gramalotes (Mendoza et al., s.f.)– y la fauna –garzas, gaviotas, patos silvestres, lechuzas y peces (Quispe y Gómez, 2021)–.

### **1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo**

#### **1.2.1 Temporal**

El presente estudio se desarrolla en cuatro fases: la primera, de revisión literaria, tiene una duración de cuatro semanas; la segunda, de muestreo, una semana; la tercera, de análisis de laboratorio, tres semanas; y la última, de análisis de

resultados, cuatro semanas. En total, la investigación tiene una duración de tres meses, y se planea su desarrollo entre septiembre y noviembre del 2021.

### 1.2.2 Espacial

El estudio se realiza en la laguna La Encantada, ubicada en el distrito de Santa María, en la provincia de Huaura, de la región Lima; esta cuenta con una extensión aproximada de 33 hectáreas (339 932,06 m<sup>2</sup>) y una profundidad que varía entre 1,10 y 8 metros. Asimismo, sus coordenadas son 18S 221073.59E, 8767961.64S, en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM WGS84). Al mismo tiempo, la laguna se encuentra a una altitud de 135 metros sobre el nivel del mar [msnm] (Municipalidad Distrital de Santa María, 2011). Por otra parte, el lugar se encuentra delimitado de la siguiente manera:

- Este: parcelas agrícolas y terrenos privados.
- Norte: Pampa de Animas.
- Oeste: franja desértica y vía de acceso principal.
- Sur: parcelas agrícolas privadas.

### Figura 1

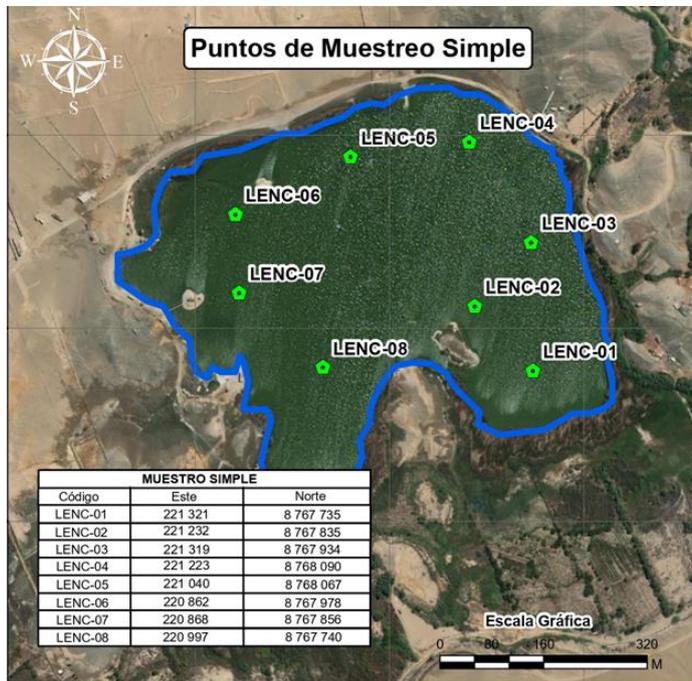
*Ubicación del área de estudio*



*Nota.* Tomado de Google Earth, 2020.

**Figura 2**

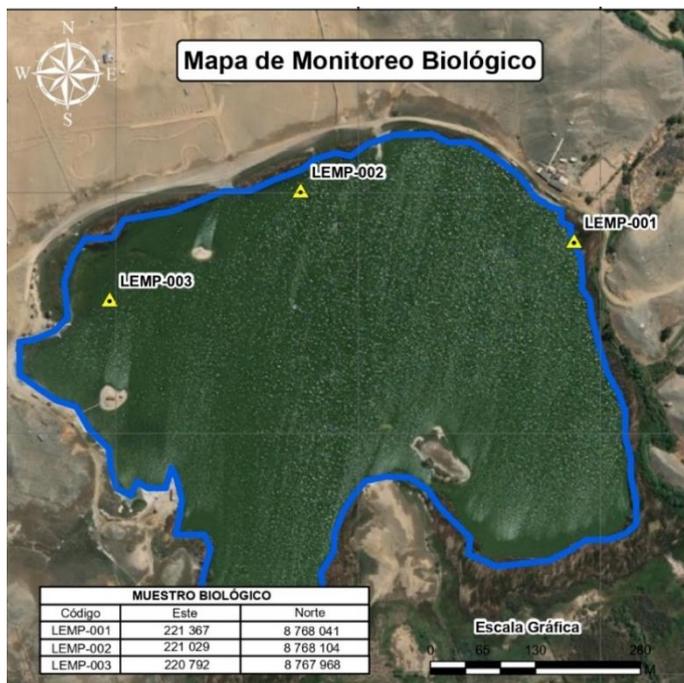
*Ubicación de los puntos de muestreo simple*



*Nota.* Tomado de Google Earth, 2020.

**Figura 3**

*Ubicación de los puntos de muestreo biológicos*



*Nota.* Tomado de Google Earth, 2020.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

Evaluar los parámetros de calidad de las aguas superficiales para fines recreacionales de contacto secundario; esto, según el Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM, al respecto de la laguna La Encantada, del distrito de Santa María, de la provincia de Huaura, en la región Lima.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los valores de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la laguna La Encantada para su comparación con la subcategoría B2 del Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM.
- Establecer los valores de los parámetros inorgánicos de la laguna La Encantada para su comparación con la subcategoría B2 del Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM.
- Identificar el valor de los parámetros microbiológicos y parasitológicos de la laguna La Encantada para su comparación con la subcategoría B2 del Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### a. Antecedentes internacionales

- En primer lugar, Amado et al. (2016) analizaron la calidad del agua en la Laguna de Bustillos y en la Laguna de los Mexicanos en el estado de Chihuahua, México, para lo cual emplearon la metodología desarrollada por la Universidad de Wilkes (2006) y el índice de calidad del agua (ICA) mediante nueve parámetros: “turbidez, pH, oxígeno disuelto (OD), nitratos, fósforo total, sólidos totales disueltos (STD) y temperatura, en relación a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y algunas especies bacterianas (coliformes)”. Consecuentemente, realizaron tres muestreos en diferentes temporadas en 15 puntos elegidos aleatoriamente. Finalmente, los resultados señalaron que hay caudales escasos que sufren una severa sobreexplotación, así como valores elevados de nitratos y bacterias coliformes. De la misma forma, se presentaron valores muy bajos de oxígeno, por lo que se concluyó que dichas lagunas eran impactadas principalmente por las actividades agropecuarias, el vertimiento de aguas residuales y los desechos de tratamientos industriales.
- En segundo lugar, D’ambrosio et al. (2017) evaluaron la calidad del agua de la Laguna de los Patos y las lagunas de Ensenada haciendo uso de los índices de calidad y de contaminación por materia orgánica (ICOMO), y a través de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Además, la toma de las muestras se realizó cada 15 días en un periodo de 21 meses; esto, tanto para parámetros *in situ* como *ex situ*, con lo que se obtuvieron los resultados. Así, se comprobó que los parámetros para la temperatura, el pH, la turbidez, los nitratos y los sulfatos se encontraron dentro de los rangos admisibles para uso recreativo y protección de la vida acuática; en cambio, los parámetros de sólidos totales disueltos (STD), la conductividad y los cloruros presentaron valores altos. Tras finalizar la investigación, se concluyó:

En el periodo de estudio, la calidad del agua de la laguna se mantuvo dentro de los valores correspondientes a un cuerpo de agua de calidad media según el criterio del ICA y con baja contaminación por materia orgánica según el ICOMO. (p. 1)

b. Antecedentes nacionales

- Por su parte, Amanca (2019) analizó la calidad de agua respecto al Decreto Supremo N°004-2017, que estableció los ECA de la Laguna Génesis del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa; esto, a través de una investigación de enfoque cuantitativo, donde se recabó información y se midieron siete parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para ello, se hizo la medición de los parámetros *in situ* y *ex situ* en los cuerpos de agua del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, los cuales fueron comparados con el ECA, en la categoría 4 de conservación del ambiente acuático y la subcategoría E1 para lagos y lagunas. Los resultados mostraron que dicha laguna no cumple con más del 50 % de los parámetros evaluados, y entre los más alarmantes se encuentran la DBO y los coliformes termotolerantes; así, se concluyó que la calidad no es óptima para la categoría en la que se encuentra.
- Asimismo, Alva (2018) determinó la calidad del agua de la laguna Azul de Sauce, ubicada en la región San Martín, para su uso según los ECA, mediante la metodología introspectiva para la recolección de información y la selección de puntos de monitoreo a través del método estadístico y frecuencias para la toma de muestras en cuatro puntos por lapsos de 30 días. Esto se realizó en un periodo de tres meses, con ayuda del *software* Excel para el análisis de datos, con lo que se infirió que la laguna pertenecía a la categoría 1 y a las subcategorías B1 (contacto directo) y B2 (contacto indirecto); ello, según el Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM (ECA). Aun así, se resalta que el parámetro de los coliformes termotolerantes, cuyo valor más elevado fue de 360 UFC/100mL, sobrepasó el ECA en un 180 %.
- Por otro lado, Pineda et al. (2018) evaluó la calidad microbiológica de la laguna La Encantada a través de un estudio que consistió en la toma de

muestras en cuatro puntos por medio de la técnica de tubos múltiples; ello, a fin de determinar si esta se encontraba en condiciones óptimas para funcionar como agua con fines recreativos. Así, se encontraron valores coliformes fecales y totales elevados, además de la presencia de *Escherichia coli*; por este motivo, se concluyó que, según el ECA (Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM), las aguas de la laguna no eran aptas para funcionar con fines de recreación.

- Igualmente, Atanacio (2018) estudió la calidad del agua en la laguna La Encantada a través de la caracterización de parámetros fisicoquímicos (DBO, pH, STD, conductividad, salinidad, densidad, pH promedio y turbidez) de muestras tomadas en dos zonas: una de mayor contaminación probable y una de rebose, es decir, de menor contaminación probable, debido a la dispersión y la biodegradación de la contaminación. Estas fueron tomadas “con la ayuda de una sonda tomador de muestra, colectando 2 L de muestra para cada zona a evaluarse de la laguna La Encantada”, que posteriormente fueron enviadas al laboratorio, y sus resultados se compararon y evaluaron estadísticamente con el *software* Minitab Anova. Así, se comprobaron los altos porcentajes de remoción del contaminante de una zona a otra, con valores que oscilaban entre los 6,3 (HCO<sub>3</sub>) y los 57,07 % (turbidez), tras lo cual se confirmó “el resultado óptimo logrado naturalmente por la laguna por un tratamiento de autorregulación”; es decir, se demostró que la laguna cuenta con la capacidad de autodepurarse.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Calidad del agua

La calidad de un cuerpo de agua, sea superficial o subterránea, va a depender tanto de factores naturales como antrópicos (ONU, 2014). Esta se puede determinar mediante la evaluación de indicadores o el análisis de parámetros como los físicos, químicos, microbiológicos, parasitológicos, orgánicos, etc. Acorde al uso o fin que se les otorgara a esas aguas (ANA,2016).

#### a. Parámetros fisicoquímicos

- Cianuro libre

Es el término utilizado para describir el anión de cianuro soluble ( $\text{CN}^-$ ) como cualquier cianuro de hidrógeno (HCN), igualmente soluble. El cianuro libre representa la forma de cianuro más tóxica. En condiciones de pH menores a 9,24, el HCN es la especie de cianuro libre dominante; mientras tanto, a valores superiores de pH, es el ( $\text{CN}^-$ ) la especie de cianuro libre dominante. En retrospectiva, ligeras variaciones de pH determinarían el grado de toxicidad del cianuro presente en el cuerpo de agua (Paredes, 2017).

- Color

El color es un parámetro que denota la calidad del agua y se encuentra ligado a las sustancias disueltas y los sólidos en suspensión. El color del agua se debe a la presencia de materia orgánica o sustancias como el hierro o el cobre, disueltas o en suspensión; además, depende de otros factores, como el pH, la temperatura, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos que aportan color (Higiene Ambiental, 2019).

Existen dos tipos de colores: "color verdadero" y "color aparente" del agua. El primero es el que depende solamente del agua y las sustancias disueltas en ella; es decir, una vez que la muestra ha sido filtrada o centrifugada. Por otra parte, el color aparente contiene también las partículas en suspensión, esto es, la muestra tal como ha sido obtenida (Higiene Ambiental, 2019).

Son las sustancias húmicas, las que generalmente definen el color del agua, entre ellas ácidos fúlvicos y ácidos húmicos, inofensivas para el ser humano en estado natural, sin embargo, al contacto con sustancias como el cloro, forman sustancias nocivas como los trihalometanos, por lo cual la medida del color permite evaluar y controlar la presencia de dichos húmicos (Higiene Ambiental, 2019).

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno requerida por una población de microorganismos para oxidar o degradar materia orgánica de modo aerobio en una muestra de agua (Mihelcic y Zimmerman, 2012). En el laboratorio, la DBO se determina a una

temperatura de 20 °C por un periodo de cinco días, y se expresa en mg/l O<sub>2</sub>, a lo cual se conoce como DBO<sub>5</sub> (Raffo y Ruiz, 2014).

A mayor cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos, mayor es la concentración de materia orgánica en una muestra, por ende, mayor el grado de contaminación en el cuerpo de agua (Raffo y Ruiz, 2014).

Por lo cual se entiende que a mayor

- Demanda química de oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica a través de procesos químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua. Dicho parámetro es un indicador del contenido de materia orgánica del cuerpo de agua, y es utilizado para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable por medio de un agente químico oxidante. Así, cuanto mayor es la DQO, más contaminada está el agua (Raffo y Ruiz, 2014)

- Detergentes

Los detergentes determinados como sustancias activas al azul de metileno (SAAM) son excelentes indicadores de la calidad del agua. Entre las propiedades de los detergentes sintéticos, se destaca que estos son tensoactivos, lo que quiere decir que alteran la tensión superficial del agua, y tienen la capacidad de formar espuma al estar en contacto con esta, cuando se genera algún tipo de movimiento. Dicho parámetro es indicador de la contaminación por aguas residuales ordinarias de tipo doméstico (Ramírez, 2006).

- Materiales flotantes de origen antropogénico

Los materiales flotantes son aquellos sólidos de menor densidad que el agua y de origen antropogénico que se manifiestan conforme el ser humano interactúa con el medio ambiente (Análisis de materia flotante, s.f.). Dichos materiales surgen principalmente por la aglomeración de poblaciones y como consecuencia del aumento desmedido y no regulado del sector industrial. Entre ellos, se encuentran los plásticos y papeles, que por lo general son transportados por el movimiento del agua, lo que da lugar al deterioro del paisaje y la dificultad en los sistemas de tratamiento (Dirección General de Salud Ambiental, 2005).

- Oxígeno disuelto

Se determina como oxígeno disuelto a la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelta en el agua. “El oxígeno disuelto es el factor que determina que los cambios biológicos sean producidos por organismos aeróbicos o anaeróbicos” (Sawyer et al., 2001, p. 1). Igualmente, el nivel de oxígeno disuelto se relaciona con la capacidad de la masa de agua para dar soporte a los organismos que habitan en ella; además, es un indicador de contaminación del agua. En ese sentido, los niveles elevados pueden indicar una mejor calidad en el agua, pero los niveles demasiado elevados se relacionan con fenómenos de eutrofización. En caso contrario, si los niveles de oxígeno disuelto son muy bajos, se puede comprometer la vida de los organismos acuáticos (Sawyer et al., 2001).

b. Parámetros inorgánicos

- Plata (Ag)

Es un elemento metálico que, en estado puro, presenta gran brillo; de igual forma, posee otras características: es, resistente, dúctil, maleable y altamente conductivo (Medina y Mejía, 2016). Químicamente, se le clasifica como “metal pesado y noble; comercialmente como “metal precioso” (Medina y Mejía, 2016). Entre los principales efectos de la plata a la salud, se conoce lo siguiente: “La ingestión es moderadamente tóxica. Puede causar molestias estomacales, náuseas, vómitos, diarrea y narcosis. Si el material se traga y es aspirado en los pulmones o si se produce el vómito, puede causar neumonitis química, que puede ser mortal” (Medina y Mejía, 2016, p. 1).

- Uranio (U)

Es un metal altamente denso y presenta “el mayor peso atómico de entre todos los elementos de la naturaleza”; además, posee otras características: es fuertemente electropositivo, dúctil, maleable, de baja conductividad eléctrica y levemente radioactivo (Servicio Geológico Mexicano, 2017). Los efectos del uranio a la salud dependen del estado en el que se encuentre el elemento: en su estado óxido, no es tan dañino; sin embargo, en estado puro, despiden partículas alfa, beta y gamma que producen considerables daños a la salud. Según su concentración en el

organismo, podría dañar el sistema renal y provocar enfermedades hepáticas (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

- Vanadio (V)

Es un elemento metálico de color grisáceo, clasificado como biometal, puesto que “participa en procesos biológicos en forma de anión o catión” (Rodríguez y Altamirano, 2006, p. 173). Si bien el vanadio no se encuentra de forma pura en la naturaleza, su presencia en la atmósfera es principalmente ocasionada por la actividad humana, por lo cual se considera como un contaminante ambiental (Rodríguez y Altamirano, 2006). Entre los efectos del vanadio a la salud por inhalación, se encuentran las alteraciones al sistema respiratorio con sintomatología como tos, irritación en la nariz y mucosa oral, hasta la manifestación de enfermedades como bronquitis, rinitis, laringitis y faringitis. Entre otros efectos, se tienen la irritación sensorial, la fiebre, la conjuntivitis, el aumento del movimiento intestinal, la dermatitis, el vómito, la diarrea, los temblores y el daño renal.

Por otro lado, en los estudios de los efectos de diversos metales dispersos en el aire urbano sobre la población, se encontraron ligeras correlaciones entre los niveles de vanadio y la mortalidad producida por ciertos cánceres, neumonía y bronconeumonía. De la misma manera, se notó la correlación entre los niveles de vanadio en partículas aéreas y la incidencia de enfermedades cardiovasculares. (IPCS, 1988, p. 1)

c. Parámetros microbiológicos y parasitológicos

- Coliformes termotolerantes

Son organismos propios del tracto intestinal humano e invertebrados de sangre caliente. Componen un pequeño grupo de microorganismos que deben su nombre a su capacidad de tolerar temperaturas de hasta 45 °C. “Entre estos destacan la *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, enterobacteria y *Klebsiella pneumoniae*” (Fajardo, 2018, p. 1). Denominados antiguamente como “coliformes fecales”, su presencia en aguas superficiales suele ser un indicador de contaminación por residuos humanos y animales, o por erosión del suelo (Sotil, 2017).

- *Escherichia coli*

La *Escherichia coli* es un grupo de bacterias Gram negativas y existen diferentes tipos; la mayoría de ellas son inofensivas y se hallan en el tracto digestivo humano, pues cumplen un rol importante en la digestión. Sin embargo, algunos tipos de *Escherichia coli* pueden provocar enfermedades gastrointestinales; entre ellas, las más destacadas son: *E. coli* enterohemorrágico, *E. coli* enteroinvasivo, *E. coli* enterotoxigénico y *E. coli* enteropatógeno. Estas pueden producir dolores estomacales, vómitos y diarrea; y esta última, en algunas ocasiones, puede ser sanguinolenta (Soteras, 2014).

- *Giardia duodenalis*

Es un parásito diminuto (protozoo) causante de una enfermedad altamente recurrente denominada giardiasis. El ciclo biológico de dicha especie consta de dos fases o estadios: el trofozoíto (forma vegetativa) y el quiste (forma de resistencia). El primero es causante de las manifestaciones clínicas, es decir, la sintomatología –diarrea, distensión abdominal, náuseas, etc.; y el segundo, responsable de la transmisión del parásito (Alcaraz, s.f.).

- *Salmonella* spp

La salmonela es un género de bacilos Gram negativos y flagelados que se clasifican como anaerobios facultativos, pues forman parte de la familia enterobacteriácea. Este grupo de bacterias presenta dos especies, seis subespecies y más de 2500 variedades; y la sigla spp hace referencia a las numerosas especies que incluye este género bacteriano. La especie de salmonela entérica es la patógena para humanos y animales (Contreras y Rojas, s.f.).

- *Vibrio cholerae*

El *Vibrio cholerae* es una bacteria en forma de bacilo “Gram negativo, móvil, flagelado que no forma esporas, que sobrevive en medios alcalinos a temperaturas entre 22 y 40 °C” (RENAPRA, s.f.). Existen dos grupos de *Vibrio cholerae*: O1 y O139, que poseen la capacidad de generar una toxina patogénica; esta es la causante de la sintomatología de la enfermedad: “La diarrea, vómitos, calambres musculares en el abdomen, brazos o piernas”, y solo en pocos casos se presenta la fiebre (RENAPRA, s.f.).

### 2.2.2 Laguna La Encantada

La laguna La Encantada es también conocida como Laguna Pampa de Animas, denominada así por los pobladores de Paraquincho, y se ubica en la zona de Pampa de Animas alta del distrito de Santa María, en la provincia Huaura, en la región Lima, a 6 km de la ciudad de Huacho, y a una altitud de 135 msnm. Su ubicación geográfica se tiene entre las coordenadas 11° 07' 47,7" de latitud sur y 77° 33' 12,9" de longitud oeste (WGS 84) (Mendoza et al., s.f.). Este imponente espejo de agua de aproximadamente 33 hectáreas de extensión (339 932,06 m<sup>2</sup>), 2,51 km de perímetro y entre los 1,10 y 8 metros de profundidad, constituye un refugio de una inmensa variedad de fauna silvestre (Municipalidad Distrital de Santa María, 2011). Actualmente, la laguna cuenta con 10 estanques de flotación para el cultivo de tilapia (Atanacio, 2018); y se encuentra clasificada como una ecorregión o un desierto cálido subtropical, "caracterizado por presentar un clima cálido con precipitaciones menores a 200 mm/anuales" (Britto, 2017). Asimismo, es uno de los destinos turísticos más visitados de Huaura.

#### a. Hidrología

La Encantada es una laguna de tipo lentic, perteneciente a la cuenca del río Chancay, subcuenca Las Animas. Este almacenamiento de agua natural se ha formado en el cauce de la quebrada Animas, proveniente de las filtraciones del canal de irrigación Santa Rosa (Mapa de peligros de la ciudad de Huacho, 2007). De la misma manera, esta ocupa una depresión del fondo de la quebrada y desagua por rebose a través de un dique natural (Mapa de peligros de la ciudad de Huacho, 2007). Según la Municipalidad Distrital de Santa María (2011), "el humedal está conformado por un espejo de agua principal (laguna La Encantada) y por charcas pequeñas originadas por las filtraciones de napas freáticas" (p. 1), y está definido como un sistema eutrofizado y salobre. Por otro lado, las aguas presentan temperaturas entre los 17,5 y 28,5 °C en periodos de un año; por lo que, en verano, alcanzan valores máximos de 28,5 °C y mínimos de 26 °C, y en invierno, de 19 °C y 17,5 °C (Benites et al. 2014).

#### b. Meteorología

Con respecto a la temperatura del ambiente, según Ruiz (2008), se presentan variaciones en un rango de 16,0 y 31,0 °C. En verano se alcanzan valores máximos de 31 °C y mínimos de 25 °C; y en invierno, de 18 °C y 16 °C (Ruiz, 2008); además, la dirección del viento es hacia el suroeste. Por otra parte, la estación meteorológica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC), la más cercana a la laguna, en los periodos más recientes –de febrero de 2019 a febrero de 2020–, registró temperaturas máximas de 25,8 °C y mínimas de 13,6 °C; de igual forma, se observó una precipitación media de 0,0 mm y una velocidad del viento de 6,0 m/s. En la Tabla 1 se aprecia la data obtenida en la estación meteorológica UNJFSC de febrero de 2019 a febrero de 2020.

**Tabla 1***Registro meteorológico de la estación UNJFSC*

<b>REGISTRO METEOROLÓGICO</b>				
<b>ESTACIÓN</b>		<b>COORDENADAS WGS 84</b>		
UNJFSC		<b>SUR</b>	<b>OESTE</b>	
		11° 7´ 25.9"	77° 36´ 21.7"	
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Velocidad del viento (m/s)</b>
2019	Febrero	25,8	0	7.3
	Marzo	21,9	0	6.4
	Abril	20,0	0	6.2
	Mayo	19,7	0	6.3
	Junio	18,2	0	6.1
	Julio	16,3	0,1	5.7
	Agosto	13,6	0,1	5.3
	Septiembre	17,2	0	5.5
	Octubre	16,1	0	5.3
	Noviembre	20,2	0	-
	Diciembre	19,9	0	-
	2020	Enero	24,0	0
Febrero		24,7	0	-
<b>MÍNIMO</b>		13.6	0,0	5,3
<b>MÁXIMO</b>		25.8	0,1	7,3
<b>PROMEDIO</b>		19.8	0,0	6,0

c. Flora

La laguna presenta en sus márgenes especies vegetales como las siguientes:

- Totorá: *Scirpus sp.*
- Junco: *Juncus sp.*
- Gramalote: *Paspalum fasciculatum.*

d. Fauna

De la misma manera, se presenta una gran variedad de fauna silvestre, principalmente la aviar, la cual se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 2***Fauna de la Laguna La Encantada*

<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>PECES</b>	Lisa	<i>Mugil platanus</i>
	Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>
	Bagre	<i>Rhamdia quelen</i>
	Cachuelas	<i>Anadara tuberculosa</i>
<b>AVES</b>	Gallareta andina	<i>Fulica ardesiaca</i>
	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>
	Garza blanca	<i>Egretta thula</i>
	Garza blanca grande	<i>Ardea alba</i>
	Garza blanca pequeña	<i>Egretta thula</i>
	Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>
	Golondrina azul y blanca	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>
	Lechuza de los arenales	<i>Athene cunicularia</i>
	Pato colorado	<i>Spatula cyanoptera</i>
	Pato gargantillo	<i>Anas bahamensis</i>
	Polla de agua	<i>Gallinula galeata</i>
	Tortolita peruana	<i>Columbina cruziana</i>
	Totorero o junquero	<i>Phleocryptes melanops</i>
	Turtupilín	<i>Pyrocephalus rubinus</i>
Zambullidor de pico grueso	<i>Podilymbus podiceps</i>	
Zambullidor pimpollo	<i>Rollandia rolland</i>	

*Nota. Aves acuáticas y terrestres de la laguna La Encantada (Quispe y Gómez, 2021).*

### 2.2.3 Marco normativo

- a. Ley General del Ambiente N°28611, donde se estipula en el primer artículo:

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país. (Art. 1)

- b. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecimiento de las disposiciones complementarias (Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM), donde se aprueban los ECA, así como sus categorías.
- c. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016 de la Autoridad Nacional del Agua - ANA), en el que se establecen los procedimientos, criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad del agua.

### 2.3 Definición de términos básicos

- Cadena de custodia: es el documento en el que se detalla el procedimiento que permite la obtención de muestras para su posterior análisis.
- Calibración: es la comparación de lectura hacia un instrumento de medición basado en un valor definido o conocido.
- Contaminante: sustancia encontrada en un medio al cual no pertenece o en niveles que pueden causar efectos (adversos) para la salud o el medio ambiente.
- ECA: es el instrumento de gestión ambiental que establece un estándar de medición del estado de la calidad del ambiente.
- Electropositivo: es la tendencia que tiene un átomo hacia otro de ceder electrones.
- Microbiológicos: referido a la ciencia que estudia y analiza microorganismos.
- Partículas alfa: son núcleos de helio que no cuentan con su capa de electrones.
- Partículas beta: grupo de electrones moviéndose a gran velocidad.

- Partículas gamma: son radiaciones electromagnéticas que acompañan a las partículas alfa y beta.
- Parámetro: es el valor tomado como referencia para el análisis de una situación.
- Parasitológicos: es la relación existente entre organismos parásitos con sus huéspedes.
- Preservante: es aquel que evita el deterioro del compuesto a preservar para que perdure por más tiempo.
- Protocolo de monitoreo: es el que permite la estandarización de criterios para un monitoreo ambiental.
- Refrigerante: es la sustancia que actúa como agente de enfriamiento para la conservación del cuerpo a refrigerar.
- Tóxico: capaz de envenenar o causar daño a un organismo. Se conoce que pueden provocar efectos adversos.

## CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

### 3.1 Determinación y análisis del problema

La laguna La Encantada se ha convertido en un espacio de recreación altamente concurrido. A través de la revisión bibliográfica y las labores de campo, se observó que dicha laguna se encuentra catalogada como apta para bañistas; es decir, se afirma que cumple con las condiciones necesarias para clasificarse dentro de las subcategorías B1 y B2 (aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario y secundario).

Sin embargo, se evidenció la falta de publicación, investigación y análisis de los parámetros adecuados, pues, si bien existen investigaciones recientes en cuanto a ciertos parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, no se hallaron pruebas de investigaciones desarrolladas sobre la totalidad de los requerimientos para cumplir con dicha categoría bajo el amparo del Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM. El determinar el no cumplimiento de la mencionada norma para la subcategoría B2, demostraría que la laguna no es apta para el desarrollo de actividades como deportes acuáticos con botes, lanchas o similares; y, con mayor razón, tampoco sería apta para realizar actividades como la natación, que se realizan con regularidad.

Por otra parte, el escaso control y la limitada publicación de los resultados y análisis de la calidad del agua de uso recreacional, por el Ministerio de Salud (MINSU), representado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), generan que los usuarios accedan a los cuerpos de agua en diversas ciudades y ocasiones. Esto, sin conocer el estado de dichas aguas, provocando la exposición a diversos agentes contaminantes resultante en la manifestación de numerosas patologías o enfermedades.

Debido a lo expuesto, es de vital importancia la evaluación de la calidad ambiental de las aguas de dicha laguna. Los resultados del presente trabajo permitirían conocer los valores de los parámetros exigidos por los ECA en la subcategoría B2, necesarios para alertar e informar a los usuarios sobre los riesgos a los que están expuestos. Lo anterior, en tanto que, de no cumplir mínimamente con las condiciones necesarias para las aguas superficiales destinadas para la recreación

de contacto secundario, los responsables de su administración –en este caso, la Municipalidad Distrital de Santa María–, deberían ser mucho más rigurosos, a fin de velar por la salud de los usuarios. Con ello, se abriría paso a futuras investigaciones y evaluaciones periódicas, y se sustentaría el seguimiento del cumplimiento de la normativa ambiental y de salubridad.

### 3.2 Modelo de solución propuesto

A continuación, se presenta el modelo establecido para la evaluación de los parámetros de calidad de las aguas superficiales para fines recreacionales de contacto secundario, de la laguna La Encantada.

#### a. Adquisición de Materiales

Para la toma de muestras en la laguna La Encantada acerca de los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos, se hizo uso de los siguientes materiales e indumentaria:

**Tabla 3**

*Materiales a usar para la toma de muestras*

<b>Materiales</b>	<b>Indumentaria</b>	<b>Reactivos</b>
Frascos de plástico esterilizados	Zapatos de seguridad	Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )
Cadena de custodia	Pantalón	Ácido nítrico ( $HNO_3$ )
Cooler	Blusa manga larga	
Cámara fotográfica	Chaleco	
Baldes de 8 L	Guantes	
Recipientes de 1,5 L	Lentes	
Etiquetas	Casco blanco	
Plumones	Mascarilla	
Lapicero		
Libreta de notas		

#### b. Metodología y procedimientos

- Establecimiento de los puntos de monitoreo

El número de puntos de monitoreo para la evaluación de los parámetros físico-químicos, inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos de la laguna La Encantada se establecieron con los criterios del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales según la Resolución Jefatural N° 010-2016 de la ANA: “En caso de lagos y lagunas donde no existen vertimientos de aguas residuales o usos del agua, se podrán establecer mínimamente dos (2) puntos preferentemente en la entrada y en la salida de la laguna”.

En este caso, para los parámetros físico-químicos e inorgánicos, se evaluaron dos muestras integradas para cada parámetro; estas son recomendables para conocer la calidad del agua promedio en los cuerpos acuáticos. Así, dichas muestras integradas se conforman por cuatro muestras simples o puntuales; por esta razón, se establecieron los puntos de muestreo, con respeto por los criterios de representatividad y accesibilidad, de la siguiente manera:

- Se dividió la laguna en dos partes: la primera mitad, correspondiente al área de mayor recurrencia; la segunda mitad, el área restante. (LEMI-01 y LEMI-02).
- Cada mitad se dividió en cuatro cuadrantes.
- Se ubicaron los puntos de mayor recurrencia y accesibilidad en cada cuadrante.

En cuanto a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, se evaluaron tres muestras simples, puesto que estos no podían ser evaluados a través de muestras integradas (ANA, 2016). De otra parte, los puntos de monitoreo microbiológico fueron seleccionados según el criterio de representatividad, por lo que se ubicaron dos puntos en las zonas de mayor afluencia de turistas y uno cercano a los estanques flotantes de cultivo de tilapia. En general, la ubicación de los puntos de muestreo se definió al aplicar los criterios de selección, “identificación, accesibilidad y representatividad” (ANA, 2016, p. 1), para lo cual se determinaron las coordenadas de cada punto de muestreo, que se establecieron en el sistema de coordenadas UTM, según el elipsoide del sistema geodésico mundial WGS 84. De

igual manera, cada punto fue codificado de acuerdo con el orden de la toma de muestra (UTM Geo Map, 2020).

**Tabla 4**

*Coordenadas UTM WGS84 de los puntos de monitoreo para muestra integrada 1 (LEMI-01)*

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
LENS-01	221321	8767735
LENS-02	221232	8767835
LENS-03	221319	8767934
LENS-04	221223	8768090

**Tabla 5**

*Coordenadas UTM WGS84 de los puntos de monitoreo para muestra integrada 2 (LEMI-02)*

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
LENS-05	221040	8768067
LENS-06	220862	8767978
LENS-07	220868	8767856
LENS-08	220997	8767740

**Tabla 6**

*Coordenadas UTM WGS84 de los puntos de monitoreo microbiológico*

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
LEMP-01	221367	8768041
LEMP-02	221 029	8768104
LEMP-03	220792	8767968

- Parámetros analizados

Los parámetros para evaluar fueron determinados por el Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM, donde se establecieron los ECA de la categoría 1 y la subcategoría B tipo B2 de contacto indirecto. Estos se observan en la siguiente tabla.

**Tabla 7**

*Parámetros evaluados*

<b>Parámetros analizados</b>	<b>Unidad</b>
<b>Fisicoquímicos</b>	
Cianuro libre	(mg/L)
Color	Pt/Co
DBO	mg/L
DQO	(mg/L)
Detergentes	(mg/L)
Materiales flotantes de origen antropogénico	Ausencia de material flotante
Oxígeno disuelto	mg/L
<b>Inorgánicos</b>	
Plata	mg/L
Uranio	mg/L
Vanadio	mg/L
<b>Microbiológicos y parasitológicos</b>	
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL
<i>Giardia duodenalis</i>	N° organismo/L
Salmonella spp	Presencia/100mL
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100mL

- Toma de muestras

Antes de tomar las muestras, se procedió a portar los equipos de protección personal (EPP) correspondientes.

- Parámetros analizados en campo

El 27 de octubre de 2021, se realizó la evaluación del parámetro fisicoquímico *materiales flotantes de origen antropogénico*; y, de igual forma, los parámetros *color* y *detergentes*. Por ser de carácter cualitativo para la categoría evaluada, fueron estudiados en el campo. Asimismo, la metodología aplicada fue la evaluación y la percepción sensorial en campo (visualización *in situ*), sugerida por el Grupo de Estudio Técnico Ambiental para Agua, adscrito a la DIGESA. Para ello, se siguieron los siguientes pasos:

- Se ubicaron las áreas de mayor acceso de la laguna.
- Se visualizaron, evaluaron y anotaron las condiciones de la laguna.
- Se tomaron las fotografías como evidencia para el panel fotográfico (Dirección General de Salud Ambiental, 2005).
- Parámetros analizados en laboratorio

Debido a la gran extensión de la laguna y al criterio de selección de puntos de monitoreo, se tomaron muestras superficiales y se hizo uso de una embarcación a remo. El monitoreo se realizó el día 27 de octubre de 2021. De otra parte, para la obtención de las dos muestras integradas (parámetros fisicoquímicos e inorgánicos) y las tres muestras puntuales (parámetros microbiológicos y parasitológicos), inicialmente se procedió a lo siguiente:

- Dirigirse en la embarcación a los puntos de toma de muestras.
- Se ancló el bote y se usaron dos remos, para orientar la proa en contra de la corriente (ANA, 2016).
- Se esperaron unos minutos para que los sólidos removidos sedimentaran.
- Se registraron las coordenadas haciendo uso del *software* UTM Geo Map, a través de un dispositivo móvil.
- Se tomaron las muestras y se aplicaron los criterios del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos

superficiales de la Resolución Jefatural N° 010-2016 de la ANA, según el parámetro.

#### Parámetros fisicoquímicos e inorgánicos

Inicialmente, se procedió a lavar el recipiente principal de mayor capacidad (8 L). Posteriormente, en cada punto a muestrear, se enjuagaron los recipientes muestreadores de 1,5 L, dos veces antes de tomar la muestra; ello, en sentido contrario a la corriente de agua. Por otro lado, el proceso de trasvasar se hizo con mucho cuidado, a fin de evitar la aireación (Universidad del Norte, s.f.). Tras la toma de las cuatro muestras en cada mitad de la laguna, se procedió a rellenar los frascos correspondientes entregados por el laboratorio: se retiró la tapa sin tocar la superficie interna del recipiente y luego se procedió a enjuagar dos veces cada frasco. Para cada parámetro, se realizaron los siguientes pasos:

- Cianuro libre: se completó la totalidad del frasco esterilizado de 500 mL de capacidad, con la muestra integrada del balde.
- Color, SAAM y oxígeno disuelto: se llenó un mismo frasco de 1 L de capacidad de manera cuidadosa hasta el ras.
- DBO: se rellenó el frasco correspondiente a 500 mL de capacidad, a fin de evitar la formación de burbujas.
- DQO: el recipiente correspondiente de 500 mL de capacidad fue llenado cuidadosamente. Asimismo, se dejó un pequeño espacio para adicionar 10 gotas de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) (ANA,2016).
- Metales (plata, uranio y vanadio): se procedió a llenar el frasco correspondiente de 1 L de capacidad, y se dejó un espacio para adicionar 20 gotas de ácido nítrico ( $HNO_3$ ) (ANA,2016).

#### Parámetros microbiológicos y parasitológicos

En cada punto a muestrear, se procedió a tomar la muestra en el sentido contrario a la corriente de agua. Para los tres frascos, se siguió el mismo procedimiento: se retiró la tapa sin tocar la superficie interna del recipiente y se tomó por debajo del cuello sumergible. Sin previo enjuague, se llenó a un 90 % de su capacidad, para no alterar el adecuado suministro de oxígeno para las bacterias (ANA, 2016). Además, todos los recipientes fueron sellados, etiquetados y rotulados para ser colocados en el *cooler* con gel refrigerante, ubicados bajo la sombra. De esta forma,

al término del muestreo, se completó la cadena de custodia y, finalmente, se entregaron las muestras al laboratorio.

- Análisis de las muestras

Las muestras MI-001 y MI-002 fueron analizadas por el laboratorio Pacific Control, Calidad y Medio Ambiente, Laboratorios y Certificaciones S. A. C. Este se encuentra acreditado por Instituto Nacional de Calidad (Inacal), y se detalló la metodología de análisis empleada para cada parámetro:

- Cianuro libre: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 4500-CN<sup>-</sup> J, 23rd ed. 2017 cyanide. Cyanogen chloride.
- Color: MEWW-APHA-AWWA-WEF part 2120 C, 23rd. ed. 2017 color. Spectrophotometric - single - wavelenght method.
- DBO: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 5210 B, 23rd. ed. 2017. Biochemical oxygen demand (BOD). 5-day BOD Test.
- DQO: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 5220 D, 23rd ed. 2017. Chemical oxygen demand (COD). Closed reflux, colorimetric method.
- Detergentes (SAAM): SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 5540 C, 23rd ed. surfactants. Anionic surfactants as MBAS. 2017.
- Oxígeno disuelto: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 4500-O G, 23rd ed. 2017. Oxygen (dissolved). Membrane electrode method.
- Plata (Ag): EPA method 200.7 rev. 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.
- Uranio (U): EPA method 200.7 Rev. 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.
- Vanadio (V): EPA method 200.7 Rev. 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.
- Coliformes termotolerantes: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 9221 E, 23rd ed (incluye muestreo) 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal coliform procedure.

- *Escherichia coli*: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 9221 F, 23rd ed. (incluye muestreo) 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. *Escherichia coli* procedure using fluorogenic substrate.
- *Giardia duodenalis*: técnica de concentración y flotación de SHEATHER.
- Salmonella spp: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 9260 B, 22nd ed. Pp 145-149.
- *Vibrio cholerae*: SMEWW-APHA-AWWA-WEF part 9260 H, 22nd ed. Pp 160 – 166.

### 3.3 Resultados

Los resultados obtenidos del análisis de las cinco muestras se compararon con el ECA para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario. La toma de muestras de la laguna se realizó el día 27 de octubre de 2021 (ver Anexo 4).

En las siguientes tablas, se presentan los resultados del análisis de los parámetros de calidad de aguas superficiales para fines recreacionales de contacto secundario según el Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM para la laguna La Encantada, del distrito de Santa María, en la provincia de Huaura, Lima.

**Tabla 8**

*Resultado de análisis de parámetros fisicoquímicos*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LEMI-01</b>	<b>LEMI-02</b>	<b>ECA (B2)</b>
Cianuro libre	mg CN-/L	< 0,008	< 0,008	0,022
Color	Unit.Pt/Co	255	259	Sin cambio normal
DBO	mg BOD5/L	25	30	10
DQO	(mg O2/L)	60	67	50
Detergentes	(mg MBAS/L)	0,03	0,04	Ausencia de espuma persistente
Oxígeno disuelto	mg OD/L	7,9	8	≥ 4

**Tabla 9***Resultado de análisis de parámetros inorgánicos*

PARÁMETROS	UNIDAD	LEMI-01	LEMI-02	ECA (B2)
Plata	mg/L	< 0,007	< 0,007	0,05
Uranio	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,02
Vanadio	mg/L	< 0,0007	< 0,0007	0,1

**Tabla 10***Resultado de análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

PARÁMETROS	UNIDAD	LEMP-01	LEMP-02	LEMP-03	ECA (B2)
Coliformes termotolerantes	NMP/100m L	<1,8	<1,8	<1,8	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100m L N°	<1,8	<1,8	<1,8	Ausencia
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo /L	0	0	0	Ausencia
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/ 100mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/ 100mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

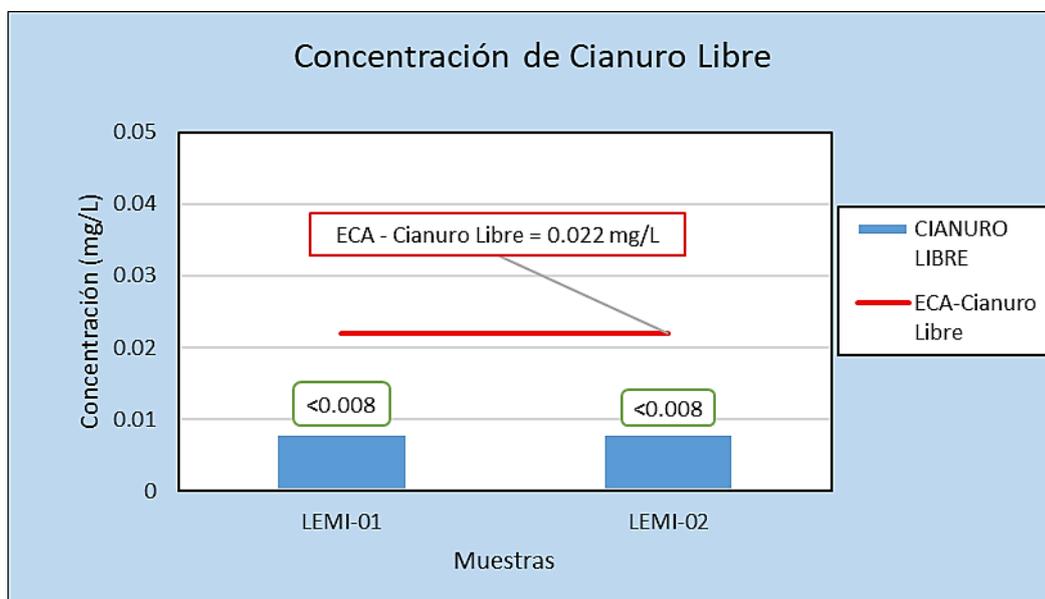
**Parámetros fisicoquímicos**

- Cianuro libre

En la Figura 4 se observan los resultados obtenidos para el parámetro de cianuro libre de las muestras LEMI-01 y LEMI-02.

**Figura 4**

*Concentraciones de cianuro libre*



En ambas muestras, LEMI-01 y LEMI-02, las concentraciones de cianuro libre fueron menores a 0,008 mg/L; este se encontró muy por debajo del ECA: 0,022 mg CN/L para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- Color

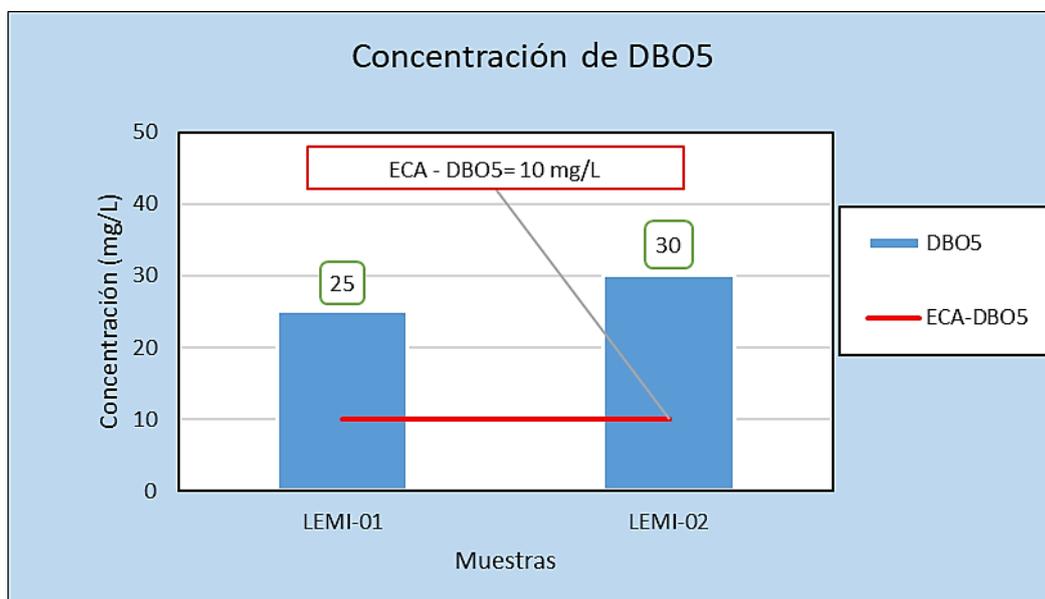
Las muestras LEMI-01 y LEMI-02 dieron como resultado 255 y 259 Pt/Co respectivamente, caso contrario al ECA de “sin cambio normal de unidades de color” para aguas superficiales destinadas para recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM. Esto se vio respaldado por lo evaluado en el campo, donde se observaron marcadas variaciones de color entre la parte central y las orillas de la laguna.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

En la siguiente figura se tienen los resultados obtenidos para el parámetro DBO de las muestras LEMI-01 y LEMI-02.

**Figura 5**

*Concentraciones de DBO*



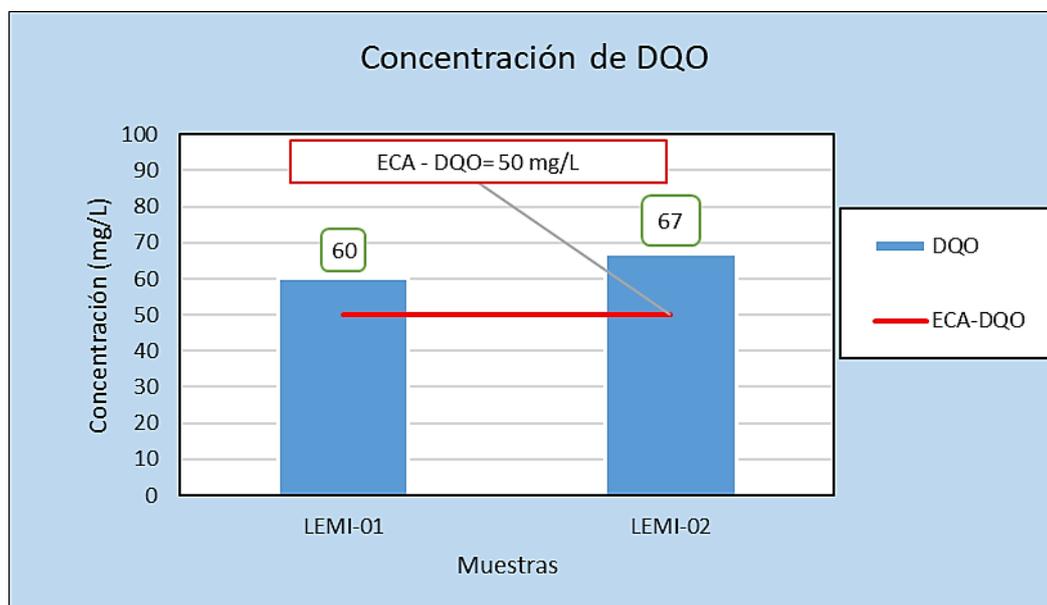
Como se aprecia en la gráfica, en las muestras LEMI-01 y LEMI-02 se obtuvieron valores de DBO5 de 25 y 30 mg/L respectivamente; estos superan considerablemente el ECA de 10 mg DBO5/L para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Se pueden observar los resultados obtenidos para el parámetro DQO de las muestras LEMI-01 y LEMI-02 en la Figura 6.

**Figura 6**

*Concentraciones de DQO*



Consecuentemente, en las muestras LEMI-01 y LEMI-02 se obtuvieron valores de DQO de 60 y 67 mg/L respectivamente, los cuales superan el ECA de 50 mg/L para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- Detergentes

Las muestras LEMI-01 y LEMI-02 dieron como resultado 0,03 y 0,04 mg MBAS/L respectivamente. Estos son valores muy bajos, aceptables en el ECA, que indica la “ausencia de espuma persistente” – la cual no se evidencia en el laboratorio– para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM. No obstante, en el campo se evidenció la presencia de espuma en toda la extensión de la laguna.

- Materiales flotantes de origen antropogénico

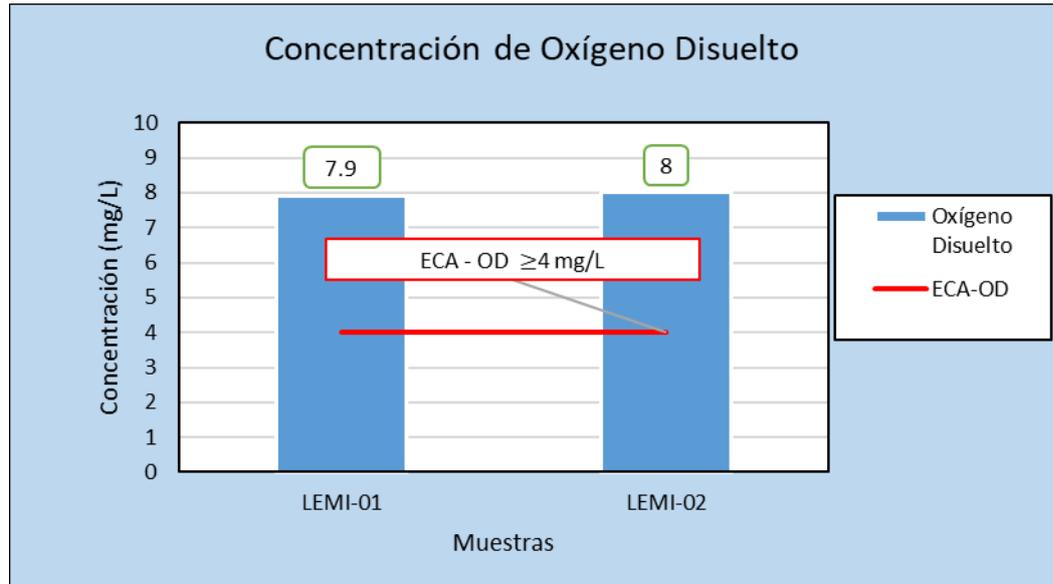
En la evaluación de campo se identificó, la presencia de material flotante de origen antropogénico, entre restos de latas, envases y bolsas plásticas; en estado de degradación. Contrario al ECA de “Ausencia de material flotante” para aguas superficiales destinadas para recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- Oxígeno disuelto

En la siguiente figura, se tienen los resultados obtenidos para el parámetro de oxígeno disuelto de las muestras LEMI-01 y LEMI-02.

**Figura 7**

*Concentración de oxígeno disuelto*



En la anterior figura se evidencia que las muestras LEMI-01 y LEMI-02 señalaron valores de oxígeno disuelto de 7,9 y 8 mg/L respectivamente, los cuales fueron valores adecuados, superiores al ECA de mayor o igual a 4mg/L para las aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

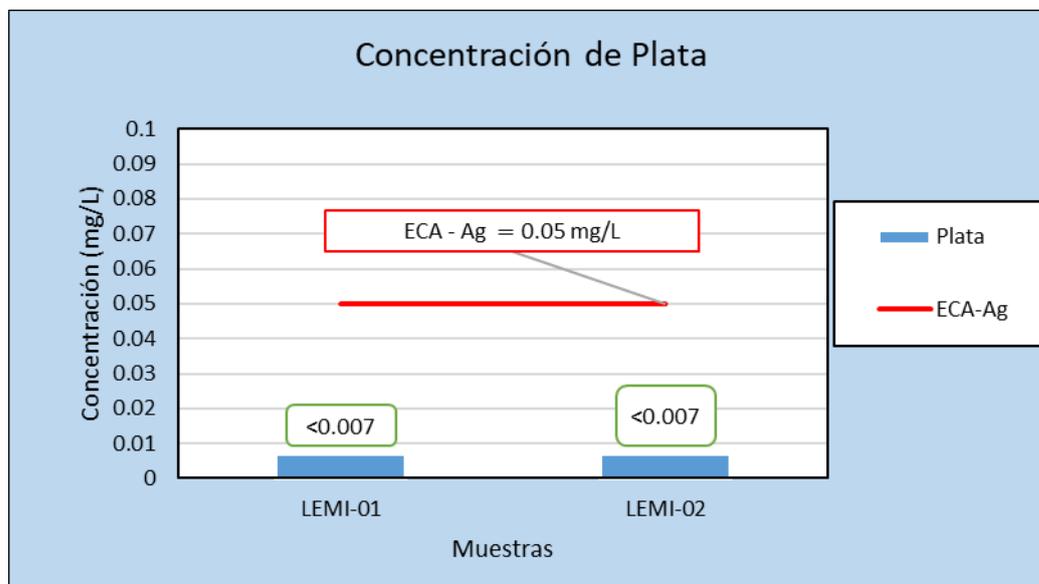
### **Parámetros inorgánicos**

- Plata

A continuación, se muestran los resultados para el parámetro plata de las muestras LEMI-01 y LEMI-02.

**Figura 8**

*Concentración de plata*



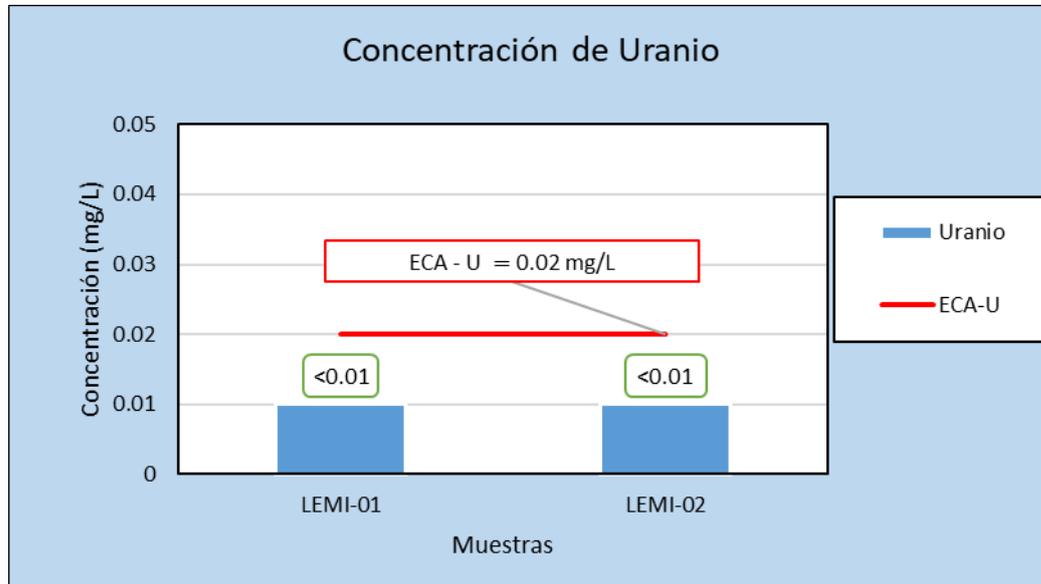
Con lo anterior, se comprueba que, en las muestras LEMI-01 y LEMI-02, se obtuvieron concentraciones de plata menores a 0,007 mg/L, muy por debajo del ECA de 0,05 mg/L. Así, se cumple con lo exigido para las aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- Uranio

En la Figura 12 se tienen los resultados del parámetro uranio de las muestras LEMI-01 y LEMI-02.

**Figura 9**

*Concentración de uranio*



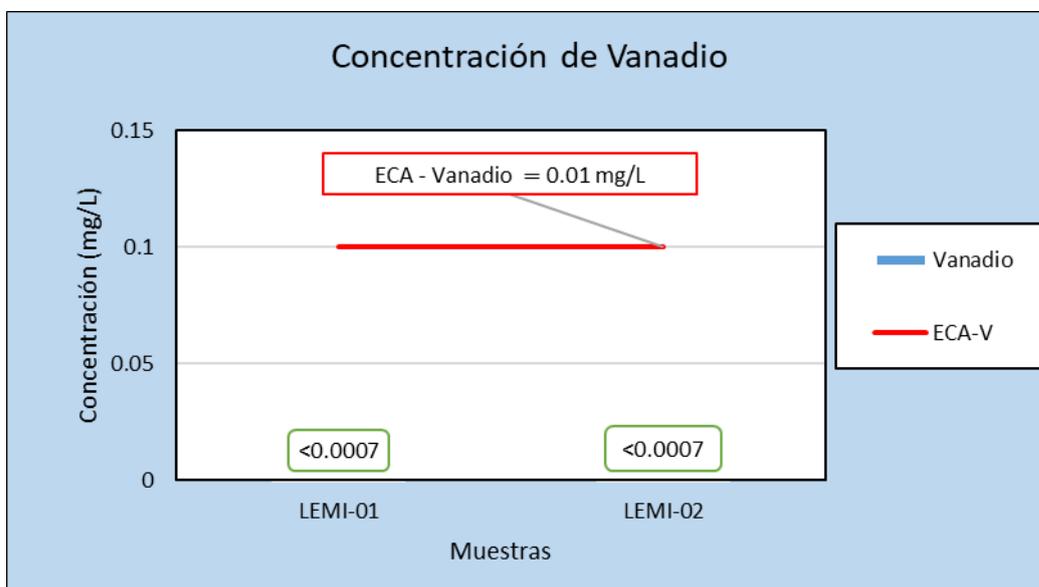
De acuerdo con la gráfica, para las muestras LEMI-01 y LEMI-02 se obtuvieron valores de uranio menores a 0,01 mg/L, los cuales estaban por debajo del ECA de 0,02 mg/L para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- Vanadio

La Figura 13 muestra los resultados para el parámetro vanadio de las muestras LEMI-01 y LEMI-02.

**Figura 10**

*Concentración de vanadio*



Para las muestras LEMI-01 y LEMI-02 se encontraron concentraciones de vanadio menores a 0,0007 mg/L, lo que está muy por debajo del ECA, este es, de 0,1 mg/L para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

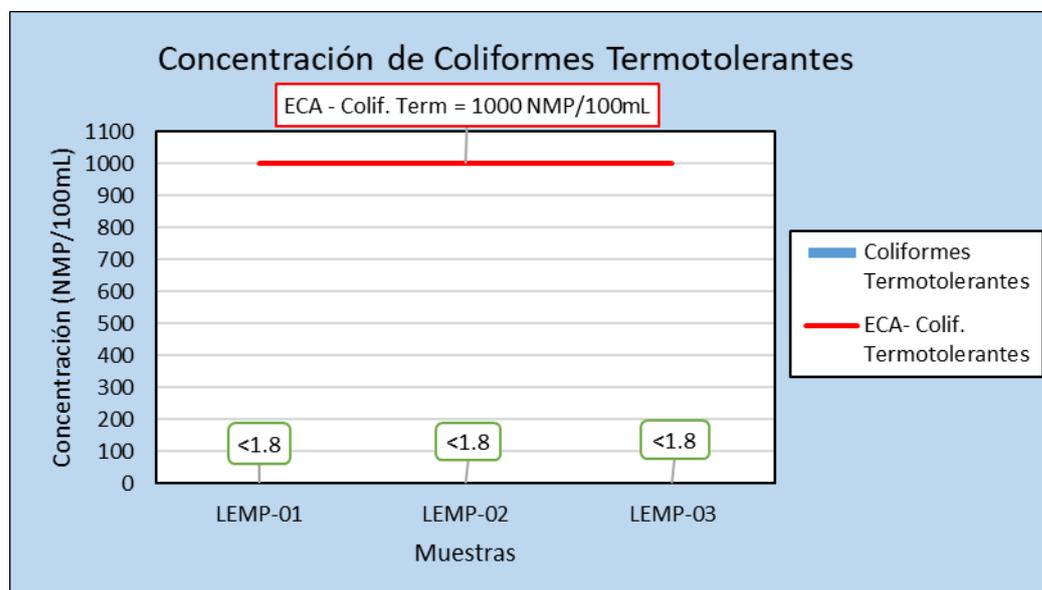
### **Parámetros microbiológicos y parasitológicos**

- Coliformes termotolerantes

En la siguiente figura, se pueden observar los resultados obtenidos para el parámetro coliformes termotolerantes de las muestras LEMP-01, LEMP-02 y LEMP-03.

**Figura 11**

*Concentración de coliformes termotolerantes*



En esta se tiene que, para las muestras LEMP-01, LEMP-02 y LEMP-03, se encontraron concentraciones de coliformes termotolerantes menores a 1,8 NMP/100mL, lo que estuvo muy por debajo del ECA de 1000 MP/100mL para aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- *Escherichia coli*

El análisis en laboratorio para la bacteria *Escherichia coli* determinó que las muestras LEMP-01, LEMP-02 y LEMP-03 presentaban concentraciones menores al límite de cuantificación del método; es decir, no se afirmaba ni se negaba la ausencia del parámetro exigido por el ECA para aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- *Giardia duodenalis*

El análisis en laboratorio para *Giardia duodenalis* de las muestras LEMP-01, LEMP-02 y LEMP-03 dio como resultado 0,0 organismos/L, lo que estaba de acuerdo con el ECA, que exige la ausencia del parásito para las aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- *Salmonella* spp

El análisis en laboratorio de *Salmonella* spp para las muestras LEMP-01, LEMP-02 y LEMP-03 comprobó la ausencia del microorganismo, lo que coincidía con el ECA, que exige la presencia de 0/100mL de muestra para aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

- *Vibrio Cholerae*

Los resultados del análisis de *Vibrio Cholerae* en las muestras LEMP-01, LEMP-02 y LEMP-03 demostró la ausencia del microorganismo, de acuerdo con el ECA, que exige la ausencia del parámetro para aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.

## CONCLUSIONES

- La laguna no cumple con todos los parámetros de calidad necesarios para ser categorizada como agua superficial para fines recreacionales de contacto secundario según el Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM; Al no cumplir con cuatro parámetros determinantes, para ser clasificada como agua superficial para fines recreacionales de contacto secundario, se concluye que la laguna no es apta para el desarrollo de actividades de la subcategoría B2 y, con menos razón, de la categoría B1. Por tanto, se puede decir que la laguna no es apta para bañistas.
- De los siete parámetros fisicoquímicos evaluados, la laguna no cumple con los ECA para aguas superficiales destinadas para recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM, para los parámetros de DBO, DQO, color y materiales flotantes de origen antropogénico. Según esto, valores elevados de DBO y DQO además de la notoria variación de color en la laguna La Encantada indicarían la considerable presencia de materia orgánica, además de microorganismos diferentes a los evaluados.
- Para los parámetros inorgánicos, la laguna La Encantada cumple con el ECA para aguas superficiales destinadas a la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM.
- Para los parámetros microbiológicos y parasitológicos, la laguna La Encantada cumple con la mayoría de lo exigido por el ECA para aguas superficiales destinadas para la recreación de contacto secundario según el Decreto Supremo N°004-2017 del MINAM. Siendo no concluyente para el parámetro *Escherichia coli*, debido al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio.

## RECOMENDACIONES

- Elevar el número de muestras a evaluar según parámetros de calidad de aguas superficiales para fines recreacionales de contacto secundario respecto del Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM en la laguna La Encantada con la finalidad de obtener mayor representatividad.
- Analizar los parámetros de calidad para las subcategorías B1 (aguas superficiales para fines recreacionales de contacto primario), C4 (extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas) y E1 (conservación del ambiente acuático de lagos y lagunas), según el Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM en la laguna La Encantada del distrito de Santa María. Ello, con el propósito de determinar las condiciones actuales y generar los datos necesarios para informar a la población sobre los contaminantes a los que podrían estar expuestos.
- Los bajos valores obtenidos en los parámetros microbiológicos y parasitológicos, comparados con los resultados de muestreos previos, posiblemente se deban a la disminución de las visitas a la laguna producto de la coyuntura actual por el SARS-CoV-2, puesto que, según se concluye en otros estudios, la laguna posee la capacidad de auto depurarse. En ese sentido, se recomienda volver a realizar la evaluación de los parámetros en diferentes temporadas, principalmente en días posteriores a fechas festivas, donde se ve una alta afluencia turística.
- Llevar a cabo la identificación de microorganismos en la laguna, para determinar si presenta o no indicios de eutrofización, así mismo, conocer si alguna de estas representa un riesgo para la salud de los usuarios
- Si bien los resultados no evidencian altas concentraciones de detergentes en la laguna; es recomendable, realizar el análisis de las espumas presentes, a fin de conocer, su composición, origen y posibles efectos en la salud de los visitantes.
- La Municipalidad de Santa María, en Huaura, debe realizar análisis continuos de las aguas de la laguna La Encantada y la difusión de los resultados de dichos monitoreos en pro de la salud de sus visitantes.

- Instalar una estación meteorológica en La Laguna La Encantada, para obtener información actualizada y de mayor precisión, respecto a las variables meteorológicas del área de la laguna.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 010-2016-ANA, R. J. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Perú.
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, Red Nacional de Protección de Alimentos (s.f.). *Cólera Enfermedades transmitidas por alimentos*.  
<https://www.argentina.gob.ar/anmat/regulados/alimentos/renapra>
- Alcaraz, M. (s.f.). *Giardia y giardiosis. Servicio de microbiología*. Hospital Universitario Doctor Peset Aleixandre.  
<https://seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/parasitologia/Giardia.pdf>
- Alva, L. (2018). *Determinación de la calidad del agua de la laguna azul de sauce para su uso según estándares de calidad ambiental (ECA)*.  
<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2891/AMBIENTAL%20-%20Luis%20Junior%20Alva%20Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Amado, J., Pérez, P., Ramírez, O., & Alarcón, J. (2016). Análisis de la calidad del agua en las lagunas de Bustillos y De los Mexicanos (Chihuahua, México). *Papeles de Geografía*, 1(62), 107-118.
- Amanca, M. (2019). *Evaluación de la calidad de agua de la laguna Génesis del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa - Chorrillos*.  
[http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/521/1/T088A\\_48107048\\_T.pdf](http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/521/1/T088A_48107048_T.pdf)
- Atanacio, R. (2018). *Determinación de los parámetros físico-químicos para evaluar la calidad de agua en la laguna La Encantada, provincia de Huaura - 2016*.
- Benites, E., Calderón, H., Cotos, D., & Salvador, M. (2014). *Factores abióticos y su influencia en la eutrofización estacional en las aguas de la laguna La Encantada, año 2013*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

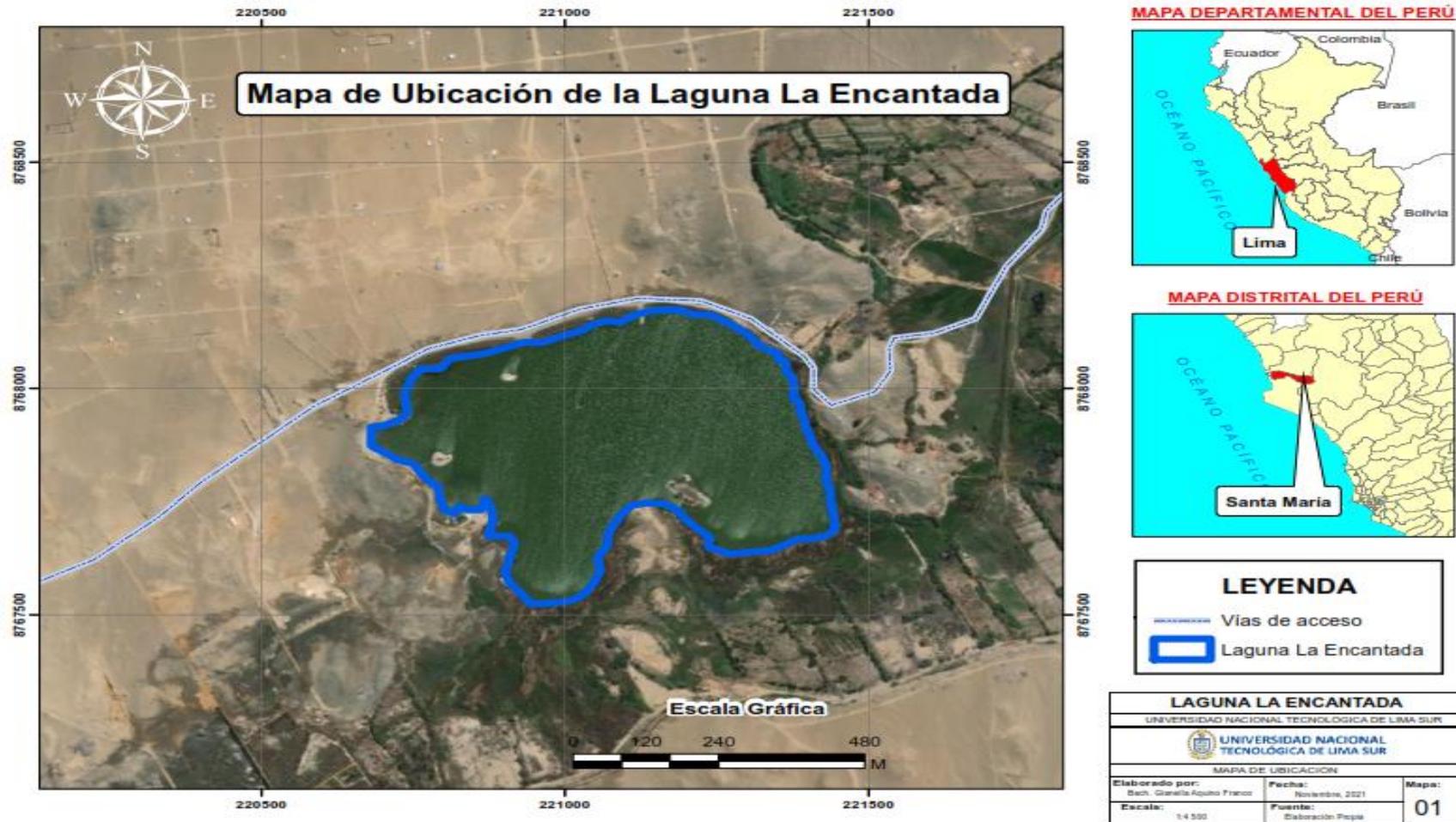
- Britto, B. (2017). Actualización de las ecorregiones terrestres de Perú propuestas en el libro rojo de plantas endémicas del Perú. *Gayana Botánica* 74(1).
- Contreras, D., & Rojas, J. (s.f.). ¿Qué sabemos de la Salmonella spp? De la exposición alimentaria a la enfermedad. *Precop SCP*, 18(3), 50-58.
- D'ambrosio, M., Buffone, B., Balbi, K., Porta, A., Andrinolo, D., & Cano, L. (2017). *Evaluación de la calidad del agua de la Laguna de los Patos, Ensenada, mediante índices de calidad y de contaminación*.  
[http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-prodeca-2017/DCA42\\_Evaluacion-de-la-Calidad.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-prodeca-2017/DCA42_Evaluacion-de-la-Calidad.pdf)
- Dirección General de Salud Ambiental (2005). Informe Técnico: Abastecimiento de poblaciones y uso recreacional - parámetro a evaluar: organoléptico. Gobierno del Perú. Grupo de Estudio Técnico Ambiental.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)
- Fajardo, N. (2018). *Evaluación de la calidad microbiológica y físico-química de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos:  
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7738>
- Higiene Ambiental. (2019). *Color del agua, parámetro indicador de calidad*.  
<https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>
- INDECI. (2007). Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho. PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles.  
[http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Lima/huaura/huacho.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Lima/huaura/huacho.pdf)
- Medina, P., & Mejía, M. (2016). *Monografía de la plata (Ag)*. Servicio Geológico Mexicano. Gobierno de México:  
<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/pdfs/Monografia%20PLATAhttps://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/pdfs/Monografia%20PLATA>

- Mendoza, I., Serván, A., Espinoza-Prieto, B., & Zúñiga, V. (s.f.). *Estudio preliminar de la flora vascular y comunidades vegetales en la laguna La Encantada*. [https://www.researchgate.net/publication/260145783\\_Estudio\\_preliminar\\_de\\_la\\_flora\\_vascular\\_y\\_comunidades\\_vegetales\\_de\\_la\\_laguna\\_La\\_Encantada\\_Santa\\_Maria\\_Lima\\_Peru](https://www.researchgate.net/publication/260145783_Estudio_preliminar_de_la_flora_vascular_y_comunidades_vegetales_de_la_laguna_La_Encantada_Santa_Maria_Lima_Peru)
- Mihelcic, J., & Zimmerman, J. (2012). *Ingeniería ambiental: fundamentos, sustentabilidad y diseño*. Alfaomega Grupo Editor.
- Municipalidad Distrital de Santa María. (2011). *Plan de desarrollo concertado del distrito de Santa María 2011-2021*. [http://imp.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/santa\\_maria\\_plan\\_de\\_desarrollo\\_concertado\\_distrital.pdf](http://imp.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/santa_maria_plan_de_desarrollo_concertado_distrital.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2014). El agua fuente de vida, calidad del agua. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Organización Mundial de la Salud. (1988). Programa internacional de seguridad química. *Vanadio. Criterios de salud ambiental*.
- Paredes, J. (2017). *Als life sciences, implementación del autoanalizador de flujo segmentado para el análisis de cianuro*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Pineda, A.; Cortez, A.; Cortez, A.; Argüelles, F.; Hernández, Á.; Santa Cruz, A.; Romero, J.; Romero, Y. (2018). Calidad microbiológica de la laguna “La Encantada”, Santa María - 2018
- Quispe, Y., & Gómez, L. (2021). *Aves acuáticas y terrestres de la laguna La Encantada*. [https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/1317\\_peru\\_huaura\\_lima\\_aves\\_la\\_encantada\\_2.pdf](https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/1317_peru_huaura_lima_aves_la_encantada_2.pdf)
- Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71-80.
- Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71-80. DOI: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>.

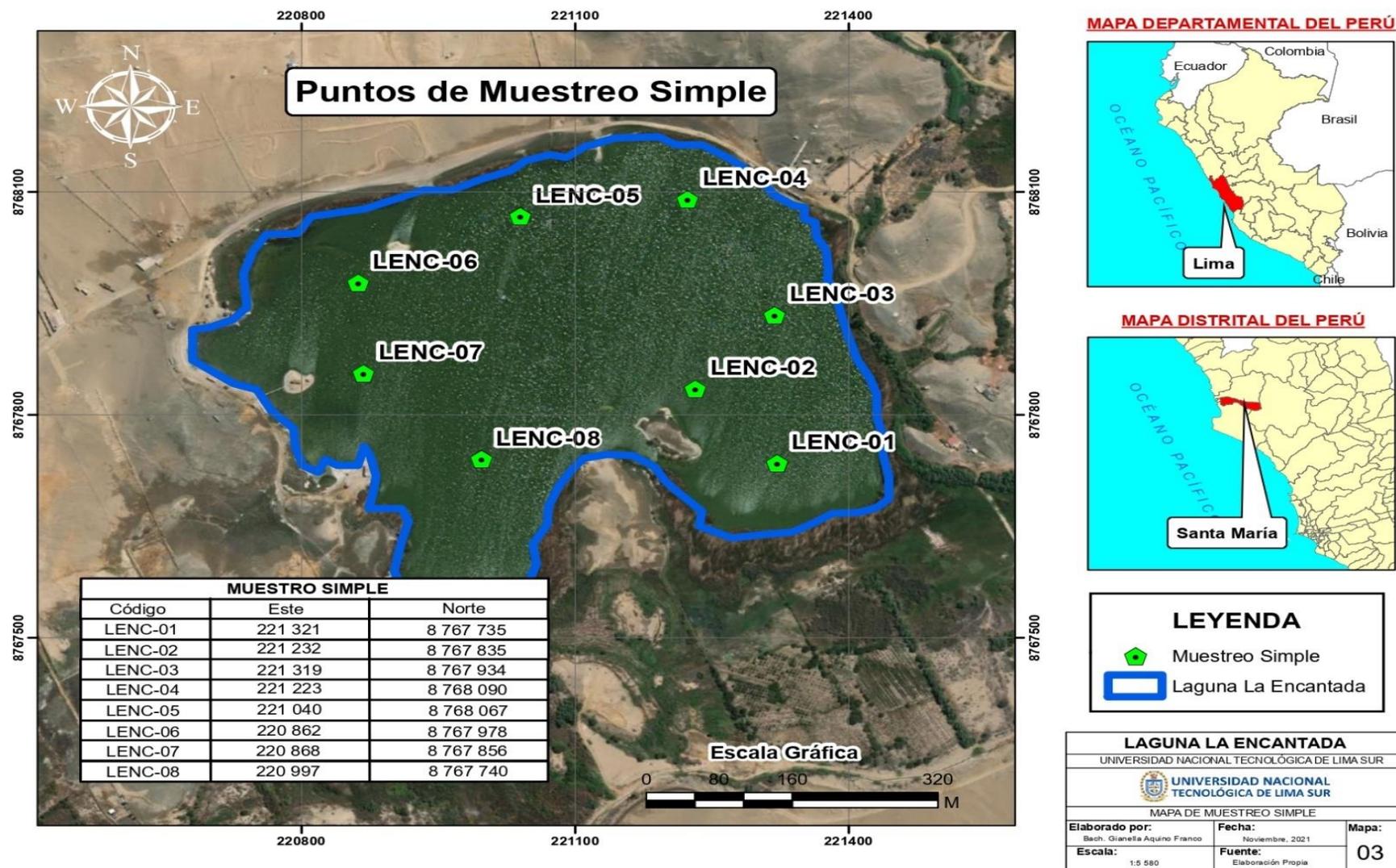
- Ramírez, J. (2006). Historia del jabón y los detergentes. *Hidrogénesis*, 4(1), 22-27.
- Rodríguez, J., & Altamirano, M. (2006). Vanadio: contaminación, metabolismo y genotoxicidad. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 22 (4), 173-189.
- Ruiz, B. (2008). *Impacto antrópico sobre los humedales El Paraíso, Medio Mundo y La Encantada, Huaura, Lima - Perú, 2007 - 2008*.  
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5399>
- Sawyer, C., McCarty, P., & Parkin, G. (2001). *Química para ingeniería ambiental*. McGraw Hill Interamericana.
- Servicio Geológico Mexicano. (2017). *Características del uranio*.  
[https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones\\_geologicas/Caracteristicas-del-uranio.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Caracteristicas-del-uranio.html)
- Soteras, A. (2014). *¿Qué es la Escherichia coli (E. coli) y cómo se contagia?*. Efe salud: <https://www.efesalud.com/e-coli-la-bacteria-peligrosa/>
- Sotil, H. (2017). *Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (coliformes totales y termotolerantes) en el lago de Moronacocha*. Universidad Científica del Perú:  
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad del Norte. (s.f.) Laboratorios del departamento de ingeniería civil y ambiental de la criterios de aceptación de muestras de agua para análisis fisicoquímico. <https://www.uninorte.edu.co/documents/1749952/a56345cdf5f4-4309-89ad-2e7a61c83f93>
- UTM Geo Map APP. (2020) Home. <https://www.utmgeomap.com>

## ANEXOS

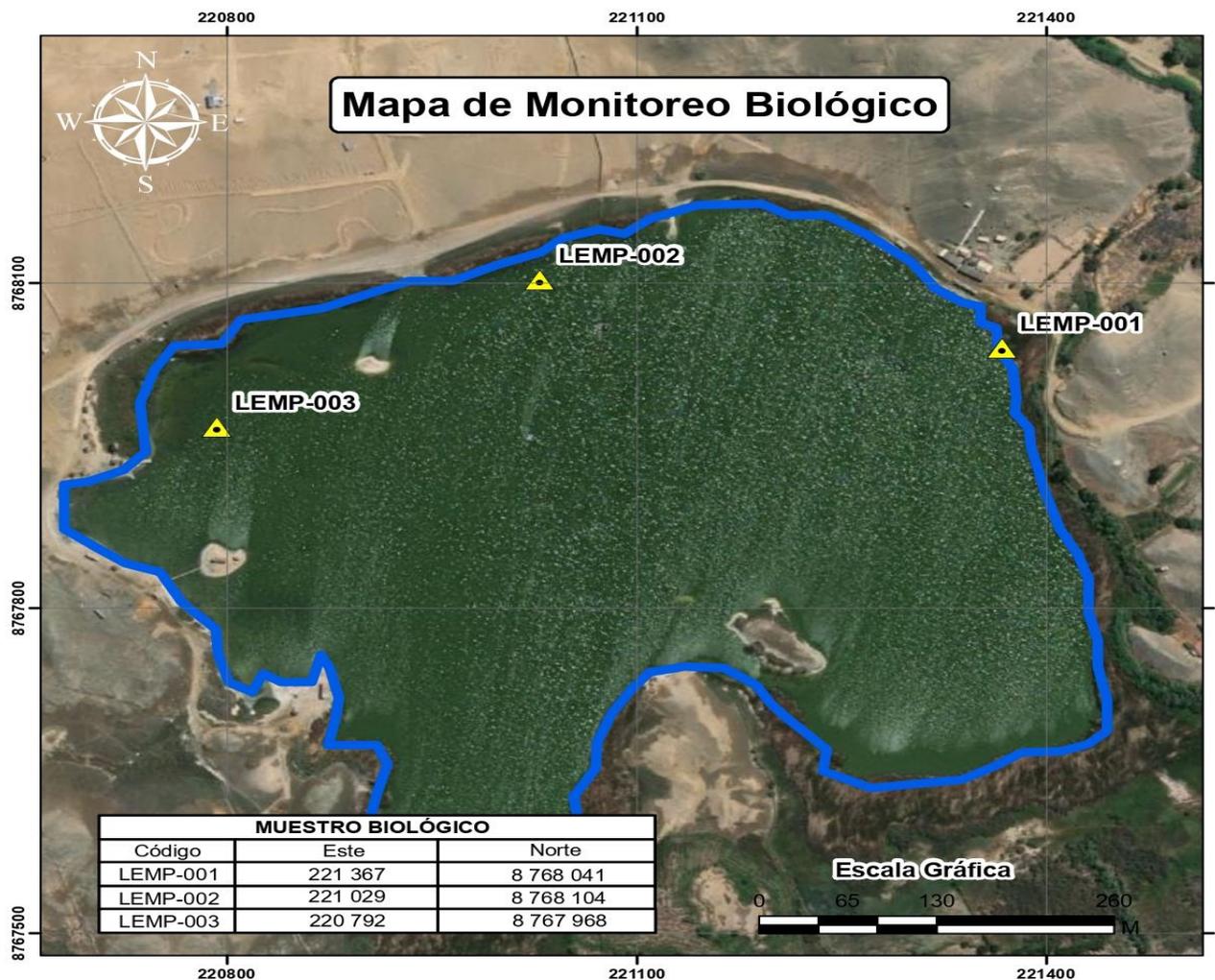
Anexo N° 1. Mapa del área de investigación



Anexo N° 2. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo simples



Anexo N° 3. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo Biológico.



**MAPA DEPARTAMENTAL DEL PERÚ**



**MAPA DISTRITAL DEL PERÚ**



**LEYENDA**

- Muestreo biológico
- Laguna La Encantada

LAGUNA LA ENCANTADA		
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR		
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR		
MAPA DE MONITOREO BIOLÓGICO		
Elaborado por: Bach. Gianella Aquino Franco	Fecha: Noviembre, 2021	Mapa: 02
Escala: 1:4 430	Fuente: Elaboración Propia	

Anexo N° 4. Formato de Campo (Cadena de custodia)

**CADENA DE CUSTODIA - MUESTREO DE AGUA**

Ciudad/Solicitante: **AGUIÑO FRANCO GIANELLA ANGELO** Pag. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Dirección/Distrito/Prov./Dpto.: **AV. Parque B Condominio Percebo del Agustino - El Agustino** Correo electrónico: **Gianellaquino@pacificocontrol.com** CMA: \_\_\_\_\_

Procedencia de la muestra / Proyecto: **Leguna La Encantada - Santa María - Huaura - Lima** Teléfono: **985986710** Fecha de Muestreo: **27/10/21**

Contacto: \_\_\_\_\_

---

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						ENSAYOS SOLICITADOS *												DATOS DE ENVÍO										
Estación de Muestreo																		Agencia										
Cod. De Laboratorio	Pto. de muestreo	Descripción	Hora de Muestreo	Tipo de Matriz (2)	Coordenadas UTM (E-N-HUSO)	Zona (17,18,19) (KLM)	Cantidad de Envases	Colif. Termob	E. Coli	C. Duodenalis	Salmonella Spp	V. Cholerae	Giardia lam	Color	DRB	Duro-H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	SPAM	OD	Plata (Ag/Am)	Ureomó (U)-HMB	Variante (V)-HMB	Temperatura (°C)	pH (moli/l)	Conductividad (µS-cm)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)	Tipos de Muestra (S-C)	OBSERVACIONES
	P1	LEMP-001 Lado izquierdo	11:45	AN2	E: 221367 N: 816504	18L	1	X	X	X	X	X																
	P2	LEMP-002 Lado parte central	12:15	AN2	E: 221029 N: 8168104	18L	1	X	X	X	X	X																
	P3	LEMP-003 Lado derecho	12:45	AN2	E: 220792 N: 8167968	18L	1	X	X	X	X	X																
	P1	LEMS-001 Lado izquierdo	12:00	AN2	E: 221319 N: 8167934	18L	5							X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	P2	LEMS-002 Lado derecho	12:30	AN2	E: 220365 N: 8167356	18L	5							X	X	X	X	X	X	X	X	X						

(1) Indicar la referencia y/o lugar de procedencia de las muestras que sean embotelladas en el Informe de Ensayo.  
 (2) Tipo de matriz: AN: Agua Natural; AR: Agua Residual; AC: Agua Para Uso y Consumo Humano; AS: Agua Salina.  
 (3) Para la preservación de las muestras, revisar el Formato "Criterios de Colección y Preservación de Muestras de Agua" (FR-13-08-03)

Muestreado por: **PACIFICO CONTROL CMA SAC**  **CLIENTE**

Agua Residual (AR)	Agua Residual (AR)	Agua Para Uso y Consumo Humano (AC)	Agua salina (AS)	Agua Procesada (AP)
1. Subterránea 2. Superficial	3. Doméstica 4. Industrial 5. Municipal	6. Potable 7. De mesa 8. Envasada 9. De piscina 10. Laguna Artificial	11. Mar 12. Salobre 13. Salmuera 14. Inyección y Reinyección	15. Agua de circulación o enfriamiento 16. Agua de Alimentación para calderas 17. Agua Purificada 18. Agua de calderas 19. Aguas de lixiviación 20. Agua de Inyección y Reinyección

**CONTROL DE CALIDAD**  
 BKC: Blanco de campo, BKV: Blanco viajero, DUP: Duplicado

Responsable del muestreo: **Aguiño Franco Gianella Angela**  
 Fecha: **27/10/21** Hora: **12:45 pm**

Equipos utilizados en el muestreo		
Nombre del equipo	Marca	Código interno

Observaciones en campo: \_\_\_\_\_

Condiciones de Recepción de Muestras-Lab		
C.I.N.:		
Envases adecuados		
Muestras dentro de tiempo de conservación		
Condiciones de preservación (pH)		
Condiciones de conservación (T°)		
Código de equipo		
Observaciones:		

Recepción de Lab: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

## Anexo N° 5. Informe de Ensayo N°210009649/2021: LEMI-001



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-074



### INFORME DE ENSAYO N° 210009649/2021

Razón social: GIANELLA ANGELA AQUINO

RUC: DNI. 76568021

Domicilio legal: LIMA

CMA: CMA5439/2021

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial  
 Número de Muestras: 06  
 Presentación: Frascos de Plásticos / Dos (02) unidades de 1L, Tres (03) unidades de 500 mL y Una (01) unidad de 250 mL  
 Procedencia: LAGUNA LA ENCANTADA - SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 27/10/2021-12:00 h  
 Coordenadas: 18L 221319E 8767934N  
 Punto de muestreo: P1 / LEMI-001 LADO IZQUIERDO  
 Fecha de recepción de la muestra: 27/10/2021  
 Código de Laboratorio: 210009649  
 Fecha de inicio de análisis: 27/10/2021  
 Fecha de término de análisis: 05/11/2021  
 Fecha de emisión: 07/11/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Uranio	0,010	mg U/L	< 0,010
* Oxígeno disuelto	0,1	mg/L	7,9
* Cianuro libre	0,008	mg/L	< 0,008
* Plata	0,007	mg Ag/L	< 0,007
* Vanadio	0,0007	mg V/L	< 0,0007
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	25
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	60

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 RR-13-15-01 / VSD, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout on the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
 Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Paramericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Color	3	Unit.Pt-Co	255
* Detergente SAAM	0,03	mg/L	0,03

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Uranio	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Oxígeno disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. 2017 Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method
Cianuro libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> J, 23rd Ed.2017 Cyanide. Cyanogen Chloride
Plata	Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Vanadio	Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Color	MEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017 Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)
Detergente SAAM	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS. 2017.

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió




Quim. Celino Yahuana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente

Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Paramericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

## Anexo N° 6. Informe de Ensayo N°210009650/2021: LEMI-002



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-074



### INFORME DE ENSAYO N° 210009650/2021

Razón social: GIANELLA ANGELA AQUINO RUC: DNI. 76568021  
Domicilio legal: LIMA CMA: CMA5439/2021

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial  
Número de Muestras: 06  
Presentación: Frascos de Plásticos / Dos (02) unidades de 1L, Tres (03) unidades de 500 mL y Una (01) unidad de 250 mL  
Procedencia: LAGUNA LA ENCANTADA - SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA  
Condición de la muestra: Refrigerada  
Muestreado por: El cliente  
Procedimiento de muestreo: No Aplica  
Plan de muestreo: No Aplica  
Fecha y hora de muestreo: 27/10/2021-12:30 h  
Coordenadas: 18L 220868E 8767856N  
Punto de muestreo: P2 / LEMI-002 LADO DERECHO  
Fecha de recepción de la muestra: 27/10/2021  
Código de Laboratorio: 210009650  
Fecha de inicio de análisis: 27/10/2021  
Fecha de término de análisis: 05/11/2021  
Fecha de emisión: 07/11/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Uranio	0,010	mg U/L	< 0,010
* Oxígeno disuelto	0,1	mg/L	8,0
* Cianuro libre	0,008	mg/L	< 0,008
* Plata	0,007	mg Ag/L	< 0,007
* Vanadio	0,0007	mg V/L	< 0,0007
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	30
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	67

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-41 / V92, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventures/Spqs, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente

Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Color	3	Unit.Pt-Co	259
* Detergente SAAM	0,03	mg/L	0,04

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Uranio	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Oxígeno disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. 2017 Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method
Cianuro libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN J, 23rd Ed.2017 Cyanide. Cyanogen Chloride
Plata	Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Vanadio	Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Color	MEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd.Ed.2017 Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)
Detergente SAAM	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS. 2017.

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió




Quim. Celino Yahuana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-61 / V92, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente

Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Paramericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

## Anexo N° 7. Informe de Ensayo N°210009646/2021: LEMP-001



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-074



### INFORME DE ENSAYO N° 210009646/2021

**Razón social:** GIANELLA ANGELA AQUINO **RUC:** DNI. 76568021  
**Domicilio legal:** LIMA **CMA:** CMA5439/2021

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 01  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Una (01) unidad de 500 mL  
**Procedencia:** LAGUNA LA ENCANTADA - SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 27/10/2021-11:45 h  
**Coordenadas:** 18L 221367E 8768041N  
**Punto de muestreo:** P1 / LEMP-001 LADO IZQUIERDO  
**Fecha de recepción de la muestra:** 27/10/2021  
**Código de Laboratorio:** 210009646  
**Fecha de inicio de análisis:** 27/10/2021  
**Fecha de término de análisis:** 31/10/2021  
**Fecha de emisión:** 07/11/2021

Página 1 de 2

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Detección de <i>Vibrio cholerae</i>	---	Ausencia o presencia/1000mL	Ausencia
* <i>Salmonella</i> sp - Aguas	---	<i>Salmonella</i> spp./100mL	Ausencia
* Detección de <i>Giardia duodenalis</i>		ind/1000mL	0
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	<1,8
<i>Escherichia coli</i>	1,8	NMP/100 mL	<1,8

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Detección de <i>Vibrio cholerae</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 H, 23rd Ed. Pp 160 - 166.
<i>Salmonella</i> sp - Aguas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 B, 23rd Ed. Pp 145 - 149

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V92, 2020.10.10

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

Detección de <i>Giardia duodenalis</i>	Técnica de concentración y flotación de SHEATHER
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTRED) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
<i>Escherichia coli</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTRED) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. <i>Escherichia coli</i> Procedure Using Fluorogenic Substrate

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió




Quím. Celino Yahuana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
PR-13-15-61 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente

Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Parasmiricana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

## Anexo N° 8. Informe de Ensayo N°210009647/2021: LEMP-002



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



### INFORME DE ENSAYO N° 210009647/2021

Razón social: GIANELLA ANGELA AQUINO

RUC: DNI. 76568021

Domicilio legal: LIMA

CMA: CMA5439/2021

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial  
 Número de Muestras: 01  
 Presentación: Frasco de Plástico / Una (01) unidad de 500 mL  
 Procedencia: LAGUNA LA ENCANTADA - SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: Laboratorio Pacific Control CMA S.A.C  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 27/10/2021-12:15 h  
 Coordenadas: 18L 221029E 8768104N  
 Punto de muestreo: P2 / LEMP-002 PARTE CENTRAL  
 Fecha de recepción de la muestra: 27/10/2021  
 Código de Laboratorio: 210009647  
 Fecha de inicio de análisis: 27/10/2021  
 Fecha de término de análisis: 31/10/2021  
 Fecha de emisión: 07/11/2021

Página 1 de 2

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Detección de <i>Vibrio cholerae</i>	---	Ausencia o presencia/1000mL	Ausencia
* <i>Salmonella sp</i> - Aguas	---	<i>Salmonella</i> spp./100mL	Ausencia
* Detección de <i>Giardia duodenalis</i>		ind/1000mL	0
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	<1,8
<i>Escherichia coli</i>	1,8	NMP/100 mL	<1,8

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Detección de <i>Vibrio cholerae</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 H, 23rd Ed. Pp 160 - 166.
<i>Salmonella sp</i> - Aguas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 B, 23rd Ed. Pp 145 - 149

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 RR-13-15-01 / VSD, 2020.10.10

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
 Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Paramericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYPCYP

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

INFORME DE ENSAYO N° 210009647/2021

Página 2 de 2

Detección de Giardia duodenalis	Técnica de concentración y flotación de SHEATHER
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate




**Quím. Celino Yahuana Palacios**  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V92, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Llamerillas Mr Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

## Anexo N° 9. Informe de Ensayo N°210009648/2021: LEMP-003



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



### INFORME DE ENSAYO N° 210009648/2021

**Razón social:** GIANELLA ANGELA AQUINO  
**Domicilio legal:** LIMA

**RUC:** DNI. 76568021  
**CMA:** CMA5439/2021

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 01  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Una (01) unidad de 500 mL  
**Procedencia:** LAGUNA LA ENCANTADA - SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 27/10/2021-12:45 h  
**Coordenadas:** 18L 220792E 8767968N  
**Punto de muestreo:** P3 / LEMP-003 LADO DERECHO  
**Fecha de recepción de la muestra:** 27/10/2021  
**Código de Laboratorio:** 210009648  
**Fecha de inicio de análisis:** 27/10/2021  
**Fecha de término de análisis:** 31/10/2021  
**Fecha de emisión:** 07/11/2021

Página 1 de 2

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Detección de <i>Vibrio cholerae</i>	---	Ausencia o presencia/1000mL	Ausencia
* <i>Salmonella sp - Aguas</i>	---	<i>Salmonella spp.</i> /100mL	Ausencia
* Detección de <i>Giardia duodenalis</i>		ind/1000mL	0
Coliformes Focales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	<1,8
<i>Escherichia coli</i>	1,8	NMP/100 mL	<1,8

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Detección de <i>Vibrio cholerae</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 H, 23rd Ed. Pp 160 - 166.
<i>Salmonella sp - Aguas</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 B, 23rd Ed. Pp 145 - 149

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V32, 2020.10.10

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+51) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

INFORME DE ENSAYO N° 210009648/2021

Página 2 de 2

Detección de Giardia duodenalis	Técnica de concentración y flotación de SHEATHER
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



 Quím. Celino Yahuana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC 

**FIN DE DOCUMENTO**

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout of the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CY/CYP

## Anexo N° 10. Certificado de Acreditación del Laboratorio

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

### **PACIFIC CONTROL, CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE, LABORATORIOS Y CERTIFICACIONES S.A.C. – PACIFIC CONTROL CMA S.A.C.**

#### **Laboratorio de Ensayo**

En su sede ubicada en: Panamericana Sur Km 23.5 – Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08, distrito de Villa el Salvador, provincia y departamento de Lima.

Con base en la norma

#### **NTP- ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 08 de diciembre de 2020

Fecha de Vencimiento: 07 de diciembre de 2024



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU  
206002830 15 soft  
Fecha: 2020-12-30 18:11:58  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRÍGUEZ ALEGRÍA**  
Directora. Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0509-2020-INACAL/DA  
Contrato N° : 041-2020/INACAL-DA  
Registro N° : LE - 074

Fecha de emisión: 30 de diciembre de 2020

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cedula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).*

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo N° 11. Registro Fotográfico

Evidencia de la Evaluación de Materiales Flotantes de Origen Antropogénico



Evidencia de la presencia de Materiales flotantes de origen antropogénico



Evidencia de la variación de color en la Laguna La Encantada



Evidencia de la presencia de abundante espuma en la Laguna La Encantada



Evidencia de la toma de muestras para análisis de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos: LENS-01, LENS-02, LENS-03 y LENS-04



Evidencia de la toma de muestras para análisis de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos: LENS-05, LENS-06, LENS-07 y LENS-08



Evidencia del llenado de frascos para análisis de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos: LEMI-01







Evidencia del llenado de frascos para análisis de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos: LEMI-02







Evidencia de la toma de muestras para análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos: LEMP-01, LEMP-02 y LEMP-03





Anexo N° 12. Coordenadas tomadas por UTM Geo Map

The image shows a Google Maps interface with a lake labeled "Laguna La Encantada". Eight red location markers are placed around the lake, labeled "LENS-01" through "LENS-08". A green dot with a crosshair is positioned in the center of the lake. The interface includes a search bar at the top with "Export", "Buscar", and "Map Type" buttons. On the left, there are icons for "File ref", "Tools", and "Capa". On the right, there are zoom in (+) and zoom out (-) buttons. At the bottom, there is a "LOCALIZACIÓN GPS" button and a coordinate display section.

**LOCALIZACIÓN GPS**

Coordenadas	
Lat Long	<u>-11.13487587 -77.55391985</u>
UTM	<u>221041.518E 8767905.962N 18L</u>
MGRS	18LTN 21042 67906

Buttons: Cmps, **Mark**, Dupdo, Compartir

## Anexo N° 13. Cotización del Análisis del Laboratorio



**COTIZACIÓN N°:** CMA5439/2021

**Fecha:** 22/10/2021

**Razón Social:** GIANELLA ANGELA AQUINO **RUC:** DNI. 76568021  
**Dirección:** LIMA.  
**Contacto:** GIANELLA ANGELA  
**E-mail:** gianellaquinofranco@gmail.com **Teléfono:** 902738609  
**Documento final:** INFORMES DE ENSAYO **Motivo:** PROYECTO DE TESIS

**Realizado por:** Lucia Romero **Teléfono:** +51 932 080 632  
**E-mail:** ambiental@pacificcontrol.us

**Observaciones:**

1. Modalidad de pago: 50% para dar inicio del servicio y el 50% para la entrega de sus informes de ensayo.
2. Los informes de ensayo son reportados en 7 días laborables después del ingreso de la muestra al laboratorio.
3. El cliente pasara a recoger sus muestras al laboratorio.

### AGUA SUPERFICIAL/ SIN MUESTREO

Prueba a realizar	Precio	Cantidad	Precio Total	ACR
<b>Uranio</b> Unidades: mg U/L Metodología: EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry	25,00 S/.	2	50,00 S/.	
<b>Detección de Vibrio cholerae</b> Unidades: Ausencia o presencia Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 H, 22nd Ed. Pp 160 - 166.	55,00 S/.	3	165,00 S/.	
<b>Oxígeno disuelto</b> Unidades: mg/L Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. 2017 Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method	25,00 S/.	2	50,00 S/.	
<b>Cianuro libre</b> Unidades: mg/L Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> J, 23rd Ed.2017 Cyanide. Cyanogen Chloride	30,00 S/.	2	60,00 S/.	
<b>Salmonella sp - Aguas</b> Unidades: Salmonella spp./10C Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 B, 22nd Ed. Pp 145 - 149	50,00 S/.	3	150,00 S/.	
<b>Plata</b> Unidades: mg Ag/L Metodología: Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry	25,00 S/.	2	50,00 S/.	
<b>Vanadio</b> Unidades: mg V/L	25,00 S/.	2	50,00 S/.	



Metodología:	Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry				
<b>Detección de Giardias duodenales</b>	<b>70,00 S/.</b>	<b>3</b>	<b>210,00 S/.</b>		
Unidades:	ind/1000mL				
Metodología:	Técnica de concentración y flotación de SHEATHER				
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	<b>65,00 S/.</b>	<b>2</b>	<b>130,00 S/.</b>	<b>Sí</b>	
Unidades:	mg /L				
Metodología:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test				
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	<b>65,00 S/.</b>	<b>2</b>	<b>130,00 S/.</b>	<b>Sí</b>	
Unidades:	mg/L				
Metodología:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.				
<b>Color</b>	<b>15,00 S/.</b>	<b>2</b>	<b>30,00 S/.</b>		
Unidades:	Unit.Pt-Co				
Metodología:	MEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd.Ed.2017 Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)				
<b>Preparación de Materiales</b>	<b>50,00 S/.</b>	<b>1</b>	<b>50,00 S/.</b>		
Unidades:					
Metodología:					
<b>Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)</b>	<b>45,00 S/.</b>	<b>3</b>	<b>135,00 S/.</b>	<b>Sí</b>	
Unidades:	NMP/100 mL				
Metodología:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure				
<b>Escherichia coli</b>	<b>45,00 S/.</b>	<b>3</b>	<b>135,00 S/.</b>	<b>Sí</b>	
Unidades:	NMP/100 mL				
Metodología:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate				
<b>Detergente SAAM</b>	<b>35,00 S/.</b>	<b>2</b>	<b>70,00 S/.</b>	<b>No</b>	
Unidades:	mg/L				
Metodología:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS. 2017.				