



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA  
DEL AGUA DE PISCINA DE LOS CENTROS RECREACIONALES  
“MUNICIPAL, UNA Y HUAJSAPATA” DE LA CIUDAD DE PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. FIDELIA LOURDES PAIVA TAPIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PUNO – PERÚ**

**2023**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE PISCINA DE LOS CENTROS RECREACIONALES "MUN**

AUTOR

**FIDELIA LOURDES PAIVA TAPIA**

RECuento DE PALABRAS

**12583 Words**

RECuento DE CARACTERES

**67184 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**94 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 12, 2023 7:59 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 12, 2023 8:00 AM GMT-5**

### ● 11% de similitud general

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

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

  
M. Sc. Solomon Tito Lora



## DEDICATORIA

*Con emoción y gratitud, dedico esta tesis a todos ustedes, quienes han sido fundamentales en mi camino académico. A mi familia, por su amor inquebrantable; a mi asesor, por su dirección experta; a mis amigos y colegas, por el respaldo constante; y a cada persona que participó en este estudio, por su valiosa contribución. Que este trabajo refleje mi sincero agradecimiento y reconozca su importante presencia en mi crecimiento y éxito*



## AGRADECIMIENTO

*Queridos amigos y seres queridos.*

*Hoy, al culminar este importante capítulo de mi vida académica, no puedo evitar sentir una profunda gratitud que llena mi corazón. Es con inmensa alegría y emoción que deseo manifestar mi más profundo agradecimiento a todos aquellos que han desempeñado un papel fundamental en la elaboración y finalización de mi tesis universitaria.*

*En primer lugar, mi gratitud se dirige hacia mi familia, quienes han sido mi pilar inquebrantable durante toda esta travesía. Su amor incondicional, comprensión y apoyo constante han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes.*

*A mi asesor académico, quiero agradecerle por su guía experta y sabios consejos a lo largo de esta investigación. Su paciencia, dedicación y compromiso con mi crecimiento académico han sido fundamentales en la construcción de este trabajo.*

*Doy las gracias a mis amigos y compañeros de clase. Ellos compartieron sus conocimientos y experiencias, lo cual enriqueció mi perspectiva durante todo el proceso.*

*No puedo dejar de mencionar a todos aquellos que participaron en mi estudio, quienes generosamente brindaron su tiempo y colaboración para la recopilación de datos. Su compromiso con este proyecto ha sido fundamental para alcanzar resultados significativos.*

*Asimismo, quiero expresar mi agradecimiento a la institución académica por brindarme la oportunidad de cursar esta carrera y, en particular, por permitirme realizar esta investigación como parte de mi formación profesional.*

*Este logro no hubiera sido posible sin el esfuerzo y apoyo colectivo de todas las personas que me rodean. Vuestras palabras de aliento, mensajes de motivación y gestos de ánimo han sido un bálsamo para el alma y me han grabado constantemente que no estaba sola en este camino.*

*Finalmente, me agradezco a mí misma por la dedicación, perseverancia y determinación que puse en cada paso de esta travesía. Cada obstáculo superado y cada lección aprendida me han convertido en una persona más fuerte y capaz.*

*Con gratitud en mi corazón, dedico este logro a todos ustedes, sabiendo que su presencia ha hecho una diferencia significativa en mi vida. Que este trabajo sea una pequeña contribución al conocimiento y un reflejo del afecto y apoyo que recibí.*

*¡Gracias a cada uno de ustedes por formar parte de mi historia y ser una parte esencial de este logro!*

*Con todo mi cariño y gratitud.*



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 10**

**ABSTRACT..... 11**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 13**

1.1.1. Objetivo General .....13

1.1.2. Objetivos Específicos .....13

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 14**

**2.2. MARCO TEÓRICO ..... 17**

2.2.1. Piscina .....17

2.2.2. Calidad del agua de piscina.....18

2.2.3. Parámetros de calidad del agua de piscina.....19

2.2.4. Contaminación del agua de piscina.....23

2.2.5. Parámetros Microbiológicos del agua de piscina.....23

2.2.6. Medidas de prevención .....27

2.2.7. Reglamento Sanitario del Agua de piscinas .....28



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.....</b>	<b>29</b>
3.1.1. Determinación de color .....	29
3.1.2. Determinación turbiedad.....	29
3.1.3. Determinación de sólidos totales disueltos .....	29
3.1.4. Medición de pH.....	30
3.1.6. Determinación de cloro libre residual .....	30
3.1.7. Determinación de dureza CaCO <sub>3</sub> .....	31
3.1.8. Determinación de coliformes totales. Número Más Probable (NMP) .....	31
3.1.9. Determinación de aerobios mesófilos. ....	32
3.1.10. Determinación de coliformes ufc/100mL) .....	32
<b>3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>33</b>
3.2.1. Metodología por objetivos específicos.....	33

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2. DISCUSION .....</b>	<b>59</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>

**LÍNEA:** Ingeniería de Procesos

**TEMA:** Determinación fisicoquímica y microbiológica

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 29/09/2023



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Codificación de muestras .....	42
<b>Tabla 2.</b>	Características fisicoquímicas y microbiológicas: Piscina Municipal /Puno .....	43
<b>Tabla 3.</b>	Características fisicoquímicas y microbiológicas: Piscina UNA-Puno /Puno .....	44
<b>Tabla 4.</b>	Características fisicoquímicas y microbiológicas: Piscina Huajsapata /Puno .....	45
<b>Tabla 5.</b>	Característica física: Color.....	46
<b>Tabla 6.</b>	Característica física: Turbidez .....	47
<b>Tabla 7.</b>	Característica física: Sólidos totales .....	49
<b>Tabla 8.</b>	Característica química: Potencial de hidrogeno.....	51
<b>Tabla 9.</b>	Características físicas: Conductividad eléctrica.....	52
<b>Tabla 10.</b>	Características químicas: Dureza total.....	53
<b>Tabla 11.</b>	Características químicas: Alcalinidad.....	55
<b>Tabla 12.</b>	Características químicas: Cloro residual.....	56
<b>Tabla 13.</b>	Característica microbiológica: Coliformes totales.....	58
<b>Tabla 14.</b>	Característica microbiológica: Coliformes termotolerantes .....	59



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Característica física: Color.....	46
<b>Figura 2.</b>	Característica física: Turbidez .....	48
<b>Figura 3.</b>	Característica física: Sólidos totales .....	49
<b>Figura 4.</b>	Característica química: pH.....	51
<b>Figura 5.</b>	Característica química: Conductividad eléctrica .....	52
<b>Figura 6.</b>	Característica química: Dureza total.....	54
<b>Figura 7.</b>	Características químicas: Alcalinidad.....	55
<b>Figura 8.</b>	Característica química: Cloro residual.....	57



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>CF:</b>	Coliformes fecales
<b>CT:</b>	Coliformes totales
<b>DS:</b>	Decreto Supremo
<b>DIGESA:</b>	Dirección General de Salud
<b>FIQ:</b>	Facultad de Ingeniería Química
<b>MINSA:</b>	Ministerio de Salud
<b>NMP:</b>	Número más probable
<b>NTU:</b>	Nephelometric Turbidity Unit
<b>PCU:</b>	Unidades de color
<b>pH:</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>TDS:</b>	Sólidos Totales Disueltos
<b>RHP:</b>	Recuento Herotrófico en placas
<b>UFC:</b>	Unidades formadoras de colonias
<b>UNA:</b>	Universidad Nacional del Altiplano-Puno



## RESUMEN

El trabajo de investigación titulado: Determinación Físico Química y Microbiológica del Agua de Piscina de los Centros Recreacionales “Municipal, UNA y Huajsapata” de la Ciudad de Puno, tuvo el objetivo de determinar la calidad del agua de piscina de los centros recreacionales Municipal, UNA y Huajsapata de la Ciudad de Puno. Se uso un enfoque donde se realiza un análisis volumétrico para los parámetros fisicoquímicos y Tubos Múltiples para los parámetros microbiológicos (establecidos por el APHA Standard Methods y el Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM). Los resultados alcanzados fueron, Color: 5,0; 5,3; 5,1; las que cumplen con el valor establecido por la normativa peruana, conductividad eléctrica: 1355,25; 1274; 1277,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , las que cumplen con el valor establecido por la normativa peruana, turbidez: 2,73; 1,24; 0,80, las que cumplen con el valor establecido por la normativa peruana, pH: 6,23; 6,06, piscina Municipal, piscina UNA respectivamente, estas se encuentran fuera del límite establecido por la normativa, cloro residual: 0,03mg/l, la Piscina Municipal se encuentran fuera del límite establecido por la normativa. Sólidos totales: 159,75; 1199,75; 1181,75 mg/l, las que cumplen con el valor establecido por la normativa peruana, parámetros microbiológicos: en las tres piscinas se determinaron ausencia de coliformes totales: <3,0 <3,0; <3,0 NMP/100 mL y coliformes termotolerantes <3,0; <3,0; <3,0 NMP/100 mL. Llegando a la conclusión que las piscinas UNA y Huajsapata cumplen con la calidad de agua de piscina para centro recreacional y la piscina Municipal no cumple con los parámetros de calidad de agua para centro recreacional.

**Palabras clave:** cloro residual, pH, piscina, microorganismos, turbidez, solidos totales.



## ABSTRACT

The research work entitled: Physical, Chemical and Microbiological Determination of the Pool Water of the "Municipal, UNA and Huajsapata" Recreation Centers of the City of Puno, had the objective of determining the quality of the pool water of the Municipal, UNA recreational centers and Huajsapata of the City of Puno. The methodology used was based on volumetric analysis for physicochemical parameters and Multiple Tubes for microbiological parameters (established by APHA Standard Methods and Supreme Decree No. 002-2008 MINAM). The results achieved were: Color: 5.0; 5.3; 5.1; those that comply with the value established by Peruvian regulations, electrical conductivity: 1355.25; 1274; 1277.75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , which comply with the value established by Peruvian regulations, turbidity: 2.73; 1.24; 0.80, those that comply with the value established by Peruvian regulations, pH: 6.23; 6.06, Municipal pool, UNA pool respectively, these are outside the limit established by the regulations, residual chlorine: 0.03mg/l, the Municipal Pool is outside the limit established by the regulations. Total solids: 159.75; 1199.75; 1181.75 mg/l, those that comply with the value established by Peruvian regulations, microbiological parameters: absence of total coliforms were determined in the three pools:  $<3.0$   $<3.0$ ;  $<3.0$  MPN/100 mL and thermotolerant coliforms  $<3.0$ ;  $<3.0$ ;  $<3.0$  MPN/100 mL. Coming to the conclusion that the UNA and Huajsapata pools meet the pool water quality for a recreational center and the Municipal pool does not meet the water quality parameters for a recreational center.

**Keywords:** Residual chlorine, pH, swimming pool, microorganisms, turbidity, total solids



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los problemas en el agua de la piscina pueden venir de varias fuentes, como suciedad en el agua, falta de limpieza en la piscina y objetos que la gente lleva consigo.

Cuando alguien entra en una piscina, puede llevar consigo muchas cosas diferentes, como suciedad y gérmenes que pueden enfermarnos. Algunos estudios han encontrado que nadar en piscinas tratadas con cloro puede aumentar el riesgo de problemas respiratorios y causar irritación en los ojos y la piel. Además, si el agua de la piscina no se mantiene adecuadamente, puede representar un peligro para la salud de las personas. Por lo tanto, es crucial mantener las piscinas limpias y seguras para prevenir riesgos para la salud.

Cuando el agua no está buena, puede hacernos daño y costar dinero para tratarla y curarnos. También afecta la vida de las personas que la beben.

Determinar la calidad de agua usada en las piscinas resulta fundamental puesto que esta es el elemento principal en contacto con el cuerpo humano, desde una acción simple de bañarse, hasta el uso de las duchas, que traen consigo ya sea el contacto externo, así como el interno por descuidos de la persona al bañarse o ducharse al ingerir sorbos de agua.

El objetivo de este estudio fue averiguar si el agua de las piscinas de los centros recreativos municipales de la Ciudad de Puno es segura para nadar. También queríamos conocer cómo está el agua en términos de su aspecto, composición química y la presencia de microorganismos que podrían causar enfermedades. Usamos diferentes métodos para medir estas cosas, como pruebas eléctricas, mediciones de volumen, análisis de color y



espectrofotometría. Además, hicimos conteos de bacterias en placas y usamos un método llamado NMP para evaluar la cantidad de bacterias en el agua. Todo esto nos ayuda a tomar medidas adecuadas para prevenir enfermedades si es necesario.

## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo General**

- Determinar la calidad del agua de piscina de los centros recreacionales Municipal, UNA y Huajsapata de la Ciudad de Puno.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las características físicas del agua de piscina de los centros recreacionales Municipal, UNA y Huajsapata de la Ciudad de Puno.
- Determinar las características químicas del agua de piscina de los centros recreacionales Municipal, UNA y Huajsapata de la Ciudad de Puno.
- Determinar las características microbiológicas del agua de piscina de los centros recreacionales Municipal, UNA y Huajsapata de la Ciudad de Puno.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el estudio realizado por **Martínez et al. en 2015**, se llevaron a cabo mediciones del pH, temperatura y nivel de cloro residual en piscinas. También se realizaron conteos de bacterias aeróbicas en placas y se estimó el número más probable (NMP) de coliformes totales (CT) y fecales (CF), incluyendo la identificación bacteriana. Los resultados indicaron que el pH se mantuvo en un rango de 6.8 a 7.3, la temperatura varió entre 29 y 31°C, y el cloro residual se encontró entre 0.3 y 0.5 mg/L. La muestra B mostró la mayor cantidad de bacterias mesófilas con  $6 \times 10^2$  UFC/mL, mientras que la muestra C presentó la menor cantidad con  $3 \times 10^2$  UFC/mL. Antes de la limpieza, la muestra D tenía el valor más alto de CT con  $2.8 \times 10^3$  CT/100 ml, y la muestra E tenía la mayor cantidad de CF por cada 100 ml. Tras la limpieza, la muestra B tenía la mayor cantidad de CT con  $9.3 \times 10^2$ , y las muestras D y E tenían la mayor cantidad de CF, ambas con  $3 \times 10^2$ . No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las piscinas en términos de CT y CF antes y después de la limpieza. En ambas piscinas, la mayoría de las bacterias fueron Gram negativas, siendo el 84,21% en E y el 71,92% en B. Se identificaron bacterias como *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. En la muestra A, se observó una mayor proporción de bacterias Gram positivas, que representaron el 44,44%, e incluyeron especies como *Staphylococcus epidermidis* y *Enterococcus faecalis*. Estos resultados destacan que las piscinas siempre albergan bacterias y pueden plantear un riesgo para la salud.

El estudio realizado por **Delgado et al. en 2017** evaluó el agua de dos piscinas en Santa Cruz de Tenerife. Se tomaron y analizaron un total de 60 muestras de agua para



determinar su calidad y seguridad tanto desde una perspectiva química como microbiológica. Se emplearon métodos que cumplen con las regulaciones españolas y las recomendaciones de la Asociación de Salud Pública Americana. Los resultados revelaron la presencia de *Staphylococcus aureus* en la piscina B, lo que podría indicar problemas de higiene en piscinas que utilizan agua de mar. Además, se encontró *Mycobacterium* en la piscina A, demostrando la capacidad de este tipo de bacteria para sobrevivir incluso en presencia de cloro en el agua. Estos hallazgos resaltan la importancia de mantener un control riguroso de la calidad del agua en las piscinas para garantizar la seguridad de los usuarios.

En el estudio realizado por **Fernández en 2016**, se llevaron a cabo evaluaciones de problemas de salud en piscinas cubiertas mediante un cuestionario que incluyó a 1001 usuarios y 230 trabajadores, como socorristas y monitores, en un total de 20 piscinas. Además, se realizó una investigación con adultos en dos piscinas diferentes, una tratada con ozono y otra con cloro, comparando los efectos en el sistema respiratorio, incluyendo un grupo de control sin exposición a ninguno de los productos químicos mencionados. Se midieron dos proteínas en la sangre, CC16 y SP-D, para evaluar la salud de los pulmones, y se registraron los volúmenes de aire respirados antes y después de la exposición. En resumen, los diferentes métodos de tratamiento químico del agua, como el uso de ozono y cloro, demostraron que las personas experimentaron una mejoría en su bienestar y experimentaron menos problemas de salud en piscinas cubiertas.

**Cruz (2018)** evaluó el agua de dos piscinas en un centro turístico en San Mateo, Moyobamba, San Martín. Los resultados fueron los siguientes: en la piscina semi olímpica, la turbidez fue de 10 UNT, el pH fue de 7.31 y se encontraron 7.75 coliformes termo tolerantes por cada 100 ml de agua. En la piscina mediana, la turbidez fue de 11.25 UNT, el pH fue de 7.41 y se encontraron 8.75 coliformes termo tolerantes por cada 100



ml de agua. Se concluyó que estas piscinas cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA) D.S. N°015-2015 NINAM para la categoría 1, subcategoría B1, que es para aguas recreacionales. Estos estándares establecen que la turbidez debe ser menor a 100 UNT, el pH debe estar entre 6 y 9, y los coliformes termo tolerantes deben ser menos de 200 NMP/100ml. Sin embargo, no cumplen con los valores establecidos por la D.S. N°003 MINSA/DIGESA V.02-2016, que exige la ausencia de coliformes termo tolerantes y una turbidez menor a 5.0 UNT. Según esta normativa, ambas piscinas obtienen una calificación de No saludable.

En el estudio realizado por **Curi y Crisóstomo en 2017**, se observaron 96 usuarios en la piscina San Cristóbal de Huancavelica. Sorprendentemente, el 39.6% de ellos no sabía cómo usar la piscina correctamente, y el 48.9% tenía poca información sobre las enfermedades que se pueden transmitir en una piscina. El agua de las piscinas se ensucia principalmente porque algunas personas no se duchan antes de entrar, hacen sus necesidades, escupen o se suenan la nariz en el agua, como se menciona en un estudio previo (Díaz et al., 2011). Esto afecta la calidad del agua y está relacionado con la cantidad de personas que nadan en la piscina, como señaló (Flores, en 2011 y Cruz, en 2018). Además, se concluyó que la cantidad de coliformes en el agua está relacionada con la cantidad de personas que visitan la piscina, aunque según (Cruz, en 2018), el aumento de coliformes se debe más a la falta de higiene de las personas que la utilizan.

En el año 2017, DIGESA y MINSA evaluaron la calidad de 1032 piscinas en todo el país. De estas, el 42% no tenía condiciones de higiene adecuadas, el 29% se consideraba saludable, el 18% no tenía una calificación definida, el 3% necesitaba mantenimiento y el 8% estaba fuera de servicio. También se evaluaron 501 piscinas en Lima, donde se encontró que el 50% no estaba en buenas condiciones de salud, el 36% era saludable, el 11% estaba fuera de servicio y el 3% necesitaba mantenimiento. En otro momento, en el



año 2013, la DIRESA - JUNIN inspeccionó las piscinas en la ciudad de Huancayo. Se centraron en la piscina Colombina y encontraron que el agua cumplía con los estándares requeridos en términos de calidad microbiológica, turbidez y cloro residual libre, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 007-2003. Además, en el mismo año, la Gerencia de Desarrollo Económico de la Municipalidad y la GERESA - Ica inspeccionaron 6 piscinas en el mercado de Ica. Durante la inspección, se identificaron problemas en 4 de estas piscinas.

En el estudio realizado por Condori en 2018, se utilizaron diferentes métodos para evaluar la calidad de las piscinas. Se aplicó el método NMP para analizar microorganismos, el método DPD para medir el cloro residual, se utilizó un turbidímetro para medir la turbiedad del agua y se realizaron observaciones para evaluar el equipo y la documentación. Los resultados revelaron que el 56% de las piscinas tenían una mala calidad bacteriológica, ya que se encontraron coliformes termotolerantes en un promedio de 1,443.33 NMP/100 ml. En cuanto a la calidad fisicoquímica, el 78% de las piscinas obtuvieron una calificación deficiente, con un promedio de turbidez de 1.90 UNT y 1.1 mg/l de cloro residual. En resumen, se concluyó que la calidad sanitaria de las piscinas en la ciudad de Juliaca no es saludable, según el análisis estadístico realizado ( $\chi^2=49,0 > (1,0.05)^2= 3.84$  Sig. ( $p = 0.001$ )).

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Piscina**

Una piscina es un lugar hecho para guardar agua, que puede ser cambiada de manera natural o usando máquinas. La palabra "piscina" viene del latín y antes se usaba para hablar de estanques donde se tenían peces, ya sea de agua dulce o salada. También se usaba para describir tanques de agua conectados a sistemas de canales.



Como su nombre sugiere, una piscina es el recipiente donde se almacena el agua, que puede ser renovada de manera natural o con la ayuda de sistemas mecánicos. Durante la construcción o instalación de una piscina, se incorporan diversos accesorios que desempeñan funciones tanto funcionales como estéticas, como accesorios de fontanería y sistemas de iluminación (Mapfre, 2007).

Las piscinas, ya sean públicas o privadas, deben ser controladas por las autoridades del gobierno para mantener a la gente segura. Todas las cosas en las piscinas pueden ser peligrosas debido a que mucha gente las utiliza. En Puno, hay alrededor de 25 piscinas para diversión y una para deportes que es de la Municipalidad Provincial de Puno. Como estas piscinas son muy populares y mucha gente las usa, es importante tener reglas de salud para proteger a las personas en la ciudad de Puno.

### **2.2.2. Calidad del agua de piscina**

Cuando sacamos agua de su lugar natural y la ponemos en un gran recipiente, como una piscina, cambia muy rápido y puede ser peligrosa para la salud. En una semana, el agua se pone turbia, huele mal y sabe raro, y también se calienta. Después de dos semanas, se vuelve verde y sus propiedades cambian. Después de tres semanas, el agua está verde y empiezan a aparecer cosas vivas como algas, hongos y pequeños insectos.

El agua en la piscina debe ser cambiada y limpiada regularmente para mantenerla segura. El sistema de entrada y salida del agua es crucial para hacer esto correctamente. Puede haber dos formas de hacerlo: una es cambiar parcial o completamente el agua después de su uso, lo que requiere un flujo constante de agua. Esta opción solo es adecuada para piscinas grandes con capacidad para reemplazar



toda el agua en un tiempo determinado, garantizando su calidad (Díaz, Esteller, & Garrido, 2022).

Para mantener el agua de las piscinas en óptimas condiciones, es esencial que realice la purificación diaria en un sistema cerrado que también compense las pérdidas debido a la evaporación y salpicaduras. Normalmente, se utiliza cloro de manera automatizada y controlada, tanto a través de mediciones continuas como mediante análisis de muestras. Los parámetros de seguridad y los resultados suelen ser públicos.

Los niveles del agua de la piscina pueden cambiar fácilmente. Por ejemplo, en días lluviosos, el agua puede contener más partículas en suspensión debido a la lluvia. Por otro lado, en días calurosos, el agua se evapora más rápido, lo que afecta a la proporción entre el agua tratada y el agua nueva añadida. Es importante analizar el agua inmediatamente al llenar la piscina.

### **2.2.3. Parámetros de calidad del agua de piscina**

#### ***2.2.3.1. Parámetros Físicos***

##### **a. Color**

La capacidad de absorción de ciertas radiaciones del espectro visible se denomina color (Romero, 2005). Las partículas coloidales y otras más grandes que flotan en el agua pueden hacer que el agua tenga un color diferente porque bloquean la luz. Esto no es una medida precisa de la contaminación, pero nos dice si el proceso de limpieza no se hizo bien. El color del agua en áreas de recreación depende de lo que la gente prefiera, y no hay un número exacto para esto. Pero el color no debe ser tan fuerte que no puedas ver bien en las áreas donde la gente nada. Los efectos



principales del color del agua en actividades recreativas son cómo se ve y si es seguro o no.

### **b. Turbidez**

Se refiere a cómo la muestra hace que la luz se disperse y sea absorbida en lugar de pasar directamente a través de ella (Romero, 2005).

El agua se vuelve turbia cuando tiene partículas suspendidas, gases, líquidos y sólidos disueltos, que pueden ser de origen orgánico o inorgánico, además de la presencia de plancton y otros microorganismos pequeños. El agua puede volverse turbia debido a diferentes tipos de partículas suspendidas en ella, como arcilla, lodo, materiales orgánicos e inorgánicos muy pequeños, microorganismos como el plancton y otros organismos microscópicos. Estas partículas pueden ser de diferentes tamaños y causar la turbidez del agua (Romero, 2005).

Medir la turbidez nos ayuda a saber cuándo y cómo debemos tratar el agua para que esté dentro de los límites requeridos.

### **c. Sólidos totales**

Los sólidos totales se refieren a lo que queda en un recipiente después de que una muestra se evapora y se seca en una estufa a una temperatura específica.

Estos sólidos se dividen en dos partes: los sólidos totales suspendidos, que son las partículas que quedan atrapadas en un filtro, y los sólidos disueltos totales, que son las partículas que pasan a través del filtro.



### 2.2.3.2. *Parámetros Químicos*

#### **a. pH**

El pH es similar a un valor que nos indica si el agua es ácida o alcalina. Si el pH es bajo, el agua es ácida. Si es elevado, es alcalina. Un pH inferior a 7.0 señala que el agua es ácida, mientras que un valor superior a 7.0 señala que es alcalina. Contribuye a comprender si el agua es ácida o alcalina (WHO, 2003).

Es esencial mantener el control del pH del agua en la piscina. El pH nos dice si el agua es ácida o alcalina, y esto afecta cómo funcionan los productos químicos para tratar la piscina. El agua se considera "neutra" cuando el pH está entre 7.2 y 7.6. Si no está en ese rango, debes usar productos químicos adecuados para ajustarlo. Es bueno verificar el pH todos los días y corregirlo si es necesario para evitar problemas con el agua de la piscina.

#### **b. Conductividad eléctrica**

La conductividad es una forma de medir cuánta electricidad puede moverse a través de una solución. Esto depende de cuántos iones haya, cuántos son, cómo se mueven y la temperatura.

La conductividad nos ayuda a calcular cuánta sal está en una sustancia. Usamos una unidad llamada Siemens por centímetro (S/cm).

El agua pura tiene una conductividad sumamente reducida. En contraste, el agua natural alberga iones disueltos, lo que aumenta su conductividad en relación con la cantidad y la clase de iones presentes. Por ende, utilizamos los valores de conductividad para evaluar la concentración de sales en el agua.



### c. Cloro

Es importante entender los diferentes tipos de cloro en el agua de la piscina:

- **Cloro libre:** Este cloro erradica los microorganismos presentes en el agua y desaparece una vez que ha cumplido su función.
- **Cloro residual libre:** Es el cloro que queda después de matar los microorganismos y sigue protegiendo el agua en los próximos días.
- **Cloro residual:** Este cloro permanece en el agua, pero no ayuda a desinfectar. En realidad, es lo que puede irritar los ojos y la nariz y darle ese olor peculiar al agua de la piscina.

### d. Dureza

La dureza del agua nos dice cuánta cal hay en ella. En una piscina, la cal puede ser un problema. Se acumula en las paredes y deja manchas blancas. También puede dañar las tuberías y las partes de la piscina, haciendo que no funcionen bien.

### e. Alcalinidad

La alcalinidad significa que el agua puede detener los ácidos. Los bicarbonatos, carbonatos y otros componentes ayudan con esto. A veces, pueden causar problemas como corrosión en tuberías o daños a calderas. La alcalinidad se mide de la misma manera que la dureza del agua, en mg/L o ppm de  $\text{CaCO}_3$ .

### f. Mineralización

La concentración de minerales en el agua puede ocasionar inconvenientes. En el caso de una escasa presencia de minerales, el agua puede corroer las partes



metálicas de la piscina, ya que busca minerales para compensar. Si, por otro lado, la concentración de minerales es elevada, esto se refleja en el sabor y el olor del agua, además de incrementar su conductividad eléctrica.

#### **2.2.4. Contaminación del agua de piscina**

El agua puede tener bacterias malas. Algunas son oportunas o viven normalmente en nuestro cuerpo, y otras vienen del entorno, como parásitos. Esto puede ser peligroso para la salud de las personas (OPS, 2009).

En términos sencillos, es esencial revisar el agua de las piscinas para detectar bacterias. Esto nos ayuda a saber si hay contaminación de heces en el agua, lo que podría causar enfermedades como infecciones de oído, problemas estomacales, amibiasis, infecciones en las partes íntimas y conjuntivitis.

Las personas pueden introducir microbios al agua de la piscina mediante su piel, membranas mucosas y sistema genitourinario, aunque por lo general no representan un riesgo. Sin embargo, podrían contagiar a individuos con sistemas inmunológicos debilitados. Esto podría deteriorar la calidad del agua y comprometer la salud de los bañistas. Es crucial supervisar estos aspectos y llevar a cabo un mantenimiento constante de las piscinas para garantizar la seguridad desde una perspectiva de salud pública (Romero, 2005).

#### **2.2.5. Parámetros Microbiológicos del agua de piscina**

##### ***2.2.5.1. Microorganismos patógenos***

En el agua de las piscinas y lugares de recreación, pueden encontrarse varios tipos de microorganismos que pueden enfermar a las personas. Algunos ejemplos son



Salmonella, Shigella, Klebsiela, Escherichia, Citrobacter, Pseudomonas, Vibrio, Aeromonas, Enterovirus y organismos unicelulares (Davis & Bernard, 2019).

Para asegurar la seguridad del agua en la piscina, resulta crucial emplear cloro, dado que contribuye al control de las bacterias perjudiciales. Cuando hablamos del agua utilizada en actividades recreativas, como en las piscinas, se hace necesario llevar a cabo análisis de laboratorio de forma meticulosa, bajo la supervisión de expertos. Esto resulta fundamental para desinfectar el agua de manera fiable y eficaz. Conforme a las directrices de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), todos los países en América y el Caribe deben adoptar medidas preventivas destinadas a evitar la propagación de microorganismos dañinos en el proceso de obtención, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua potable (OPS, 2009).

#### **a. Grupo Coliforme**

Estamos hablando de bacterias con una forma alargada y se conocen como Gram-negativas. No forman estructuras de resistencia llamadas esporas y pueden sobrevivir en ambientes con o sin oxígeno. A una temperatura de 35-37°C, descomponen el azúcar lactosa, lo que genera ácido, gas y aldehído en un plazo de 24-48 horas. Estas bacterias no superan una prueba conocida como oxidasa y tampoco desarrollan esporas. Pueden multiplicarse incluso en presencia de sustancias similares a las sales biliares. En el pasado, se creía que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella (CEPIS, 2000).

Cuando una persona detecta bacterias coliformes en el agua que está utilizando, esto podría indicar que el agua está contaminada con aguas residuales o



materia en descomposición. Estas bacterias suelen encontrarse en la superficie del agua o en el fondo (Davis & Bernard, 2019).

### **b. Coliformes Fecales**

Se denominan bacterias coliformes totales, y se asemejan a las bacterias fecales, salvo que tienen la capacidad de prosperar a una temperatura más elevada, que oscila entre 44.5-45.5 °C, y generan indol a partir del triptófano. La especie más destacada de esta categoría es *Escherichia coli*. Estas bacterias se hallan de manera frecuente en vegetales, tierra y seres vivos, incluyendo a los seres humanos (Davis & Bernard, 2019).

La prueba para detectar coliformes fecales en el agua es un método más actual que analiza los coliformes totales. Por lo tanto, muchos laboratorios emplean los coliformes fecales como un punto de comparación. Estos coliformes incluyen bacterias como *Escherichia*, *Klebsiella* y *Citrobacter*. Estas bacterias pueden estar relacionadas con diversas enfermedades. Por ejemplo, *Escherichia coli* puede provocar molestias abdominales, diarrea, náuseas, vómitos y fiebre. *Klebsiella* está asociada a enfermedades respiratorias, mientras que *Citrobacter* puede ocasionar trastornos en el colon y el intestino (Davis & Bernard, 2019).

### **c. Escherichia coli**

Se trata de bacterias conocidas como Bacilos Gram negativos que no generan esporas. Tienen la capacidad de llevar a cabo la fermentación de la lactosa para producir ácido y gas en condiciones de temperatura y tiempo específicos. Además, poseen una enzima denominada B-D Glucuronidasa que puede degradar un sustrato especial y hacerlo emitir fluorescencia. La variedad más habitual dentro de este



conjunto es la *Escherichia coli*, aunque ocasionalmente se pueden encontrar otras bacterias como *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (CEPIS, 2000).

La bacteria *Escherichia coli* se halla de manera frecuente en la naturaleza. Aunque la mayoría de las cepas probablemente tengan origen en las heces, su presencia, especialmente en cantidades reducidas, no necesariamente implica que los alimentos contengan materia fecal, pero sí sugiere que la higiene puede no ser adecuada. Algunas variantes de esta bacteria pueden representar un riesgo para las personas y los animales, ocasionando problemas como gastroenteritis en bebés, infecciones urinarias, diarrea en viajeros, heridas supurantes y diarrea en terneros (CEPIS, 2000).

#### **d. Bacterias Heterótrofas**

Las bacterias heterotróficas son aquellas que requieren compuestos orgánicos de carbono para su nutrición y crecimiento. Esto las distingue de las bacterias autotróficas, que emplean sustancias inorgánicas y dióxido de carbono para obtener energía y desarrollarse. El término "bacterias heterotróficas" es amplio e incluye bacterias que descomponen materia orgánica y algunas que pueden provocar enfermedades. Por lo tanto, se considera que tanto las bacterias patógenas como las no patógenas son heterotróficas (CEPIS, 2000).

El recuento heterotrófico en placas (RHP) es un método sencillo que se puede realizar utilizando placas especiales, como las placas fluidas, las placas difusas o la filtración por membrana. Este método resulta muy práctico.

Los resultados del conteo heterotrófico en placas (RHP) proporcionan detalles adicionales a la información sobre los coliformes totales. El RHP puede ayudar a determinar si los procesos de purificación del agua, como la sedimentación,



coagulación, filtración y desinfección con cloro, están funcionando correctamente. Al examinar el RHP en el agua que distribuimos, obtenemos datos acerca de la higiene del sistema de distribución, cómo las bacterias se multiplican después del tratamiento, cómo la temperatura del agua influye en su reproducción y cómo el cloro afecta la cantidad de bacterias presentes (OMS, 1979).

### **2.2.6. Medidas de prevención**

Prevenir la contaminación del agua y el área de las piscinas recreativas es importante. Esto se hace siguiendo reglas de limpieza para los usuarios y las piscinas, además de reglas para el agua de la piscina.

Para mantener las piscinas limpias y seguras, los usuarios deben cuidar su higiene. El personal de salud les enseña esto. Antes de entrar a la piscina, deben bañarse bien con jabón y agua, usar trajes de baño y gorros limpios, y pasar por una zona de limpieza para evitar enfermedades.

Todos los visitantes deben usar la zona de limpieza al entrar. No se permite fumar, masticar chicle, escupir, tirar basura ni llevar animales. Es importante mantener todo limpio para evitar que los gérmenes crezcan en lugares mojados. Las cabinas, vestidores, duchas y pisos deben limpiarse todos los días con productos adecuados.

La piscina en sí debe tener un tamaño apropiado y una forma adecuada para nadar sin dificultades. Las paredes deben ser lisas, y el suelo debe ser áspero para prevenir caídas y presentar una ligera inclinación para que el agua se escurra apropiadamente. El agua de la piscina se renueva o se somete a un proceso de filtración, se higieniza y se trata para asegurar que se mantenga sin contaminantes y en buen estado.



### **2.2.7. Reglamento Sanitario del Agua de piscinas**

La normativa de higiene en piscinas, instituida por el Decreto Supremo N° 007-2003-SA, busca principalmente garantizar la seguridad del agua en las piscinas y prevenir cualquier amenaza para la salud de quienes las usan. Este conjunto de regulaciones sustituye a las anteriores y se estructura en nueve secciones, seis capítulos, sesenta y siete directrices y cuatro instrucciones adicionales que se aplican en un periodo de cambio y al concluir el proceso.

Este reciente conjunto de directrices entra en efecto un día después de su divulgación en el Diario Oficial El Peruano. Suplanta las pautas previas y aquellas que entren en contradicción con ellas. Asimismo, requiere la autorización del Ministro de Salud.

El propósito primordial de estas directrices es garantizar que el agua en las piscinas cumpla con altos estándares de calidad, con el fin de mantener la seguridad de las personas y salvaguardar su bienestar. Fueron promulgadas el 31 de marzo de 2003 (MINSA, 2003).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

##### 3.1.1. Determinación de color

- a) Compartimentos
- b) Centrífuga de velocidad/tiempo xl-200 a 4000 revoluciones por minuto y durante 1 hora de BOECO GERMANY
- c) Espectrofotómetro
- d) Soporte para tubos de ensayo S/M
- e) Matraz cónico de 250 ml de la marca Scott
- f) Tubitos de prueba

##### 3.1.2. Determinación turbiedad

- a) Agua destilada
- b) Celdas
- c) Turbidímetro.

##### 3.1.3. Determinación de sólidos totales disueltos

- a) Balanza analítica, Marca Mettler Toledo AB2 04 Max. 210g Min. 10 mg
- b) Cápsula o crisol de capacidad de 100 mL
- c) Desecador
- d) Equipo de filtración
- e) Horno mufla BARNSTEAD THERMOLYNE 1400 FURNACE
- f) Pipetas de 10 ml marca Fortuna



- g) Vasos de precipitado de 100, 400 mL marca Fortuna.

#### **3.1.4. Medición de pH**

- a) Mezclador magnético CAT con velocidad variable de 200 a 1,500 revoluciones por minuto y capacidad de temperatura de 0 a 330°C
- b) Medidor de pH digital 730 Inolab con alcance y precisión de medición de pH de -2,000 a +19,999 y una precisión de +/-0,003 unidades de pH
- c) Soluciones buffer estándar. Soluciones de pH 4,00 y 7,00.
- d) Recipientes de Precipitado de 100 y 400 mL de la marca Fortuna

#### **3.1.5. Medición de conductividad**

- a) Mezclador magnético CAT con velocidad variable de 200 a 1,500 revoluciones por minuto y capacidad de alcanzar temperaturas entre 0 y 330°C.
- b) Medidor de conductividad digital
- c) Soluciones estándar patrón de KCl 0.0100M ( $1413 \pm 21.2 \mu\text{S/cm}$ ).
- d) Recipientes de precipitados de 100 y 400 mL de la marca Fortuna.

#### **3.1.6. Determinación de cloro libre residual**

##### *Método Yodométrico*

- a) Bureta de 25 mL marca Fortuna
- b) Espátula de acero inoxidable mango de madera
- c) Matraz Erlenmeyer de 125 mL
- d) Probeta de 100 mL marca normax
- e) Solución indicadora de almidón
- f) Titulante de tiosulfato de sodio 0,01N p.a.Merck. Darmstadt, Germany
- g) Yodo patrón diluido 0,0282 N



- h) Yoduro de potasio, KI p.a.Merck. Darmstadt, Germany

### **3.1.7. Determinación de dureza $\text{CaCO}_3$**

- a) Balón volumétrico de 1000 ml
- b) Bureta de 25 mL marca fortuna
- c) Carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  p.a.Merck. Darmstadt, Germany
- d) Cloruro de amonio  $\text{NH}_4\text{Cl}$  p.a.Merck. Darmstadt, Germany
- e) Cloruro de Calcio  $\text{CaCl}_2$  p.a.Merck. Darmstadt, Germany
- f) EDTA p.a.Merck. Darmstadt, Germany
- g) Eriocromo Negro T p.a.Merck. Darmstadt, Germany
- h) Hidróxido de amonio  $\text{NH}_4\text{OH}$
- i) Hidroxilamina p.a.Merck. Darmstadt, Germany
- j) Matraces erlenmeyer de 125 ml marca Scott
- k) Pipeta de 10 ml marca Fortuna
- l) Soporte con pinzas para bureta

### **3.1.8. Determinación de coliformes totales. Número Más Probable (NMP)**

- a) Agua de dilución estéril.
- b) Agua destilada
- c) Asa de inoculación.
- d) Autoclave.
- e) Caldo EC
- f) Caldo lauril sulfato (caldo lauril triptosa)
- g) Caldo verde brillante lactosa bilis 2%
- h) Frascos de dilución de 100 ml de marca Fortuna



- i) Horno de aire caliente o estufa para esterilización.
- j) Incubadora a  $35 \pm 0,5$  °C.
- k) Papel filtro.589/2 (Whatman -40)
- l) Pipetas serológicas de 10 ml de marca Scott
- m) Soluciones y medios de cultivo
- n) Tubos de 16 x 150 milímetros con tapones de marca Scott
- o) Tubos Durham.
- p) Un mechero Bunsen.

### **3.1.9. Determinación de aerobios mesófilos.**

- a) Agar plate count
- b) Autoclave
- c) Matraz de 250 ml marca Scott
- d) Medios de cultivo
- e) Pipetas de 5, 10 ml de marca Fortuna
- f) Placas Petri de marca Fortuna

### **3.1.10. Determinación de coliformes ufc/100mL)**

- a) Agua estéril
- b) Bomba para generar vacío
- c) Etanol
- d) Frasco
- e) Mechero
- f) Membranas de filtración, estériles, con poros de 0,45 micrómetros de diámetro.



- g) Metanol
- h) Pinzas de extremos redondeados
- i) Placas de Petri estériles
- j) Reactivos
- k) Sistema de filtración, conformado por embudo
- l) Vaso o recipiente receptor de la muestra

### **3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.2.1. Metodología por objetivos específicos**

- **Para alcanzar el objetivo 1:**

##### **Características físicas**

**Determinación de los parámetros físicos de calidad del agua de las piscinas de los centros recreacionales de la Ciudad de Puno.**

##### **a. Color**

###### **Procedimiento:**

- a) Tomar una muestra en un tubo
- b) Centrifugar
- c) Colocar una muestra en el fotómetro
- d) Medir las unidades de color, PCU. (Pascual Capilla & Jaume, 2002).

##### **b. Turbidez**

###### **Procedimiento**

- a) Ajustar el equipo
- b) Agitar la muestra y esperar a que las burbujas de aire se disipen.



- c) Enjuagar la celda
- d) Limpiar minuciosamente la parte externa de la celda
- e) Aplicar una pequeña cantidad de lubricante de silicona sobre la muestra.
- f) Tomar la celda solo por la parte superior y efectuar la lectura en la escala del dispositivo previamente calibrado de manera apropiada (APHA, 2005).

### **c. Solidos totales**

#### **Procedimiento:**

- a) Obtener 100 ml de muestra.
  - b) Agitar la muestra utilizando un agitador magnético.
  - c) Filtrar una cantidad medida sobre una membrana de 0,45 micras de Milipore, utilizando vacío.
  - d) Trasladar el producto a una cápsula previamente pesada.
  - e) Deshidratar la muestra completamente durante al menos 1 hora en un horno a  $180 \pm 2$  °C, enfriar en un desecante para igualar la temperatura, y pesar.
  - f) Repetir el proceso de deshidratación, enfriamiento, desecación y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que la variación de peso sea menor al 4% del peso anterior o 0,5 mg.
- **Para alcanzar el objetivo 2:**

#### **Características químicas**

**Determinación de los parámetros químicos de calidad del agua de las piscinas de los centros recreacionales de la Ciudad de Puno.**



**a. pH.**

**Procedimiento:** Se medirá utilizando un dispositivo en un recipiente de 250 ml. Se agregarán 50 ml de agua que se va a analizar después de lavarla tres veces. Primero, se ajustará el equipo (llamado potenciómetro) para hacer la medición. Luego, se realizará el análisis del agua y se anotarán los resultados (Miranda, 2012).

**b. Conductividad eléctrica**

**Procedimiento:** En un vaso de precipitado de 250 ml, se pondrá 25 ml de agua para analizar después de enjuagarlo ligeramente tres veces. Luego, se sumergirá el electrodo del conductímetro hasta que el equipo se estabilice y se anotará el valor obtenido (Miranda, 2012).

**c. Dureza**

**Procedimiento:** Se aplicará el método con EDTA, para ello se utilizará un matraz de 250 ml limpio y seco, se le adicionará 25 ml de muestra de agua en estudio, antes de ello se enjuagará 3 veces, inmediatamente se agregará 1 ml de la solución tampón pH 10, seguidamente 3 gotas de eriocromo T, finalmente se titulará con EDTA anotando el volumen de gasto (Miranda, 2012). Los datos obtenidos durante el proceso se reemplazarán en la siguiente fórmula:

$$Dureza, ppm = \frac{V_{G\ EDTA} * M_{EDTA} * meqCaCO_3 * 10^6}{Volumen\ de\ la\ muestra}$$

**Donde:**

$V_G$ = Gasto de EDTA (ml);

M= Molaridad del EDTA

meqCaCO<sub>3</sub> = mili equivalente de CaCO<sub>3</sub>



- d. Alcalinidad.** Se toma una muestra de 25 ml en un vaso. Se le añaden tres gotas de fenolftaleína. Si ves un color rosado, agrega ácido sulfúrico 0.05 N hasta que desaparezca el color. Anota la cantidad en mililitros usada. Luego, añade dos gotas de anaranjado de metilo y titula como antes hasta obtener un color rojo suave. Usa la fórmula para hacer los cálculos:

$$\text{Alcalinidad (CaCO}_3\text{), ppm} = \frac{V_{H_2SO_4} * N_{H_2SO_4} * PECaCO_3}{\text{Volumen de la muestra}}$$

**Donde:**

ppm = partes por millón, mg/L

V = volumen

N = normalidad

PE = peso equivalente

- e. Cloro residual**

**Método:** DPD

**Fundamento:** El cloro en el agua puede estar como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito (cloro libre). Agregamos DPD (dietil parafenil diamina) al agua. El cloro libre se combina con el DPD y forma un líquido rosa. Comparamos la intensidad del rosa con una tabla para saber cuánto cloro hay en el agua. Si el rosa es más fuerte, hay más cloro en el agua (OPS, 2009).

#### **Procedimiento para el análisis del cloro Residual**

- Tomamos 10 ml de agua de la piscina en un recipiente del equipo para medir el cloro.



- Ponemos un líquido llamado DPD en el recipiente con el agua de la piscina y lo cerramos.
  - Revolvemos suavemente el DPD con el agua de la piscina que queremos analizar.
  - Después, metemos el recipiente en la máquina para medir el cloro de la marca HACH y leemos cuánto cloro queda en el agua de la piscina.
- **Para alcanzar el objetivo 3:**

### **Características microbiológicas**

#### **Determinación de los recuentos de bacterias indicadoras de calidad de calidad del agua de las piscinas de los centros recreacionales de la Ciudad de Puno.**

**Toma de muestras.** Para tomar las muestras, seguimos la Norma Técnica Peruana (NTP) - ISO 5667-3. Primero, esterilizamos frascos anchos. Luego, ponemos una cuerda estéril en el frasco en el agua. Quitamos la envoltura y la tapa, sumergimos el frasco en el líquido y lo sacamos con el líquido adentro. Finalmente, lo cerramos y ponemos una etiqueta.

Cada muestra se etiquetará con los siguientes datos: número de muestra, fecha y hora de recolección, provincia y distrito, nombre y ubicación del lugar de recolección, y el nombre de la persona que recolectó la muestra. Luego, se transportará al laboratorio en un cooler refrigerado para mantener la temperatura adecuada del agua de los pozos, tanto para el análisis bacteriológico como fisicoquímico.



#### **a. Recuento de aerobios mesófilos**

##### **Procedimiento**

- a) Caliente el agar para recuento en placa a una temperatura de 44 a 46°C y mantenga un estricto control de la temperatura para evitar la inactivación de los microorganismos presentes al mezclarlo con la muestra de agua.
- b) Agite la muestra enérgicamente para asegurar que esté completamente homogénea.
- c) Utilice una pipeta para tomar 1 mL y 0.1 mL de la muestra y añádalos a placas de Petri. Repita este paso dos veces para cada muestra.
- e) De inmediato, agregue entre 15 y 20 mL del agar para recuento en placa previamente fundido a las placas de Petri.
- f) Mezcle el inóculo en el medio moviendo la placa en forma de ocho.
- g) Voltee las placas y luego incúbelas a 35°C durante 24 horas. (Fernández M. , 2017).

#### **b. Recuento de coliformes**

##### **Procedimiento:**

- a) Retire la cubierta esterilizante del filtro.
- b) Separe el cono de la base del filtro.
- c) Coloque la membrana de filtración de 0,45 µm de poro sobre la base del soporte de filtro.
- d) Manipule las membranas con pinzas planas o guantes de goma para evitar daños.



- e) Coloque el cono sobre la base con cuidado para no dañar la membrana y asegúrese de que esté centrada.
- f) Pase 100 mL de la muestra de agua a través del filtro usando un sistema de succión.
- g) Separe nuevamente el cono de la base del filtro.
- h) Retire la membrana de filtración con pinzas estériles o previamente esterilizadas por calor.
- i) Coloque gradualmente la membrana sobre la placa que contiene un material absorbente y caldo Endo. Evite la formación de burbujas entre la membrana y el medio, y asegúrese de que hagan buen contacto.
- j) Cubra la placa de Petri con su tapa, voltee y colóquela en una incubadora a 37°C durante 24 horas.
- k) Los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias (UFC) por cada 100 ml. (Fernández M. , 2017).

**c. Recuento de bacterias coliformes totales**

**Procedimiento:**

**Prueba Presuntiva**

- a) Logre la uniformidad agitando al menos 25 veces.
- b) Inocule 10 mililitros de la muestra en cada uno de los 10 tubos de caldo lauril triptosa estériles, que están concentrados al doble.
- c) Verifique que en cada tubo haya un tubo Durham posicionado de manera invertida.
- d) Coloque la gradilla en la incubadora a una temperatura de  $35 \pm 0,5$  °C durante un



período de  $24 \pm 3$  horas.

e) Tras la incubación de  $24 \pm 3$  horas, retire los tubos de la incubadora para llevar a cabo la primera observación de los resultados.

f) Mezcle suavemente cada tubo y observe la formación de gas.

g) Registre los resultados y retire los tubos que muestren un resultado positivo, indicado por la presencia de gas atrapado en el tubo Durham. La cantidad de gas no es relevante.

h) Devuelva a la incubadora (a  $35 \pm 0,5$  °C) todos los tubos que arrojen resultados negativos y manténgalos allí durante un período adicional de  $24 \pm 1$  hora. La segunda observación (realizada a las  $48 \pm 3$  horas) se llevará a cabo en las mismas condiciones. Separe los tubos con resultados positivos para su análisis posterior y descarte los que muestren resultados negativos.

### **Prueba Confirmativa**

Prueba confirmativa para coliformes totales

a) Remueva con delicadeza cada tubo que muestre un resultado positivo en la prueba preliminar utilizando un asa de siembra estéril.

b) Elimine el contenido y agregue 10 mililitros de caldo verde brillante con lactosa y bilis al 2% (CLVBB 2%) al tubo correspondiente. Asegúrese de evitar tomar la capa superficial.

### **Prueba Confirmativa para coliformes fecales**

a) Siembre todos los tubos con resultados positivos en la prueba preliminar en tubos que contengan 10 mililitros de caldo EC. Puede realizar la siembra para confirmar



tanto los coliformes totales como los termotolerantes al mismo tiempo.

b) Revuelva con suavidad la caja que contiene los tubos inoculados.

c) Ubique los tubos de caldo verde brillante con lactosa y bilis al 2% a  $35 \pm 0,5$  °C durante un período de  $24 \pm 3$  horas.

d) Saque los tubos para llevar a cabo la primera observación.

e) Agite con delicadeza cada tubo y observe la generación de gas.

f) Separe los tubos que den un resultado positivo (presencia de gas en el tubo Durham) y anote los resultados.

g) Determine el NMP de coliformes totales (Fernández M. , 2017).



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

Después de investigar el agua de las piscinas en los centros recreativos Municipales, UNA y Huajsapata en la Ciudad de Puno, para ver cómo está en términos fisicoquímicos y microbiológicos, y para dar recomendaciones sobre su uso.

El objetivo principal es ver si el agua en estas piscinas es buena o no.

Se realizaron pruebas químicas y microbiológicos, en dos laboratorios diferentes: uno en Juliaca y otro en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano. Los detalles de los resultados se encuentran en el anexo 1.

A continuación, se presentarán los hallazgos sobre cómo está el agua en estas tres piscinas en términos de química y microbios:

**Tabla 1**

*Codificación de muestras*

	<b>Lugar</b>
<b>M-1</b>	Piscina Municipal /Puno
<b>M-2</b>	Piscina UNA-Puno /Puno
<b>M-3</b>	Piscina Huajsapata /Puno

*Fuente: Certificado de análisis*



**Tabla 2**

*Características fisicoquímicas y microbiológicas: Piscina Municipal /Puno*

	unidad	Piscina Municipal /Puno			
		febrero	marzo	abril	junio
<b>pH</b>	unidades de pH	7,01	6,95	6,99	6,23
<b>Conductividad eléctrica</b>	μS/cm	1432	1439	1467	1083
<b>Color</b>	Un Pt/Co	5	4,5	5	
<b>Dureza total</b>	mg/l	931	940	952	512,16
<b>Alcalinidad</b>	mg/l	23,0	23,05	20,02	21,97
<b>Cloro residual</b>	mg/l	0,06	0,07	0,05	
<b>Turbidez</b>	NTU	3,9	3,40	3,12	0,52
<b>Solidos totales</b>	mg/l	1239	1210	1248	542
<b>Coliformes totales</b>	NMP/100ml	<3	<3	<3	0
<b>Coliformes termo tolerantes</b>	NMP/100ml	<3	<3	<3	0

*Fuente: Certificado de análisis*



**Tabla 3**

*Características fisicoquímicas y microbiológicas: Piscina UNA-Puno /Puno*

	unidad	Piscina UNA-Puno /Puno			
		febrero	marzo	abril	junio
<b>pH</b>	unidades de pH	6,11	6,15	6,06	6,67
<b>Conductividad eléctrica</b>	μS/cm	1385	1387	1377	947
<b>Color</b>	Un Pt/Co	5	5,6	5	
<b>Dureza total</b>	mg/l	850	815	800	947
<b>Alcalinidad</b>	mg/l	57,05	61,00	60,05	50,34
<b>Cloro residual</b>	mg/l	0,06	0,07	0,05	
<b>Turbidez</b>	NTU	1,27	1,67	1,54	0,51
<b>Solidos totales</b>	mg/l	1465	1428	1432	474
<b>Coliformes totales</b>	NMP/100ml	<3	<3	<3	0
<b>Coliformes termo tolerantes</b>	NMP/100ml	<3	<3	<3	0

*Fuente: Certificado de análisis*

**Tabla 4***Características fisicoquímicas y microbiológicas: Piscina Huajsapata /Puno*

	unidad	Piscina Huajsapata /Puno			
		febrero	marzo	abril	junio
<b>pH</b>	unidades de pH	6,91	6,98	6,83	6,97
<b>Conductividad eléctrica</b>	μS/cm	1399	1390	1386	936
<b>Color</b>	Un Pt/Co	5	5,2	5	
<b>Dureza total</b>	mg/l	826	803	844	447,04
<b>Alcalinidad</b>	mg/l	62,03	58,05	56,04	54,40
<b>Cloro residual</b>	mg/l	1,0	1,10	1,03	
<b>Turbidez</b>	NTU	0,95	0,91	0,82	0,50
<b>Sólidos totales</b>	mg/l	1407	1420	1432	468
<b>Coliformes totales</b>	NMP/100ml	<3	<3	<3	0
<b>Coliformes termo tolerantes</b>	NMP/100ml	<3	<3	<3	0

*Fuente: Certificado de análisis*

#### 4.1.1. Resultados para cumplir el primer objetivo

El primer objetivo específico tenía como finalidad identificar las propiedades físicas del agua en las piscinas de los centros recreacionales Municipales, UNA y Huajsapata en la Ciudad de Puno. Para lograrlo, se evaluaron los siguientes indicadores: color, turbidez y sólidos totales.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la identificación de las propiedades físicas de las muestras de agua de las tres piscinas:

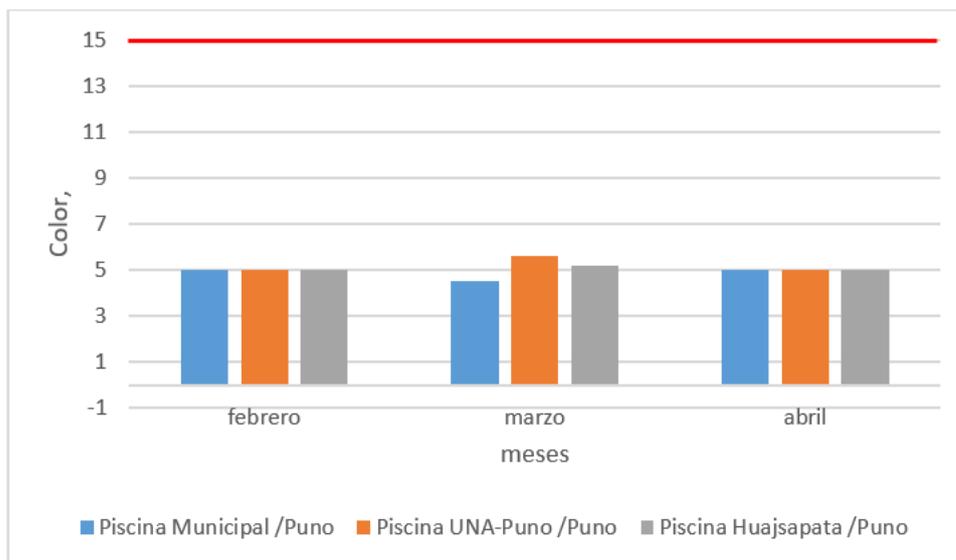
**Tabla 5**

*Característica física: Color*

	Color, PCU		
	Piscina	Piscina UNA-	Piscina
	Municipal /Puno	Puno /Puno	Huajsapata /Puno
<b>febrero</b>	5	5	5
<b>marzo</b>	4.5	5.6	5.2
<b>abril</b>	5	5	5
<b>junio</b>			

**Figura 1**

*Característica física: Color*





La tabla 5 y figura 1 muestra que la característica física color las tres piscinas cumplen con el límite dado por el MINSA de <15 PCU. Se obtuvieron los siguientes resultados:

De la piscina Municipal (M-1), el valor de 5 PCU para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

De la piscina de la UNA (M-2), 4.5 PCU para el mes de febrero, 5.6 PCU para el mes de marzo y 5.2 PCU para el mes de abril, en promedio se encuentra dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

De la piscina Huajsapata (M-3), el valor de 5 PCU para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

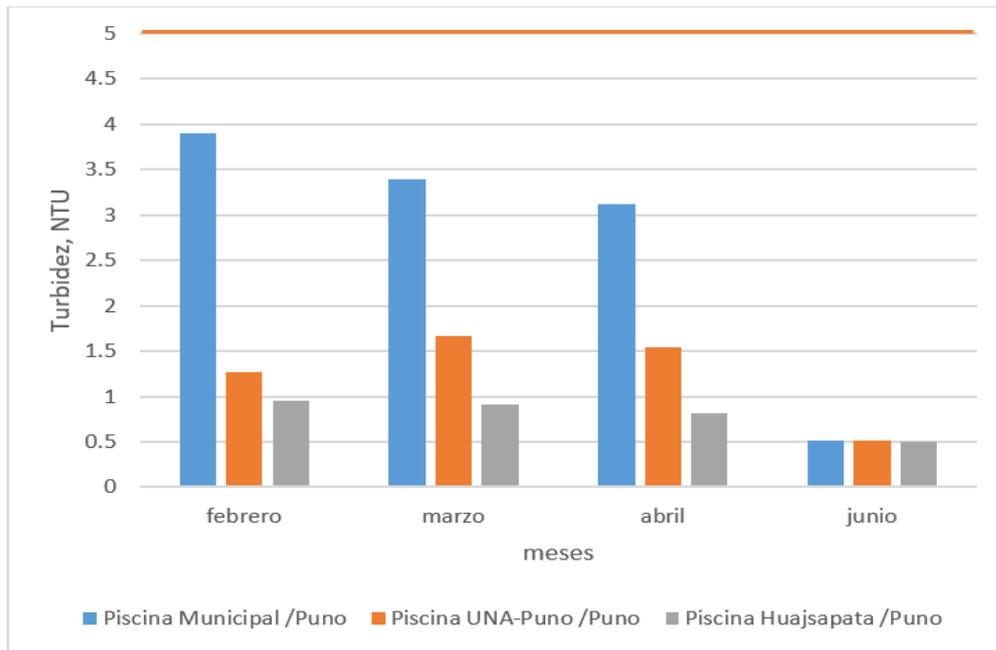
**Tabla 6**

*Característica física: Turbidez*

	<b>Turbidez, NTU</b>		
	<b>Piscina</b>	<b>Piscina UNA-</b>	<b>Piscina</b>
	<b>Municipal /Puno</b>	<b>Puno /Puno</b>	<b>Huajsapata /Puno</b>
<b>febrero</b>	3.9	1.27	0.95
<b>marzo</b>	3.40	1.67	0.91
<b>abril</b>	3.12	1.54	0.82
<b>junio</b>	0.52	0.51	0.50

**Figura 2**

*Característica física: Turbidez*



La tabla 7 y figura 2 muestra que la característica física turbidez, las tres piscinas cumplen con el límite dado por el MINSa de  $\leq 5$  NTU. Se obtuvieron los siguientes resultados: De la piscina Municipal (M-1), el valor de 3.9, 3.4, 3.12 y 0.52 NTU, para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSa. De la piscina de la UNA (M-2), el valor de 1.27, 1.67, 1.54 y 0.51 NTU, para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSa. De la piscina Huajsapata (M-3), el valor de 0.95, 0.91, 0.82 y 0.50 NTU, para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSa.

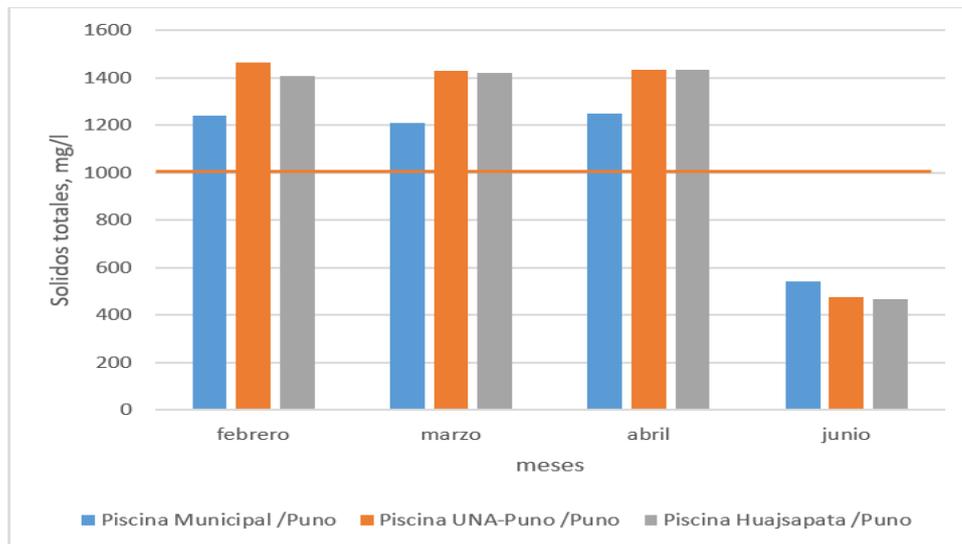
**Tabla 7**

*Característica física: Sólidos totales*

	Sólidos totales, mg/l		
	Piscina	Piscina UNA-	Piscina
	Municipal /Puno	Puno /Puno	Huajsapata /Puno
<b>febrero</b>	1239	1465	1407
<b>marzo</b>	1210	1428	1420
<b>abril</b>	1248	1432	1432
<b>junio</b>	542	474	468

**Figura 3**

*Característica física: Sólidos totales*



En la tabla 7 y la figura 3, se puede ver que en términos de la cantidad de sólidos totales en el agua, las tres piscinas cumplen parcialmente con la recomendación del MINSA de tener menos de 1000 mg/l. Aquí están los resultados:



Para la piscina Municipal (M-1), los valores de sólidos totales en los meses de febrero, marzo y abril fueron de 1239, 1210 y 1248 mg/l, respectivamente, lo que está por encima del límite recomendado por el MINSA. Sin embargo, en junio, el valor fue de 542 mg/l, que está dentro del límite recomendado.

En cuanto a la piscina de la UNA (M-2), los valores de sólidos totales en los meses de febrero, marzo y abril fueron de 1465, 1428 y 1432 mg/l, respectivamente, lo que también está por encima del límite recomendado por el MINSA. Pero en junio, el valor fue de 474 mg/l, que cumple con la recomendación.

Para la piscina Huajsapata (M-3), los valores de sólidos totales en los meses de febrero, marzo y abril fueron de 1407, 1420 y 1432 mg/l, respectivamente, lo que igualmente supera el límite recomendado por el MINSA. Sin embargo, en junio, el valor fue de 468 mg/l, que se encuentra dentro del límite sugerido por el MINSA.

#### **4.1.2. Resultados para cumplir el segundo objetivo**

El segundo objetivo específico nos ayudó a conocer cómo es el agua en las piscinas de los centros recreativos Municipales, UNA y Huajsapata en la Ciudad de Puno en términos químicos. Hemos evaluado varios aspectos químicos como el pH, la dureza total, la alcalinidad, el cloro residual y los sólidos totales. A continuación, se muestran los resultados de cómo es el agua en estas tres piscinas en términos químicos en las siguientes tablas:

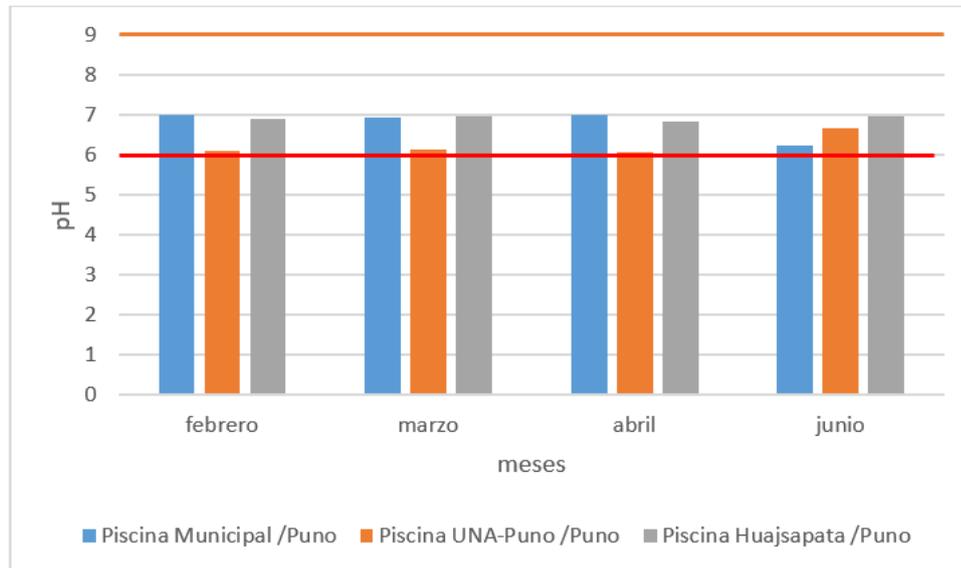
**Tabla 8**

*Característica química: Potencial de hidrogeno*

	pH		
	Piscina	Piscina UNA-	Piscina
	Municipal /Puno	Puno /Puno	Huajsapata /Puno
<b>febrero</b>	7.01	6.11	6.91
<b>marzo</b>	6.95	6.15	6.98
<b>abril</b>	6.99	6.06	6.83
<b>junio</b>	6.23	6.67	6.97

**Figura 4**

*Característica química: pH*



La tabla 8 y figura 4 muestra que la característica química pH, las tres piscinas cumplen con el límite dado por el MINSA de 6.0 a 9.0. Se obtuvieron los siguientes resultados: De la piscina Municipal (M-1), el valor de 7.01, 6.95, 6.99, para los meses de febrero, marzo, abril y junio se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el

MINSA. De la piscina de la UNA (M-2), el valor de 6.11, 6.15, 6.06, para los meses de febrero, marzo abril y junio se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA. De la piscina Huajsapata (M-3), el valor de 6.91, 6.98, 6.83 y 6.97, para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

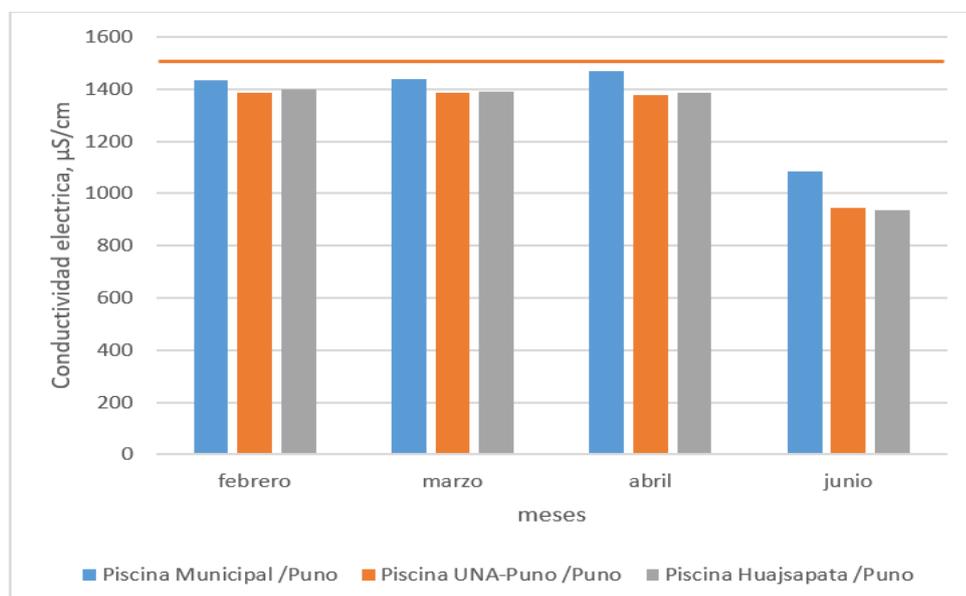
**Tabla 9**

*Características físicas: Conductividad eléctrica*

	Conductividad eléctrica, $\mu\text{S}/\text{cm}$		
	Piscina	Piscina UNA-	Piscina
	Municipal /Puno	Puno /Puno	Huajsapata /Puno
<b>febrero</b>	1432	1385	1399
<b>marzo</b>	1439	1387	1390
<b>abril</b>	1467	1377	1386
<b>junio</b>	1083	947	936

**Figura 5**

*Característica química: Conductividad eléctrica*





La tabla 9 y figura 5 muestra que la característica física conductividad eléctrica las tres piscinas cumplen con el límite dado por el MINSA de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Se obtuvieron los siguientes resultados:

De la piscina Municipal (M-1), el valor de 1432, 1439, 1467 y 1083  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

De la piscina de la UNA (M-2), el valor de 1385, 1387, 1377 y 947  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

De la piscina Huajsapata (M-3), el valor de 1399, 1390, 1386 y 936  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA

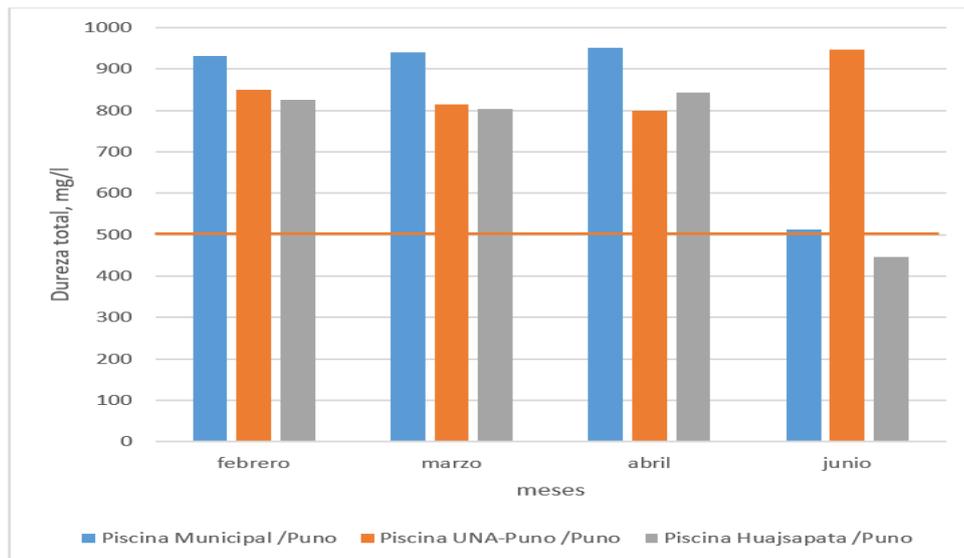
### Tabla 10

*Características químicas: Dureza total*

	Dureza total, mg/l		
	Piscina	Piscina UNA-	Piscina
	Municipal /Puno	Puno /Puno	Huajsapata /Puno
febrero	931	850	826
marzo	940	815	803
abril	952	800	844
junio	512.16	947	447.04

**Figura 6**

*Característica química: Dureza total*



La tabla 10 y figura 6 muestra que la característica química dureza total, las tres piscinas no cumplen con la recomendación dado por el MINSAN de  $< 500$  mg/l. Se obtuvieron los siguientes resultados:

De la piscina Municipal (M-1), el valor de 931, 940, 952, y 512.16 mg/l para los meses analizados no se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSAN.

De la piscina de la UNA (M-2), el valor de 850, 815, 800, y 947 mg/l para los meses analizados no se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSAN.

De la piscina Huajsapata (M-3), el valor de 826, 803, 844, para los meses marzo, abril y mayo analizados no se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSAN. y solo el valor de 447.04 mg/l del mes de junio se encuentra dentro del límite del valor sugerido por el MINSAN.

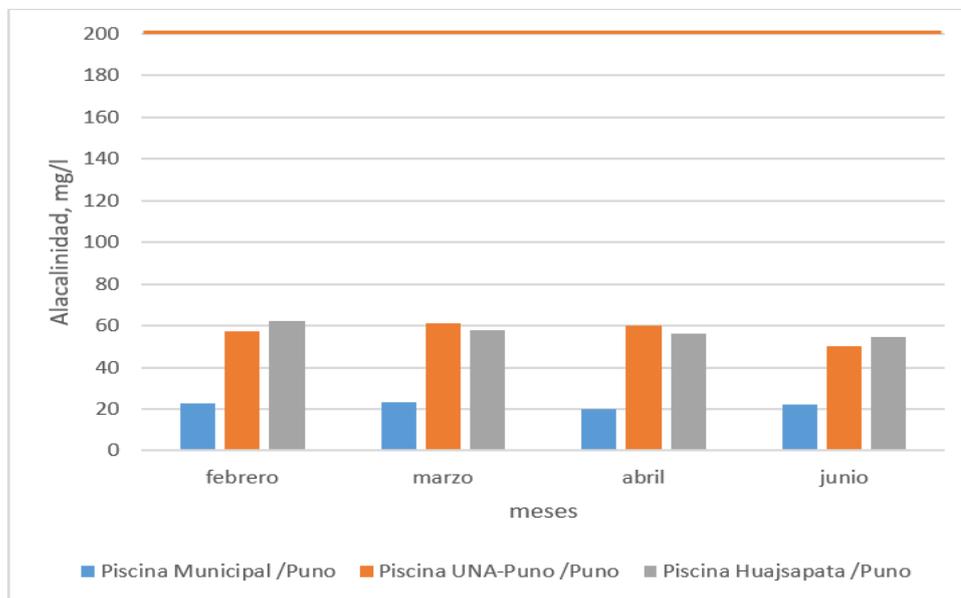
**Tabla 11**

*Características químicas: Alcalinidad*

	Alcalinidad, mg/l		
	Piscina	Piscina UNA-	Piscina
	Municipal /Puno	Puno /Puno	Huajsapata /Puno
<b>febrero</b>	23.0	57.05	62.03
<b>marzo</b>	23.05	61.00	58.05
<b>abril</b>	20.02	60.05	56.04
<b>junio</b>	21.97	50.34	54.40

**Figura 7**

*Características químicas: Alcalinidad*



La tabla 11 y figura 7 muestra que la característica química alcalinidad, las tres piscinas cumplen con la recomendación dado por el MINSA de  $< 200$  mg/l. Se obtuvieron los siguientes resultados:



De la piscina Municipal (M-1), el valor de 23, 23.05, 20.02, y 21.97 mg/l para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

De la piscina de la UNA (M-2), el valor de 57.05, 61, 60.05, y 50.34 mg/l para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

De la piscina Huajsapata (M-3), el valor de 62.03, 58.05, 56.04, y 54.40 mg/l para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSA.

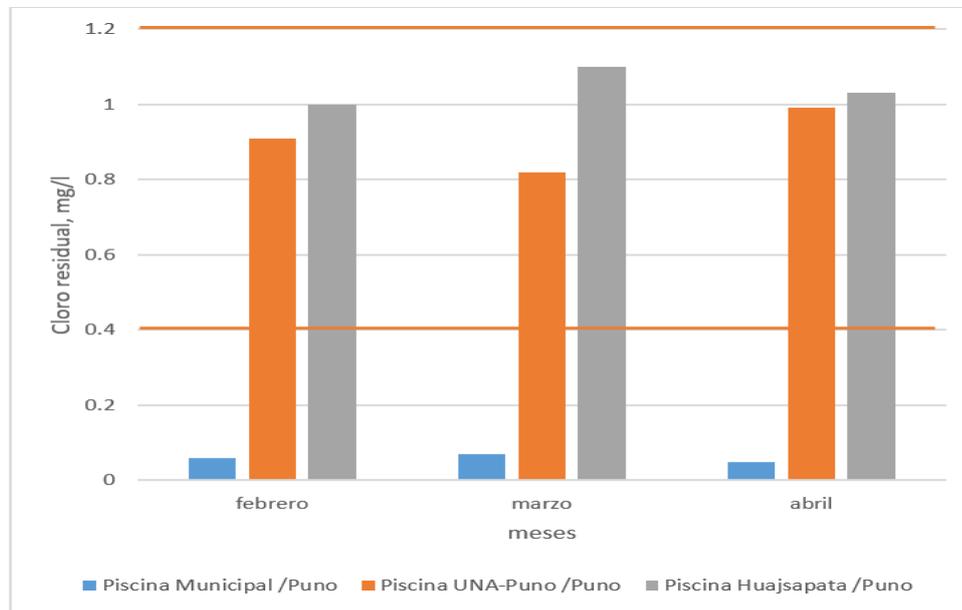
**Tabla 12**

*Características químicas: Cloro residual*

	Cloro residual, mg/l		
	Piscina	Piscina UNA-	Piscina Huajsapata
	Municipal /Puno	Puno /Puno	/Puno
<b>febrero</b>	0.06	0.91	1.0
<b>marzo</b>	0.07	0.82	1.10
<b>abril</b>	0.05	0.99	1.03
<b>junio</b>			

## Figura 8

### Característica química: Cloro residual



La tabla 12 y figura 8 muestra que la característica química cloro residual, una de las tres piscinas no cumple con el límite dado por el MINSAN de  $> 0.4$  mg/l y  $< 1.2$  mg/l. Se obtuvieron los siguientes resultados:

De la piscina Municipal (M-1), el valor de 0.06, 0.07, 0.05 mg/l, para los meses de febrero, marzo y abril no se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSAN.

De la piscina de la UNA (M-2), el valor de 0.91, 0.82, 0.99 mg/l, para los meses de febrero, marzo y abril se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSAN.

De la piscina Huajsapata (M-3), el valor de 1.0, 1.10 y 1.03 mg/l, para los meses analizados se encuentran dentro del límite del valor sugerido por el MINSAN.



#### 4.1.3. Resultados para cumplir el tercer objetivo

El tercer objetivo específico buscaba entender cómo es el agua en las piscinas de los centros recreativos Municipales, UNA y Huajsapata en la Ciudad de Puno en términos de microbios. Para hacerlo, examinamos dos indicadores microbiológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes. A continuación, se muestran los resultados de cómo es el agua en estas tres piscinas en términos de microbios en las siguientes tablas:

**Tabla 13**

*Característica microbiológica: Coliformes totales*

	<b>Coliformes totales, NMP/100ml</b>		
	<b>Piscina Municipal /Puno</b>	<b>Piscina UNA- Puno /Puno</b>	<b>Piscina Huajsapata /Puno</b>
<b>febrero</b>	<3	<3	<3
<b>Marzo</b>	<3	<3	<3
<b>Abril</b>	<3	<3	<3
<b>Junio</b>	0	0	0

**Tabla 14***Característica microbiológica: Coliformes termotolerantes*

	<b>Coliformes termotolerantes</b>		
	<b>, NMP/100ml</b>		
	<b>Piscina</b>	<b>Piscina UNA-</b>	<b>Piscina</b>
	<b>Municipal /Puno</b>	<b>Puno /Puno</b>	<b>Huajsapata /Puno</b>
<b>febrero</b>	<3	<3	<3
<b>Marzo</b>	<3	<3	<3
<b>Abril</b>	<3	<3	<3
<b>Junio</b>			

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 13 y 14, se puede concluir que en las tres piscinas no se detectaron coliformes totales ni coliformes termotolerantes. En consecuencia, estas piscinas cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua para la categoría 1, subcategoría B1, correspondientes a aguas recreacionales. Los valores permitidos son coliformes termotolerantes < 200 NMP/100 ml y coliformes totales < 1000 NMP/100 ml, y se cumplen satisfactoriamente.

## 4.2. DISCUSION

En este estudio, observamos cómo ciertas características físicas, como el color, la turbidez y los sólidos totales, afectan la calidad del agua en las piscinas de los centros recreativos Municipales, UNA y Huajsapata en la Ciudad de Puno. Estos hallazgos coinciden con un estudio previo realizado por (Cruz, en 2018), que informó los siguientes resultados: 1) Piscina semi olímpica: turbidez entre 10 UNT, 2) Piscina mediana: turbidez de 11.25 UNT. En resumen, confirmamos que estas piscinas cumplen con los Estándares



de Calidad Ambiental de Agua (ECA) establecidos en el D.S. N°015-2015 MINAM para la categoría 1, subcategoría B1, que corresponde a aguas recreativas.

En cuanto a las propiedades químicas, como el pH, la conductividad eléctrica, el cloro residual, la dureza total y la alcalinidad, estas influyen en la calidad del agua de las piscinas en los centros recreativos Municipales, UNA y Huajsapata en la Ciudad de Puno. Esto también se respalda en un estudio anterior realizado por (Cruz, en 2018), que proporcionó los siguientes resultados: 1) Piscina semi olímpica: pH de 7.31, 2) Piscina mediana: pH de 7.41. En resumen, se ha determinado que estas piscinas cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA) establecidos en el D.S. N°015-2015 MINAM para la categoría 1, subcategoría B1, que se aplica a aguas recreativas. Además, Martínez y otros en 2015 encontraron que el pH varió entre 6.8 y 7.3, y el cloro residual osciló entre 0.3 y 0.5 mg/L. (Condori, en 2018), también informó que en términos de calidad fisicoquímica, el 78% de las piscinas tenía un promedio de 1.1 mg/L de cloro residual.

En relación a las características microbiológicas, como el pH y la presencia de microorganismos como los coliformes totales y coliformes termotolerantes, esto afecta la calidad del agua en las piscinas de los centros recreativos Municipales, UNA y Huajsapata en la Ciudad de Puno. Esto también se respalda en un estudio anterior realizado por (Cruz, en 2018), que proporcionó los siguientes resultados: 1) Piscina semi olímpica: coliformes termotolerantes con un valor de 7.75 NMP/100 ml, 2) Piscina mediana: coliformes termotolerantes con un valor de 8.75 NMP/100 ml. En conclusión, se ha determinado que estas piscinas cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA) establecidos en el D.S. N°015-2015 MINAM para la categoría 1, subcategoría B1, que se aplica a aguas recreativas. (Martínez y otros, en 2015), realizaron un estudio en el que calcularon el Número Más Probable (NMP) para coliformes totales (CT) y fecales (CF)



y realizaron identificación bacteriana utilizando métodos convencionales. Encontraron que el recuento más alto de bacterias mesófilas se obtuvo en la muestra B con  $6 \times 10^2$  UFC/mL, mientras que el más bajo fue en la muestra C con  $3 \times 10^2$  UFC/mL. En cuanto al NMP, antes de la limpieza, el valor más alto se registró en la muestra D con  $2,8 \times 10^3$  CT/100 ml, y la muestra E mostró el valor más alto de CF/100 ml. (Condori, en 2018), también realizó un estudio y encontró que el 56% de las piscinas evaluadas obtuvieron una calificación de mala calidad bacteriológica, ya que se detectó la presencia de coliformes termotolerantes con un promedio de 1,443.33 NMP/100 ml. Estos resultados indican una contaminación bacteriana constante y representan un riesgo para la salud pública.

En un estudio de 2017, Curi y Crisóstomo evaluaron a 96 personas en la piscina San Cristóbal en Huancavelica. Descubrieron que el 39.6% no sabía cómo usar la piscina correctamente y el 48.9% desconocía las enfermedades que pueden propagarse en la piscina. La principal razón de la contaminación fue que los usuarios no se duchaban antes de entrar, orinaban, escupían o se sonaban la nariz en la piscina.

Otro estudio en 2017, realizado por Delgado y su equipo, analizó el agua de dos piscinas en Santa Cruz de Tenerife. Encontraron *Staphylococcus aureus* en una piscina, que podría ser un indicador de la calidad del agua en piscinas de mar. También encontraron *Mycobacterium* en otra piscina, que resistió el cloro que normalmente mata a otros microorganismos.

En 2017, DIGESA y MINSA evaluaron 1,032 piscinas en todo el país. El 42% no cumplía con los estándares de salud, el 29% estaba bien, el 18% no tenía calificación, el 3% estaba en mantenimiento y el 8% no funcionaba. También evaluaron 501 piscinas en



Lima, donde el 50% no cumplía con los estándares de salud, el 36% estaba bien, el 11% no funcionaba y el 3% estaba en mantenimiento.



## V. CONCLUSIONES

PRIMERO: Las características físicas determinadas fueron, el color (Las tres muestras de agua de piscina cumplieron con el valor establecido por el Ministerio de Salud,  $<15$  PCU). La conductividad eléctrica, (Las tres muestras de agua de piscina cumplieron con el valor establecido por el Ministerio de Salud,  $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Referido a la turbidez, (Las tres muestras de agua de piscina cumplieron con el valor establecido por el Ministerio de Salud,  $\leq 5$  NTU). Sólidos totales, (Las tres muestras de agua de piscina no cumplieron con el valor establecido por el Ministerio de Salud,  $< 1000$  mg/l).

SEGUNDO: Las características químicas determinadas fueron, el pH, (Las tres muestras de agua de piscina cumplieron con el valor establecido por el Ministerio de Salud, de 6.0 a 9.0). El cuanto a la dureza total,  $5$  mg/l (Las tres muestras de agua de piscina no cumplieron con el valor establecido por el Ministerio de Salud, a excepción de la muestra del mes de junio de la piscina Huajsapata, la cual si se encuentra dentro del límite). Referido al cloro residual, la piscina municipal no cumple con el límite dado por el Ministerio de Salud  $> 0.4$  mg/l y  $< 1.2$  mg/l.

TERCERO: En cuanto a las características microbiológicas determinadas fueron, coliformes totales y termotolerantes. ambas cumplieron con el límite del valor establecido por el Ministerio de Salud.



## VI. RECOMENDACIONES

- A futuros tesisistas se recomienda continuar realizando estudios de investigación sobre calidad de aguas de los diferentes cuerpos de aguas de piscinas debido a la concurrida afluencia de público en general a los distintos centros recreacionales de la ciudad de Puno.
- Al público en general se recomienda concurrir a las piscinas UNA y Huajsapata porque los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos cumplen con lo establecido por el MINSA, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua para la categoría 1- subcategoría B1 para aguas recreacionales, la piscina Municipal no cumple el parámetro cloro residual sugerido por el MINSA.
- A las piscinas de la Región, se recomienda cumplir con las cuatro condiciones fundamentales que se evalúan para determinar la salubridad de una piscina dados por DIGESA: la calidad microbiológica de la piscina (turbiedad del agua y concentración del cloro), las condiciones de las instalaciones, la calidad de limpieza y el control documentario (registro sanitario y permisos).
- A las entidades públicas, exigir fiel cumplimiento de la normativa peruana (DECRETO SUPREMO N° 007-2003-SA), para contar con la calidad de agua para centros recreacionales.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almagro Nuevas, D., Acuña Castillo, R., Hernandez Jerez, A., & Robles Montes, A. (2008). *Investigación de un brote respiratorio agudo por exposición a cloro gas en una piscina pública*. . Gaceta Sanitaria .
- APHA, A. W. (2005). *Standard Methods for the Examination of water and wastewater*. New York.
- CEPIS. (2000). *Programa de Mejoramiento de la Capacidad de los Laboratorios de Control y Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano* . Lima: CEPIS/OPS-USAID-EPA.
- Condori, M. (2018). *Calidad sanitaria de las piscinas de Juliaca*. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano.
- Cruz, M. (2015). *Determinación de la Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo-Prov. Moyobamba-Departamento de San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional San Martín.
- Curi, R., & Crisostomo, M. (2107). *Conocimiento sobre medidas preventivas para evitar enfermedades en usuarios que acuden a la piscina San Cristóbal, Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Davis, A., & Bernard, H. (2019). *Tratado de Microbiología*. Balvat S.A. Barcelona España.
- Delgado, e. (2017). *Análisis microbiológico y fisicoquímico del agua de piscinas de la isla Tenerife*. Revista de Sanidad e Higiene Pública.
- Díaz, B., Esteller, M., & Garrido, S. (2022). *Calidad Fisicoquímica y microbiológica del agua en parques acuáticos*. Hidrobiología.
- DIGESA, & MINSA. (2013). *Reglamento Sanitario de Piscinas*. 1st Ed. Lima.
- Dirección General de Salud ambiental. (2008). *Procedimiento de Análisis de coliformes totales, fecales y E. Coli*. Dirección de Protección del Ambiente. Area de Laboratorio de Protección Ambiental: Ministerio de Salud. Puno.
- Drobnic, F. (2009). *Impacto sobre la salud de los compuestos utilizados en el tratamiento del agua en las piscinas*. Apuntes Medicina.
- Fernández, A. (2016). *Los tratamientos químicos del agua en piscinas cubiertas como elemento clave en la gestión de la instalación y la salud de nadadores y trabajadores*. Universidad de Castilla la Mancha.
- Fernández, M. (2017). *Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas*. Instituto Cubano de Investigación.
- Fernández-Crehuet, M., Moreno Abril, O., & Pérez López, J. (2001). *Determinación de cloro residual. Metodo del DPD*. Higiene y Sanidad Ambiental.



- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017. XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.*
- Mapfre. (2007). *Trabajar sin riesgos en la piscina.* Estudio de la situación del sector de mantenimiento y conservación de instalaciones acuáticas en materia preventiva y guía de buenas prácticas en la instalación acuática como puesto de trabajo. Mapfre. Servicio de Prevención.
- Martínez, R., & Alvarado, L. (2015). *Calidad Bacteriológica de aguas en piscinas públicas y provadas de la Ciudad de Cumaná, Estado Sucre, Venezuela.* Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Bioanálisis.
- MINSA. (2003). *Reglamento Sanitario de las piscinas de Natación o Natatorios.* Decreto Supremo N°007-2003. Diario Oficial El Peruano.
- Miranda, N. (2012). *Tecnología de aguas y control de calidad.* Puno: Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Altiplano.
- OMS. (1979). *Virus humanos en el agua, aguas servidas y suelo.* Serie informes técnicos. Ginebra.
- OPS. (2009). *Medición del cloro residual en el agua.* Guía Técnica sobre Saneamiento, Agua y Salud N°11 .
- Pascual Capilla, J. M., & Jaume, P. (2002). *Fundamentos de Colorimetría.* Madrid: Maité Simón.
- Piedrola Angulo, G., & Caballero Chueva, F. (1980). *El agua como vehículo de infecciones virales, bacterianas y parasitarias.* Epidemiología Hídrica en Medicina Preventiva y Social Higiene y Sanidad Ambiental. Ed. Amaro Madrid.
- Romero, J. (2005). *Calidad de Agua.* Bogotá-Colombia: Escuela Colombia de Ingeniería.
- WHO. (2003). *Swimmings pools, spas and similar recreational water environments.* Guidelines for safe recreational-water-environment. Volume 2. Genova.



## ANEXOS



## ANEXO 01 CERTIFICADOS DE ANALISIS



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 02523

#### DATOS DEL SERVICIO

**SOLICITANTE** : Fidelia Paiva Tapia  
**MOTIVO** : DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE PISCINA DE LOS CENTROS RECREACIONALES DE LA CIUDAD DE PUNO

#### DATOS DEL ENSAYO

**Producto** : Agua Natural - Piscina  
**Numero de muestras** : 03  
**Muestreado por** : El cliente  
**Periodo de ensayo** : 01-05/02/2023

#### Ubicación, fecha y hora de muestreo:

Código	Lugar/Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
M - 1	Piscina Municipal /Puno /Puno/Puno	E: 389246 N: 8248175	01/02/2023	12:00
M - 2	Piscina UNA-Puno /Puno /Puno/Puno	E: 391372 N: 8250137	01/02/2023	12:30
M - 3	Piscina Huajsapata /Puno /Puno/Puno	E: 391346 N: 8250127	01/02/2023	13:00

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO Y EQUIPOS  
Ing. Karín Kelly Quispe Quispe  
CIP. 194084  
GERENTE



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

**DATOS DEL RESULTADO**

N°	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	M - 1	M - 2	M - 3
1	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	7.01	6.11	6.91
2	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio	1432	1385	1399
3	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico	3.9	1.27	0.95
4	Color	Un Pt/Cu	Método Fotómetro	5	5	5
5	Solidos totales	mg/l	SM 2540 B Solidos Totales secados a 103 - 105°C	1239	1465	1407
6	Alcalinidad	mg/l	SM 2320 método de titulación	23.0	57.05	62.03
7	Dureza total	mg/l	SM 2340C método titulometrico de EDTA	931	850	826
8	Cloro residual	mg/l	SM 4500 Cl G Colorimetro	0.06	0.91	1.0
9	Coliformes totales	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	<3	<3	<3
10	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	<3	<3	<3

**OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Fecha de emisión  
2023-05-04

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO Y EQUIPOS  
*Ing. Karín Kelly Quispe Quispe*  
CIP. 194084  
GERENTE

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio, Puno – San Román – Juliaca  
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

**INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 02623**

**DATOS DEL SERVICIO**

**SOLICITANTE** : Fidelia Paiva Tapia

**MOTIVO** : DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE PISCINA DE LOS CENTROS RECREACIONALES DE LA CIUDAD DE PUNO

**DATOS DEL ENSAYO**

**Producto** : Agua Natural - Piscina

**Numero de muestras** : 03

**Muestreado por** : El cliente

**Periodo de ensayo** : 06-10/03/2023

**Ubicación, fecha y hora de muestreo:**

Código	Lugar/Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
M - 1	Piscina Municipal /Puno /Puno/Puno	E: 389246 N: 8248175	06/03/2023	12:15
M - 2	Piscina UNA-Puno /Puno /Puno/Puno	E: 391372 N: 8250137	06/03/2023	12:45
M - 3	Piscina Huajsapata /Puno /Puno/Puno	E: 391346 N: 8250127	06/03/2023	13:35

  
**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO Y EQUIPOS  
Ing. Karín Kelly Quispe Quispe  
CIP. 194084  
GERENTE



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

**DATOS DEL RESULTADO**

N°	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	M - 1	M - 2	M - 3
1	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	6.95	6.15	6.98
2	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio	1439	1387	1390
3	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico	3.40	1.67	0.91
4	Color	Un Pt/Cu	Método Fotómetro	4.5	5.6	5.2
5	Solidos totales	mg/l	SM 2540 B Solidos Totales secados a 103 - 105°C	1210	1428	1420
6	Alcalinidad	mg/l	SM 2320 método de titulación	23.05	61.00	58.05
7	Dureza total	mg/l	SM 2340C método titulométrico de EDTA	940	815	803
8	Cloro residual	mg/l	SM 4500 Cl G Colorímetro	0.07	0.82	1.10
9	Coliformes totales	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	<3	<3	<3
10	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	<3	<3	<3

**OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Fecha de emisión  
2023-05-04

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO Y EQUIPOS  
Ing. Karín Kelly Quispe Quispe  
CIP. 194084  
GERENTE

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca  
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

**INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 02723**

**DATOS DEL SERVICIO**

**SOLICITANTE** : Fidelia Paiva Tapia  
**MOTIVO** : DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE PISCINA DE LOS CENTROS RECREACIONALES DE LA CIUDAD DE PUNO

**DATOS DEL ENSAYO**

**Producto** : Agua Natural - Piscina  
**Numero de muestras** : 03  
**Muestreado por** : El cliente  
**Periodo de ensayo** : 03 - 07/04/2023

**Ubicación, fecha y hora de muestreo:**

Código	Lugar/Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
M - 1	Piscina Municipal /Puno /Puno/Puno	E: 389246 N: 8248175	03/04/2023	12:15
M - 2	Piscina UNA-Puno /Puno /Puno/Puno	E: 391372 N: 8250137	03/04/2023	12:45
M - 3	Piscina Huajsapata /Puno /Puno/Puno	E: 391346 N: 8250127	03/04/2023	13:35

  
**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO Y EQUIPOS  
Ing. Karín Kelly Quispe Quispe  
CIP. 194084  
GERENTE



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

**DATOS DEL RESULTADO**

N°	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	M - 1	M - 2	M - 3
1	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	6.99	6.06	6.83
2	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio	1467	1377	1386
3	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico	3.12	1.54	0.82
4	Color	Un Pt/Cu	Método Fotómetro	5	5	5
5	Solidos totales	mg/l	SM 2540 B Solidos Totales secados a 103 - 105°C	1248	1432	1432
6	Alcalinidad	mg/l	SM 2320 método de titulación	20.02	60.05	56.04
7	Dureza total	mg/l	SM 2340C método titulométrico de EDTA	952	800	844
8	Cloro residual	mg/l	SM 4500 Cl G Colorímetro	0.05	0.99	1.03
9	Coliformes totales	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	<3	<3	<3
10	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	<3	<3	<3

**OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Fecha de emisión  
2023-05-04

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO Y EQUIPOS  
Ing. Karah Kelly Quispe Quispe  
CIP. 194084  
GERENTE

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca  
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



FIQ Nro LQ - 2023

Nº 002045

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: PISCINA UNA-PUNO

PROCEDENCIA : DISTRITO DE PUNO  
INTERESADO : FIDELIA PAIVA TAPIA  
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA DE PISCINA  
MUESTREO : 01/06/2023, por el interesado  
FECHA DE RECEPCION : 01/06/2023  
ANÁLISIS : 01/06/2023  
COD. MUESTRA : B0009-000427

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
COLOR : Incolora  
OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH	:	6.67	
Temperatura	:	13.70 °C	
Conductividad Eléctrica	:	947.00	µS/cm
<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>			
Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>	:	908.40	mg/L
Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>	:	50.34	mg/L
Cloruros como Cl <sup>-</sup>	:	259.92	mg/L
Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	:	145.64	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	:	474.00	mg/L
Calcio como Ca <sup>++</sup>	:	117.84	mg/L
Magnesio como Mg <sup>++</sup>	:	149.18	mg/L
Porcentaje de salinidad	:	0.50	%
Turbidez	:	0.51	NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

Coliformes totales	:	0	UFC/100ml
Coliformes fecales	:	0	UFC/100ml

Puno, C.U. 06 de junio del 2023.

VºBº

  
ING. LUZ MARINA YEBES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
PUNO - 0104 - 00P - 002384

  
  
Walter B. Arce  
DECANO - FQ - UNA



FIQ Nro  
LQ - 2023

Nº 002046

## Certificado de Análisis

**ASUNTO : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: PISCINA HUAJSAPATA**

PROCEDENCIA : DISTRITO DE PUNO  
INTERESADO : FIDELIA PAIVA TAPIA  
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA DE PISCINA  
MUESTREO : 01/06/2023, por el interesado  
FECHA DE RECEPCION : 01/06/2023  
ANÁLISIS : 01/06/2023  
COD. MUESTRA : B0009-000427

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
COLOR : Incoloro  
OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH : 6.97  
Temperatura : 13.70 °C  
Conductividad Eléctrica : 936  $\mu\text{S}/\text{cm}$

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como  $\text{CaCO}_3$  : 447.04 mg/L  
Alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  : 54.40 mg/L  
Cloruros como  $\text{Cl}^-$  : 237.93 mg/L  
Sulfatos como  $\text{SO}_4^{2-}$  : 121.20 mg/L  
Sólidos Totales Disueltos : 468.00 mg/L  
Calcio como  $\text{Ca}^{++}$  : 141.42 mg/L  
Magnesio como  $\text{Mg}^{++}$  : 22.72 mg/L  
Porcentaje de salinidad : 0.50 %  
Turbidez : 0.50 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

Coliformes totales : 0 UFC/100ml  
Coliformes fecales : 0 UFC/100ml

Puno, C.U. 06 de junio del 2023.

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNAP-CIP-162333



DECANO - FIDELIA PAIVA TAPIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro **LQ - 2023**

Nº **002047**

## Certificado de Análisis

**ASUNTO:** Análisis Físico Químico y Microbiológico de AGUAS: PISCINA MUNICIPAL

PROCEDENCIA : DISTRITO DE PUNO  
INTERESADO : FIDELIA PAIVA TAPIA  
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA DE PISCINA  
MUESTREO : 01/06/2023, por el interesado  
FECHA DE RECEPCION : 01/06/2023  
ANÁLISIS : 01/06/2023  
COD. MUESTRA : B0009-000427

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
COLOR : Incoloro  
OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH : 6.23  
Temperatura : 13.70 °C  
Conductividad Eléctrica : 1,083.00  $\mu$ S/cm

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como  $\text{CaCO}_3$  : 512.16 mg/L  
Alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  : 21.97 mg/L  
Cloruros como  $\text{Cl}^-$  : 367.89 mg/L  
Sulfatos como  $\text{SO}_4^{2-}$  : 176.44 mg/L  
Sólidos Totales Disueltos : 542.00 mg/L  
Calcio como  $\text{Ca}^{++}$  : 97.20 mg/L  
Magnesio como  $\text{Mg}^{++}$  : 65.42 mg/L  
Porcentaje de salinidad : 0.60 %  
Turbidez : 0.52 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

Coliformes totales : 0 UFC/100ml  
Coliformes fecales : 0 UFC/100ml

Puno, C.U. 06 de junio del 2023.

VºBº

*L.M.P.*

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182293



Walter B. Aparicio Aragón, Ph.D.  
DECANO - FIQ - UNA

## ANEXO 02

### Estándares nacionales de calidad ambiental para agua

#### Decreto Supremo No 002-2008 MINAM

#### CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	B1 Contacto Primario	B2 Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
<b>FÍSICOS V QUÍMICOS</b>						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	uS/cm <sup>m</sup>	1500	1600	**	**	**
D.B.O...	mg/L	3	5	10	5	10
DQO	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fosforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material	Ausencia de material
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/LN	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Acceptable	**	**	Acceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 6	>=5	>=4	>=5	=4
pH	Unidad de	6,5-8,5	5,5-9,0	5,5-9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNTw	5	100	**	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	**	**
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>1 COMPUESTOS ORGANICOS VOLÁTILES</b>						
Hidrocarburos totales de Trihalometanos	mg/L	0,05	0,2	0,2	**	**
Compuestos Orgánicos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**



COVs						
1,1,1-Tricloroetano —71-55-	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -75-354	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2 Dicloroetano -107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
2-D clorobenceno - 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno -87-67-	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano —127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono -	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano --79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
BETX						
Benceno - 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno-10041-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -108-38-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos - 133C-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromaticos						
Benzo(a)pireno ~ 50-32-S	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofos (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*						
Aldrin - 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin - 6J-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin --72-20-S	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro - 7644-3	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloroepóxido 1024-	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Poli cloruros Bifenilos (PCBs)						
Otros	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLOGICO						
Coliformes Tolerantes	NMP/1000mL	0	2 000	20 000	200	1000
Coliformes Totales (35- 37)	NMP/1000mL	50	3 000	50 000	1000	4 000
Enterococos fecales	NMP/1000mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/1000mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/L	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

3. UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

4. NMP/100 mL Número más probable en 100 mL

5. \* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

6. \*\* Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.



## DECRETO SUPREMO N° 007-2003-SA

### TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

#### Artículo 1°.- Objetivo

La presente norma regula los aspectos técnicos y administrativos para el diseño, operación, control y vigilancia sanitaria de las piscinas, a fin de proteger la salud de los usuarios y de la comunidad en general.

#### Artículo 2°.- Ámbito de Aplicación

El presente Reglamento es de aplicación para piscinas públicas y privadas de uso colectivo, quedando excluidas las piscinas privadas de uso particular, piscinas de aguas naturales termales, las utilizadas en centros de tratamiento de hidroterapia y otras destinadas exclusivamente para el uso medicinal.

#### Artículo 3°.- Definiciones

Para efecto del presente Reglamento se considera las siguientes definiciones:

1. Piscina.- Es el conjunto de uno o más estanques artificiales o parcialmente artificiales destinados al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se haga del agua supone un contacto primario y colectivo con ésta, así como con los equipamientos e instalaciones necesarios que garantizan su funcionamiento adecuado.
2. Estanque.- Infraestructura principal de la piscina que contiene el volumen de agua necesario para el baño.
3. Piscina de uso público.- Piscina que es administrada por toda persona natural o jurídica, privada, gubernamental, municipal o de beneficencia, en la cual hay acceso irrestricto de usuarios.
4. Piscina privada de uso colectivo.- Piscina cuya administración es realizada por clubes, asociaciones, colegios u otras instituciones similares, en la cual se restringe el acceso de los usuarios.
5. Piscina privada de uso particular.- Piscina de uso exclusivo en viviendas unifamiliares y de responsabilidad del propietario; no están incluidas aquellas piscinas usadas en condominio.
6. Piscina parcialmente artificial.- Piscina construida aprovechándose un cuerpo natural de agua destinado al baño.
7. Pateras.- Piscina destinada al baño recreativo para usuarios menores de cinco años, debiendo presentar condiciones sanitarias y de seguridad especialmente adecuadas para el uso infantil.

#### Artículo 4°.- Entidad Administradora

Es toda persona natural o jurídica, privada, gubernamental, municipal o de beneficencia, que es propietaria o administradora del uso, operación, mantenimiento y control sanitario de la infraestructura de piscinas y, además, es responsable del correcto funcionamiento de las instalaciones y servicios y del cumplimiento de las disposiciones legales correspondientes, así como de atender las quejas y demandas de los usuarios.

### TÍTULO II AUTORIDADES COMPETENTES

#### Artículo 5°.- Entidades Competentes

El proyecto, operatividad y mantenimiento de las piscinas es regulado, autorizado, vigilado, fiscalizado y sancionado por las siguientes entidades, en concordancia con sus competencias establecidas por ley:

1. Ministerio de Salud.
2. Municipalidades.

#### Artículo 7°.- Municipalidades

Las Municipalidades Provinciales y Distritales tienen las siguientes competencias:

1. Provinciales
  - a. Reglamentar los aspectos para la construcción y el funcionamiento de las piscinas, teniendo como sustento técnico sanitario los alcances del presente Reglamento, a efecto de ser aplicados en los Municipios Distritales de su jurisdicción;
  - b. Supervisar el cumplimiento de las normas para la construcción y funcionamiento de las piscinas; y,
  - c. Promover campañas de educación sanitaria dirigidas a los usuarios, administradores y operadores de piscinas.
2. Distritales
  - a. Otorgar las licencias de construcción y funcionamiento de las piscinas mediante la resolución que corresponda;
  - b. Supervisar y verificar el cumplimiento de las normas de construcción establecidas en el presente Reglamento y sancionar su incumplimiento;
  - c. Retirar las licencias de funcionamiento en mérito al informe técnico de la autoridad de salud de la jurisdicción; y,
  - d. Formalizar las sanciones o retiro de las licencias de funcionamiento de las piscinas a través de la resolución que corresponda.

### TÍTULO III PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

#### **Artículo 8°.- Formalidades para la Construcción y Funcionamiento de Piscinas**

Para la construcción y funcionamiento de las piscinas, se requerirá previamente la aprobación sanitaria del proyecto por la autoridad de salud de la jurisdicción y la respectiva licencia de construcción y funcionamiento otorgada por la Municipalidad Distrital donde se ubicará la piscina.

#### **Artículo 6°.- Ministerio de Salud**

La autoridad de salud de nivel nacional para regular los aspectos técnico sanitarios de las piscinas es la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud; y, a nivel regional, es la Dirección de Salud en su respectiva jurisdicción. Correspondiéndole a cada una de ellas lo siguiente:

1. Dirección General de Salud Ambiental
  - i. Regular los criterios y las guías técnicas de evaluación de los proyectos de piscinas para su aprobación;
  - ii. Regular los aspectos de vigilancia sanitaria;
  - iii. Fiscalizar el cumplimiento de la normatividad sanitaria; y,
  - iv. Resolver en última instancia administrativa, a pedido de parte, sobre la inaplicación de resoluciones o actos administrativos que contravengan las disposiciones y normas contenidas en el presente Reglamento.
  
2. Dirección de Salud
  - i. Aprobar los proyectos de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo, que se formalizan mediante Resolución Directoral, cuya copia fedateada se remitirá a la Dirección General de Salud Ambiental;
  - ii. Toda Resolución Directoral de aprobación del proyecto de las piscinas, automáticamente generará un registro que se mantendrá actualizado con los reportes de las evaluaciones;
  - iii. La revisión de los proyectos de las piscinas y la emisión del informe técnico que sustente la aprobación del mismo, se ceñirá a las normas técnicas vigentes, siendo responsable de dicho proyecto el ingeniero sanitario colegiado suscrito;
  - iv. Vigilar las condiciones sanitarias de las instalaciones y servicios de las piscinas;
  - v. Formular informes sobre las inspecciones sanitarias realizadas durante el período que haya afluencia continua de usuarios, elevando un informe consolidado a la Dirección General de Salud Ambiental;
  - vi. Sancionar las infracciones sanitarias cometidas al presente Reglamento, en concordancia con lo establecido en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud;
  - vii. Resolver en primera instancia administrativa, a pedido de parte, sobre la inaplicación de resoluciones o actos administrativos que contravengan las disposiciones y normas contenidas en el presente Reglamento;
  - viii. Implementar medidas de seguridad a fin de prevenir o evitar todo riesgo sanitario a la población usuaria y la comunidad en general;
  - ix. Comunicar a la Municipalidad respectiva las sanciones impuestas o medidas de seguridad que los administradores de las piscinas deben implementar; y,
  - x. Administrar y difundir la información del estado sanitario de las piscinas objeto del presente Reglamento.

#### **Artículo 9°.- Del Proyecto**

Todo proyecto de piscinas deberá ser formulado y firmado por un ingeniero sanitario colegiado, cuyo expediente técnico estará conformado por los siguientes documentos:

1. Memoria Descriptiva;
2. Planos de Ubicación y Arquitectura, incluyendo cortes y detalles de las instalaciones de la piscina;
3. Planos de Instalaciones Sanitarias, vista en planta, secciones y detalles de la piscina y accesorios, así mismo el isométrico del equipo de recirculación;
4. Manual de Operación y Mantenimiento de la piscina; y,
5. Especificaciones Técnicas del sistema de recirculación a utilizar.

#### **Artículo 10°.- Requisitos**

Los requisitos para la aprobación por la autoridad de salud y las licencias por la autoridad municipal, serán establecidos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos de las entidades correspondientes.

**Artículo 11°.- Supervisión** Las piscinas durante su construcción serán objeto de supervisión por la Municipalidad Distrital de la jurisdicción, estando obligado el constructor a conservar en la obra copia de los planos aprobados para su verificación por el ingeniero supervisor, así mismo, durante su funcionamiento el administrador está obligado a realizar el control de las condiciones sanitarias de la piscina.

#### **Artículo 12°.- Modificaciones en Obra**

Cualquier cambio que el constructor desee efectuar en la obra, deberá ser oportunamente comunicado a la



autoridad de salud de la jurisdicción para obtener la correspondiente aprobación y, asimismo, la citada autoridad comunicará a la Municipalidad Distrital correspondiente para los fines establecidos por Ley.

## **TÍTULO IV**

### **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, INSTALACIONES SANITARIAS Y OTROS SERVICIOS**

#### **Capítulo I UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN**

##### **Artículo 13°.- Trazado y Disposición**

El trazado de una piscina de natación está supeditado principalmente a las condiciones y zonificación establecida por la Municipalidad, concordante con la seguridad y tranquilidad de la comunidad y del área disponible donde se construirá, así como con la disposición del estanque y de las instalaciones para los vestuarios, que se hará conforme a los requerimientos sanitarios y a las normas técnicas específicas.

##### **Artículo 14°.- Previsión de Espacio para Sistemas Mecánicos o Servicios**

Las instalaciones donde funciona toda piscina deben contar con espacio suficiente y especialmente acondicionados en el subsuelo u en otra área del local para albergar los equipos de bombeo, filtros, sistemas de calentamiento, generadores de energía para emergencia, entre otros previstos en el proyecto aprobado.

**Artículo 15°.- Zona de Descanso** Las piscinas comprendidas en el ámbito de aplicación de este Reglamento tendrán una superficie de descanso cuyas dimensiones serán, como mínimo, igual a la superficie total de la lámina de agua del estanque y, al menos una cuarta parte de dicha superficie estará sombreada.

##### **Artículo 16°.- Paseo Perimetral**

El área que rodea el estanque de la piscina es de uso exclusivo para la circulación de usuarios, denominada zona de pies descalzos, que debe estar libre de impedimentos y en su construcción se utilizará pavimentos higiénicos, antideslizantes, con sistemas de drenaje hacia el desagüe y cuyo ancho será no menor de 1,50 metros y la desinfección se realizará periódicamente.

##### **Artículo 17°.- Clasificación de Piscinas**

1. Pateras.- Destinadas a usuarios menores de cinco años, cuyo emplazamiento está dispuesto de forma que los niños no puedan acceder involuntariamente a otros estanques. El estanque tendrá una profundidad comprendida entre 0,20 y 0,40 metros como máximo, cuyo fondo no ofrecerá pendiente superior al 2 por ciento y estará dotada de suelo antideslizante.
2. Recreativas.- Destinadas exclusivamente para recreación, cuyo estanque tiene una profundidad mínima de 1.20 metros que puede aumentar progresivamente hasta 2.0 metros y el fondo no ofrecerá pendiente superior al 10 por ciento.
3. Deportivas.- Destinadas a la práctica deportiva incluyendo la de saltos, cuya profundidad estará relacionada con la altura de las plataformas y trampolines y requerirá compatibilizarse con los estándares internacionales que la Federación Peruana de Natación establezca.

#### **Capítulo II CRITERIOS DE DISEÑO**

##### **Artículo 18°.- Criterio de Dimensionamiento**

Para el dimensionamiento de toda piscina se considerará, según el número máximo de usuarios, los siguientes criterios:

1. Tres personas por cada dos metros cuadrados de lámina de agua del estanque de las piscinas al aire libre y,
2. Una persona por metro cuadrado de lámina de agua del estanque de las piscinas cubiertas.

##### **Artículo 19°.- Drenaje de Fondo**

Los drenes deben estar cubiertos por rejillas de espesor y tamaño apropiados, instalados en la parte más profunda del estanque y su diámetro será calculado considerando el volumen y el tiempo de vaciado del agua.

##### **Artículo 20°.- Capacidad de los Drenes**

El área de la boca de los drenes será cuatro veces mayor que el área de la tubería a la que está conectada, para reducir las corrientes de succión.

##### **Artículo 21°.- Conexión de Desagüe**

Está prohibido que el desagüe del estanque de la piscina sea conectado directamente al sistema de desagüe del local donde funciona o en el colector público, a fin de preveer que las aguas residuales contaminen el sistema hidráulico de la piscina.

##### **Artículo 22°.- Criterio para ubicar los Drenes**

En las piscinas que tengan un ancho mayor de 5 metros, los drenes serán instalados de modo que la distancia del centro de éstos no sea mayor de cinco metros, ni menor de dos y medio metros desde el centro de éstos hasta las paredes más cercanas del estanque.



#### **Artículo 23°.- Sistema de Limpieza**

Las piscinas cuya lámina de agua del estanque sea superior a los 200 metros cuadrados deben proveer sistemas de limpieza del agua superficial del estanque. En caso de utilizar canaletas de limpieza, éstas se instalarán en el perímetro del estanque con las siguientes características:

1. Pendiente hacia los sumideros, de tal forma que permita evacuar las aguas hacia los drenes y,
2. Para superficies menores o iguales a 200 metros cuadrados de lámina de agua del estanque, se podrán utilizar desnatadores en un número no inferior a 1 por cada 25 metros cuadrados, distribuidos adecuadamente en función al diseño del estanque y ubicados en sentido de la orientación de las corrientes del viento.

#### **Artículo 24° Sistema de Drenaje Exterior**

Toda piscina debe contar con una canaleta exterior en todo su perímetro, que permita la evacuación de las aguas superficiales producto de la salida de los usuarios del estanque. Para su instalación se seguirán los siguientes criterios:

1. Cada cuatro metros se colocarán sumideros de drenaje de dos pulgadas, para el desagüe de las canaletas;
2. Las canaletas estarán cubiertas con rejillas construidas de material anticorrosivo y antideslizante; y,
3. Estas aguas pueden ser conducidas directamente al dren que va al desagüe o a la succión de la bomba del sistema de recirculación.

#### **Artículo 25° Abastecimiento de Agua**

Toda piscina debe estar provista de un sistema de abastecimiento de agua limpia que provenga de la red de agua potable u otra fuente de calidad comprobada.

#### **Artículo 26° Tanque de Compensación**

El abastecimiento de agua limpia a la piscina se hará a través de un tanque de compensación, con la finalidad de evitar el retorno de ésta al sistema de abastecimiento y, para regular el nivel necesario para el adecuado funcionamiento de la piscina.

#### **Artículo 27°.- Línea de Retorno**

Las boquillas por donde retorna el agua tratada a la piscina estarán instaladas de manera que asegure su mezcla con el agua de la piscina y, tengan una separación no mayor de cinco metros para evitar la formación de zonas de agua estancada. Las boquillas se colocarán a treinta centímetros por debajo del nivel normal del agua en el estanque de agua fría y en el fondo cuando el estanque funcione con agua temperada.

#### **Artículo 28°.- Boquillas de Aspiración**

En los estanques donde se disponga de una lámina de agua superior a los 200 metros cuadrados, se deberán instalar boquillas de aspiración con la finalidad de facilitar la evacuación del agua al sistema de recirculación.

#### **Artículo 29°.- Escaleras y Barandales**

1. Se instalarán obligatoriamente escaleras en todo el perímetro del estanque a una distancia no mayor de 37,50 metros entre una y otra.
2. Las escaleras serán de material antideslizante, anticorrosivo y provistas de barandales.
3. Los pasos tendrán suficiente área para permitir amplio apoyo de los pies y su ancho será no menor de 60 centímetros.

### **Capítulo III ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

#### **Artículo 30°.- Seguridad Sanitaria**

Deberán cumplirse con todos los requisitos de disposición de los elementos sanitarios previstos en el presente Reglamento para la instalación de las piscinas. No se utilizarán materiales ni recubrimientos que son susceptibles de constituirse en sustrato para el crecimiento microbiano.

#### **Artículo 31°.- Prevención de Riesgo de Accidentes**

En el proyecto de las piscinas no se contemplará elementos estructurales y arquitectónicos que establezcan condiciones inseguras en el uso de las instalaciones, a fin de minimizar todo riesgo de accidentes.

### **Capítulo IV INSTALACIONES Y OTROS SERVICIOS**

#### **Artículo 32°.- Duchas, Inodoros y Lavatorios**

1. Toda piscina debe estar provista de suficiente número de duchas para uso de uno y otro sexo; en el caso de piscinas públicas y piscinas privadas de uso colectivo, se considerará como mínimo una ducha por cada 60 y 70 metros cuadrados de lámina de agua del estanque respectivamente y distribuyéndose en igual número para el uso de ambos sexos.
2. En piscinas de uso público se instalará obligatoriamente a la entrada del estanque y en sitio adecuado un lava pies con solución desinfectante para ser utilizado por los bañistas antes y después de ingresar al estanque, previéndose el suministro de agua y punto para desagüe, siendo opcional su instalación para las piscinas privadas de uso colectivo. La longitud mínima del lava pies



será de 3 metros a fin de asegurar el contacto de los pies del usuario con la solución desinfectante, el cual deberá contener una concentración de 0,01 por ciento de cloro libre.

3. Toda piscina debe contar con servicios higiénicos para uso de uno y otro sexo con acceso independiente. El número mínimo de sanitarios será:
  - a. Un inodoro por cada 150 y 200 m<sup>2</sup> de lámina de agua del estanque tanto para mujeres y varones respectivamente.
  - b. Para el caso de varones se agregará un urinario por cada inodoro.
  - c. Se colocarán lavatorios en la proporción de uno por cada inodoro, en los servicios higiénicos para uso de uno y otro sexo.
  - d. Se dispondrá de papel higiénico, toallas monouso o secador de manos y dosificador de jabón líquido.
4. Se dispondrá de sistemas adecuados de abastecimiento de agua y de sistemas de evacuación de aguas residuales en los vestuarios y servicios higiénicos, debiendo presentar las especificaciones técnicas exigidas en el Reglamento Nacional de Construcciones en su Capítulo de Instalaciones Sanitarias.

#### **Artículo 33°.- Vestuarios**

1. Las piscinas deben contar con vestuarios para uso de uno y otro sexo. Para el caso de sexo femenino, se utilizarán en los vestuarios cabinas individuales, cuya capacidad será la adecuada y como mínimo se instalarán un número igual al de las duchas señaladas en el Artículo 32°, más el treinta por ciento en piscinas cubiertas y, cincuenta por ciento en el caso de piscinas descubiertas.
2. Los vestuarios deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - a. Su superficie responderá a la proporción de un metro cuadrado por cada dieciséis usuarios, con un mínimo de 12 m<sup>2</sup>.
  - b. Serán anexos a los servicios sanitarios.
  - c. Las cabinas individuales señaladas en el numeral precedente tendrán una superficie como mínimo de un metro cuadrado, el piso liso no resbaladizo y ventiladas.
  - d. Ventilación adecuada.
  - e. Cada vestuario dispondrá de una fuente de agua para beber del tipo bebedero sanitario individual, siendo opcional el uso de limitadores de flujo en estos bebederos.
  - f. Diseño y utilización de materiales que aseguren una correcta limpieza y desinfección periódica.
  - g. El piso antideslizante dispondrá de sistemas adecuados y eficaces para el drenaje del agua.
  - h. Contarán con armarios de material inoxidable y de fácil limpieza, o en su defecto, guardarropa común.
  - i. En hoteles o complejos turísticos, donde se cuenta con servicio de toallas o accesorios de baño, se utilizarán bolsas para su recojo de un solo uso, al menos que éstas sean fácilmente lavables después de cada uso.
  - j. Para el caso de piscinas instaladas en condominios y hoteles, se exige la obligatoriedad de duchas y vestuarios.

Sin embargo, en aquellos hoteles donde se permita el acceso a usuarios ajenos al mismo, será obligatoria la existencia de aquellos.

#### **Artículo 34°.- Iluminación y Ventilación**

1. Toda piscina que se use durante la noche estará provista de luz artificial distribuida de manera que asegure la iluminación en toda su instalación y sobre todo del espejo de agua del estanque en toda su extensión.
2. Las piscinas cubiertas serán diseñadas de tal modo que puedan ser iluminadas preferentemente durante el día por la luz natural. En caso de utilización de aberturas para el ingreso de la luz natural, éstas no tendrán menos de un tercio del área de la lámina de agua de la piscina.
3. La ventilación natural de las piscinas cerradas será permanente y el área de ésta será equivalente al tercio de la superficie de iluminación.
4. Las aberturas permanentes estarán a no menos de tres metros de altura sobre el nivel de la vereda.

#### **Artículo 35°.- Piscinas Climatizadas**

1. En las piscinas climatizadas, serán de aplicación las normas específicas establecidas en la reglamentación para instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria y las correspondientes instrucciones técnicas complementarias.
2. La temperatura del agua del estanque oscilará entre los 24 y 28 grados centígrados según su uso y, la temperatura ambiente será superior a la del agua en 2 o 4 grados centígrados, como máximo.
3. La renovación del aire del recinto será como mínimo de 9 metros cúbicos por hora y por metro cuadrado.
4. La humedad relativa del aire no excederá del 70 por ciento.
5. Se colocará termómetro y un hidrómetro a la vista de los usuarios.



#### **Artículo 36°.- Zonas Deportivas, de Comidas y Bebidas**

Para las zonas deportivas, así como las áreas de comidas y bebidas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Estar ubicadas dentro de las áreas de estancia en lugares totalmente independientes de la zona de las piscinas, con suficiente delimitación y separación de las mismas, a fin de garantizar las condiciones higiénicas sanitarias.
2. En la zona de la piscina, para uso exclusivo de los bañistas, podrá existir un bar o un dispensador de bebidas a más de cinco metros del borde de éste, con prohibición expresa de utilización de latas y recipientes de cristal.
3. Sólo para el caso de piscinas de hoteles y complejos turísticos se permitirá la instalación de bares dentro de la lámina de agua, con las condiciones descritas en el numeral anterior.

#### **Artículo 37°.- Desinsectación y Desratización**

La desinsectación de las instalaciones de la piscina deberá realizarse al menos una vez cada seis meses en las piscinas de apertura permanente y como mínimo una vez antes de su apertura, en el caso de las piscinas de uso temporal y siempre que la entidad administradora o autoridad lo estime conveniente. Los tratamientos de desratización se supeditarán a la detección de indicios sobre la presencia de roedores en las instalaciones. Ambos tratamientos se realizarán en las condiciones sanitarias y ambientales más adecuadas y con los productos que se ajusten a las disposiciones vigentes.

#### **Artículo 38°.- Residuos Sólidos**

1. Para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos generados por los usuarios, se utilizará papeleras con sus respectivas bolsas de plástico, que estarán distribuidas en todo el recinto.
2. El número de papeleras será como mínimo de cuatro, en caso de superar 200 bañistas, se colocará una papelera por cada 50 usuarios adicionales.
3. Los residuos sólidos acumulados diariamente en todo el recinto, se depositarán en contenedores de material adecuado para su limpieza y manejo, permaneciendo adecuadamente cerrados.
4. La ubicación del contenedor indicado en el numeral anterior será en un lugar apartado del área de circulación de los usuarios, a una distancia no menor de quince metros de la zona de descanso definida en el art. 15°.
5. Los residuos sólidos serán retirados del local donde funcionan las instalaciones de la piscina, por la entidad que presta servicios de residuos sólidos con una frecuencia no menor de tres veces a la semana.

#### **Artículo 39°.- Condiciones de Higiene y Seguridad**

Cualquiera que sea la forma de la piscina, ésta deberá garantizar plenamente óptimas condiciones higiénico-sanitarias y de seguridad, evitando la existencia de ángulos, recodos y obstáculos que dificulten la circulación del agua o representen peligro para los usuarios.

Asimismo, deberán evitarse las obstrucciones subacuáticas de cualquier naturaleza que pueden retener al usuario bajo el agua.

### **Capítulo V**

#### **SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DEL AGUA**

#### **Artículo 40°.- Clasificación del Sistema de Recirculación**

Para los efectos del diseño del sistema de recirculación, las piscinas se clasifican en:

1. Piscinas públicas.- estatales o municipales, con sistemas que permitan como mínimo cuatro recirculaciones por día.
2. Piscinas privadas de uso colectivo.- clubes, colegios, hoteles, universidades, condominios, entre otras instituciones, con sistemas que permitan como mínimo tres recirculaciones por día.
3. Pateras.- con sistemas que permitan como mínimo cuatro recirculaciones por día.

#### **Artículo 41°.- Recirculación de Agua**

Todo proyecto de piscina es diseñado para que su abastecimiento de agua sea por el método de recirculación para garantizar su calidad y el uso racional. El sistema de recirculación debe permitir recircular el agua de la piscina las veces que se han previsto en el proyecto.

Dicho sistema consta de:

1. Bombas de agua,
2. Trampas de pelo,
3. Sistema de tuberías, válvulas y manómetro,
4. Filtros,
5. Equipo de desinfección,
6. Desnatadores,
7. Boquillas de retorno,
8. Succión de fondo y
9. Boquillas de aspiración y calentador, serán opcionales.



#### **Artículo 42°.- Piscina con Uso de Agua Salobre**

En aquellas piscinas ubicadas en lugares donde la única fuente de abastecimiento de agua tiene contenidos de cloruro que exceden a 300 miligramos por litro que le da características salobres, su tratamiento para la desalinización es opcional.

#### **Artículo 43°.- Bombas**

1. De preferencia, las bombas a utilizar deben ser del tipo centrífuga, accionadas por motor eléctrico.
2. La potencia del sistema de bombeo debe permitir recircular el agua del estanque el número de veces que hasido considerado en el proyecto a través de los filtros a presión.
3. Deberá colocarse una "válvula check" en la succión de la bomba del sistema de recirculación.

#### **Artículo 44°.- Trampa de Pelos**

El sistema de recirculación debe prever la retención de pelos, hilos u otros elementos que puedan obturar los filtros. Los sistemas de retención deben estar construidos y colocados en forma que sea posible removerlos fácilmente, para su limpieza y revisión.

#### **Artículo 45°.- Sistema de Tuberías y Válvulas**

1. El sistema de tuberías se diseñará de forma que las pérdidas de energía por accesorios hidráulicos queden reducidas a un mínimo.
2. Habrá uniones de brida u otros tipos adecuados a intervalos suficientes que permitan el desmontaje rápido de tramos de tuberías para su limpieza y reparación.
3. En la parte más baja del sistema se colocará un pozo de drenaje y una válvula de purga, para permitir la eliminación de las acumulaciones de material sedimentable y para limpieza.
4. Deberá colocarse un vacuómetro o manómetro a lo largo del sistema de tuberías que permita apreciar la succión de la bomba o la presión de descarga respectivamente.
5. Deberá colocarse un medidor de caudal que registre el volumen de agua que ingresa al local de la piscina y, otro a la salida del sistema de filtros.
6. Se colocarán grifos para la toma de muestras de agua tanto a la entrada como en la salida del estanque y, otro que permita el muestreo del agua después de ser tratada antes del ingreso al estanque.

#### **Artículo 46°.- Filtración**

1. La profundidad de la capa filtrante será por lo menos de noventa centímetros y comprende capas de arena silicosa de diferentes graduaciones, grava u otro elemento filtrante; si la capa filtrante es arena, el diámetro efectivo deberá ser por los menos entre 0,4 a 0,5 milímetros con un coeficiente de uniformidad que no exceda de 1,75.
2. La arena debe ser lavada y estar libre de arcilla, materia orgánica y todo material soluble. Sobre la superficie del material filtrante habrá una pared libre de por lo menos cuarenta y cinco centímetros hasta la tubería de rebose o tubería de limpieza, para permitir el lavado del filtro sin pérdidas de la arena.
3. La velocidad de filtración no debe superar los siguientes valores:
  - a. Arena de Alto rendimiento: 37,8 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - b. Cuarzo Chancado: 25,2 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - c. Tierra de Diatomeas: 5,04 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - d. Cartuchos: 0,945 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - e. Otros materiales filtrantes: cuya máxima velocidad de filtración no debe generar arrastre o rotura del medio filtrante, o para el caso de la mínima velocidad de filtración, evitar que el tiempo de filtración se prolongue y se utilice todo el material filtrante.
4. Estarán equipados con manómetros para controlar las pérdidas de carga, éstos se ubicarán tanto en la entrada como en la salida de los filtros.
5. Las tuberías de lavado deben tener una abertura provista de un vidrio, por el cual el operador hará el seguimiento del lavado del filtro, el vidrio debe ser fácilmente removible para su limpieza y estar limpio en todo momento.
6. Cuando estén ubicados los filtros a un nivel superior de la altura máxima de agua del estanque, se dispondrá válvulas automáticas para la purga de aire.

### **Capítulo VI DESINFECCIÓN**

#### **Artículo 47°.- Sistema de Desinfección**

Toda piscina dispondrá de un dispositivo automático para la desinfección del agua, a fin de proteger y mantener adecuadamente su calidad.

#### **Artículo 48°.- Uso de Cloro**

Si la desinfección se realiza con cloro, se debe considerar las siguientes concentraciones:



1. Cloro residual libre: 0.4 a 1.2 miligramos por litro.
2. Cloro residual combinado: máximo 0.6 miligramos por litro sobre el nivel de cloro libre determinado.
3. Cloro total: máximo 1.8 miligramo por litro.

#### **Artículo 49°.- Uso de Otros Desinfectantes**

Para otros desinfectantes utilizados, su nivel máximo permisible será:

1. Bromo: 1 a 3 miligramo por litro expresado en Br<sub>2</sub>.
2. Cobre: menor o igual a 1 miligramo por litro, expresado en Cu.
3. Plata: Menos o igual 50 micro gramo por litro, expresado en Ag.
4. Ácido isocianúrico: menor o igual a 75 miligramo por litro, expresado en H<sub>3</sub>C<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>.
5. Ozono residual: 0,0 miligramo por litro, expresado en O<sub>3</sub>.

### **TÍTULO V VIGILANCIA SANITARIA**

#### **Artículo 50°.- Responsabilidad por la Vigilancia Sanitaria**

La Dirección General de la Dirección de Salud de la jurisdicción, a través de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, o la Oficina que haga sus veces, programará la vigilancia sanitaria de las piscinas, cuyo reporte será elevado a la Dirección General de Salud Ambiental.

#### **Artículo 51°.- Calidad de Aguas de Piscinas**

Para prevenir que las piscinas sean fuente de difusión de agentes de enfermedades contagiosas o transmisibles, la calidad del agua en el estanque utilizada para el baño debe ser concordante con parámetros físicos, químicos y bacteriológicos establecidos en el siguiente Título del presente Reglamento.

### **TÍTULO VI**

#### **CALIDAD SANITARIA DEL AGUA**

#### **Artículo 52°.- Calidad Físico Química**

El agua del estanque de la piscina estará sujeta a los siguientes parámetros físicos y químicos:

1. pH : 6.5 a 8.5.
2. Turbidez: menor o igual una (5) UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad).
3. Características Organolépticas: color y olor ligeros y característicos de los tratamientos empleados o de su procedencia natural.
4. Nitritos: como máximo 3 miligramos por litro.
5. Nitratos: como máximo 50 miligramos por litro.

#### **Artículo 53°.- Calidad Microbiológica**

El agua del estanque de la piscina estará sujeta a los siguientes parámetros microbiológicos:

1. Coliformes fecales: ausencia por 100 mililitros.
2. Estreptococos fecales; Staphylococcus aureus; Escherichia coli; Pseudomonas aeruginosa; Salmonella spp: ausencia por 100 mililitros.
3. Parásitos y protozoos: ausencia.
4. Algas; larvas u organismos vivos: ausencia.

#### **Artículo 54°.- Transparencia**

El agua filtrada en la parte más profunda de la piscina mantendrá un grado de transparencia que permita distinguir un disco negro de 0,15 metros de diámetro con facilidad.

### **TÍTULO VII**

#### **FUNCIONES DE LA ENTIDAD ADMINISTRADORA**

#### **Artículo 55°.- Técnico Responsable**

Toda piscina tendrá obligatoriamente personal técnicamente capacitado para la operación, el cuidado y vigilancia de la piscina y sus servicios.

#### **Artículo 56°.- Libro de Registro**

La administración de las instalaciones objeto del presente Reglamento dispondrán de un Libro de Registro, en el que se anotarán diariamente los siguientes datos:

1. Fecha y hora de muestreo.
2. Temperatura ambiental y del agua de la piscina en el caso de ser cubiertas.
3. Cloro residual libre.
4. pH.
5. Grado de transparencia.
6. Además, deben registrarse todas las incidencias y observaciones de interés sanitario que sean necesarias, como lavado de filtros, fallas en el equipo de recirculación, cantidades e insumo utilizado



para la desinfección del agua, entre otros.

#### **Artículo 57°- Atención de Primeros Auxilios**

1. Toda piscina deberá disponer de un Botiquín de Primeros Auxilios, de fácil acceso, bien señalizado, con teléfono e información de los servicios de urgencia.
2. Las piscinas con una capacidad de atención igual o superior a 450 usuarios contarán con una Enfermería, establecida en un lugar apropiado, con ventilación suficiente, bien señalizada e independiente, con fácil acceso por el interior del recinto y que permita a su vez, una inmediata y rápida evacuación al exterior.
3. La Enfermería o local destinado a Primeros Auxilios, permanecerá abierta las mismas horas de funcionamiento de la piscina para los usuarios.

#### **Artículo 58°- Personal Socorrista**

1. Las piscinas cuya lámina de agua superficial del estanque sea hasta 300 metros cuadrados y con un número de usuarios entre 100 y 200, deberán tener, al menos, un salvavidas para atender una emergencia de ahogamiento.
2. Las piscinas cuyas láminas de agua estén comprendidas entre 301 y 600 metros cuadrados y con un número de usuarios entre 201 y 400 deberán contar al menos con dos salvavidas.

#### **Artículo 59°.- Elementos de Apoyo y Rescate**

Los elementos de apoyo y rescate serán en número suficiente y se situarán en lugares visibles y de fácil acceso, exigiéndose como mínimo los siguientes:

1. Perchas de material liviano, rígido y resistente a la corrosión.
2. Torres de salvataje.
3. Salvavidas, boyas u otro elemento de rescate ubicados en lugares visibles y de fácil acceso.
4. Toda piscina pública deberá marcar en lugar visible la profundidad de la parte baja y más profunda.

#### **Artículo 60°.- Protección de la Piscina**

En épocas en que la piscina no se encuentre en funcionamiento, ésta deberá protegerse para que impida su deterioro y la caída de personas y animales. Asimismo, se mantendrá en buenas condiciones para que no pueda constituir un foco de contaminación sanitaria y ambiental.

#### **Artículo 61°.- Almacén de Productos Químicos**

Debe existir una zona de uso exclusivo para guardar los productos químicos, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Debe estar ubicado en una zona independiente, de fácil acceso para el personal de mantenimiento e inaccesible a los usuarios de las piscinas. Dicha área estará suficientemente ventilada.
2. El almacenaje y manipulación de los productos empleados para el tratamiento del agua, limpieza y desinfección de las instalaciones deberá realizarse con las máximas precauciones y en la forma adecuada para cada caso, según instrucciones del fabricante.
3. En un lugar visible se debe colocar un cartel con las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes y con expresa referencia de los antidotos a utilizar en los supuestos contactos o ingestión de los mismos.

#### **Artículo 62°.- Mantenimiento del Estanque**

Los estanques de las piscinas serán vaciados totalmente por lo menos una vez cada dos años o al finalizar la época de mayor afluencia de usuarios y, simultáneamente, se hará el mantenimiento del mismo, incluyéndose la aplicación en las paredes y el piso, de una solución de sulfato de cobre u otro agente para el control de algas.

#### **Artículo 63°.- Norma de Uso**

Toda piscina deberá disponer de una norma de uso que será difundida entre los usuarios y será colocada en lugares visibles. Asimismo, se establecerán normas internas para el personal encargado de la operación y mantenimiento.

### **TÍTULO VIII OBLIGACIONES DEL USUARIO**

#### **Artículo 64°.- Cumplimiento de Normas de Uso**

Todo usuario cumplirá con las normas internas para el uso de piscinas, que la entidad administradora dispondrá.

#### **Artículo 65°.- Cumplimiento de Disposiciones**

Los usuarios deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

1. Previo al ingreso al estanque deberán tomar baño de ducha.
2. No podrán hacer uso del estanque las personas que padezcan una enfermedad transmisible.
3. Los residuos que generen serán dispuestos en las papeleras instaladas en el local.
4. No podrán utilizar objetos o productos que puedan ocasionar accidentes o contaminar el agua.



5. No podrán comer o beber dentro del agua o en la zona de paseo perimetral de la piscina.
6. No se permitirá el ingreso de animales a las instalaciones.
7. Otras que establezca la entidad administradora.

## TÍTULO IX INFRACCIONES Y SANCIONES

### Artículo 66°.- Infracciones

Las infracciones a las disposiciones del presente Reglamento se califican de la siguiente forma:

1. Infracciones leves:
  - a. Las simples irregularidades cometidas en la observación de lo previsto en el presente Reglamento, sin trascendencia directa para la salud pública.
  - b. Negligencia en el mantenimiento, funcionamiento y control de las instalaciones, así como en el tratamiento del agua, cuando la alteración o riesgo sanitario producido fueran de escasa intensidad.
2. Infracciones graves:
  - a. La falta de control y observación de las condiciones adecuadas para el funcionamiento de las instalaciones, cuando tengan trascendencia para la seguridad y la salud de los usuarios o la salud pública.
  - b. El incumplimiento de los requerimientos específicos formulados por la autoridad de salud, en lo relativo a las instalaciones de la piscina, requisitos de calidad de agua y su tratamiento y control y, los requisitos técnico administrativos para la apertura de las piscinas.
  - c. La no disponibilidad a suministrar datos, información o colaboración con las autoridades de salud en materias reguladas por este Reglamento.
  - d. La reincidencia en la comisión de infracciones leves en los últimos doce meses.
  - e. Las que en razón de los elementos contemplados fuera de este artículo merezcan la calificación de graves o no proceda su calificación como infracciones leves o muy graves.
3. Infracciones muy graves:
  - a. El incumplimiento consciente de todo lo dispuesto en este Reglamento, siempre que se produzca daño grave para la salud pública o ponga en riesgo la vida de los usuarios.
  - b. El reiterado incumplimiento de los requerimientos específicos que formule la autoridad de salud.
  - c. La negativa absoluta a facilitar información o prestar colaboración a la autoridad encargada del control e inspección.
  - d. La resistencia, desacato, coacción, represalia o cualquier otra forma de presión sobre la autoridad de salud.
  - e. La reincidencia en la comisión de faltas graves en los últimos cinco años.

Otras infracciones al Reglamento que la autoridad de salud establezca.

### Artículo 67°.- Sanciones

1. Los infractores son pasibles de una o más de las siguientes sanciones administrativas:

- a. Amonestación por escrito, en donde se le obliga a corregir la infracción.
- b. Multas de acuerdo con la siguiente graduación:

- i. Infracciones leves: de 0,5 a 2 UIT
- ii. Infracciones graves: de 3 a 8 UIT
- iii. Infracciones muy graves: desde 9 hasta un máximo de 15 UIT.

2. En el caso de infracciones muy graves, la autoridad de salud podrá proceder al cierre temporal o clausura de la piscina y sus instalaciones; o a la suspensión o cancelación de la autorización de funcionamiento por parte de la Municipalidad, en mérito al informe técnico de la autoridad de salud de la jurisdicción, debiendo ser publicada la sanción respectiva a cargo del infractor.

## DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y FINALES

**Primera.-** Las piscinas públicas y privadas de uso colectivo que actualmente existen, instalarán equipos de recirculación y desinfección en un plazo no mayor de dos años contados a partir de la fecha de publicación de este Reglamento en el Diario Oficial El Peruano.

**Segunda.-** En tanto se dé cumplimiento a lo establecido en la disposición anterior, las piscinas que no cuentan con sistema de recirculación de agua, procederán a un vaciado total para su limpieza, las veces necesarias para que la calidad de agua cumpla con lo dispuesto en el Título VI del presente Reglamento.

**Tercera.-** A partir de la vigencia del presente Reglamento, las Direcciones de Salud a nivel nacional, en un plazo no mayor de seis meses deben levantar un registro de todas las piscinas que funcionan en su jurisdicción, según clasificación, entidad administradora y autorización respectiva.

**Cuarta.-** Las Municipalidades Provinciales regularán los aspectos técnico- administrativos para el proyecto y construcción de las piscinas privadas de uso particular, teniendo en cuenta las normas previstas en el presente Reglamento y, que las Municipalidades Distritales de su jurisdicción deben cumplir.



## DIRECTIVA SANITARIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIFICACIÓN SANITARIA DE LA PISCINAS PUBLICAS Y PRIVADA DE USO COLECTIVO

### Directiva Sanitaria N° 033 – MINSA/DIGESA

#### FINALIDAD

Contribuir a prevenir y controlar los diferentes factores de riesgo de contaminación que se presentan en las piscinas públicas y privadas de uso colectivo que ponen en riesgo la salud de los usuarios.

#### I. OBJETIVO

Establecer los criterios para el procedimiento de calificación sanitaria de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo a nivel nacional.

#### II. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Directiva Sanitaria es de aplicación por las Direcciones de Salud (DISAS) de Lima y las Direcciones Regionales de Salud (DIREAS) o los que hagan sus veces en el ámbito que les corresponde.

#### III. BASE LEGAL

- Ley N° 26842, Ley General de Salud.
- Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud.
- Ley N° 27783, Ley de Bases de la Descentralización.
- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo N° 023-2005-SA, aprueban el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud.
- Decreto Supremo N° 007-2003-SA, aprueban el Reglamento Sanitario de Piscinas.

#### IV. DISPOSICIONES GENERALES

##### 1. DEFINICIONES OPERATIVAS

- a. Certificación de Aprobación Sanitaria de Proyecto de Piscina: Resolución Directoral emitida por la Dirección de Salud o la Dirección Regional de Salud, mediante la cual se aprueba el expediente de piscina presentado por la entidad administradora de acuerdo a lo dispuesto en el Reglamento Sanitario de Piscinas.
- b. Cuaderno o Libro de Registro: Es el cuaderno que debe tener toda piscina en el que el operador de la misma deberá anotar diariamente los siguientes datos: fecha y hora de muestreo; temperatura ambiental y del agua de la piscina en el caso de ser cubierta; cloro residual libre; pH; grado de transparencia; incidencias y observaciones como lavado de filtros, fallas en el equipo de recirculación, cantidades e insumo utilizado para la desinfección del agua, número de veces de recirculación indicando el horario en que se las ha efectuado entre otros.
- c. Estanque: Infraestructura principal de la piscina que contiene el volumen de agua necesario para el baño.
- d. Muestreo: Actividad por la cual se toman muestras representativas del agua de la piscina para verificar que su calidad microbiológica y físico-química cumpla con lo dispuesto en el Reglamento Sanitario de Piscinas.  
Paseo Perimetral: Área que rodea el estanque de la piscina, de uso exclusivo para la circulación de usuarios; es denominado también zona de pies descalzos.
- a. Piscina: Es el estanque artificial o parcialmente artificial destinado al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se hace del agua supone un contacto primario y colectivo con ésta, así como con los equipamientos e instalaciones necesarios que garantizan su funcionamiento adecuado.
- b. Piscina Privada de Uso Colectivo: Piscina cuya administración es realizada



por clubes, asociaciones, colegios u otras instituciones similares, en la cual se restringe el acceso a los usuarios no autorizados.

- c. Piscina Pública: Piscina que es administrada por persona natural o jurídica, gubernamental, municipal o de beneficencia, en la cual hay acceso irrestricto de usuarios.
  - d. Sistema de Recirculación: Sistema de abastecimiento de agua de la piscina que debe permitir la recirculación del agua las veces establecidas en el Reglamento Sanitario de Piscinas y debe constar de: bombas de agua; trampas de pelo; sistema de tuberías, válvulas y manómetro; filtros; equipo de desinfección; desnatadores; boquillas de retorno; succión de fondo, opcionalmente boquillas de aspiración y calentador.
  - e. Vigilancia Sanitaria: Actividad realizada por el personal de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de la DISA o DIRESA, para verificar el cumplimiento del Reglamento Sanitario de Piscinas.
2. La inspección técnica de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo estará a cargo del personal de salud de las Direcciones de Salud (DISAS) de Lima y las Direcciones Regionales de Salud (DIRESAS) o los que hagan sus veces; para lo cual se hará uso de la Ficha de Inspección Técnica de Piscina. (ver Anexo 1). Al concluir, el inspector técnico formulará las observaciones y recomendaciones correspondientes.
  3. La inspección técnica se realizará con frecuencia mensual, y la selección de piscinas sujetas a inspección será aleatoria por distrito, por parte de las Direcciones de Salud (DISAS) de Lima y las Direcciones Regionales de Salud (DIRESAS) o los que hagan sus veces, en el ámbito que les corresponde.
  4. El personal de salud debe realizar la inspección del local de la piscina para constatar los datos solicitados, presencia de sistema de recirculación, servicios higiénicos, duchas, lavapies y recipientes para residuos sólidos, los cuales serán empleados para el cálculo del Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).
  5. El Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) es la valoración objetiva de las condiciones sanitarias en que se encuentra una piscina, y que es utilizada por la autoridad de salud para la calificación sanitaria de las mismas, en resguardo de la salud de los usuarios.
  6. La frecuencia de muestreo del agua de las piscinas en la temporada de verano se realizará como mínimo en forma mensual.
  7. El personal de salud debe realizar la toma de muestra del agua de la piscina, la cual es llevada a los laboratorios de su sede para la determinación de la densidad de coliformes termotolerantes (fecales).  
Los resultados obtenidos de la calificación en cada monitoreo e inspección, deberán ser remitidos a la Dirección General de Salud Ambiental, para la publicación del boletín informativo de la Calidad Sanitaria de las Piscinas en el Perú y su respectiva difusión al público en general.

## V. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

### 1. DE LA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD SANITARIA DE PISCINAS

La Calificación Sanitaria de las Piscinas se realizará aplicando el Índice de Calidad Sanitaria de Piscinas (ICSPS), el cual será calculado utilizando la Tabla de Calificación del Anexo 2 y teniendo en consideración los criterios que se detallan:

- a. El cálculo del ICSPS, se trabaja con 4 criterios de evaluación en una piscina, a saber: control de calidad microbiológica, control de calidad de equipamiento e instalaciones, control de calidad de limpieza y control de ordenamiento documentario.

b. Cada uno de estos criterios adquirirá un puntaje que sumados deben dar la unidad (1 = 100%), quedando distribuidos en orden de prioridad de la siguiente manera:

- Control de Calidad Microbiológica 0.35
- c. Cloro residual 0.15
- Coliformes term oterolantes 0.15
- Turbiedad 0.05
- Control de Calidad de Equipamiento e Instalaciones 0.36
- Servicios higiénicos y ducha 0.075
- Lavapies 0.075
- Sistema de recirculación 0.21
- Control de Calidad de Limpieza 0.15
- Limpieza del local 0.075
- Limpieza del estanque 0.075

**d. Determinación de Control de Calidad Microbiológica**

- El control de calidad microbiológica del agua de la piscina queda establecida bajo 3 variables: cloro residual, coliformes termotolerantes y turbiedad, cada una de las cuales tienen rangos de valores y el puntaje que les corresponde, acorde con la presencia de cloro residual (miligramo por litro) en rango adecuado, densidad de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) y presencia de turbiedad (unidades de turbiedad), estableciéndose la siguiente calificación:

**Determinación de Control de Calidad Microbiológica**

Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje Máximo por Variable
Cloro Residual	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	0.15	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	0.00	Mala	
Coliformes Termotolerantes	Ausencia	0.15	Buena	0.15
	Presencia	0.00	Mala	
Turbiedad	< 5.0 UNT	0.05	Buena	0.05
	5.0 UNT o más	0.00	Mala	

- Los resultados microbiológicos obtenidos de una piscina, deben compararse con el rango de valores establecidos para determinar su puntaje y calificación. Obtenido el puntaje de cada variable se procederá a sumarlos.
- El resultado alcanzado sería el puntaje correspondiente al criterio Control de Calidad Microbiológica del agua de la piscina, que se aplica en el cálculo final del ICSPS.

**e. Determinación de Control de Calidad de Equipamiento e Instalaciones**

- Este criterio se divide en 3 variables, las cuales deben ser evaluadas durante la inspección técnica: servicios higiénicos y ducha, lavapies y sistema de recirculación.
- Los rangos de valor para control de calidad de equipamiento e instalaciones, puntaje y calificación que se establece para las variables son:

**Determinación de Control de Calidad de Equipamiento e**

### Instalaciones

Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje Máximo por Variable
Servicios Higiénicos y Ducha	S.H. y duchas disponibles, limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075
	S.H. y duchas sucios o malogrados o ausentes	0.00	Ausencia	
Lavapies	Disponibles, limpios, funcionando y con solución desinfectante.	0.075	Presencia	0.075
	Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	0.00	Ausencia	
Sistema de Recirculación	Instalado y en operación	0.21	Buena	0.21
	Instalado y malogrado (en estado inoperativo).	0.10	Regular	
	No tiene	0.00	Mala	

- Obtenido el puntaje de cada variable se procederá a sumarlos, el resultado alcanzado sería el puntaje correspondiente al criterio Control de Calidad de Equipamiento e Instalaciones, que se aplica en el cálculo final del ICSPS.

#### f. Determinación de Control de Calidad de Limpieza

- Este criterio se divide en 2 variables, las cuales deben ser evaluadas durante la inspección técnica: limpieza del local y limpieza del estanque, cada una de estas variables tienen tres (03) rangos de valor a los cuales se le ha dado un puntaje y una calificación (buena, regular o mala), las que se determinan por el estado sanitario que se observa, en el día de la inspección.
- Los rangos de valor para el control de calidad de limpieza, puntaje y calificación que se establece para las variables son:

#### Determinación de Control de Calidad de Limpieza

Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje Máximo por Variable
Limpieza del Local	Hay recipientes para residuos y el local está limpio	0.075	Buena	0.075
	Hay recipientes para residuos y hay residuos sólidos dispersos	0.038	Regular	
	Ausencia de recipientes y el local está sucio	0.00	Mala	
Limpieza del Estanque	Limpio y ausencia de sólidos flotantes	0.075	Buena	0.075
	Limpio y presencia de sólidos flotantes dispersos	0.038	Regular	
	Sucio y presencia de sólidos flotantes abundantes	0.00	Mala	

- Obtenido el puntaje de cada variable, se procederá a sumarlos; el

resultado alcanzado sería el puntaje correspondiente al criterio Control de Calidad de Limpieza, que se aplica en el cálculo final del ICSPS.

g. Control de Ordenamiento Documentario

- Este criterio se divide en dos (02) variables las cuales deben ser evaluadas durante la inspección técnica: libro de registro y aprobación sanitaria, cada una de estas variables tienen dos (02) rangos de valor a los cuales se le ha dado un puntaje y una calificación (buena o mala), las que se determinan por la existencia o no de los documentos indicados.

Los rangos de valor para el control de ordenamiento documentario, puntaje y calificación que se establecen para las variables son:

**Control de Ordenamiento Documentario**

Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje Máximo por Variable
Libro de Registro	Libro de registro presente y al día	0.02	Buena	0.02
	No hay libro o no está al día.	0.00	Mala	
Aprobación Sanitaria	Cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12
	No cuenta con autorización sanitaria o no está vigente.	0.00	Mala	

- Obtenido el puntaje de cada variable, se procederá a sumarlos; el resultado alcanzado sería el puntaje correspondiente al criterio Control de Ordenamiento Documentario, que se aplica en el cálculo final del ICSPS.

h. Cálculo del Índice de Calidad Sanitaria de Piscinas (ICSPS)

Para la determinación del ICSPS, se suman los resultados obtenidos en cada uno de los criterios: Control de Calidad Microbiológica, Control de Calidad de Equipamiento e Instalaciones, Control de Calidad de Limpieza y Control de Ordenamiento Documentario.

**2. DE LA CALIFICACIÓN SANITARIA DE LAS PISCINAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE USOCOLECTIVO**

- a. Las piscinas obtienen una calificación sanitaria de: saludable, regularmente saludable y no saludable, de acuerdo a los puntajes obtenidos del ICSPS.
- b. Las piscinas que presenten los siguientes valores de ICSPS tendrán la siguiente calificación sanitaria:

Calificación Sanitaria	Rango de valores de ICSPS
Saludable	0.80 - 1
Regularmente Saludable	0.40 - 0.79
No saludable	0 - 0.39

## ANEXO 03 FOTOGRAFIAS



Toma de muestra: piscina Municipal



Toma de muestra: piscina UNA



Tomando alícuota de muestra M-1



Medición de Turbidez



Medición del pH



Medición de la conductividad eléctrica



Muestras, materiales e indicadores



Medición alícuota de muestra



Colocando gotas de indicador a la muestra



Colocando gotas de indicador a la muestra



Proceso de titulación



Toma de alícuota para el proceso microbiológico



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo FIDELIA TORRES POUO TAPIA,  
identificado con DNI 40506360 en mi condición de egresado de:

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

LA FACULTAD INGENIERIA QUIMICA

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

" DETERMINACION FISICO QUIMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA  
DE PISCINA DE LOS CENTROS RECREACIONALES "MUNICIPAL  
UNA Y MUISA PATA "

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 06 de SETIEMBRE del 2023

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



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

Por el presente documento, Yo FIOELIA LOURDES DAVID TAPIA,  
identificado con DNI 40306360 en mi condición de egresado de:

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

FACULTAD INGENIERIA QUIMICA,  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" DETERMINACION FISICO QUIMICA Y MICROBIOLÓGICOS DEL  
AGUA DE PISCINA DE LOS CENTROS RECREACIONALES  
"MUNICIPAL UNA Y HUATSAPAT" DE LA CIUDAD DE PUNO"

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

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

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

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

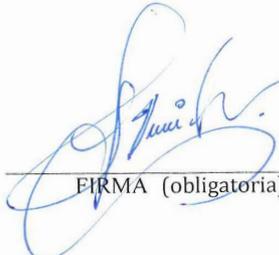
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 06 de SEPTIEMBRE del 2023

  
FIRMA (obligatoria)



Huella