

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**



**TESIS**

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE AGUA DE PISCINAS DE LA CIUDAD DEL CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. JARA BECERRA, Maria de los Angeles

Br. PANDO AQQUENA, Cesar Gerald

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE PROFESIONAL  
DE QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**ASESOR:**

**Mg. ANAHI KARINA CARDONA RIVERO**

**CUSCO-PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Determinación  
de las características fisicoquímicas y microbiológicas de agua  
de piscinas de la ciudad del Cusco

presentado por: Maria de los Angeles Jara Becerra con DNI Nro.: 71075970 presentado  
por: Cesar Gerald y Pando Agguena con DNI Nro.: 72038781 para optar el  
título profesional/grado académico de Químico Farmacéutico

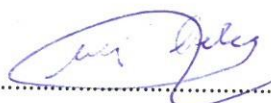
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el  
Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la**  
**UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o  
título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**  
la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 18 de Julio de 2024



Firma

Post firma Anahi Karina Cardona Rivero

Nro. de DNI 23998511

ORCID del Asesor 0000-0001-6397-9162

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:368352751

NOMBRE DEL TRABAJO

**tesis determinacion de las caracteristica  
s fisicoquimicas y microbiologicas de ag  
ua de piscinas de l**

RECUENTO DE PALABRAS

**31968 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**179608 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**151 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.8MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 16, 2024 4:05 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME


**Jul 16, 2024 4:07 PM GMT-5****● 10% de similitud general**

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

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% 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
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente



## DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelo:

Sr. Mario Jara Escobar

Por su fortaleza quien es mi inspiración continua y siempre confió en que lograría cada una de mis metas trazadas.

A la memoria de mi abuela:

Sra. Elena Mamani Chani

Por su confianza en mí, apoyo y amor incondicional y motivación continua.

A la memoria de mi Tío:

Sr. Teófilo Roberto Condori Ticona por forjarme hacer la persona que soy ahora y un ejemplo de esfuerzo y dedicación para mí.

A mi abuela:

Sra. Natividad Lovatón Lara

Por su espíritu de energía y amor incondicional y por motivarme a cumplir cada uno de mis sueños.

A mi padre:

Sr. Samuel Jara Lovatón

Por el apoyo, paciencia y ser el pilar fundamental de mi vida, por sus sabios consejos y por todo el amor y confianza que me brinda a diario.

A mi madre:

Sra. Andrea Becerra Mamani

Por su fortaleza y apoyo incondicional, por todo su amor e ímpetu que me inspiran y motivan a diario.

A toda mi familia:

Que es lo mejor y lo más valiosos que Dios me ha dado.

**María de los Ángeles Jara Becerra.**

## DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelo:

Sr. Juan Pando Paucar

Por ser mi fortaleza e inspiración para seguir adelante.

A mi padre:

Sr. Juan Cesar Pando Ricalde

Por el apoyo, esfuerzo y sacrificio para darme todo lo necesario, por todo el amor brindado en este largo camino.

A mi madre:

Sra. Celia Aquena Espinoza

Por ser mi inspiración, mi fortaleza, por todo tu amor incondicional que tuvo la fuerza para poder educarme.

A mi querido hermano:

Sr. Crhistian Pando Aquena

Por su apoyo, por seguir a mi lado en este largo camino, por comprenderme, por ser parte de mi inspiración.

A toda mi familia:

Que es lo mejor y lo más valioso que Dios me ha dado.

**Cesar Geraldly Pando Aquena**

## **AGRADECIMIENTOS**

- A ti Dios Mío: Por habernos permitido la vida, salud y conocimiento.  
“Por darnos la fuerza diaria, la necesitamos para hacer las cosas con su aliento y bendición”.
- A nuestra Asesora: Mgt. Q.F. Anahí Karina Cardona Rivero, por su paciencia, sabiduría, amistad y el tiempo dedicado para poder realizar la presente investigación.
- A las Instituciones: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), alma mater, formadora y guía de nuestro desarrollo profesional, particularmente a la Facultad de Ciencias de la Salud y a la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, especialmente a los docentes que la conforman, que fueron nuestros guías y orientadores para realizar esta investigación.  
Municipalidad de Wánchaq  
Municipalidad de San Jerónimo  
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega  
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner
- A los docentes: Dra. Tatiana del Castillo Yáñez  
Mgt. Ricardo Sánchez Garrafa  
Por su colaboración durante el desarrollo de la presente tesis.
- A nuestro amigo: Forly Jemmy Ttito Moreano  
Por su colaboración y apoyo incondicional para culminar con éxito el presente trabajo.

**Los autores**

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de piscinas de la ciudad del Cusco.

El tipo de estudio fue descriptivo, se realizaron 10 determinaciones fisicoquímicas tales como: color, olor, pH, turbidez, temperatura, nitratos, cloro combinado, cloro libre, cloro total. Se realizaron 9 determinaciones microbiológicas tales como coliformes totales, fecales y *Enterococcus*, detección de *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Salmonella spp* y parásitos.

Los métodos usados para la determinación fisicoquímica y microbiológica fueron extraídos de la Asociación Americana de Salud Pública, Asociación Americana de Obras Hidráulicas y La Federación para el Control de la Contaminación del Agua; los parámetros a medir están basados en el Reglamento Sanitario de Piscinas.

Los resultados fisicoquímicos determinaron que todas las piscinas cumplen con el color con valores entre 1UC y 3UC, presentan un olor aceptable, temperatura entre 21.6°C y 26.1°C, pH entre 6.83 y 7.69, turbidez entre 0.00 UNT y 5.00 UNT, nitratos entre 0.054 mg/L y 0.123 mg/L, ORP entre 439mV y 735mV, valores de cloro residual combinado > a 0.6mg/L y cloro total > a 1.8mg/L.

En las piscinas de la GUE Inca Garcilaso de la Vega, GUE Clorinda Matto de Turner Matto de Turner y Municipal de San Jerónimo se determinaron concentraciones de cloro residual libre por debajo de lo establecido, y en el caso de la piscina de SION se determinaron concentraciones elevadas de 3.2mg/L en la muestra inicial.

Los resultados del análisis microbiológico demuestran que el agua de las 05 piscinas de la ciudad del Cusco no cumple con lo establecido, debido que se detectó la presencia de al menos una especie bacteriana. Finalmente se determinó la ausencia de protozoos tales como *Cryptosporidium sp*, *Giardia sp* y huevos de helmintos.

En conclusión, de acuerdo a las normativas vigentes ninguna de las piscinas cumplió con los parámetros estipulados en los diferentes compendios tales como el Reglamento Sanitarios de Piscinas del Decreto Supremo N°007-2003-SA.

**Palabras-clave:** Piscinas, análisis fisicoquímico y microbiológico.

## SUMMARY

The objective of this research work was to determine the physicochemical and microbiological characteristics of swimming pool water in the city of Cusco.

The type of study of this research was descriptive, 10 physicochemical determinations were carried out such as color, odor, hydrogen ion potential, turbidity, temperature, nitrates, combined chlorine, free chlorine, total chlorine and oxide reduction potential. 9 microbiological determinations were carried out such as total coliforms, fecal and Enterococcus, detection of *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Salmonella* spp and parasites.

The methods used for the physicochemical and microbiological determination were extracted from the American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Pollution Control Federation; The parameters to be measured are based on the Swimming Pool Health Regulations.

The physicochemical results determined that all the pools comply with the color with values between 1UC and 3UC, have an acceptable odor, temperature between 21.6°C and 26.1°C, pH between 6.83 and 7.69, turbidity between 0.00 UNT and 5.00 UNT, nitrates between 0.054 mg/L and 0.123 mg/L, ORP between 439mV and 735mV, combined residual chlorine values > 0.6mg/L and total chlorine > 1.8mg/L.

In the swimming pools of the GUE Inca Garcilaso de la Vega School, the GUE Clorinda Matto de Turner and the Municipal School of San Jerónimo, free residual chlorine concentrations were determined below the established minimum, and in the case of the swimming pool of SION, high concentrations of free residual chlorine of 3.2 mg/L were determined in the initial sample.

The results of the microbiological analysis demonstrate that the water of the 05 pools in the city of Cusco does not comply with what is established, because the presence of at least one bacterial species was detected. Finally, the absence of protozoa such as *Cryptosporidium* sp, *Giardia* sp and helminth eggs was determined.

In conclusion, according to current regulations, none of the pools complied with the parameters stipulated in the different compendiums such as the Swimming Pool Sanitary Regulations of Supreme Decree N°007-2003-SA.

**Keywords:** Swimming pools, physicochemical and microbiological analysis.



## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1. ASPECTOS GENERALES</b> .....	2
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1.1. Descripción del problema .....	2
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	4
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA</b> .....	5
1.4.1. DESDE EL PUNTO DE SU CONOCIMIENTO .....	5
1.4.2. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU APLICACIÓN.....	5
1.4.3. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU PRIORIDAD .....	5
<b>1.5. LIMITACIONES</b> .....	6
<b>1.6. HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b> .....	7
<b>2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO</b> .....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	9
2.1.3. Antecedentes Locales.....	13
<b>ESTÁNDARES INTERNACIONALES Y NACIONALES PARA AGUAS DE USO RECREACIONAL</b> .....	15
2.2.1. España - Real Decreto N°742/2013 .....	15
Perú - Decreto Supremo N° 015-2015 MINAM.....	16
Perú - Decreto Supremo N°007-2003 SA- MINSA .....	17
<b>BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS</b> .....	18
2.3.1. Calidad De Agua.....	18
2.3.2. Parámetros Físicoquímicos Y Microbiológicos Del Agua .....	18
2.3.4. Piscina .....	25
2.3.6. Contaminación Del Agua De Piscina.....	26
2.3.7. Sistema De Desinfección Del Agua De Piscina.....	27
<b>2.4. PISCINAS DE USO PUBLICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO</b> .....	27
<b>2.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS</b> .....	29
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	31
<b>3.1. MATERIALES Y EQUIPOS</b> .....	31
<b>3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	32

3.2.1. Tipo de Investigación .....	32
3.2.2. Diseño de la Investigación .....	32
<b>3.3. UBICACIÓN, TIEMPO Y ESPACIO.....</b>	<b>34</b>
3.3.1. Ubicación de las piscinas del distrito de Wánchaq .....	34
3.3.2. Tiempo de análisis .....	34
3.3.3. Lugar de análisis.....	34
<b>3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>34</b>
3.4.1. Delimitación .....	34
3.4.2. Criterios de Inclusión y Exclusión de la Muestra .....	35
3.4.3. Determinación del Tamaño y Composición de la Muestra.....	35
<b>3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....</b>	<b>36</b>
<b>3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS ESTADISTICO.....</b>	<b>36</b>
<b>3.7. IDENTIFICACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>38</b>
3.7.1. Definición de las Variables Implicadas .....	38
<b>Operacionalización de las Variables Implicadas .....</b>	<b>40</b>
<b>3.8. PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>45</b>
3.8.1. Frecuencia de los puntos de muestreo.....	45
3.8.2.1. Para el análisis fisicoquímico del agua de piscina .....	46
3.8.5. Descripción de los Métodos .....	49
<b>4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADO.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1 RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS PARAMETROS FISICOQUÍMICOS.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1.1 Color .....</b>	<b>58</b>
<b>4.1.2 Olor .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1.3 Temperatura .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1.3 pH.....</b>	<b>62</b>
<b>4.1.4 Turbidez.....</b>	<b>65</b>
<b>4.1.5 Nitratos .....</b>	<b>67</b>
<b>4.1.6 Cloro residual.....</b>	<b>69</b>
<b>4.1.7 Cloro residual combinado .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS ESTADISTICOS DEL ANALISIS FISICOQUIMICO DEL AGUA DE PISCINAS .....</b>	<b>77</b>
<b>4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....</b>	<b>78</b>
<b>4.2.1. Coliformes totales.....</b>	<b>78</b>
<b>4.2.1. Coliformes Fecales .....</b>	<b>79</b>
<b>4.2.2. <i>Streptococos fecales</i>.....</b>	<b>81</b>
<b>4.2.3. <i>Staphylococcus aureus</i>.....</b>	<b>82</b>

<b>4.2. 3 <i>Escherichia coli</i></b> .....	83
<b>4.2.4. <i>Pseudomona aeruginosa</i></b> .....	84
<b>4.2.5. <i>Salmonella spp</i></b> .....	86
<b>4.2.6. Hongos y Levaduras</b> .....	87
<b>4.2.6. Parásitos</b> .....	88
<b>4.2.7. Relación entre la concentración de cloro y la presencia/ausencia de microorganismos</b> .....	89
<b>3. BIBLIOGRAFIA</b> .....	95
<b>4. ANEXOS</b> .....	99
<b>ANEXO I</b> .....	100
<b>NORMAS PARA AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO, PISCINAS Y AGUAS RECREACIONALES</b> .....	100
<b>I.1. España - Real Decreto N°742/2013</b> .....	100
<b>I.2. Perú - Decreto Supremo N° 015-2015 MINAM</b> .....	100
<b>I.3. Perú - Decreto Supremo N°007-2003 SA- MINSA</b> .....	101
<b>I.5. DIRECTIVA SANITARIA N° 033-MINSA/DIGESA – V.02</b> .....	102
<b>ANEXO II</b> .....	103
<b>FORMATO DE INFORME MICROBIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO Y SOLICITUD DE PERMISO PARA TRABAJAR EN LAS PISCINAS</b> .....	103
<b>II.2 Formato de informe microbiológico para agua de piscinas</b> .....	104
<b>II.3 Solicitud de permiso para el ingreso a las piscinas y realización del muestreo...</b> .....	105
<b>ANEXO III</b> .....	109
<b>RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO TURBIDEZ Y NITRATOS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO</b> .....	109
<b>ANEXO IV</b> .....	110
<b>INFORME DE RESULTADOS OBTENIDOS PRESENTADO A LAS PISCINAS QUE FORMARON PARTE DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	110
<b>IV. 1. TABLA PROBABILISTICA, NUMERO MAS PROBABLE</b> .....	125
<b>ANEXO VI</b> .....	126
<b>BIODIFERENCIACIÓN DE ENTEROBACTERIAS DE LAS PRUEBAS BIOQUIMICAS</b> .....	126
<b>ANEXO VII</b> .....	127
<b>FOTOGRAFIAS DE LAS PLACAS PETRI METODO FILTRACIÓN POR MEMBRANA A LAS 24 HORAS DE INCUBACIÓN</b> .....	127
<b>ANEXO VIII</b> .....	136
<b>FOTOGRAFIAS DE LAS PISCINAS QUE FORMAN PARTE DEL ESTUDIO Y LAS DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS</b> .....	136

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> PARÁMETROS INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA DE LAS PISCINAS, REAL DECRETO 742/2013, ESPAÑA .....	15
<b>TABLA 2.</b> ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AGUA. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS. CATEGORÍA 1: RECREACIONAL (CONTACTO PRIMARIO) MINAM-PERÚ .....	16
<b>TABLA 3.</b> PARÁMETROS DE FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS, CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE PISCINA-MINSA .....	17
<b>TABLA 4.</b> PISCINAS PÚBLICAS DE LA CIUDAD DEL CUSCO .....	28
<b>TABLA 5.</b> UBICACIÓN DE LAS PISCINAS DE LA CIUDAD DEL CUSCO .....	34
<b>TABLA 6.</b> TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS .....	36
<b>TABLA 7.</b> TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	36
<b>TABLA 8.</b> CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA DE PISCINAS .....	40
<b>TABLA 9.</b> CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA DE PISCINAS .....	42
<b>TABLA 10.</b> FECHA Y HORA DE MUESTREO FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO .....	45
<b>TABLA 11.</b> MÉTODOS NORMALIZADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUAS TERMALES .....	47
<b>TABLA 12.</b> MÉTODOS NORMALIZADOS DE ANÁLISIS DE CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS .....	47
<b>TABLA 13.</b> MÉTODOS NORMALIZADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....	48
<b>TABLA 14.</b> RESULTADOS DE LAS MEDIAS DE UNIDAD DE COLOR DE LAS PISCINAS DEL CUSCO Y VALOR REFERENCIAL DEL MINSA .....	58
<b>TABLA 15.</b> RESULTADOS DE OLOR EN EL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	60
<b>TABLA 16.</b> VALORES DE TEMPERATURA DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	61
<b>TABLA 17.</b> VALORES DEL POTENCIAL DE HIDROGENIONES (PH) DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	63
<b>TABLA 18.</b> VALORES DE TURBIDEZ DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	65
<b>TABLA 19.</b> VALORES DE NITRATOS DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	67
<b>TABLA 20.</b> VALORES DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	69
<b>TABLA 21.</b> VALORES DE CLORO RESIDUAL COMBINADO DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	72
<b>TABLA 22.</b> VALORES DE CLORO TOTAL DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	73
<b>TABLA 23.</b> VALORES DE ORP DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	74
<b>TABLA 24.</b> ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS (ERROR ESTÁNDAR E INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%) DE MUESTREO DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	77

<b>TABLA 25.</b> NUMERACIÓN DE COLIFORMES TOTALES DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION.....	78
<b>TABLA 26</b> NUMERACIÓN DE COLIFORMES FECALES DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION.....	80
<b>TABLA 27</b> NUMERACIÓN DE ESTREPTOCOCOS FECALES DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION.....	81
<b>TABLA 28.</b> DETECCIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION.....	83
<b>TABLA 29.</b> DETECCIÓN DE ESCHERICHIA COLI DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	84
<b>TABLA 30</b> DETECCIÓN DE PSEUDOMONA AERUGINOSA DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION.....	85
<b>TABLA 31</b> DETECCIÓN DE SALMONELLA SPP DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION .....	86
<b>TABLA 32.</b> DETECCIÓN DE HONGOS Y LEVADURAS DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION.....	87
<b>TABLA 33.</b> RECUENTO DE PARÁSITOS DEL AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION.....	88
<b>TABLA 34.</b> CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL Y SU RELACIÓN PRESENCIA/AUSENCIA DE MICROORGANISMOS EN AGUA DE LAS PISCINAS MUNICIPALES DE WÁNCHAQ Y SAN JERÓNIMO; GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA Y CLORINDA MATTO DE TURNER Y SION UTILIZANDO EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON.....	89
<b>TABLA 35.</b> PARÁMETROS DE FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS, CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE PISCINA-MINSA .....	101

## ABREVIATURAS

APHA:	Asociación Americana de Salud Pública.
AWWA:	Asociación Americana de Obras Hidráulicas
BHI medio:	Caldo cerebro- corazón.
°C:	Grados centígrados
DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental.
D.S.:	Decreto Supremo
EC caldo:	Caldo Escherichia coli.
EDTA:	Ácido etilendiaminotetraacético.
EMB agar:	Agar con Eosina y Azul de metileno
gr/L:	Gramos por Litro.
GUE:	Gran Unidad Escolar.
GERESA:	Gerencia General de Salud.
HCl:	Ácido Clorhídrico.
IMVIC:	Indol, Rojo de metilo, Voges-Proskauer y Citrato.
Kg:	Kilogramo.
LIA:	Lisina Hierro Agar.
MINSA:	Ministerio de Salud.
mg/L:	Miligramos por litro.
mm:	Milímetros.
mV:	Metros por segundo.
mL:	Mililitros.
NMP:	Número más Probable.
MIO caldo:	Movilidad Indol Ornitina.
OGY agar:	Base de Agar Glucosa Oxitetraciclina.

OMS:	Organización Mundial de Salud.
Ppm:	Partes por Millón.
pH:	Potencial de Hidrogeniones.
PM:	Peso Molecular.
Rpm:	Revoluciones por Minuto
SIM agar:	Agar Sulfuro Indol Motilidad
S-S agar:	Agar Salmonella- Shiguella.
TSI agar:	Agar Hierro Triple Azúcar.
UFC:	Unidades Formadoras de Colonia.
UC:	Unidad de Color.
UNT:	Unidad Nefelométrica de Turbidez.
WPCF:	Federación para el Control de la Contaminación del Agua

## INTRODUCCIÓN

La contaminación bacteriana en piscinas de uso público es un problema global que ha cobrado importancia en los últimos años debido a sus graves consecuencias para la salud pública. Se estima que entre el 5% y el 10% de las piscinas públicas en el mundo están contaminadas con bacterias dañinas. (1)

En los últimos años la demanda del uso de piscinas ha incrementado considerablemente motivo por el cual se necesita hacer controles más rigurosos por parte de la asistencia sanitaria, puesto que los componentes que se asocian conlleva un peligro para la seguridad de la población, dentro de los controles más importantes esta evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de sus aguas, con la finalidad de garantizar su inocuidad, de igual forma deben de vigilarse los indicadores fisicoquímicos que puedan provocar cualquier tipo de perturbación o incomodidad en los usuarios. (2)

La normativa nacional actual señala que la GERESA, ente encargado de la inspección debe de ser asiduo y consecuente en la fiscalización y el beneplácito de los establecimientos que ofertan piscinas de recreación a la colectividad, sin embargo el estado y la calidad del agua, es un tema que no se considera relevante, por otra parte los datos estadísticos demuestran que las afecciones gastrointestinales, respiratorias, febriles, e infecciones cutáneas; son causadas por el consumo involuntario de agua por parte de los bañistas, en tal sentido deben de tener un control más exhaustivo de manera que estas condiciones no atenten contra la salud de la población. (2)

En la provincia del Cusco se ubican 05 piscinas públicas de uso colectivo, 1 piscina que cuenta con el certificado de "Saludable" y 4 piscinas "No Saludables" otorgado por las autoridades competentes, las cuales son destinadas a actividades tanto recreativas como deportivas, en tal sentido, es importante poner mayor énfasis al control de estas muestras. (2) (3)

Con la presente tesis se busca conocer la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de piscina de la provincia del Cusco, dar a conocer los riesgos a los cuales está expuesta la población que asiste a estos establecimientos, fomentar la importancia del correcto tratamiento del agua y establecer más criterios de control antes y después de su uso de las mismas a través del cumplimiento del Reglamento Sanitario de Piscinas.



# CAPÍTULO I

## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Descripción del problema

Con respecto a la calidad del agua, el 80% de las enfermedades son causadas por falta de tratamiento de agua y el saneamiento adecuado; ocasionando enfermedades y muertes a nivel mundial. La calidad sanitaria del agua de recreación no solo depende del uso adecuado que le otorga la población, sino que además se deben tener en cuenta la concentración y variedad de sustancias químicas y biológicas (1).

En el Perú existen más de 2,235 piscinas tanto de uso público como privado, que han adquirido popularidad en los últimos años, estos establecimientos son usados con fines recreativos o como lugares en donde pueden mejorar su estado físico y psicológico en general. (3) (4)

Según la oficina de Salud Ambiental de Lima, la probabilidad de adquirir enfermedades a causa del contacto directo o de la ingesta involuntaria de agua no tratada es alta, debido a la presencia de diferentes microorganismos tales como: *Cryptosporidium* *norovirus* y cepas de *Escherichia coli*, causante de enterocolitis, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas* que provocan afecciones en piel y mucosas, y *Legionella* responsable de afecciones en el tracto respiratorio. (5) (6)

Existen un mayor reporte de número de casos de infecciones provenientes del uso de piscinas, balnearios y parques recreativos; frente a un menor número de casos por el uso aguas naturales. En los balnearios, la temperatura del agua promueve la evaporación del desinfectante, provocando la proliferación de bacterias que contaminan el agua dando lugar al contagio por la ingesta accidental, lo que ocasiona enfermedades en el usuario, en promedio la ingesta accidental de agua de un nadador y un no nadador es de 40mL. (6)

El uso de desinfectantes para el tratamiento de agua es uno de los pasos más importantes para garantizar su inocuidad; lo cual conlleva a un control riguroso de estos. El cloro es uno de los desinfectantes más utilizados, sin embargo, su utilización puede ocasionar reacciones con la materia orgánica dando lugar distintos tipos de mutágenos dañinos que atentan contra la salud del usuario, estos mutágenos como las cloraminas

y los trihalometanos a través de los años pueden producir alteraciones a nivel genético y causar riesgos a largo plazo como cáncer y enfermedades hereditarias. (7)

Los controles estipulados en las normativas vigentes DS 007-2003 SA no garantizan que la calidad del agua de piscinas se encuentre dentro de las especificaciones durante todo el tiempo de uso, debido a la demanda creciente por parte de la población es necesario garantizar la calidad del agua para su uso e incrementar la frecuencia con la que se efectúan los controles sanitarios, de cumplir cabalmente este control se consideraría como la primera barrera de defensa contra los microorganismos en la protección de salud de los bañistas. (2)

En la actualidad muchos de los procesos para el monitoreo de la calidad microbiológica del agua, demandan del soporte de equipos más sofisticados y tiempos prolongados para su análisis, lo cual no favorece la toma de acciones correctivas inmediatas y es una de las principales razones por la que muchos centros de recreación no hacen controles permanentes. (8)

En base a lo mencionado anteriormente nace la importancia de determinar características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de las piscinas públicas de la ciudad del Cusco, y con ello evidenciar la aplicación y el cumplimiento del Decreto Supremo N° 007-2003 SA. en estos centros de recreación.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de piscinas de la ciudad del Cusco; cumplirán estas con las especificaciones establecidas en el Decreto Supremo N°0007-2003 SA.?

## 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. Objetivo General

1. Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de las piscinas de la ciudad del Cusco

### 1.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar las características fisicoquímicas tales como color, olor, potencial de hidrogeniones, turbidez, nitratos, cloro residual libre, cloro residual combinado y cloro total según establecidas en el Decreto Supremo N° 007-2003 SA.
2. Determinar y detectar la presencia de bacterias indicadoras de contaminación tales como *Streptococcus fecales*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Salmonella* en el agua de piscinas de la ciudad del Cusco, establecidas en el Decreto Supremo N° 007-2003-SA
3. Cuantificar la concentración de coliformes totales y fecales en las muestras de agua de piscina de la ciudad del Cusco establecidas en el Decreto Supremo N° 007-2003-SA.
4. Determinar las características parasitológicas en el agua de piscinas de la ciudad del Cusco, establecidas en el Decreto Supremo N° 007-2003 SA.
5. Determinar la concentración de cloro residual y su relación con la presencia/ausencia de microorganismos en el agua de piscinas de la ciudad del Cusco.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **1.4.1. DESDE EL PUNTO DE SU CONOCIMIENTO**

Esta tesis permitirá conocer las características fisicoquímicas y microbiológicas de las piscinas de uso público de la ciudad del Cusco, así como el cumplimiento de las especificaciones establecidas por los organismos competentes haciendo mención específica al Decreto Supremo N° 007-2003 SA. Resultando evidente la necesidad de conocer y analizar con exactitud cada uno de estos parámetros, ya que la alteración de estos afecta directamente a la población que frecuenta estos lugares de recreación, se ha evidenciado que valores inadecuados del potencial hidrogeniónico (pH), perjudica la flora bacteriana vaginal, el exceso de cloro en las piscinas públicas mata la flora y eso favorece la presencia de hongos en la vulva y descensos en las partes íntimas, además se logra evidenciar un aumento progresivo de casos de vaginitis en verano de hasta un 20% más que en otras estaciones por la utilización de estos espacios recreativos; otro aspecto a cubrir es el de brindar información acerca de microorganismos patógenos presentes en estas piscinas; de igual forma destacamos la presencia de microorganismos resistentes al cloro suponiendo un riesgo grave a la salud de la población y haciéndolos susceptibles a contraer diversos tipos de infecciones.

### **1.4.2. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU APLICACIÓN**

Esta tesis servirá de fuente de antecedente y fuente de información para la realización de más estudios enfocados en establecer controles más rigurosos que garanticen la calidad de estos espacios con fines deportivos y de recreación.

De igual forma aportará con datos teórico-práctico para otras instituciones que efectúen esta misma actividad avalándoles resultados idóneos y eficientes previniendo así peligros innecesarios a la salud de las personas.

### **1.4.3. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU PRIORIDAD**

Esta tesis surge ante la necesidad de proporcionar información acerca de la calidad del agua de las piscinas de uso público de la ciudad del Cusco, debido al escaso control por parte de las entidades competentes responsables de este proceso.

## 1.5. LIMITACIONES

La aplicación de los controles fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por la directiva sanitario N°033-MINSA-DIGESA se realizan cada 06 meses no existiendo una base de datos que detalle cada uno de los análisis realizados en las piscinas y los resultados que permitan correlacionar e interpretar los datos de manera objetiva. Sin embargo, se utilizaron datos de investigaciones anteriores que poseen similitud con el estudio que nos permitieron interpretar y analizar los datos obtenidos.

No se encontraron investigaciones locales sobre el análisis del agua de estos centros recreacionales, enfocadas en la mejora del control de calidad del agua de piscinas que garanticen su inocuidad a los bañistas

El costo elevado de los análisis microbiológicos en laboratorio y la alta demanda de tiempo en la obtención de resultados, sumado a esto la disponibilidad del laboratorio. Se opto por la realización de los análisis en la universidad para minimizar costos y se optimizo el tiempo trabajando a diario en la obtención de resultados.

El acceso a las instalaciones de los centros de recreación es limitado; debido a que en su mayoría son dirigidos por una municipalidad o algunos administrados por privados y se requiere la aprobación de una autorización tanto para el ingreso como para la toma de muestra.

## 1.6. HIPÓTESIS

El agua de las piscinas públicas de la ciudad del Cusco que incluyen las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; las piscinas de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y la Piscina de Sión no cumplen con las características fisicoquímicas y microbiológicas establecidas en el decreto supremo N°007-2003 SA, convirtiendo a estos lugares en focos de infección.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- a) Carrasquero SJ et al. En su investigación **“Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de piscinas de dos complejos recreacionales del estado de Zulia”** cuyo objetivo fue evaluar la inocuidad fisicoquímica y bacteriológica del agua usado en piscinas recreacionales tomando como referencia los controles exigidos por las normativas venezolanas. Se tomaron muestras de 20 piscinas, tres muestras en diferentes tiempos de uso durante los meses de julio a septiembre, se obtuvieron resultados organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos, 09 piscinas cumplen con el color requerido (<5UC), todas cumplen con valores de turbidez promedio, alta concentración de sólidos totales, solo 11 piscinas cumplen con el rango permitido de potencial de hidrogeniones, 19 piscinas cumplen con lo exigido con respecto a la conductividad eléctrica, 07 piscinas presentan alcalinidad dentro de lo permitido, en 16 piscinas no se cumple con los niveles de cloro residual. Respecto al análisis microbiológico solo 5 piscinas se determinó ausencia de coliformes totales. En conclusión, según los resultados obtenidos estas instalaciones carecen de controles que garanticen la inocuidad del agua. (9)
- b) De la Rosa CE et al. En su investigación **“Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua de la piscina de la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato”** cuyo objetivo fue determinar la calidad fisicoquímica y determinar la presencia de microorganismos en el agua de piscina que afecten la seguridad de los usuarios causando diferentes afecciones de su salud, se recolectaron 5 muestras de agua en bolsas que contienen tiosulfato sódico para el estudio microbiológico y 5 muestras en botellas de 1L de capacidad para el análisis fisicoquímico, los cuales fueron transportados en una nevera hasta su análisis. Los resultados fisicoquímicos obtenidos indican valores de cloro residual, turbidez, dureza total, sólidos totales fuera de especificación, respecto

a los resultados microbiológicos indican contaminación por la presencia de coliformes totales y fecales. Los resultados indican que el agua de estas piscinas no cumple con lo establecido en los compendios vigentes, debido a una deficiencia en el sistema de filtración y desinfección. (10)

- c) Rosa Martínez, Luzmila A. En su investigación **“Calidad bacteriológica de aguas en piscinas públicas y privadas de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela”** cuyo objetivo principal fue evaluar la calidad bacteriológica del agua de piscina, utilizando muestras recogidas de una piscina pública y cuatro privadas. Durante dos meses, se tomaron dos muestras semanales antes y después de la limpieza. Se determinaron parámetros como pH, temperatura y cloro residual, además de realizar recuentos de aerobios mesófilos en placas, estimaciones del Número Más Probable (NMP) para coliformes totales (CT) y fecales (CF), y se llevaron a cabo identificaciones bacterianas mediante métodos convencionales. Se observaron variaciones en los parámetros medidos: el pH osciló entre 6,8 y 7,3, la temperatura entre 29 y 31°C, y el cloro residual entre 0,3 y 0,5 mg/L. La concentración más alta de bacterias mesófilas se registró en la muestra B con  $6 \times 10^2$  UFC/mL, mientras que la más baja fue en la muestra C con  $3 \times 10^2$  UFC/mL. Antes de la limpieza, la muestra D mostró el mayor valor de CT con  $2,8 \times 10^3$  CT/100 mL, y la muestra E presentó el mayor valor de CF por 100 mL. Después de la limpieza, la muestra B mostró el mayor valor de CT  $9,3 \times 10^2$ , y las muestras D y E mostraron los valores más altos de CF con  $3 \times 10^2$ . Los valores de CF antes y después de la limpieza superaron los límites establecidos por las normativas venezolanas (0 NMP/100 mL). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las piscinas en cuanto a los valores de CT y CF antes y después de la limpieza. Las bacterias Gramnegativas predominaron en las muestras E (84,21%) y B (71,92%), incluyendo especies como *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. En la muestra A, predominaron los aislados Grampositivos (44,44%), identificados como *Staphylococcus epidermidis* y *Enterococcus faecalis*. Estos resultados indican una contaminación bacteriana constante y un riesgo sanitario significativo en las piscinas evaluadas. (2)

## 2.1.2. Antecedentes Nacionales

- a) Laurente C. En su investigación **“Vigilancia de la calidad sanitaria del agua de piscina en la jurisdicción de la dirección de redes integradas de salud de Lima centro años 2018-2020”** cuyo objetivo fue evaluar la calidad sanitaria de piscinas de instituciones públicas y privadas, mediante la recolección de datos durante la supervisión de las piscinas en la Diris Lima Centro. Con respecto a los resultados fisicoquímicos se observó que en el 2018 se dictaminó que 53 piscinas fueron consideradas no saludables por resultados fuera de especificación, para el 2020 el 43.2% no cumplía con lo requerido y en el 2020 todas las piscinas no cumplieron en su totalidad. También se determinó muestras con presencia de amebas de vida libre durante el año 2019 y 2020, lo cual sugiere que estas instituciones de supervisión incrementen sus labores las cuales ayudarán a tener establecimientos saludables que garanticen la salud de la población. En conclusión, los parámetros críticos a evaluar son el pH, cloro residual y turbiedad cuyos resultados negativos indicarán que se carece de conocimiento con respecto al tratamiento de agua y existe falta de supervisión por entidades competentes. (4)
- b) Condori ME. En su investigación **“Calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca”** en su investigación cuyo objetivo fue determinar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de piscina ubicados en la ciudad de Juliaca, evaluando variables como la presencia de coliformes termo resistentes, concentración de cloro y turbiedad, según la normativa vigente. Las muestras obtenidas fueron evaluadas según los métodos recomendados por los diferentes compendios, los resultados de 5 piscinas comprobaron la presencia de coliformes termo resistentes producto de un ineficiente tratamiento de agua, con respecto a los resultados fisicoquímicos fueron el potencial de hidrogeniones en promedio 7.57 y conductividad de 2335  $\Phi$ mhos/cm, turbiedad en 1.90UNT y 1.1mg/L. En conclusión, del 56% de las piscinas estudiadas no cumplen con las especificaciones exigidas, indicando un grave déficit del tratamiento de estas aguas de uso público. (12)



- c) Mamani AD. En su investigación **“Calidad del agua para el uso recreativo de contacto directo de 3 piscinas de la ciudad de Puno”** cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua de tres piscinas de uso recreativo de la ciudad de Puno y así también el análisis de indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de las mismas; utilizaron el método de filtración por membrana para la detección de microorganismos, optimizando el procedimiento tras la utilización del NMP. Para el análisis estadístico se procesaron los datos en el software InfoStat. Los resultados obtenidos muestran que tanto los parámetros microbiológicos como fisicoquímicos no superan los límites máximos permisibles siendo consideradas estas piscinas aptas para el uso recreativo por los usuarios de la ciudad de Puno. En conclusión, la calidad microbiológica y fisicoquímica de estos centros de recreación cumplen con los requisitos y valores de referencias establecidos en el ECA-2008, siendo seguros para los usuarios que los frecuentan. (13)
- d) Cruz MM. En su investigación **“Determinación de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo- provincia de Moyobamba- departamento de San Martín 2015”** cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo; a través de análisis de los siguientes parámetros: turbidez, indicadores organolépticos, potencial de Hidrogeniones, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termo tolerantes. Los resultados muestran valores de turbidez de 10 UNT, el valor promedio de pH es de 7.34, se determinó que el agua es poco oxigenada al tener un valor de 4.25mg/L y la demanda bioquímica de oxígeno es de 7.75mg/L; por otra parte, el valor de coliformes fecales ha demostrado ser menor en este tipo de aguas termales y los parámetros organolépticos son tolerados por la población. En conclusión **“la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo no cumplen con los Índices de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS) establecidos en la Directiva Sanitaria N° 033 – MINSA/DIGESA – V.01, en el ámbito que el D.S. 007-2003-SA -Reglamento Sanitario de Piscinas), establece y de aplicación a nivel nacional”** (14)

- e) Vásquez P. En su investigación **“Calidad bacteriológica del agua de la piscina semiolímpica del complejo turístico Baños del Inca- Cajamarca 2015”** cuyo objetivo fue evaluar la calidad bacteriológica del agua de la piscina semiolímpica del Complejo Turístico Baños del Inca y con ello precisar el cumplimiento del. D.S. N°007-2003-SA. La metodología se basó en la “Guía Técnica RM N°553-2010/MINSA”, los resultados de la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, desde el 15 de setiembre de 2015 al 23 de marzo de 2016. Las 24 muestras de agua fueron analizadas en el laboratorio NKAP de la ciudad de Cajamarca. Determinándose que antes del servicio brindado (A-S) se encontró: Coliformes totales 4.63 NMP/100 mL, Coliformes fecales 4.47 NMP/100 mL y *Escherichia coli* un 4.47 NMP/100 mL, y después del servicio brindado se encontró: Coliformes totales 612.8 NMP/100 mL, Coliformes fecales 152.11 NMP/100 mL y *Escherichia coli* un 155.41 NMP/100 mL. que superan el valor establecido por en D.S 007-2003 SA. (15)
- f) **Banda, Y.** En su investigación **“Relación entre el cloro residual y presencia de coliformes termotolerantes en el agua potable de la ciudad de Celendín”** cuyo objetivo fue evaluar los parámetros: cloro, pH, turbidez, temperatura y concentración de coliformes termotolerantes. Los resultados obtenidos para el pH se mantienen en el rango permitido (6.5 a 8.5); la temperatura registrada oscila entre los 15°C a 18°C; solamente en el mes de setiembre se registraron niveles mayores a los 5 UNT de turbidez en la red. La concentración de coliformes termotolerantes en la parte alta, media y baja se presenta en niveles elevados en el mes de diciembre (16 NMP/100mL, 12 NMP/100 mL y 5.1 NMP/100 mL respectivamente) a diferencia de los demás meses monitoreados que cumplieron los valores establecidos. Finalmente, se calculó que cuando las concentraciones de cloro con 0 mg/L existen concentraciones de coliformes termotolerantes mayores a 10NMP/100 mL; y a niveles de cloro 0.3 mg/L los niveles de coliformes termotolerantes es de aproximadamente 1.1 NMP/100 mL (17)

g) Diana Gonzales. En su investigación **“Influencia de las características de los usuarios en la calidad microbiológica del agua de las piscinas y pateras de uso público colectivo–huaraz–áncash– 2023”** cuyo objetivo fue evaluar la influencia de las características de los usuarios en la calidad microbiológica del agua de las piscinas y pateras de uso público colectivo. Se llevó a cabo un programa de muestreo y monitoreo del agua en la Piscina01 y la Patera01, realizándose dos veces al día durante una semana cada dos meses. Se tomaron muestras antes y después de la cloración de ambas instalaciones, así como después del uso y antes de la segunda cloración diaria. Se analizaron las concentraciones de coliformes fecales (NMP/100mL), turbiedad (UNT) y cloro residual (mg/L). Además, se recopilaron datos demográficos de los usuarios ingresantes, incluyendo cantidad, edad y sexo. Para el análisis de datos y prueba de hipótesis, se emplearon técnicas de estadística descriptiva e inferencial. Los resultados mostraron que el número de usuarios tuvo un efecto negativo significativo en la concentración de cloro residual (mg/L) en el agua de las piscinas y pateras de uso público colectivo, pero no afectó la cantidad de coliformes fecales ni la turbiedad. El género de los usuarios también influyó en la concentración de cloro residual (mg/L), mientras que la edad de los usuarios mostró una influencia similar en esta variable, sin efectos en la cantidad de coliformes fecales ni turbiedad del agua. (17)

### 2.1.3. Antecedentes Locales

- a) Charalla VB, Cuchuyrumi B. En su estudio **“Características fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas termales de Ccaylla, Marcani, Uyurmiri y descripción de las prácticas de los usuarios de la provincia de Canchis del departamento de Cusco”** cuyo objetivo fue analizar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas termales de Caylla, Marcani y Uyurmiri .Esta investigación es descriptiva, para lo cual se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos, los resultados demostraron que las aguas termales de Ccaylla se caracterizan por ser meso termales, hipotónicas, neutras y mineralizadas y el componente de mayor relevancia es el cloruro (2138 mg Cl- /L) y el de menor relevancia es el fluoruro (2.6 mg F- /L ) por otra parte Uyurmiri se caracteriza por ser termal, hipotónica, ligeramente acida y mineralizada; su componente de mayor relevancia es el bicarbonato (1412.6 mg HCO<sub>3</sub> - /L) y el de menor relevancia el fluoruro ( 2.4 mg F- /L) . los resultados a nivel del análisis bacteriológico demostraron que no existe contaminación en la zona donde brota el agua, sin embargo, se observó contaminación específicamente en los balnearios, cuyos valores obtenidos tanto a nivel de bacterias como hongos superan los parámetros establecidos por la normativa internacional. En conclusión, las aguas termales analizadas son consideradas terapéuticas según el perfil fisicoquímico y la normativa internacional, en cuanto al análisis bacteriológicos estas no cumplen con los parámetros establecidos y esto se debe a la inadecuada utilización de estas aguas por parte de los usuarios. (17) (18)
- b) Centeno R. En su investigación **“Evaluación de la calidad de las aguas termales del balneario de Cocalmayo, distrito de Santa Teresa, La Convención – Cusco”** cuyo objetivo fue evaluar la calidad de las aguas termales en el balneario de Cocalmayo. En la metodología se aplicó el índice de calificación sanitaria de piscinas el cual evalúa 9 parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos, de igual forma se utilizó el método gráfico y el método mediante el software Ictest V.1.0 para dicho análisis. Los resultados muestran que la calidad del agua es “buena-excelente” para su utilización con fines recreativos. En conclusión, “el balneario de Cocalmayo, se considera apto para

uso recreativo de contacto primario y secundario según los parámetros indicados en los estándares de calidad ambiental nacional para agua, así como también se evidencia la ausencia de metales pesados”. (19)

- c) Latorre LR, Luna K. En su investigación **“Índice de calidad de agua y nivel de metales pesados del río Araza, Quispicanchi”** cuyo objetivo fue determinar el índice de calidad de agua y la concentración de metales pesados como mercurio, plomo y hierro”. Se determinaron 20 estaciones de muestreo, se empleó el método grafico propuesto por Brown (1970) y el método analítico propuesto por Ott (1978)” y se determinaron 9 indicadores fisicoquímicos y microbiológicos en 2 periodos definidos en el año; Los valores fisicoquímicos obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo cumplen con los rangos establecidos de calidad, sin embargo, los valores microbiológicos en 4 puntos no cumplen los estándares correspondientes. En conclusión, la calidad del agua en ambos períodos lluviosos del año se califica como aceptable, con respecto la concentración de metales pesados, éstos se encuentran dentro de los rangos permisibles por los estándares nacionales de calidad ambiental para agua”. (20)
- d) Alata J, Huarilloclla R. En su investigación **“Estudio organoléptico, bacteriológico y parasitológico del agua de manantial de Pumamarca y evaluación coproparasitológica de usuarios en el sector de Alto Qosqo del distrito de San Sebastián 2018”** cuyo objetivo fue analizar las características organolépticas, bacteriológicas y parasitológicas del agua del manantial de Pumamarca y realizar la evaluación coproparasitológica en los usuarios. Es un estudio de tipo descriptivo y los resultados obtenidos muestran que de los 17 indicadores analizados 4 de ellos exceden los límites máximos permisibles; con referencia al análisis parasitológico tampoco cumple con los parámetros establecidos. El examen coproparasitológico demostró que el 53.83% de la población femenina representa parasitosis, y de la misma manera 40% de la población masculina. En conclusión, el agua del manantial de Pumamarca no cumple con los parámetros establecidos y no debería ser consumida por la población. (21)

## ESTÁNDARES INTERNACIONALES Y NACIONALES PARA AGUAS DE USO RECREACIONAL

Se deben de cumplir los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, considerando el Reglamento Sanitario de Piscinas Decreto Supremo N°007-2003-SA, Decreto Supremo N°015-2015 MINAM y Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas.

### 2.2.1. España - Real Decreto N°742/2013

**Tabla 1.** Parámetros Indicadores de Calidad de Agua de las Piscinas, Real Decreto 742/2013, España

<b>Parámetro</b>	<b>Valor Paramétrico</b>
<b>pH</b>	7,2 – 8,0
<b>Temperatura</b>	24 - 30°C ≤ 36°C en hidromasaje
<b>Transparencia</b>	Que sea bien visible el desagüe de fondo
<b>Potencial Redox</b>	Entre 250 y 900 mV
<b>Turbidez</b>	≤ 5 UNF
<b>Desinfectante Residual</b>	
<b>Cloro libre residual</b>	0,5 – 2,0 Cl <sub>2</sub> mg/L
<b>Cloro combinado residual</b>	≤ 0,6 Cl <sub>2</sub> mg/L
<b>Bromo total</b>	2 - 5 mg/L Br <sub>2</sub> mg/L
<b>Ácido isocianúrico</b>	≤ 75 mg/L
<b>Indicadores microbiológicos</b>	
<b><i>Escherichia coli</i></b>	0 UFC o NMP en 100 ml
<b><i>Pseudomona aeruginosa</i></b>	0 UFC o NMP en 100 ml
<b><i>Legionella sp.</i></b>	<100 UFC / L

UFC= Unidades Formadoras de Colonia.

UNF= Unidades Nefelométricas de Turbidez.

mV= Milivoltios

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Real Decreto N°742/2013

## 2.2.2 Perú - Decreto Supremo N° 015-2015 MINAM

**Tabla 2.** Estándares Nacionales de calidad ambiental para el agua. Requisitos microbiológicos. Categoría 1: recreacional (contacto primario) MINAM-Perú

<b>Requisitos Microbiológicos y Parasitológicos</b>	
<b>Valores Máximos Permisibles</b>	
<b>Coliformes termo tolerantes (44,5°C) NMP/100ml</b>	200
<b>Coliformes Totales (35-37 °C) NMP/100ml</b>	1000
<b><i>Enterococos intestinales</i> NMP/100ml</b>	200
<b>Formas Parasitarias N° de Organismo/Litro</b>	0
<b><i>Escherichia coli</i> NMP/100ml</b>	Ausencia
<b><i>Giardia duodenalis</i> N° de Organismo/Litro</b>	Ausencia
<b><i>Salmonella sp</i> Presencia/100ml</b>	Ausencia
<b><i>Vibrio cholerae</i> Presencia/100ml</b>	Ausencia

**NMP=** Número más probable

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Decreto Supremo N°015-2015 MINAM

2.2.3. Perú - Decreto Supremo N°007-2003 SA- MINSA

**Tabla 3.** Parámetros de fisicoquímicos y microbiológicos, calidad sanitaria del agua de piscina- MINSA

<b>Calidad Fisicoquímica</b>	
<b>Ph</b>	6.5 a 8.5
<b>Turbidez</b>	≤ 1 UNF
<b>Características organolépticas</b>	Color y olor ligeros y característicos de los tratamientos empleados o de procedencia natural.
<b>Nitritos</b>	3 mg/L
<b>Nitratos</b>	50 mg/L
<b>Calidad Microbiológica</b>	
<b>Coliformes fecales</b>	Ausencia por 100 mililitros
<b><i>Streptococos fecales, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella spp.</i></b>	Ausencia por 100 mililitros
<b>Parásitos y protozoos</b>	Ausencia
<b>Algas, larvas u organismos vivos</b>	Ausencia

UNF= Unidades Nefelométricas de Turbidez.

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Decreto Supremo N° 007-2003 SA- MINSA



## **BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS**

### 2.3.1. Calidad De Agua

Condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

Los parámetros para determinar la calidad del agua están establecidos en compendios que varían de acuerdo a su utilización, estableciendo características físicas, químicas y microbiológicas. (22)

En el caso del agua potable, los parámetros deben de asegurar la ausencia de microorganismos durante el suministro a los usuarios, evitando y cuidando su salud. Estas directrices establecen presencia o ausencia de sustancias tóxicas que no afecten la salud de los humanos como para el ecosistema en general. (22). Todas las actividades que conlleven la utilización directa del agua por el hombre, deberán priorizar su calidad antes de su cantidad. (23) (24)

### 2.3.2. Reglamento Sanitario de Piscinas Decreto Supremo 007-2003 SA.

#### TÍTULO I

#### DISPOSICIONES GENERALES

##### Artículo 1º.- 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. (26)

##### Artículo 2º.- 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. (26)

##### Artículo 4º.- 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. (26)

## TÍTULO II AUTORIDADES COMPETENTES

### Artículo 5º.- 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. (26)

### Artículo 6º.- Ministerio de Salud

La autoridad de salud de nivel nacional para regular los aspectos técnicos 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. (26)

#### 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; (26)
- 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. (26)

#### Artículo 7º.- 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. (26)

##### 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. (26)

#### Capítulo VI

#### DESINFECCIÓN

##### Artículo 47º.- Sistema de Desinfección

Toda piscina dispondrá de un dispositivo automático para la desinfección del agua, a fin de proteger y mantener adecuadamente su calidad. (26)

##### Artículo 48º.- 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. (26)

#### Artículo 49º.- 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>. (26)

### TÍTULO VI

#### CALIDAD SANITARIA DEL AGUA

#### Artículo 52º.- 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. (26)

#### Artículo 53º.- 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 (26)

### 2.3.3. Parámetros Físicoquímicos Y Microbiológicos Del Agua

#### 2.3.3.1. Parámetros Físicoquímicos

Factor que se toma como necesario para analizar las características físicas o químicas que posee un producto. A través de los sentidos podemos valorar las características físicas del agua, apreciando así el color, sabor, olor, presencia de sólidos suspendidos, turbiedad y temperatura. El agua se destaca por poseer capacidad de disolución alta, la misma que está relacionada con sus parámetros químicos, de los que se consideran

la presencia de sólidos disueltos, la capacidad de neutralizar ácidos, la dureza y la presencia de fluoruros, metales, materia orgánica y nutrientes. (25)

- pH

El potencial de hidrogeniones es un parámetro caracterizado por diferenciar a través de valores predeterminados si una sustancia es ácida o básica de igual forma una modificación abrupta del mismo interviene en el equilibrio de diferentes sustratos químicos que pueden manifestarse de formas particulares de acuerdo al grado de acidez. “El pH de las aguas naturales se encuentra en un rango comprendido entre 6 y 9”. (23)

- Turbidez

La turbidez es una medida de la cantidad de partículas en suspensión en el agua.

La presencia de turbiedad en aguas de suministro público, es causada por una inadecuada desinfección, esta se evidencia al observar partículas suspendidas ya sean líquidas y sólidas tanto orgánicas como inorgánicas en el agua quienes complican su filtración. (26)

La Organización Mundial de la Salud precisa valores de 5 UNT (unidades nefelométricas de turbidez), para agua de consumo humano en países de América. Sin embargo, países, como Guatemala y República Dominicana manejan valores superiores. Por debajo del límite se encuentra Argentina, Brasil y Panamá. Finalmente, cumpliendo la recomendación de las guías de la OMS se encuentra el 75%, demostrando gran acogida. (26)

- Organolépticos

La presencia de partículas en el agua determina las características organolépticas de ella, siendo los sentidos del gusto y el olfato quienes ayudarán a reconocer problemas asociados a una incorrecta desinfección que con la presencia de material orgánico suspendido llegan a reaccionar y dar un mal aspecto de estos. (27)

El olor a cloro en el agua es detectable generalmente cuando la concentración de cloro libre residual alcanza niveles de aproximadamente 0.1 a 0.3 partes por millón (ppm). Esta concentración puede variar según la sensibilidad individual y las condiciones específicas del agua, como la temperatura y el pH. Es importante mencionar que algunas personas pueden percibir el olor a cloro en concentraciones aún más bajas, mientras que otras pueden requerir concentraciones ligeramente más altas para detectarlo claramente. . (27)

- Nitratos

Las concentraciones de nitritos en el agua suponen un gran peligro para la salud de los usuarios, sin embargo, en el medio ambiente estos compuestos tienden a convertirse fácilmente en nitratos, los cuales favorecen el crecimiento de plantas. La presencia de nitrógeno en el agua se debe principalmente por contaminación de las aguas residuales industriales, emisión de gases y residuos animales. (28) (29)

- Cloro Residual Libre

Las concentraciones de cloro en el agua se reducen con la presencia de materiales orgánicos suspendidos, una vez concluido su acción, quedarán remanentes conocidos como cloro residual. El cloro residual libre es afectado por la temperatura, la presencia de material orgánico y de microorganismos, si dentro de los controles realizados a fuentes de agua existe la presencia de cloro residual se deduce que el agua suministrada es seguro para su uso. (30)

- Cloro Residual Combinado

La presencia de este compuesto es en forma de cloraminas, formado por la reacción con el material orgánico las cuales aún tienen actividad desinfectante. (31)

- Cloro total

“Es la suma del cloro libre y el cloro combinado”. (31)

- Potencial de óxido reducción

El Potencial de Oxidación-Reducción indica la relación entre las sustancias oxidadas y reducidas en una solución acuosa. Electroodos especializados miden este valor, que refleja la capacidad de la solución para oxidar o reducir otras sustancias. El ORP es crucial para monitorear en tiempo real la capacidad desinfectante del agua, siendo fundamental para asegurar su calidad. (31)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1971 considera el ORP como un indicador confiable de la calidad sanitaria del agua, sugiriendo que valores superiores a 650 mV indican la ausencia de altas concentraciones de microorganismos patógenos. (31)

### 2.3.3.2. Parámetros Biológicos

La calidad del agua está determinada principalmente por la presencia ó ausencia de microorganismos, es por eso que se establecen controles rigurosos cuyos indicadores microbiológicos son seguros, de fácil manipulación y se realizan en tiempos reducidos, además que deben ser inocuos para el personal responsable. (32)

Dentro de los indicadores biológicos están los siguientes:

- Coliformes Totales

Son considerados como organismos indicadores, prediciendo la presencia potencial de microorganismos en el agua. (32)

- Coliformes fecales

Microorganismos Gram (-), considerados indicadores de contaminación fecal. (32)

<b>Característica</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b>Coliformes Fecales</b>
<b>Definición</b>	Grupo de bacterias que incluyen bacterias fecales y no fecales, que fermentan lactosa a 35-37°C.	Subgrupo específico dentro de los coliformes totales que están presentes principalmente en el intestino de mamíferos y aves, soportan temperaturas mayores de 42°C.
<b>Indicación</b>	Indican contaminación general de origen fecal y no fecal en agua, alimentos y ambiente.	Indican contaminación fecal específica, generalmente de origen humano o animal.

<b>Especies típicas</b>	Escherichia coli, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter, etc.	Escherichia coli (E. coli) y algunas cepas de Enterobacter aerogenes.
<b>Presencia en el ambiente</b>	Pueden encontrarse en agua, suelo, alimentos y superficies.	Mayormente asociados con heces humanas y animales, en aguas contaminadas.
<b>Método de detección</b>	Pruebas de fermentación de lactosa, confirmación por técnicas adicionales.	Medios selectivos que inhiben otros coliformes, permitiendo el crecimiento de coliformes fecales.
<b>Importancia sanitaria</b>	Indican posible contaminación, pero no necesariamente fecal.	Indican específicamente contaminación fecal y riesgo para la salud, crucial en agua potable.
<b>Regulación normativa</b>	Regulados en estándares de calidad de agua y alimentos.	Especialmente enfocados en controlar la calidad microbiológica del agua potable.

Fuente: Apella M, Z. Araujo P. Microbiología de agua. Conceptos básicos. segunda ed. 2005

- *Streptococcus faecalis*

Son bacterias Gram (+) que indican contaminación por microorganismos de origen gastrointestinal humano o mamíferos. (32)

- Staphylococcus Aureus

Son bacterias Gram (+) usados como indicadores en laboratorio por su acción productora de coagulasa que pueden causar infecciones cutáneas. (32)

- *Escherichia coli*

Son bacterias Gram (-) presentes en el tracto gastrointestinal causantes de diarreas. (32)

- *Pseudomona aeruginosa:*

Son bacterias Gram (-) oportunistas e indicadores de contaminación del agua causantes principalmente de infecciones respiratorias y de sangre. (32)

- *Salmonella spp.*

Bacterias Gram (-) que originan cuadros de fiebre tifoidea, en mayor porcentaje provocan gastroenteritis. (32)

- Parásitos y protozoos

Son microorganismos unicelulares, con gran capacidad para proliferarse, ocasionando cuadros graves de infecciones en el organismo. (32)



*Naegleria fowleri* es un organismo unicelular que se encuentra comúnmente en ambientes cálidos de agua dulce como lagos, estanques y aguas termales. Esta ameba puede causar una infección muy rara pero extremadamente grave del cerebro llamada meningoencefalitis amebiana primaria en humanos. (32)

La resistencia que ofrecen estos microorganismos a diferentes desinfectantes es una problemática y esto debido a un mal control de calidad a estos establecimientos, por eso es importante destacar que *Naegleria fowleri* prefiere aguas cálidas y estancadas, no tratadas o mal tratadas con cloro. Las piscinas bien mantenidas con niveles adecuados de cloro y pH son generalmente seguras contra esta ameba. Sin embargo, no se puede descartar completamente el riesgo si las condiciones de mantenimiento no son las adecuadas, especialmente en climas cálidos donde el agua puede calentarse y proporcionar un entorno propicio para el crecimiento de *Naegleria fowleri*. (32)

#### 2.3.4. Piscina

Establecimiento destinado a la práctica de diferentes deportes, con fines de rehabilitación física, entretenimiento entre otros, cuya seguridad está establecido por la calidad del agua y el estado de sus instalaciones. (33)

##### 2.3.4.1 Piscina de uso público

Establecimiento destinado al uso de la población en general, administrado por entes gubernamentales como son municipalidades que contralan, coordinan y realizan trabajos de mantenimiento. (33)

##### 2.3.4.2. Piscina privada de uso colectivo

Establecimiento destinado a un grupo reducido de personas, cuyo mantenimiento estará a cargo de personal contratado por el propietario. (33)

#### 2.3.6. Contaminación Del Agua De Piscina

Debido que el agua estancada supone un riesgo para la salud de los usuarios es de suma importancia determinar parámetros y establecer métodos que garanticen su seguridad, el agua actúa como vector para la proliferación de microorganismos tales como parásitos, hongos, bacterias, virus entre otros. La necesidad de obtener agua de

calidad conlleva al incremento de investigaciones ya que la salud de la población se ve expuesta. (34)

### 2.3.7. Sistema De Desinfección Del Agua De Piscina

El cloro es el tipo de desinfectante y sanitizador más popular en la industria de las piscinas. Un nivel de cloro libre en la piscina es esencial para mantener el agua segura y limpia. Después de todo, el cloro es la línea de defensa principal contra virus y gérmenes. A pesar de los avances en los sistemas de desinfección secundaria, la necesidad de utilizar un químico que deja residuo como sanitizante todavía es una realidad. Sin embargo, una gran parte de la demanda del cloro no es como desinfectante sino como oxidante. (35)

Antes de hablar más acerca de los tipos de cloro, tenemos que recordar lo siguiente; Todos los tipos de cloro, al agregarse al agua, se convierten en dos formas de cloro libre (CL):

- La forma fuerte de cloro, o el agente desinfectante, ácido hipocloroso (HOCl)
- La forma débil de cloro, con menores propiedades de desinfectante, el ion de hipoclorito (OCl<sup>-</sup>). (35)

#### 2.3.7.1 Cloro como mutágeno

El cloro puede actuar como mutágeno debido a su capacidad para formar compuestos altamente reactivos y oxidantes cuando está en contacto con ciertos compuestos orgánicos.

1. Formación de Cloraminas: El cloro reacciona con compuestos orgánicos nitrogenados presentes en el agua para formar cloraminas. Estas son compuestos altamente reactivos que pueden interactuar con el ADN y causar daños estructurales que pueden llevar a mutaciones.
2. Generación de Radicales Libres: El cloro puede inducir la formación de radicales libres en las células. Los radicales libres son moléculas altamente reactivas que pueden dañar el ADN al causar rupturas en las cadenas de nucleótidos o al modificar directamente las bases nitrogenadas.

3. Oxidación de Componentes Celulares: El cloro puede oxidar directamente proteínas, lípidos y ácidos nucleicos dentro de las células. Esta oxidación puede alterar la función normal de las proteínas y dañar el ADN, lo que potencialmente lleva a mutaciones.
4. Formación de Cloruros de Alquilo: En ciertas condiciones, el cloro puede reaccionar con compuestos orgánicos para formar cloruros de alquilo. Estos son compuestos altamente electrófilos que pueden alquilar el ADN, lo que interfiere con su replicación y puede causar mutaciones.

#### **2.4. PISCINAS DE USO PUBLICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO**

**Tabla 4.** Piscinas Públicas de la Ciudad del Cusco

N°	NOMBRE DE LA PISCINA	CLASIFICACION
1	<b>PISCINA MUNICIPAL DE WÁNCHAQ</b>	<b>Pública</b>
2	<b>PISCINA DE G.U.E. INCA GARCILASO DE LA VEGA</b>	<b>Pública</b>
3	<b>PISCINA DE G.U.E. CLORINDA MATO DE TURNER</b>	<b>Pública</b>
4	<b>PISCINA DE SION</b>	<b>Pública</b>
5	<b>PISCINA MUNICIPAL DE SAN JERÓNIMO</b>	<b>Pública</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la publicación DIRESA- CUSCO- VERANO SALUDABLE

## 2.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

**Agente biocida.** -Sustancia generalmente de origen químico cuya finalidad es inhibir, controlar y reducir la concentración de microorganismos. (36)

**Bacterias resistentes.** – Son microorganismos que desarrollaron mecanismos de defensa para inhibir la acción de biocidas o antibióticos. (36)

**Bacterias termófilas.** – Son microorganismos capaces de tolerar altas temperaturas logrando su proliferación. (36)

**Cloro residual.** – Una vez aplicado el cloro para la desinfección del agua, hay un tiempo en el que este actúa, formando nuevos compuestos y disminuyendo su concentración, el cual es denominado cloro libre o residual. (37)

**Cloro combinado.** – Es el cloro producto de la reacción con los diferentes compuestos orgánicos produciendo cloraminas con actividad desinfectante reducido. (37)

**Coliformes totales.** – Importante indicador microbiológico de contaminación del agua. (16)

**Coliformes fecales.** – Considerado como indicador microbiológico de la contaminación del agua de origen fecal. (16)

**Demanda de cloro.** -Cantidad suficiente de cloro que garantiza la desinfección del agua. (37)

**Demanda bioquímica de oxígeno.** - Concentración mínima de oxígeno que requieren las bacterias para poder metabolizar las sustancias de origen orgánico o inorgánico y lograr su supervivencia. (38)

**Directiva sanitaria.** – Son un grupo organizado que establece y determina políticas de trabajo que garantizan el correcto funcionamiento de cualquier establecimiento. (39)

**Decreto supremo.** -Son normas con rango de ley de aplicación general que regulan determinados sectores. (39)

**Estanque.** -Reservorio de agua. (36)

**Indicadores biológicos.** – Son parámetros que nos sirven para corroborar la existencia o no presencia de microorganismos viables después del proceso de esterilización. “Existen distintos tipos de indicadores biológicos según el sistema de esterilización. El indicador biológico contiene esporas que son las más resistentes al método de esterilización empleado”. (40)

**Mutágenos químicos.** –“Un mutágeno es una sustancia química o agente físico capaz de inducir cambios en el ADN denominados mutaciones”. (41)

**Organización Mundial de la Salud.** -Entidad regulatoria cuya finalidad es establecer normas que ayuden a mejorar los sectores de salud a nivel mundial, prestando asesoría y vigilando alertas sanitarias. (42)

**Piscina.** – Estanque artificial cuya finalidad es el baño deportivo, terapéutico, deportivo, cuyo funcionamiento debe garantizar la seguridad de los usuarios. (33)

**Piscina pública de uso colectivo.** – Piscina destinado al uso de la población sin necesidad de restricciones. (33)

**Piscina privada de uso colectivo.** – Piscina destinado al uso de un grupo reducido de personas cuya administración lo ve un ente privado. (33)

**Vigilancia Sanitaria.** -Conjunto de medidas que garantizan la seguridad de un producto en cumplimiento de las normas correspondientes. (43)

## **CAPÍTULO III**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **A. Para el análisis fisicoquímico**

Equipos.

- pH metro instrumento
- Nefelómetro
- Espectrofotómetro
- Destilador
- Turbidímetro
- Cabina de flujo laminar
- Medidor impermeable de ORP
- Centrifuga
- Watherproof pH and ORP HANNA
- Bolsas Whirl Pak con tiosulfato de sodio.

Reactivos.

- Reactivo combinado de ácido sulfanílico, ácido bórico y cadmio para nitratos.
- Solución buffer pH 4.01
- Solución buffer pH 7.01

##### **B. Para el análisis microbiológico**

Equipos.

- Autoclave eléctrica
- Baño maría
- Incubadora
- Refrigeradora -2 °C
- Termómetro digital instrumento
- Equipo de filtración al vacío

- Estufa de esterilización
- Centrifuga
- Cabina de flujo laminar

Medios de cultivo.

- Agar Baird Parker
- Agar Cetrimide
- Agar EMB
- Agar S-S
- Agar TSI
- Agar SIM
- LIA (agar)
- Agar Citrato Simmons
- Caldo Lactosa Lauril Sulfato
- Caldo Brilla, Caldo Verde Brillante Bilis-Lactosa
- Caldo urea
- Caldo MIO
- Caldo BHI
- 

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

### 3.2.1. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo no experimental, descriptiva y correlacional porque busca especificar propiedades, características importantes de muestras de agua y se asocia variables mediante un patrón predecible. (44)

### 3.2.2. Diseño de la Investigación

La investigación es descriptiva porque la información obtenida fue analizada tal como se observó. (44)

### 3.2.3. Variables dependientes e independientes del estudio:

#### **Variables dependientes:**

##### \* Características fisicoquímicas:

- pH
- Temperatura
- Color/ olor
- Turbidez
- ORP
- Cloruro libre residual
- Cloro combinado residual
- Nitratos

##### \* Características microbiológicas:

- Coliformes fecales
- Coliformes Totales
- Enterococos
- *Staphylococcus aureus*
- *Pseudomona aeruginosa*
- *Salmonella sp.*
- Parásitos

#### **Variables independientes:**

##### \* Piscina:

\* Ubicación

\* Tipo (pública)

##### \* Mes de muestreo:

\* octubre

\* noviembre

\* diciembre



### 3.3. UBICACIÓN, TIEMPO Y ESPACIO

#### 3.3.1. Ubicación de las piscinas del distrito de Wánchaq

**Tabla 5.** Ubicación de las piscinas de la Ciudad del Cusco

<b>PISCINAS DE LA CIUDAD DE CUSCO</b>					
	<b>MUNICIPAL DE WANCHAQ</b>	<b>PISCINA SION</b>	<b>PISCINA PÚBLICA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA</b>	<b>PISCINA DE G.U.E. CLORINDA MATO DE TURNER</b>	<b>PISCINA MUNICIPAL DE SAN JERÓNIMO</b>
<b>Departamento</b>	Cusco	Cusco	Cusco	Cusco	Cusco
<b>Provincia</b>	Cusco	Cusco	Cusco	Cusco	Cusco
<b>Distrito</b>	Wánchaq	San Sebastián	Cusco	Cusco	San Jerónimo
<b>Lugar</b>	Av. Pachacútec N°500	Av. La Cultura, paradero Enaco	Av. de La Cultura 700, Cusco 08000	Av. de La Cultura S/N C	Prol. de la Cultura 112,

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.3.2. Tiempo de análisis

El tiempo de análisis será de 06 meses después de la aprobación del proyecto de investigación.

#### 3.3.3. Lugar de análisis

- Laboratorio de microbiología de la “Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC”.
- Laboratorio de química de la escuela Profesional de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC.

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.4.1. Delimitación

La población está determinada por las piscinas del departamento del Cusco que se encuentran registradas en la base de datos del Ministerio de Salud.

### 3.4.2. Criterios de Inclusión y Exclusión de la Muestra

- Criterio de Inclusión

Muestras de agua recolectadas de las piscinas de la Municipalidad de Wánchaq, Municipalidad de San Jerónimo, Sion, Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner, según los métodos estandarizados y establecidos de la Asociación Americana de Salud Pública, Asociación Americana de Obras Hidráulicas, Federación para el Control de la Contaminación del Agua y Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos., para determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas.

- Criterio de Exclusión

Muestras recolectadas del agua de las piscinas que no cumplieron la recolección según los métodos normalizados en la Asociación Americana de Salud Pública, Asociación Americana de Obras Hidráulicas, Federación para el Control de la Contaminación del Agua y Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos.

Establecimientos que no están formalmente registrados en el sistema de Verano Saludable dirigido por el Ministerio de Salud.

Establecimientos que se encontraban inoperativas al momento del estudio

### 3.4.3. Determinación del Tamaño y Composición de la Muestra

Se consideró muestras de agua de las piscinas inscritas formalmente ante el Ministerio de Salud y que aparecen en el sistema de Verano Saludable, además que estas piscinas son muy concurridas por estudiantes y público en general, sumarle el fácil acceso a las instalaciones y el interés de las entidades reguladoras de conocer la calidad del agua en estudio. El tipo de muestreo usado fue por conveniencia un muestreo no probabilístico y no aleatorio.

### 3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

**Tabla 6.** Técnicas e instrumentos de recolección de datos fisicoquímicos y microbiológicos

Técnicas	Instrumento
<b><u>Observación laboratorial</u></b>	<p><b>Anexo 1.</b> Formato de caracterización fisicoquímica del agua de piscinas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación</li> <li>- Propiedades físicas</li> <li>- Propiedades químicas</li> </ul> <p><b>Anexo 2.</b> Formato de caracterización microbiológica del agua de piscinas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación</li> <li>- Coliformes</li> <li>- <i>Enterococos</i></li> <li>- <i>Escherichia coli</i></li> <li>- <i>Pseudomona aeruginosa</i></li> <li>- <i>Staphylococcus aureus</i></li> <li>- <i>Salmonella spp.</i></li> <li>- Parásitos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Tabla 7.** Técnicas de procesamiento de análisis estadístico

Técnicas	Análisis
<b>Tratamiento de datos en Microsoft office Word versión 2020.</b>	Procesamiento de datos.
<b>Estrategia de análisis de SPSS v.21.0</b>	<p>Análisis estadístico de los datos:</p> <p><b>Estadística descriptiva:</b> se usan tablas y gráficos, así como estadígrafos de resumen y dispersión como son la media aritmética y la media estándar.</p>

---

**Estadística inferencial:** se usaron intervalos de confianza, graficas de error y pruebas de hipótesis estadística para valores referenciales y el coeficiente de Pearson.

---

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.7. IDENTIFICACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.7.1. Definición de las Variables Implicadas

##### 3.7.1.1. Características fisicoquímicas de agua de las piscinas del distrito de Wánchaq de la provincia del Cusco

Definición conceptual: Es la determinación de las concentraciones químicas y físicas de agua de las piscinas del distrito de Wánchaq.

Definición operacional: Se identifican las propiedades fisicoquímicas de las muestras de agua de piscinas usando métodos establecidos para su análisis.

- Naturaleza: Cuantitativa
- Forma de medición: Directa
- Escala de medición: Nominal
- Instrumento: analítico
- Expresión final:
  - Cumple con los parámetros establecidos
  - No cumple con los parámetros establecidos

**Indicadores:** pH, turbidez, color, olor, organolépticos, nitritos, nitratos, cloro residual, cloro residual combinado, cloro total.

##### 3.7.1.2. Características microbiológicas de agua de las piscinas de la ciudad del Cusco

Definición conceptual: Es la determinación de las concentraciones microbiológicas de agua de las piscinas de la ciudad del Cusco.

Definición operaciones: Se identifican las propiedades microbiológicas de las muestras de agua de piscinas usando métodos establecidos para su análisis.

- Naturaleza: Cuantitativa
- Forma de medición: Directa
- Escala de medición: Nominal
- Instrumento: analítico
- Expresión final:
  - Cumple con los parámetros microbiológicos
  - No cumple con los parámetros microbiológicos

**Indicadores:** “Coliformes totales, coliformes fecales, *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp*, parásitos y protozoos, algas, larvas u organismos vivos.” (33)

## Operacionalización de las Variables Implicadas

Tabla 8. Características fisicoquímicas del agua de piscinas

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS			DEFINICIÓN OPERACIONAL					
VARIABLES IMPLICADAS	INDICADORES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	NATURALEZA	FORMA DE MEDIR	ESCALA	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO	EXPRESIÓN FINAL
<b>PARÁMETROS</b>								
<b>Color</b>		Es la presencia de sustancias suspendidas o en solución como iones metálicos, humus y materia orgánica.	cuantitativa	directa	razón	Se construyó una curva patrón y se determinó la concentración de las muestras de agua.	Colorimetría	UC(unidades de color)
<b>Olor</b>		Sensación resultante de la recepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo	cualitativo	Directa	nominal	En un recipiente de capacidad adecuada se toma una muestra, se agita, luego se destapa y se procede a oler con cuidado.	apreciación sensorial	característico del desinfectante
<b>pH</b>	medio básico o ácido	concentración de hidrógeno en actividad disociado	cuantitativo	Directa	intervalo	se sumergió el electrodo en el recipiente conteniendo la muestra	pHmetro	pH
<b>Turbidez</b>	partículas en suspensión	es una expresión de la propiedad óptica que hace que la luz	cuantitativo	Directa	razón	Se construye una curva patrón, se miden las absorbancias a 660 nm, tanto para patrones y muestras.	nefelómetro	UNT

		dispersarse y absorberse en lugar de transmitirse sin cambio de dirección o nivel de flujo a través de la muestra.						
<b>nitratos</b>		compuestos que se forman mediante la biodegradación de nitratos u otros compuestos orgánicos nitrogenados	cuantitativo	Directa	razón	Por espectrofotometría, se construyó una curva patrón y se determinó la concentración de las muestras estudiadas.	espectrofotometría	mg/L
<b>cloro residual</b>		compuestos usados en la cloración, durante el tratamiento de aguas	cuantitativo	Directa	intervalo	Se construyó una curva patrón y se determinó la concentración de las muestras de agua.	espectrofotometría	mg/L
<b>cloro residual combinado</b>		compuestos usados en la cloración, durante el tratamiento de aguas	cuantitativo	Directa	intervalo	Se construyó una curva patrón y se determinó la concentración de las muestras de agua.	espectrofotometría	mg/L
<b>cloro total</b>		compuestos usados en la cloración, durante el tratamiento de aguas	cuantitativo	directa	intervalo	Se construyó una curva patrón y se determinó la concentración de las muestras de agua.	espectrofotometría	mg/L
<b>ORP</b>	actividad de los electrones	medida de la capacidad de reducción u oxidación de una solución	cuantitativo	directa	intervalo	se introduce el electrodo directo a la muestra de agua	potenciómetro	mV



Tabla 9 **Características microbiológicas del agua de piscinas**

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS**

DEFINICIÓN OPERACIONAL

VARIABLES IMPLICADAS	INDICADORES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	NATURALEZA	FORMA DE MEDIR	ESCALA	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO	EXPRESIÓN FINAL
<b>PARÁMETROS</b>								
<b>Coliformes totales / Coliformes fecales</b> <i>Escherichia Coli</i>		<b>Bacilos gram(-) considerados indicadores de contaminación. E.Coli: indicador de la presencia de patógenos entéricos</b>	Cuantitativa	Directa	<b>Razón</b>	Fase Presuntiva: Se usó caldo lauril triptosa con púrpura de bromocresol el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados presentes en la muestra y favorece el aprovechamiento de la lactosa como fuente de carbono; se incubaron las muestras diluidas a 35.5°C±0.5°C durante 24±2 horas considerándose como positivos los tubos con producción de gas, turbidez y un ambiente ácido (color amarillo). Los tubos que no presentan estas características se incuban para volverlo a examinar al final de 48±3 horas. Fase confirmatoria: De los tubos considerados positivos, con un asa estéril de 3 mm de diámetro, se	<b>Método del número más probable</b>	<b>NMP/100mL</b>

						transfiere el cultivo a tubos de fermentación que contienen lactosa bilis verde brillante; se incuban los tubos a 35.5°C±0.5°C durante 48±3 horas; la formación de gas en el vial invertido en el medio de fermentación representó un resultado positivo en la fase confirmatoria, calculando el valor del NMP a partir del número de tubos positivos.		
<b><i>Streptococcus fecales</i></b>		<b>Bacteria gram(+)</b> que habita en el tracto gastrointestinal	Cuantitativa	Directa	Razón	Prueba presuntiva: Se inoculó la muestra en tubos con caldo azida glucosa y se incubaron a 35.5°C±0.5°C durante 24-48 horas. Se consideraron positivos aquellos tubos que presentaron turbidez y sedimento. Prueba confirmatoria: De cada tubo positivo en la prueba presuntiva, se pasa una muestra para siembra por estrías en placas con agar Pfizer para enterococos, incubando la placa invertida a 35.5°C durante 24-48 horas. La formación de colonias pardo-negruzcas con halos marrones confirmó la presencia de estreptococos fecales.	Método del número más probable (NMP)	<b>NMP/100mL</b>
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>		<b>Bacterias gram (+),</b> indicador de contaminación del agua.	<b>Cuantitativa</b>	<b>Directa</b>	<b>Razón</b>	Identificamos la presencia de cocos mediante la prueba de tinción Gram, sembramos en agar Sangre, posterior a este realizamos la	Método de filtración por membrana	Ausencia / 100 mL

						prueba de catalasa (formación de burbuja)		
<b><i>Pseudomona aeruginosa</i></b>		Bacteria Gram(-), indicador de contaminación del agua.	Cuantitativa	Directa	Razón	Etapa presuntiva: 10 mL de agua incubamos en caldo asparagina(35°Cx48h) Etapa confirmativa: presencia de fluorescencia, sembramos en agar cetrimide, presenta color fucsia o rosado intenso.	Método de filtración por membrana	Ausencia / 100 mL
<b><i>Salmonella spp</i></b>		Bacilos gram(-), fermentan la glucosa con formación de gas	Cuantitativa	Directa	Razón	La muestra se filtró en membrana policarbonada 0.45um y se sembró filtrando en agar S-S. Con una colonia característica se aisló e identificó con coloración Gram y prueba bioquímicas como TSI, MIO, CITRATO y LIA.	Método de filtración por membrana	Ausencia/ 100 mL

### 3.8. PROCEDIMIENTO

#### 3.8.1. Frecuencia de los puntos de muestreo

El muestreo para el presente trabajo se realizará en las piscinas públicas de la ciudad del Cusco las cuales son Piscina de SION, Piscina Municipal de Wánchaq, piscina pública de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega, piscina de G.U.E. Clorinda Matto de Turner y piscina Municipal de San Jerónimo siendo estas las únicas registradas en DIRESA, se tomarán 03 muestras de cada piscina, 01 al inicio del turno 01 al medio y 01 al final del turno.

**Tabla 10.** Fecha y hora de muestreo fisicoquímico y microbiológico

LUGAR	N°	Fecha	Hora
<b>Piscina Municipal de San Jerónimo</b>	INICIO	Semana 1	10:00 am
	MEDIO	Semana 1	14:00 pm
	FINAL	Semana 1	18:00 pm
<b>Piscina Municipal de Wánchaq</b>	INICIO	Semana 2	10:00 am
	MEDIO	Semana 2	14:00 pm
	FINAL	Semana 2	18:00 pm
<b>Piscina de la Gran Unidad Escola Inca Garcilaso</b>	INICIO	Semana 3	10:00 am
	MEDIO	Semana 3	14:00 pm
	FINAL	Semana 3	18:00 pm
<b>Piscina de la G.U.E. Clorinda Matto de Turner</b>	INICIO	Semana 4	10:00 am
	MEDIO	Semana 4	14:00 pm
	FINAL	Semana 4	18:00 pm
<b>Piscina de SION</b>	INICIO	Semana 5	10:00 am
	MEDIO	Semana 5	14:00 pm
	FINAL	Semana 5	18:00 pm

**Fuente:** *Elaboración Propia*

#### 3.8.2. Localización del punto de muestreo

La localización de la toma de muestra en el caso del análisis fisicoquímico fue de los puntos de inyección de agua previamente tratada por el sistema de recirculación que están distribuidos en la periferia de las piscinas.

Para el análisis microbiológico se consideró de igual forma los puntos de inyección de agua previamente tratada por el sistema de recirculación y también se consideró los puntos de mayor afluencia de bañistas.

#### 3.8.2.1. Para el análisis fisicoquímico del agua de piscina

Se utilizó envases estériles de polipropileno con tapas seguras de 100 ml de capacidad, enjuagadas varias veces con la misma agua a analizar. Se evito en lo posible el contacto con el aire para evitar cambios químicos que alteren las características de análisis. La conservación de las muestras se guardó en cajas térmicas con gel refrigerante distribuido uniformemente en la base y laterales, para asegurar una temperatura entre  $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . (45)

#### 3.8.2.2. Para el análisis microbiológico del agua de piscinas

La toma de muestra se realizó en envases estériles Bolsas Whirl-Pak de 100 ml de capacidad, al momento de extraer la muestra se retiró el sello de seguridad con cuidado sin hacer contacto con alguna otra superficie, se llenó la bolsa sin enjuagarla, se llenó el envase hasta la línea de referencia y se procedió a asegurarlo herméticamente. Las muestras fueron identificadas con datos descriptivos exactos. La conservación de las muestras se almaceno en un contenedor termo refrigerado con temperatura de  $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Una vez en laboratorio se procesó en las 2 horas siguientes. (46)

#### 3.8.3. Métodos de determinación de los análisis fisicoquímicos

De acuerdo a los establecido por el MINSA y el D. S. 007-2003-SA para aguas de piscina se tomaron en cuenta los parámetros de análisis.

**Tabla 11.** Métodos normalizados de análisis fisicoquímicos de aguas termales

<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Expresión de Cuantificación</b>	<b>Unidades</b>
<b>Color</b>	Colorimétrico, pt-Co	Color= (UC) leído	UC
<b>Olor</b>	Apreciación sensorial personal. 2150	Determinación cualitativa	
<b>Temperatura</b>	Termométrico 2550-B	Determinación directa	°C
<b>pH</b>	Potenciométrico	Determinación directa	Ph
<b>Turbidez</b>	Nefelometría 2130-B	Turbidez= (UNT) leído	UNT
<b>Potencial Redox</b>	Instrumental	Determinación directa	Mv

Fuente: APHA.

**Tabla 12.** Métodos normalizados de análisis de constituyentes inorgánicos no metálicos

<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Expresión de Cuantificación</b>	<b>Unidades</b>
<b>Nitrato</b>	Colorimétrico 4500- NO3-B	NO3-= (mg/L) leído	mg NO-3/L

Fuente: APHA.

#### 3.8.4. Métodos de determinación de los análisis microbiológicos

De acuerdo a los establecido por el MINSA y el D. S. 007-2023-SA para aguas de piscina se tomaron en cuenta los parámetros de análisis.

**Tabla 13.** Métodos normalizados de análisis microbiológico

<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Expresión de Cuantificación</b>	<b>Unidades</b>
<b>Coliformes totales</b> <b>Coliformes fecales</b> <b><i>E. coli</i></b>	Método del Número más Probable (NMP) 9221A	Directamente de la tabla para el cálculo de NMP  Colonias oscuras con brillo verde metálico.	NMP/100mL  AUSENCIA/100mL
<b><i>Enterococcus</i></b>	Método del Número más Probable (NMP) 9221B	Directamente de la tabla para el cálculo de NMP	NMP/100MI
<b><i>Pseudomona aeruginosa</i></b>	Método de Filtración sobre membrana	Colonias color verde azuladas	<i>AUSENCIA/100MI</i>
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	Método de Filtración sobre membrana	Las colonias típicas negras brillantes, rodeadas de un halo opaco.	<i>AUSENCIA/100MI</i>
<b><i>Salmonella</i></b>	Método de Filtración sobre membrana	Incoloro, generalmente con centro de color negro	<i>AUSENCIA/100MI</i>
<b>Mohos y levaduras</b>	Método de Número Total de colonias en placa	$UFC/MI = N^{\circ}x(1/FDD) /V$	UFC/MI

Fuente: APHA

### 3.8.5. Descripción de los Métodos

#### 3.8.5.1. Análisis fisicoquímico

##### Propiedades físicas y de agregación

- **Color.** Se determinó por el método colorimétrico, “se realizó la comparación de la muestra de agua con un conjunto de solución patrón de cloruro de cobalto y cloroplatinato de potasio de 1 a 70 mg de platino/L, leídos en un espectrofotómetro a 440nm, expresándose la intensidad de color en función de los miligramos de platino contenidos en un litro”. (45)
- **Olor:** Esta determinación se realizó en situ tomando un Erlenmeyer de 200 mL de muestra, se tapó, agitó y se destapó procediendo a oler, este método se realizó con 2 experimentadores con conocimiento de agudeza relativa y 3 personas sin experiencia. La comparación se efectuará en momentos distintos, para evitar la variación de los resultados por la apreciación sensorial personal. (45)
- **pH:** “La determinación se realizó in situ, el tubo de vidrio del potenciómetro se sumergirá en un vaso estéril dentro del agua y se realizó la medición”. (45)
- **Turbidez:** Se realizó por el método nefelométrico a una absorbancia de 660 nm, comprando la intensidad de la luz dispersada por un conjunto de soluciones patrón de 1, 10, 40 UNT (Unidades Nefelométricas de turbidez), teniendo en cuenta que 1= UFT (Unidad Turbidimétrica de Formazona). (45)
- **Potencial Redox:** La determinación se realizó in situ, se introdujo el electrodo directamente a la muestra en un vaso y se realizó la medición. (46)



- **Nitratos:** La determinación se realizó por espectrofotometría, se realizó la preparación de soluciones estándar de nitrato de concentraciones conocidas, estas soluciones se sometieron a la reacción de Griess para formar un complejo colorido, se construyó una curva de calibración y se dio lectura de la muestra a 540nm de longitud de onda. (45)
- **Cloro total:** se utilizó el método de yodométrico, se usa como patrón siendo la base para la titulación de los patrones temporales. (27)
- **Cloro residual:** La determinación se realizó in situ se utilizó, se usa como patrón siendo la base para la titulación de los patrones temporales. (27)

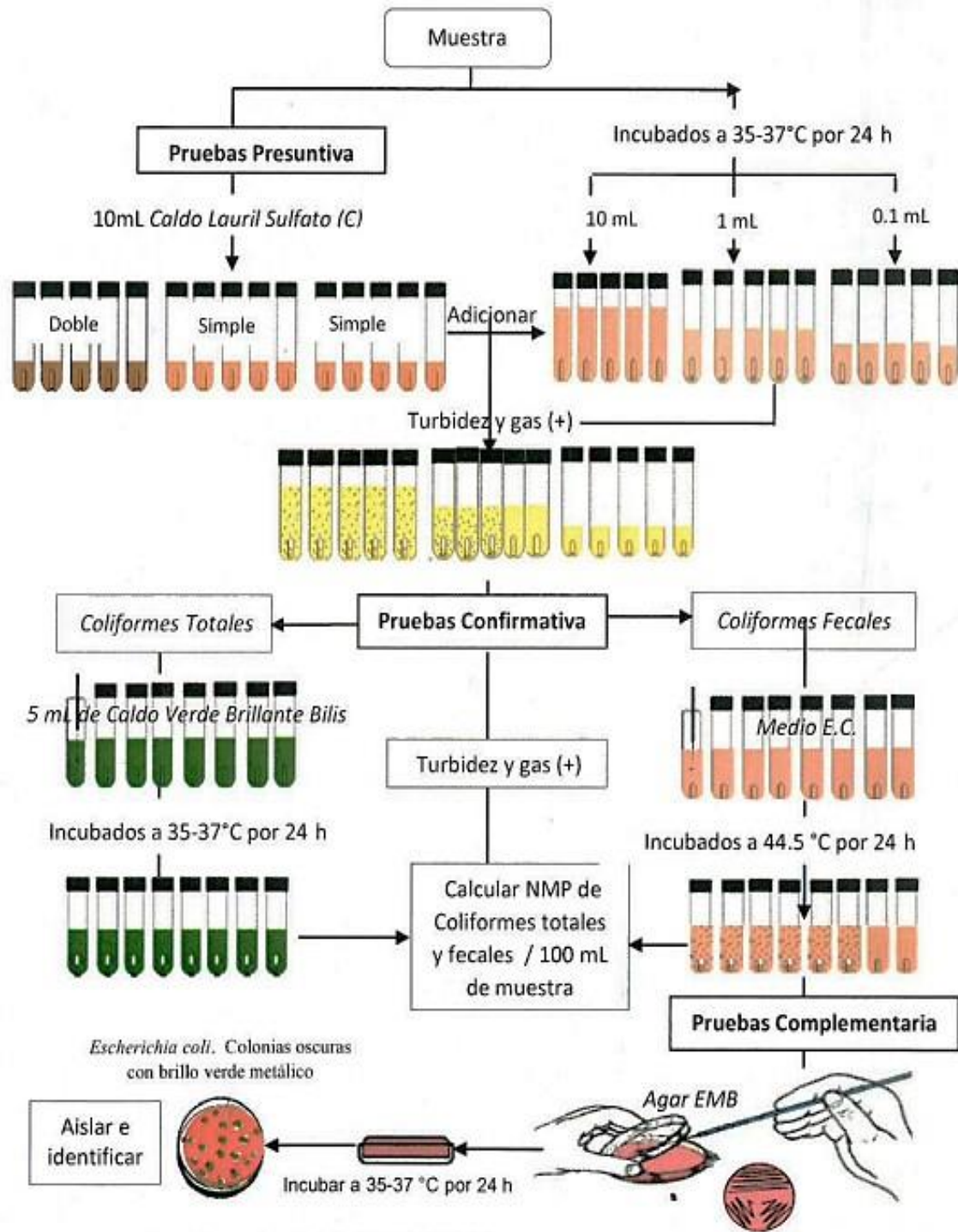
#### 3.8.5.2. Análisis Microbiológico

- **Coliformes:**

Se determinó por el método número más probable, la muestra en volúmenes de 10 mL, 1mL y 0.1 mL, fueron inoculados por azada en tubos con caldo lauril sulfato, luego fueron incubados a 35 °C durante 24- 48 horas. La producción de gas y turbidez se considerará positiva para este grupo de bacteria. (27)

Para los coliformes totales, se inoculó por azada los tubos positivos, a tubos con caldo lactosado verde brillante bilis 2% y fueron incubados durante 24 horas a 35 °C; para coliformes fecales, se inoculó los tubos positivos, a tubos conteniendo caldo EC (Caldo de *Escherichia coli*) y serán incubados a 44.5 °C en baño maría durante 24 horas; para confirmar la presencia de E. coli; se inoculó por estrías de los tubos positivos del medio EC, a placas de Agar EMB ( Eosin Methylene Blue Lactosa Sucrose) y fueron incubados a 35°C + 0.5 °C durante 24 + 2 horas; luego se realizó la tinción Gram y se realizó la prueba de IMVIC resultando, Indol (+) con la apreciación de color rojo en la capa superior, Voges Proskauer COMPUESTOS REACTIVOS (-) no cambio de color, rojo metilo compuesto reactivo (+) con la aparición de color rojo y el agar citrato de Simmons (-) no cambia de color. (27)

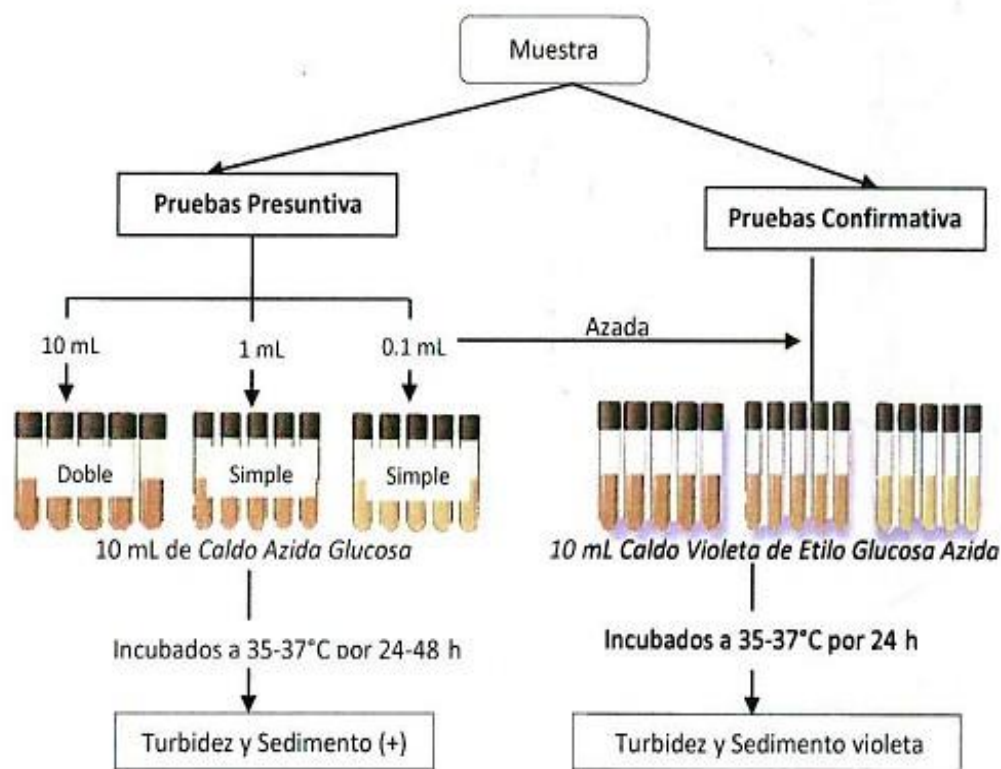
**Flujograma 1.** Determinación de coliformes por el método Número Más Probable



**Fuente:** Elaborado por Charalla- Cuchuyrumi partir de ICMSF (17)

▪ **Enterococcus:**

Se determinó por el método número más probable (NMP), que consistió en dos etapas: prueba presuntiva donde volúmenes de 10mL, 1mL y 0.1 mL de la muestra fueron transferidos a tubos con caldo Azida glucosa y fueron incubados a 37 °C + 0.5°C durante 24-48 horas, considerando positivo la presencia de turbidez, la prueba confirmativa consistió en inocular por azada los tubos positivos, a tubos conteniendo caldo azida etil violeta y fueron incubados durante 24 horas a 37 °C. La aparición de turbidez y un depósito violeta en el fondo de los tubos, indica presencia de *Enterococcus fecales*. Para evaluar NMP, se utilizaron los tubos positivos de la prueba confirmatoria en caldo Azida etil violeta, tomando la tabla estadística del NMP. (32)

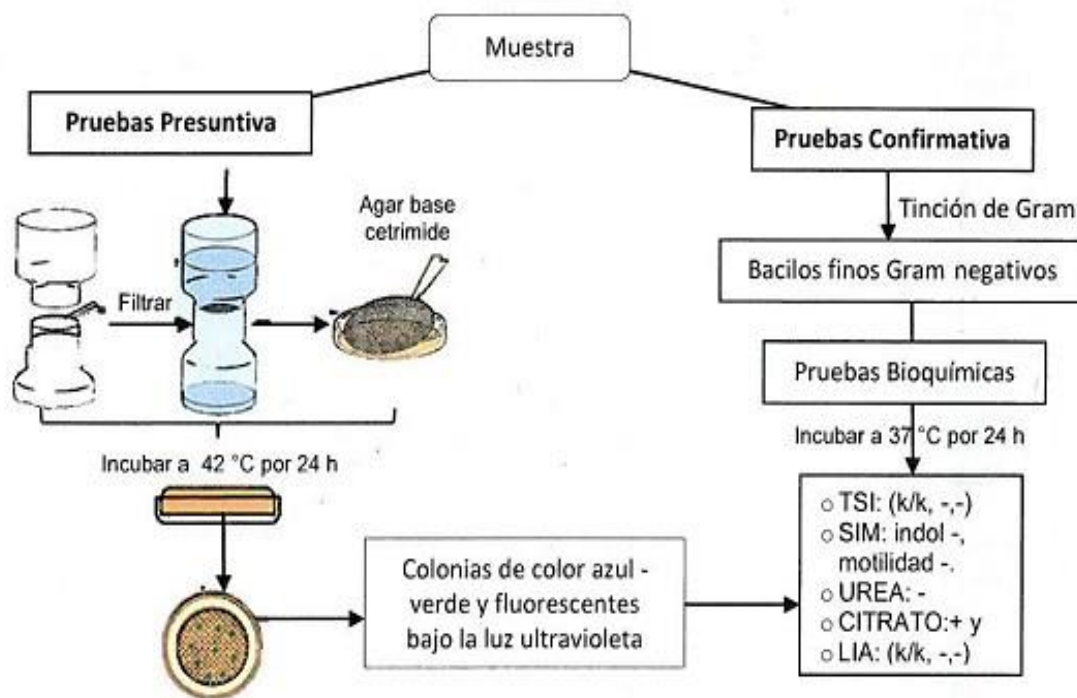


**Flujograma 2** Numeración de Enterococos por el Método Número Más Probable

Fuente: Elaborado por Charalla- Cuchuyrumi partir de ICMSF (17)

▪ ***Pseudomona aeruginosa*:**

Se analizó por el método de filtración de membrana que consiste en filtrar 100 mL de la muestra a través de una membrana de filtro, luego la membrana fue transferida a placas con agar Cetrimide, incubando a 42 °C durante 24 horas, seleccionando colonias típicas color azul verde y fluorescentes realizando la tinción Gram resultando bacilos finos Gram negativos, luego se realizó las pruebas bioquímicas TSI, SIM, Urea, Citrato y LIA. Se contaron colonias de *Pseudomona spp.* Aquellas que presentarán un color azul verde y fluorescentes bajo luz ultravioleta. En la prueba bioquímica, la característica principal fue en TSI, siendo las *Pseudomonas aerobias* estrictas, que no la fermentan, por lo tanto, TSI negativo, la identificación se realizó con la tabla de biodiferenciación de enterobacterias. (32)



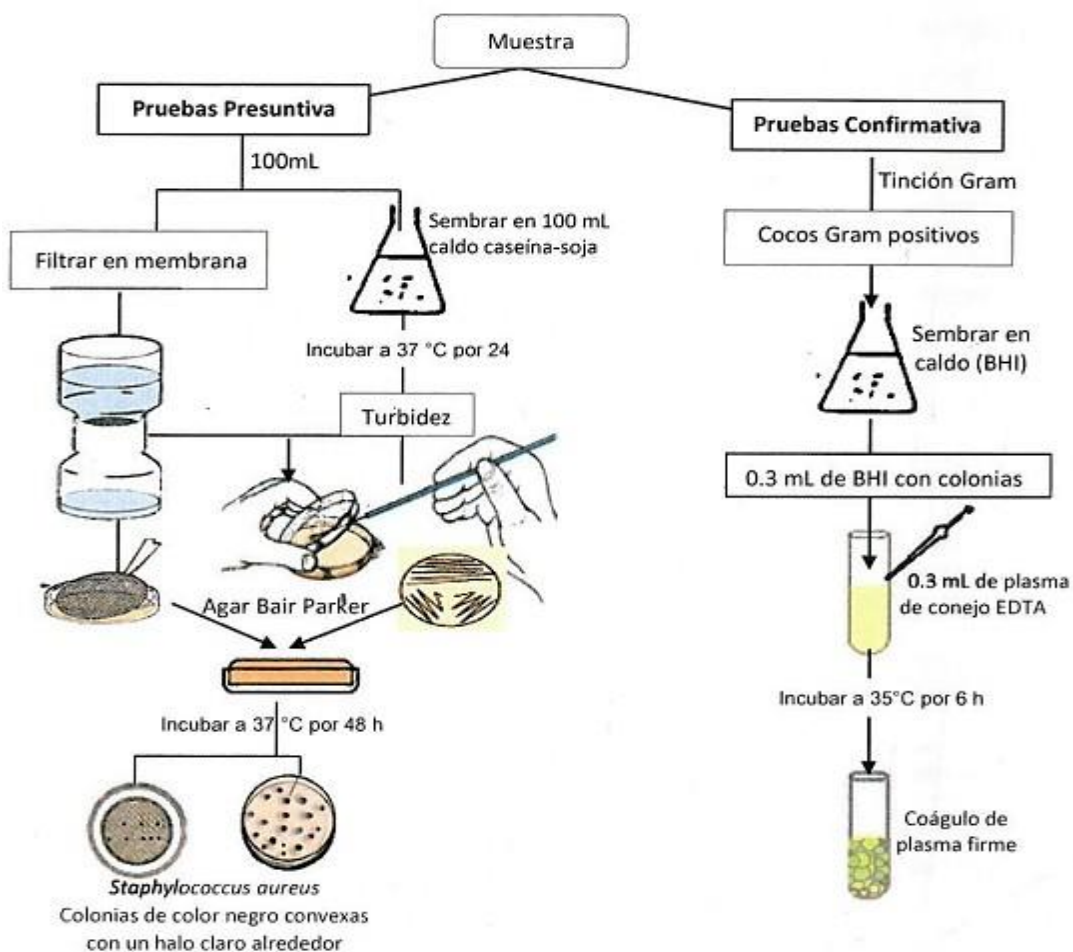
**Flujograma 3.** Investigación de *Pseudomona aeruginosa*

Fuente: Elaborado por Charalla- Cuchuyrumi partir de ICMSF (17)

▪ ***Staphylococcus aureus*:**

Se analizó por el método de filtración de membrana que consiste en filtrar 100 mL de la muestra a través de una membrana de filtro, luego la membrana fue transferida a placas con agar Bair Parker, e incubados a 37 °C durante 48 horas, transcurrido el tiempo se observó, colonias típicas redondas, de bordes lisos , convexas, húmedas, brillantes, negras, rodeadas por un halo claro, luego se realizó la identificación con tinción Gram, cocos gran positivos agrupados en parejas y masas semejantes a racimos. (27) Para confirmar las colonias fueron sembradas en caldo infusión cerebro-corazón (BHI= Brain Heart Infusión), incubaremos a 37 °C durante 24 horas, después se realizará la prueba de coagulasa. (27)

Prueba de coagulasa: en un tubo estéril, se inoculó 0.3 mL de plasma de conejo EDTA reconstituido y añadimos 0.3mL del cultivo obtenido con caldo BHI, incubando a 35°C por 6 horas. Se observó una coagulación de plasma firme (prueba positiva). (27)



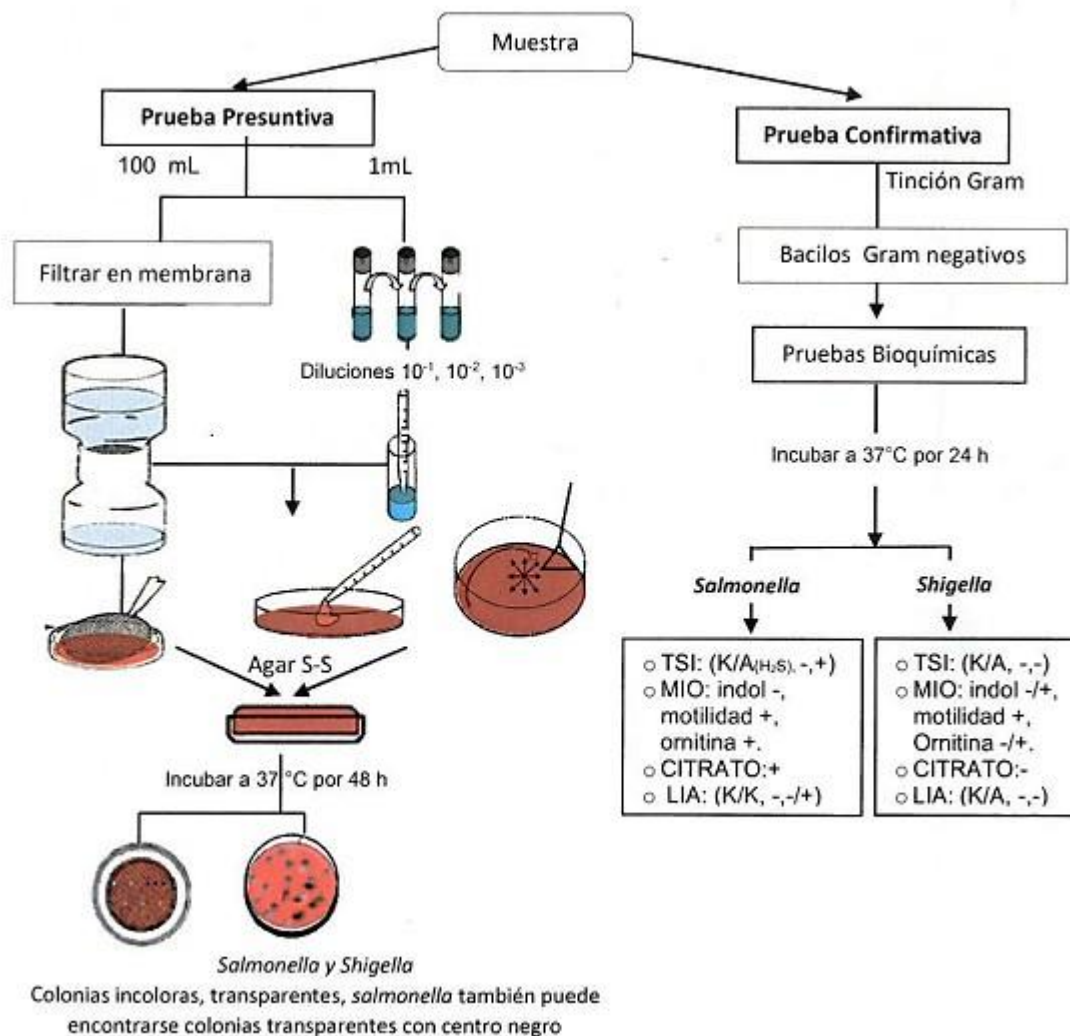
**Flujograma 4.** Investigación de *Staphylococcus aureus*

Fuente: Elaborado por Charalla- Cuchuyrumi partir de ICMSF (17)

▪ **Salmonella**

Se analizó por el método de filtración de membrana que consiste en filtrar 100 mL de la muestra a través de una membrana de filtro, luego la membrana fue transferida a placas con agar S-S (*Shigella- Salmonella*), incubando a 37 °C durante 24 horas. Luego se seleccionó las colonias típicas de *Shigella* y *salmonella* que fueron incoloras (la *salmonella* puede producir el ácido sulfhídrico que se evidencia con colonias de centro negro debido a la formación de sulfuro de hierro). Luego se confirmó con pruebas bioquímicas de TSI, LIA, MIO y citrato). (32)

**Flujograma 5.** Investigación de *Salmonella*



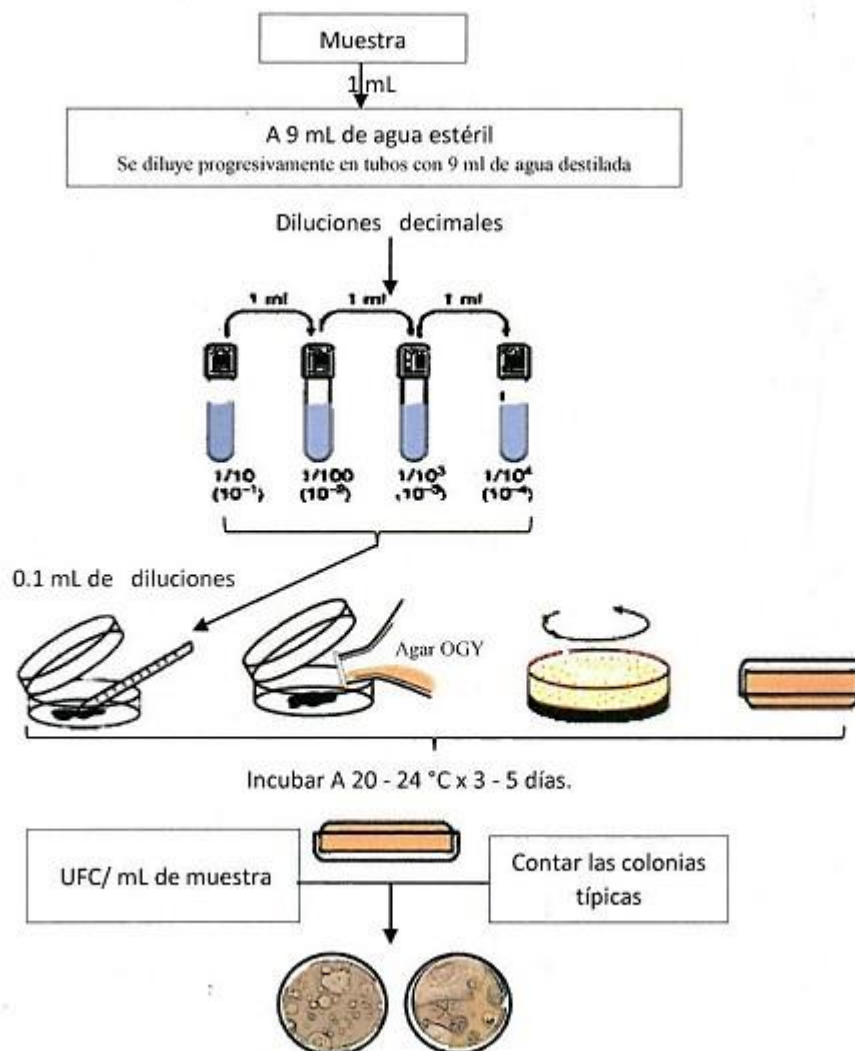
Fuente: Elaborado por Charalla- Cuchuyrumi partir de ICMSF (17)



▪ **Mohos y Levadura:**

Se determinó por el método de recuento total de colonias en placa, se preparó una serie de diluciones progresivas, luego se depositaron 0.1 mL de las respectivas disoluciones en placas de Agar OGY, incubados a una temperatura de 20 a 24 °C durante un periodo de 3-5 días. Luego se seleccionó las colonias típicas en los mohos se observaron colonias algodonosas, afelpados de colores blanco a blanco ceniza o negruzco; las colonias de las levaduras fueron húmedas de color blanco y crem, se observaron por microscopio para diferenciarlas. (45) (17)

**Flujograma 6.** Numeración de Mohos y Levaduras



Fuente: Elaborado por Charalla- Cuchuyrumi partir de ICMSF (17)

- **Parásitos**

Se analizará por la técnica de Sheater – Sugar por flotación con centrifugación para quistes, ooquistes de protozoos y huevos de helmintos, se tomará una muestra de 20L en un recipiente con cierre hermético el cual se dejará en reposo por 24 horas, se descartarán 12L de sobrenadante, los 8L restantes se distribuirán en envases de capacidad 1L los cuales estarán en reposo durante 8 horas, se descartará 500mL del sobrenadante, los 500mL restantes fueron distribuidos a tubos de 20mL para ser centrifugados a 2300rpm durante 5 minutos. Se descartará 10mL de sobrenadante con la ayuda de una pipeta Pasteur, se agrega 10mL de solución de Sheater homogenizar durante 1 minuto, luego centrifugar a 2300rpm por 4 minutos. Se tomó inóculos de la capa superficial, se prepararon 4 láminas portaobjetos con Lugol parasitológico Dobell and O'Connor por punto de muestreo y fueron leída inmediatamente al microscopio a 10X y 40X evitando así la cristalización de la muestra. (5) (47)



## CAPITULO IV

### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADO

#### 4.1 RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS PARAMETROS FISICOQUÍMICOS

##### 4.1.1 Color

En la tabla N° 14, se presenta los resultados de color de las 5 piscinas analizadas de muestras tomadas al inicio, medio y final obteniendo valores aceptables a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA con un máximo admisible de 15 UC, asimismo se observa en el gráfico N° 1, que el agua de las piscinas de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega , de la Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner y de la Piscina Municipal de San Jerónimo muestran una mayor intensidad de color con respecto a la Piscina Municipal de Wánchaq y la Piscina de Sion.

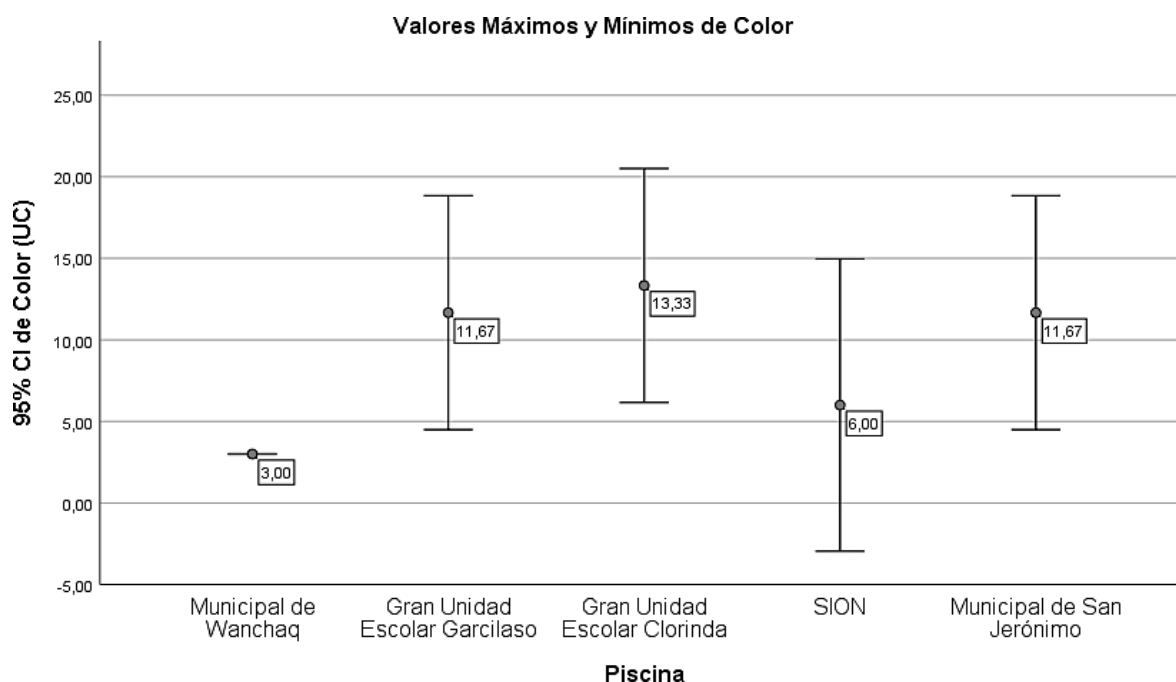
**Tabla 14.** Resultados de las medias de unidad de color de las Piscinas del Cusco y valor referencial del MINSA.

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	1	1	1	<b>&lt; *15 UC</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	1	1	2	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	1	2	3	
Sion	1	1	2	
Municipal de San Jerónimo	2	2	3	

\*MINSA

*Fuente: Datos recolectados*

**Gráfico 1.** Valores máximos y mínimos de color del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION.



**Fuente:** Datos recolectados

La intensidad del color de la piscina de San Jerónimo, Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner en comparación al resto de piscinas presenta diferencia, esto se puede asociar a los niveles de cloro libre muy bajos, a un deficiente tratamiento del agua y fallas en el sistema de recirculación.

Respecto al primer parámetro de color el total de piscinas cumplieron con lo establecido en la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y el D.S. 007-2023-SA que establece valores deseados de color < 15UC; obteniendo como valor máximo 3UC ; valores superiores a 5UC indican una limpieza deficiente en la infraestructura o zonas con alta existencia de contaminantes principalmente de origen orgánico (9).

Al comparar nuestros resultados con otros estudios, el estudio de Carrasquero (9) “detalla que el 45% de las piscinas analizadas cumplieron con lo establecido con valores  $\leq 5UC$ ”; siendo estas similares a nuestros resultados obtenidos; cabe resaltar que 55% de piscinas de este estudio obtuvo 10UC como valor máximo. Por otra parte, De la Rosa (10) en su estudio obtuvo valores de 0 UC en sus 2 fases analizadas que también cumple con el rango establecido.

#### 4.1.2 Olor

La tabla N° 15, muestra resultados de olor de las cinco piscinas estudiadas, indicando un olor inodoro al momento del muestreo. Este parámetro es aceptable de acuerdo a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina.

**Tabla 15** Resultados de olor en el agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	Inodoro	Inodoro	Inodoro	<b>Inodoro / olor característico del desinfectante</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	Inodoro	Inodoro	Inodoro	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	Inodoro	Inodoro	Inodoro	
SION	Inodoro	Inodoro	Inodoro	
Municipal de San Jerónimo	Inodoro	Inodoro	Inodoro	

**Fuente:** Datos recolectados

La determinación del olor en general resultó inodora para los bañistas presentes, sin embargo, esto se debe a la concentración mínima de desinfectante, ya que estos deberían presentar un olor característico asociado al cloro.

El olor es un parámetro de control de calidad que determina la potabilización del agua y/o el tratamiento a los que son sometidos, al ser un parámetro de control subjetivo que debido a la percepción de las señales varía de un individuo a otro, que de acuerdo a la intensidad del olor el cerebro lo interpretará como una sensación agradable o como rechazo, estos resultados significan la poca concentración de desinfectante y se asocia a los resultados obtenidos de cloro libre en las pruebas realizadas *In situ*. El olor del cloro en el agua es detectable generalmente a concentraciones entre 0.1 y 0.3 partes por millón (ppm). (48)

### 4.1.3 Temperatura

En la tabla N° 16, se presentan resultados de las 5 piscinas analizadas, siendo aceptables en su totalidad de acuerdo a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina.

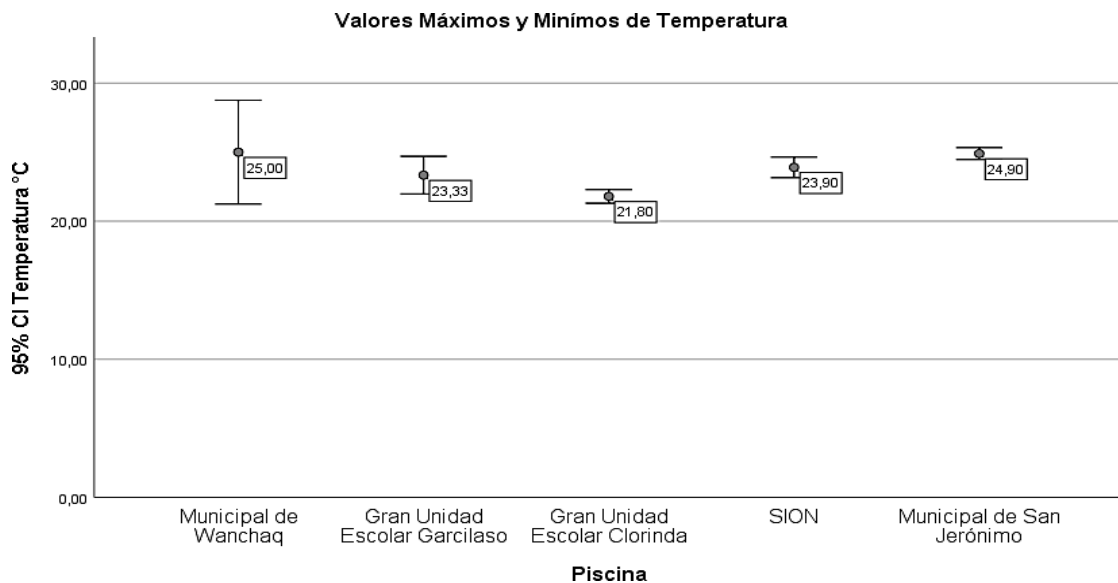
**Tabla 16.** Valores de Temperatura del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	25.5	23.3	26.1	<b>*15 °C- 30 °C</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	23.9	23.3	22.8	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	22.0	21.6	21.8	
SION	24.2	23.6	23.9	
Municipal de San Jerónimo	24.7	25	25	

\*MINSA

**Fuente:** Datos recolectados

**Gráfico 2.** Media y valores máximos y mínimos de Temperatura de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION



**Fuente:** Datos recolectados

Con relación al parámetro de temperatura los valores obtenidos oscilan entre 21.6 °C y 26.1 °C cumpliendo en un 100% con los valores establecidos en la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y el D.S. 007-2023-SA cuyos valores oscilan de 15 a 30 °C; haciendo la comparación con otros estudios tenemos que Mamani(13) en su estudio muestra valores promedio de temperatura de 18.3 °C y 19.3 °C en sus 3 piscinas analizadas estos valores son inferiores a los valores de nuestro estudio debido a que en este estudio se obtuvo dicho promedio de 4 meses de análisis en los que sin duda se va a evidenciar una fluctuación. Existen otros organismos como La Federación Internacional de Natación quien fija una temperatura entre 25 y 28 grados para un uso deportivo en el agua. Para un uso recreativo, una temperatura entre 26 y 30 grados representa un valor ideal. (50) del mismo modo es propicio mencionar que esta variación se debe a factores relacionados a la infraestructura de la piscina como a su clasificación. Valores superiores a 30 grados tienden a afectar la concentración de los desinfectantes (cloro u otro) en el agua, en este caso se necesitará una mayor concentración de cloro para mantener los niveles de cloro residual permisibles, lo cual sin duda tendrá una repercusión directa en los bañistas.

La variabilidad de temperatura del agua afecta sus propiedades químicas como microbiológicas. (47)

Es importante evaluar este parámetro debido que puede afectar la concentración de los desinfectantes en el agua, el cloro al ser un compuesto muy inestable y fácil de oxidar pierde rápidamente su actividad desinfectante, esto sumado a la exposición de la luz y el calor ambiental; además que este parámetro influye en la formación y permanencia de los productos derivados de la cloración considerados teratogénicos. (50) (51).

#### 4.1.3 pH

En la tabla N°17, se presentan los resultados de pH de las cinco piscinas analizadas presentando valores aceptables de acuerdo a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina. Del mismo modo en el Grafico N° 3 se muestran los valores mínimos y máximos en un rango de 6.83- 7.51 de pH, que están dentro del parámetro referencial de las entidades reguladoras

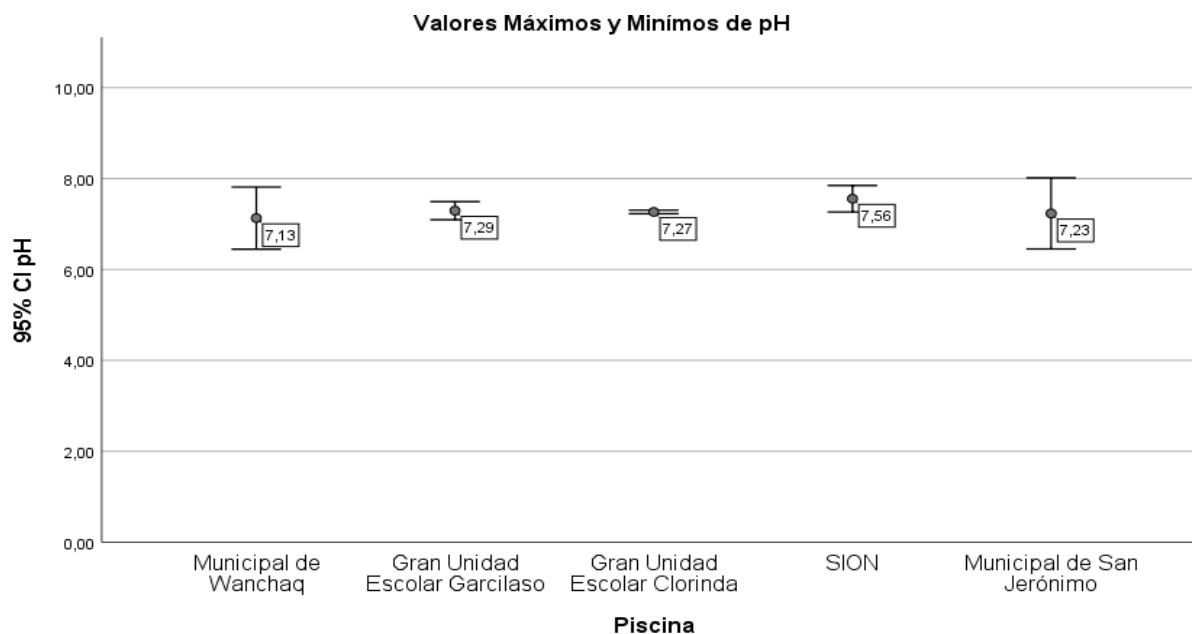
**Tabla 17.** Valores del potencial de hidrogeniones (pH) del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	6.83	7.19	7.37	<b>*6.5 – 8.5</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	7.21	7.3	7.37	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	7.27	7.32	7.45	
SION	7.69	7.70	7.72	
Municipal de San Jerónimo	6.87	7.41	7.42	

\*MINSA

**Fuente:** Datos recolectados

**Gráfico 3.** Valores Máximos, mínimos y media de pH del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION



**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

En referencia al parámetro de pH los valores obtenidos en cada piscina cumplen con lo establecido en la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y el D.S. 007-2023-SA cuyos valores obtenidos oscilan 6.83 hasta 7.72 considerándose óptimos. Realizando la comparación con otros estudios podemos observar que Carrasquero (9) manifiesta que en su estudio el 45% de las piscinas analizadas obtuvieron valores de pH entre 6,50 y 7.80; a su vez Cabanillas (15) en su estudio evidencia valores de pH entre 6.65 y 7.53; de igual forma De la Rosa (10) evidencia valores de pH de 6.59 y 7.24 en sus 2 fases analizadas, así también Condori (12) en su estudio muestra valores de pH de 7.5 y por ultimo Vásquez (15) evidencia valores de pH que oscilan entre 7.01 y 8.01 coincidiendo todos con los valores obtenidos en nuestro estudio. Es importante mencionar que la presencia de bañistas también ha de representar una variación de pH significativa.

Cabe resaltar que pH en relación al agua potable es neutro, sin embargo, el consumo y/o exposición de aguas con valores extremos de pH pueden provocar irritación de mucosa, irritación de ojos, nariz y oído. (47)

Por otra parte, un pH demasiado alcalino provocará turbidez en el agua, formación de escamas e incrustaciones, irritación de los ojos, oídos, nariz y garganta y dificultad de saneamiento al retardar la acción del cloro encargado de eliminar los microorganismos del agua. (9)

Del mismo modo es importante recordar que el uso de desinfectantes puede resultar en una variación del pH, cuando se agrega hipoclorito de calcio al agua de la piscina, aumenta el nivel de pH. Esto ocurre porque el hipoclorito de calcio libera iones de hidróxido, lo que provoca un aumento de la alcalinidad. Cuanto mayor sea la alcalinidad, mayor será el nivel de pH del agua. (31)

#### 4.1.4 Turbidez

La tabla N° 18 presenta los resultados de Turbidez de las cinco piscinas analizadas siendo aceptables de acuerdo a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina que fija un máximo admisible de 5 UNT.

**Tabla 18.** Valores de Turbidez del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

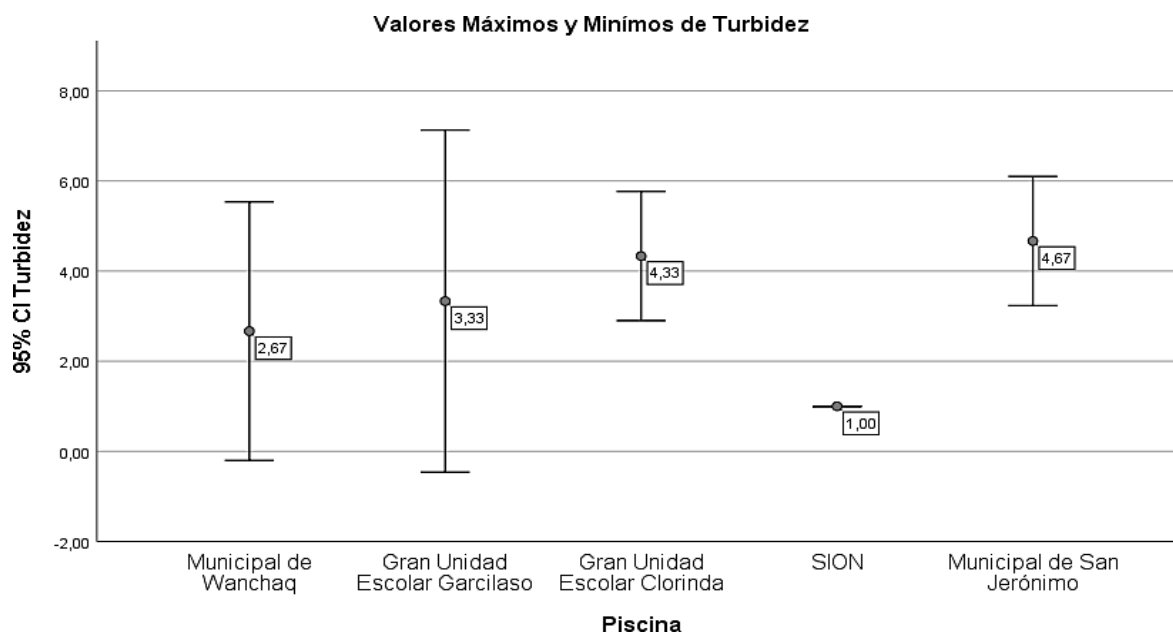
PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	4.1	2.1	2.2	<b>≤ *5 UNT</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	2.3	3.4	3.0	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	4.2	4.5	5.0	
SION	0.2	1.4	1.5	
Municipal de San Jerónimo	4.3	5,0	4.9	

\*MINSA

*Fuente: Datos recolectados*



**Gráfico 4.** Valores máximos, mínimos y media de turbidez del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION



**Fuente:** Datos recolectados

Los valores obtenidos de este parámetro muestran valores que se encuentran al límite de lo permisible; principalmente en las piscinas de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega, Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner y la Piscina Municipal de San Jerónimo.

Cabanillas (15) en su estudio evidencia valores de turbidez que oscilan entre 0.41 y 2.26 UNT que son inferiores a los obtenidos en la mayor parte de piscinas analizadas en la ciudad del Cusco al igual que De la Rosa (10) en su estudio evidencia valores de turbidez de 1.4 y 1.03 UNT; Condori (12) y Mamani (13) presenta valores promedios de turbidez de 0.53 y 1.02 UNT para el primero, 1.90 UNT para el segundo y valores de 1.8 y 2.7 UNT para el tercero que tienen cierta similitud con nuestros valores obtenidos pero sin embargo cumplen con la normativa estipulada. Por otra parte, Carrasquero (9) en su estudio manifiesta que los valores de turbidez promedio del agua de las 20 piscinas analizadas oscilaron entre 1,25 y 4,20 UNT valores que son semejantes a los obtenidos en nuestro estudio.

En tal sentido podemos inferir que si bien el 100% de las piscinas analizadas cumple con el valor referencial; el 60% de las piscinas necesitan un control más estricto de este parámetro ya que tienen más predisposición a presentar contaminación.

La turbidez como parámetro de control nos puede indicar la presencia de material orgánico, materias coloidales que se pueden interpretar como indicio de contaminación y/o incorrecto tratamiento del agua, estos sedimentos presentes pueden afectar la efectividad del desinfectante, aumentar la proliferación de microorganismos e incrementar la demanda de cloro favoreciendo la formación de trihalometanos y cloraminas. (52) (53)

#### 4.1.5 Nitratos

La tabla N° 19 presenta los resultados de la concentración de nitratos de las cinco piscinas analizadas siendo aceptables de acuerdo a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina que fija un máximo admisible de 50 mg/L.

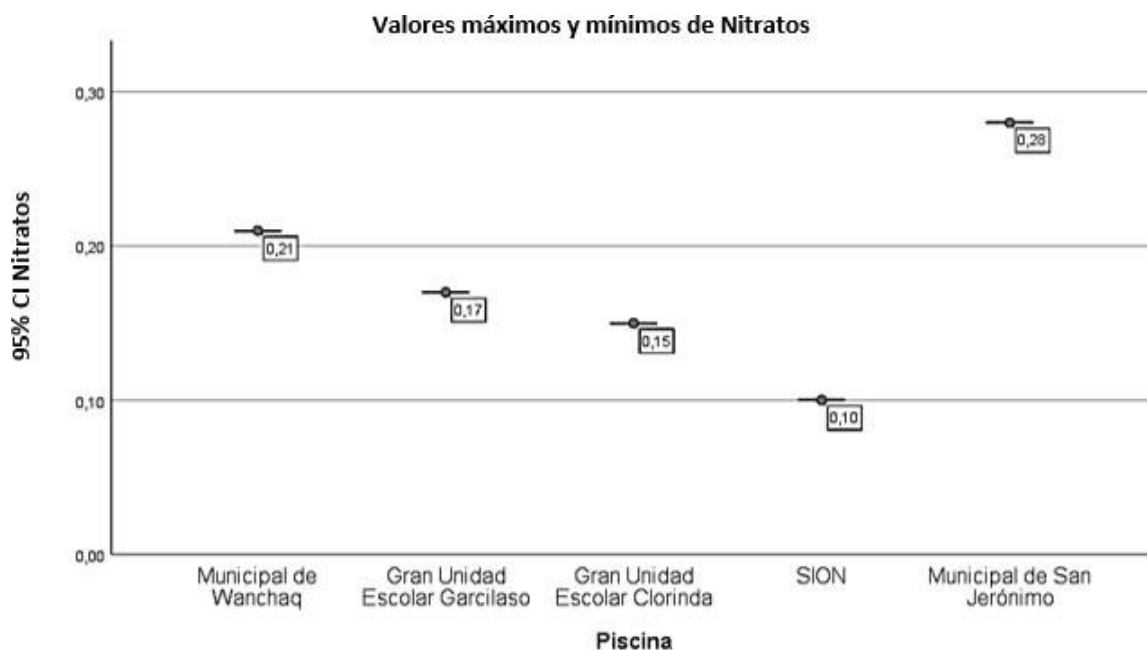
**Tabla 19.** Valores de Nitratos del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO	VALOR REFERENCIAL
	<b>FINAL</b>	
Municipal de Wánchaq	0.21	<b>nitratos: *50 mg/L</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	0.17	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	0.15	
SION	0.10	
Municipal de San Jerónimo	0.28	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

**Gráfico 5.** Valores Máximos, mínimos y media de nitratos del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION



**Fuente:** Datos recolectados

Con respecto a los nitratos los valores obtenidos de este parámetro son mínimos en todas las piscinas analizadas, siendo la principal fuente de nitrógeno el agua potable usado para el llenado de estas piscinas y los bañistas.

La alta concentración de este ion determina contaminación humana, la toxicología de estos compuestos es que al ingerirlos estos se absorben rápidamente en el tracto intestinal reduciéndose a nitritos y estos oxidan el átomo de  $Fe^{+2}$  de la hemoglobina a  $Fe^{+3}$ , con lo cual la hemoglobina resultante es incapaz de ligar reversiblemente el oxígeno denominado metaglobinemia, esto sucede mayormente en niños, influyendo también algunos factores inherentes al individuo. En la ingesta la FAO/OMS indican una concentración entre 0-0.5 mg/kg de peso. (52)

#### 4.1.6 Cloro residual

La tabla N° 20 presenta los resultados de cloro residual de las cinco piscinas analizadas en las que ninguna cumple con lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina que fija un máximo admisible de 1.2 mg/L y un mínimo de 0.5 mg/L.

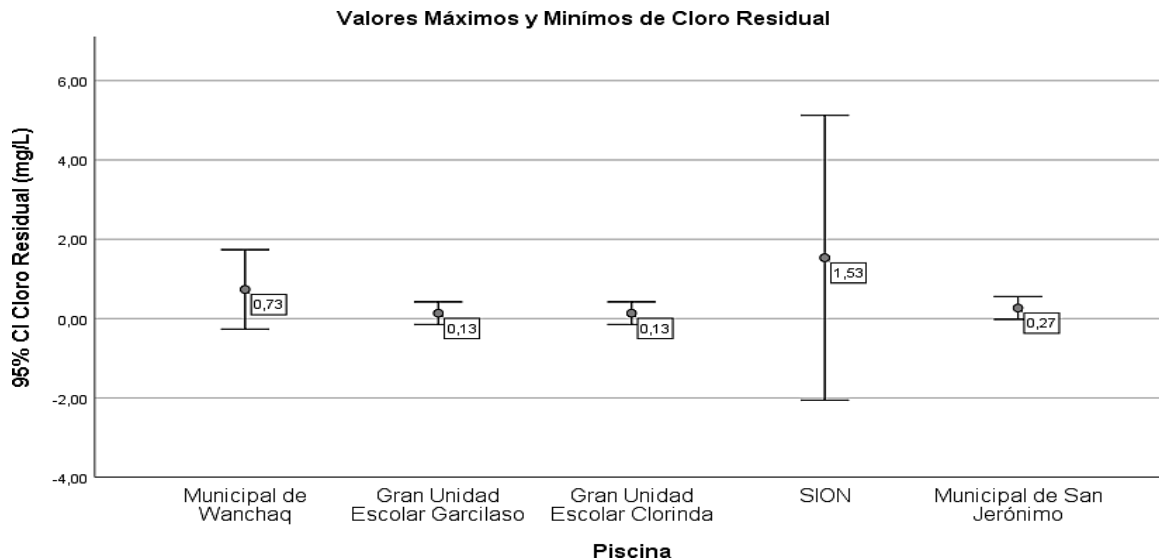
**Tabla 20.** Valores de Cloro residual del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	0.2	0.5	1.2	<b>*0.5 - 1.2 mg/L</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	0.2	0.2	0	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	0.2	0.2	0	
SION	3.2	0.8	0.6	
Municipal de San Jerónimo	0.4	0.2	0.2	

\*MINSA

**Fuente:** Datos recolectados

**Gráfico 6.** Valores máximos, mínimos y media de cloro residual del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION



**Fuente:** Datos recolectados

En la tabla anterior se muestran los valores obtenidos de cloro residual estos oscilan entre 0 y 3.2 mg/L, lo que implica que el 13.3.% de muestras analizadas carecían de cloro residual; el 53.3.% de muestras evidencian valores inferiores de cloro residual y el 6.66 % presenta valores de cloro residual superiores a lo permitido; la variación de estos valores pueden atribuirse a un déficit en la agregación diaria del desinfectante, a un ineficiente control de este parámetro, a una mala recirculación del agua y homogenización del desinfectante. Cabe mencionar que este parámetro es el más analizado en piscinas; llevando un control estricto diario. En tal sentido la adición del desinfectante en cada piscina depende del valor obtenido de cloro residual en su control diario.

Carrasquero (9) en su estudio manifiesta que el “ 35% de las piscinas analizadas no se encontró la presencia de cloro residual libre, mientras que en las piscinas que representan un 15% de las unidades de estudio, se obtuvieron concentraciones de cloro residual menores al valor mínimo exigido por la normativa, estos valores fueron 0,30 y 0,24 mg/L, es importante recalcar que esto favorece en gran medida el desarrollo de microorganismos; además, la materia orgánica como inorgánica que alcanza el agua de la piscina no será oxidada. Así también manifiesta que el 45% de las piscinas

excedieron el límite máximo de cloro libre con valores promedios que oscilaron durante los muestreos entre 1,17 y 5,25 mg/L”, estos valores coinciden con los obtenidos en nuestro estudio. Por otra parte, De la Rosa (10) en su estudio evidencia valores de 0.2 y 0.5 mg/L de cloro residual, valores semejantes a los nuestros; del mismo modo Martín (2) y Vásquez (15) evidencian valores de cloro residual de 1.5mg/L y 0.1 mg/L respectivamente, estos resultados pueden deberse a problemas en la dosificación del desinfectante. Una falla recurrente en los establecimientos de las piscinas es la ausencia de equipos mecánicos para la dosificación, por lo que se hace de forma manual en el vaso de la piscina.

El previo tratamiento que reciben estas aguas de piscinas tiene mucha relevancia para garantizar la inocuidad de estas, sin embargo, se puede inferir que el uso de desinfectantes en piscinas de la ciudad del Cusco no tiene valores estandarizados por ende las concentraciones de cloro residual libre son muy bajas y están fuera de las especificaciones , ya que la mayor fuente de contaminación son los bañistas, se debe fomentar al estudio nuevos parámetros de control y uso adecuado de desinfectantes para garantizar que cumplan con las concentraciones establecidas en las normativas vigentes sin afectar o exponer la salud de los usuarios.

#### **4.1.7 Cloro residual combinado**

La tabla N° 21 presenta los resultados de cloro residual combinado de las cinco piscinas analizadas siendo en su mayoría aceptables a excepción de la piscina de SION de acuerdo a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina que fija un máximo admisible de 0.6 mg/L

**Tabla 21.** Valores de Cloro residual combinado del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	0.4	0.6	0.6	<b>≤ *0.6 mg/L</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	0.2	0.4	0.4	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	0.4	0.2	0.2	
SION	0.4	1.2	1.8	
Municipal de San Jerónimo	0.2	0.4	0.6	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

EL 93.3% de las muestras analizadas cumplen con la normativa vigente y solo el 6.66% no cumple con este parámetro que corresponde la 3era muestra de la Piscina de SION; es importante mencionar que la concentración elevada de cloro residual combinado en la Piscina de SION tiene una relación directa con los valores de cloro residual libre que se mostraron con anterioridad, a esto se atribuye también al tiempo de contacto del desinfectante y el agua y la presencia de bañistas que no cumplen con prácticas adecuadas para el ingreso y uso de estos establecimientos.

El cloro residual combinado está formado principalmente por las cloraminas las cuales se forman después de la sobredosificación con cloro, la presencia de compuestos orgánicos, inorgánicos y microorganismos incrementará la concentración de cloro residual combinado ya que son capaces de ser oxidadas. La presencia de cloro residual combinado sirve como indicador del potencial de desinfección en el proceso de cloración. (54)

#### 4.1.8 Cloro total

La tabla N° 22 presenta los resultados de cloro total de las cinco piscinas analizadas siendo aceptables en su mayoría de acuerdo a lo establecido por el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina que fija un máximo admisible de <1.8 mg/L; siendo la piscina de SION la única en no cumplir con este parámetro con 3.6 mg/L de cloro total al inicio del muestreo.

**Tabla 22.** Valores de Cloro total del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	0.6	1.1	1.8	< *1.8 mg/L
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	0.4	0.6	0.4	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	0.6	0.4	0.2	
SION	3.6	2	2.4	
Municipal de San Jerónimo	0.6	0.6	0.8	

\*MINSA

**Fuente:** Datos recolectados

El cloro total es la suma de cloro residual libre y combinado, concentraciones altas de cloro reaccionan con los compuestos orgánicos presentes en el agua llegando a formar subproductos con propiedades mutágenos y cancerígenos, es importante que los niveles de cloro se encuentren dentro de los niveles permitidos para evitar la formación de compuestos como los trihalometanos altamente cancerígenos. (55)



#### 4.1.9 ORP

La tabla N° 23 presenta los resultados de ORP de las cinco piscinas analizadas siendo no aceptables de acuerdo a lo establecido por la OMS para aguas de piscina que fija valores superiores >650 mV, cumpliendo solo con este parámetro la piscina de SION.

**Tabla 23.** Valores de ORP del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y

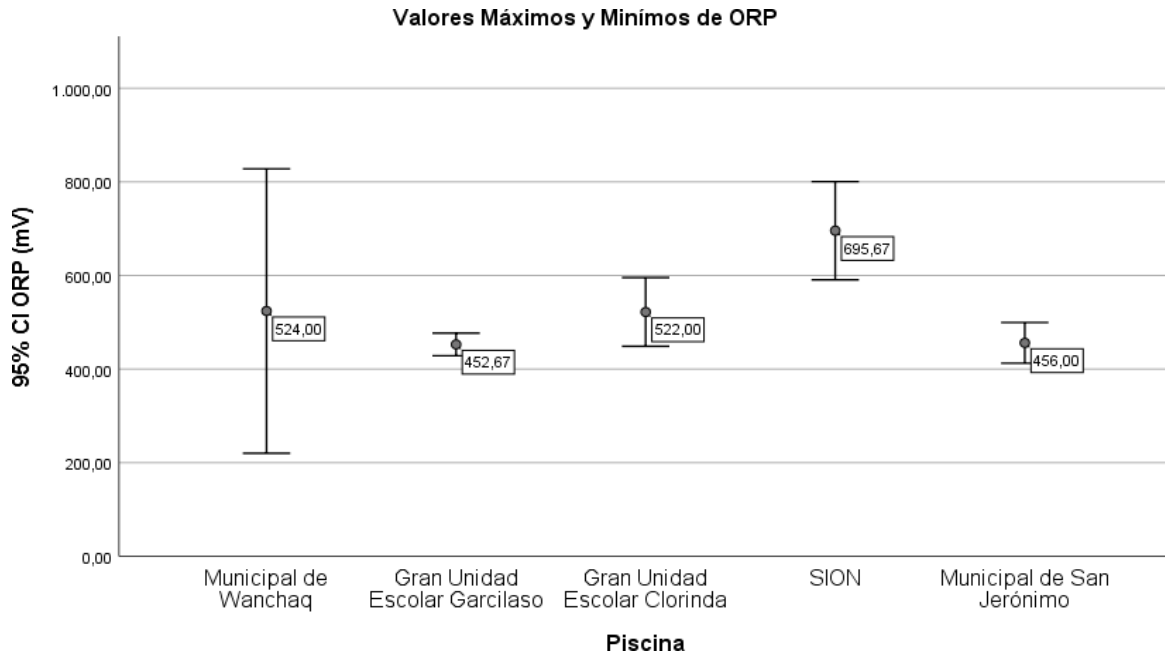
PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	446	461	665	<b>&gt;*650 mV</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	442	461	455	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	552	493	521	
SION	735	651	701	
Municipal de San Jerónimo	455	474	439	

SION

**\*OMS**

**Fuente:** Datos recolectados

**Gráfico 7.** Valores máximos, mínimos y media de ORP del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION



**Fuente:** Datos recolectados

Los valores obtenidos de ORP de la piscina de SION, cuyo promedio es 695.6mV se encuentran dentro de lo sugerido por la OMS, pudiéndose establecer una relación entre el cloro residual libre y el potencial de óxido reducción.

El potencial de óxido reducción viene a ser un parámetro importante para medir la capacidad de oxidar o reducir del agua ante la presencia de microorganismos o compuestos orgánicos presentes, la Organización mundial de la salud determinó como una alternativa confiable para determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, estableciendo valores mayores a 650mV el cual garantiza la ausencia de microorganismos patógenos. La cloración en función a los valores de ORP obtenidos permite realizar ajusten y controlar los niveles de desinfectante a utilizar, garantizando niveles adecuados y ayudando a tomar decisiones en periodos cortos, evitando afectar la salud de los bañistas, de esta forma se tendría una correcta desinfección del agua de piscina. (8) (52)

En los resultados obtenidos observamos que la piscina de Sion en los tres tiempos de muestreo presentan valores de ORP mayores a 650mV sin embargo en este caso hay

relación con los resultados microbiológicos obtenidos, ya que esta piscina obtuvo valores menores de microorganismos en comparación; esta relación se manifiesta de igual forma en el trabajo de investigación realizado por el Ing. Químico Mérida (8) “donde se observa mediciones de ORP 257.2 mV con la presencia de coliformes totales y fecales, por el contrario a valores de 758.9 mV se observa ausencia de estos microorganismos”.

4.2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS DEL ANALISIS FISICOQUIMICO DEL AGUA DE PISCINAS

En la tabla N° 24 se presentan los resultados estadísticos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos estudiados, en las 5 piscinas estudiadas.

**Tabla 24.** Estadísticas descriptivas (error estándar e intervalo de confianza al 95%) de muestreo de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	MUN.WANCHAQ	G.U.E. GARCILASO	G.U.E. CLORINDA	SION	MUN. SAN JERÓNIMO
	Media ± Desviación Estándar				
Color (UC)	3 ± 0.0000	11.6667 ± 2.8867	13.3333 ± 2.8867	6 ± 3.6055	11.6667 ± 2.8867
Temperatura °C	25 ± 1.5132	23.333 ± 0.5507	21.8 ± 0.2	23.9 ± 0.3	24.9 ± 0.1732
Ph	7.13 ± 0.2749	7.2933 ± 0.0802	7.2666 ± 0.0152	7.5566 ± 0.1171	7.2333 ± 0.3146
Turbidez	2.6666 ± 1.1547	3.3333 ± 1.5275	4.3333 ± 0.5773	1 ± 0.0000	4.6667 ± 0.5774
Nitratos	0.21 ± 0.00	0.17 ± 0.00	0.15 ± 0.000	0.10 ± 0.000	0.28 ± 0.000
Cloro Residual (mg/L)	0.7333 ± 0.4041	0.1333 ± 0.1154	0.1333 ± 0.1154	1.5333 ± 1.4468	0.2667 ± 0.1154
Cloro Residual Combinado (mg/L)	0.2 ± 0.0000	0.0667 ± 0.1154	0.0667 ± 0.1154	0.2667 ± 0.1154	0 ± 0.0000
Cloro Total (mg/L)	0.9333 ± 0.4041	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	1.8 ± 1.5620	0.2667 ± 0.1154
ORP (mV)	524 ± 122.3397	452.6667 ± 9.7125	522 ± 29.5127	695.6667 ± 42.2532	456 ± 17.5214

**Fuente:** Datos recolectado

#### 4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

##### 4.2.1. Coliformes totales

En la **tabla N° 25** se muestra la cuantificación de los coliformes totales de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a los coliformes totales debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100 mL, el valor indicativo de ausencia es  $< 1,8/100\text{ml}$ . Como se observa ninguna piscina cumple con tal parámetro.

**Tabla 25.** Numeración de coliformes totales del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	15	9.4	21	<b>*Ausencia por 100 mL &lt; 1,8/100 mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	27	32	40	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	10	17	22	
SION	7.4	13	19	
Municipal de San Jerónimo	36	45	52	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

Podemos observar que las piscinas que presentan mayor contaminación por coliformes totales son la Piscina Municipal de San Jerónimo y la Piscina de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega con valores de 27 a 52 NMP/100mL; cabe resaltar que esto tiene relación directa con la concentración de cloro residual existente en cada piscina. Del mismo modo estos valores obtenidos por piscina muestran claramente contaminación bacteriana, así también se puede manifestar que hay un aumento progresivo de estos valores en todas las piscinas a excepción de la piscina de

Wánchaq, de lo cual podemos inferir que se deba a una incorrecta recirculación del agua lo cual repercute en una deficiente acción del desinfectante usado.

Cabanillas (15) en su estudio evidencia valores de presencia de 13 a 920 coliformes totales por cada 100 mL analizados; Carrasquero (9) “menciona que el 75% de las piscinas analizadas mostraron al menos un tubo positivo en uno de los tres muestreos realizados. Sólo cinco piscinas no presentaron tubos positivos durante la prueba de coliformes totales”, entonces claramente podemos inferir que si bien nuestros valores obtenidos son menores al estudio de Cabanillas y similares al estudio de Carrasquero; la presencia de contaminación por estos microorganismos es evidente en todos los estudios. Así también De la Rosa en su estudio evidencia valores de coliformes totales de 100 por cada 100 mL y 80 por cada 100 mL en sus 2 fases mencionando que la fuente de contaminación son principalmente los bañistas. Del mismo modo los estudios de Vásquez (15) evidencian valores de coliformes totales de 4.63 NMP/100mL antes del ingreso de los bañistas y de 612.8 NMP/100mL después del ingreso de los bañistas, así también Centeno (16) evidencia 20 NMP/100mL de coliformes totales con actividad humana y 9 NMP/100mL sin actividad humana.

La presencia de este grupo de bacterias revela peligro de contaminación para la salud de los bañistas, en la detección de este grupo de bacterias encontraremos los géneros *Enterobacter*, *klebsiella* y *Escherichia*, así también *Citrobacter*, relacionados entre sí porque fermentan lactosa, en el enriquecimiento con caldo lauril sulfato, excepto el género *Kb. Pneumoniae*; cabe destacar que el origen de estos microorganismos está ligado al tracto entérico de animales y hombres; así como se pueden encontrar en agua, suelo o agua residual. La exposición de los bañistas a estas aguas puede producir infecciones de piel y mucosa, así como su consumo, infecciones gastroentéricas. (17)

#### **4.2.1. Coliformes Fecales**

En la tabla N° 26 se muestra la cuantificación de los coliformes fecales de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a los coliformes fecales debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml. Como se observa ninguna piscina cumple con tal parámetro.

**Tabla 26** Numeración de coliformes fecales del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	11	4	12	<b>*Ausencia por 100 mL &lt; 1,8/100mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	10	14	17	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	3.7	7.8	9.1	
SION	1.8	5.5	11	
Municipal de San Jerónimo	20	17	32	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

Se observa que la presencia los coliformes fecales en las piscinas analizadas muestran una variación significativa de piscina a piscina; reconociendo 2 piscinas con valores superiores siendo estas la piscina de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y la piscina Municipal de San Jerónimo; del mismo modo observamos un aumento progresivo en resultado de cada muestra; las piscinas con valores menores obtenidos son las de SION y la piscina Municipal de Wánchaq. Realizando la comparación con otros estudios podemos mencionar que Cabanillas (15) en su estudio evidencia valores de presencia de 13 a 920 de coliformes fecales por cada 100 mL analizados; mientras que Carrasquero (9) evidencia que el 60% de las piscinas analizadas obtuvieron al menos un tubo positivo durante los tres muestreos realizados, del mismo modo De la Rosa (10) evidencia valores de 1 y 0 por cada 100 mL en sus 2 fases analizadas ; por otra parte Vásquez (15) en su estudio muestra valores de 4.47 NMP/100mL en ausencia de bañistas y 152.11 NMP/100mL en presencia de los mismos, mientras que Centeno (16) evidencia la presencia de coliformes fecales con valores de 14 NMP/100mL en presencia de los bañistas y 9 NMP/100mL en ausencia de bañistas y finalmente Carranza (14) muestra un valor promedio de 7.75 NMP/100mL de coliformes fecales, en tal sentido se puede inferir que en todos los estudios existe evidencia de contaminación fecal en las piscinas del mismo modo es importante precisar que la

presencia de estos microorganismos hacen alusión a una acción ineficiente del desinfectante, a una incorrecta recirculación del agua y sin duda a una contaminación de origen fecal ya sea de humanos o animales lo cual representa un riesgo potencial de contaminación por bacterias, virus y otros microorganismos de carácter patógeno.

#### 4.2.2. *Streptococos fecales*

En la tabla N° 27 se muestra la cuantificación de estreptococos fecales de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a estreptococos fecales debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml. Como se observa ninguna piscina cumple con tal parámetro.

**Tabla 27** Numeración de estreptococos fecales del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	3.6	1.8	7.4	<b>*Ausencia por 100 mL &lt; 1,8/100mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	11	13	17	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	2	5.5	13	
SION	1.8	3	6	
Municipal de San Jerónimo	9.3	22	24	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

Se observa que la presencia los *estreptococos fecales* en las piscinas analizadas, estas muestran una variación significativa de piscina a piscina; reconociendo 2 piscinas con valores superiores siendo estas la piscina de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y la piscina Municipal de San Jerónimo; del mismo modo observamos un aumento progresivo en resultado de cada muestra; las piscinas con valores menores obtenidos son las de SION y la piscina Municipal de Wánchaq. De igual forma la



presencia de estos microorganismos hacen alusión a una acción ineficiente del desinfectante y a una incorrecta recirculación del agua de piscina.

Subgrupo de *Streptococcus fecales*, formado por E. (*faecalis*, *faecium*, *gallinarum* y *avium*). Los Enterococos se diferencian del resto de Streptococos por su capacidad para resistir y crecer en soluciones salinas y a pH alcalino y a temperaturas de 10°C y 45°C. Si bien estas bacterias no se proliferan en ambientes acuáticos, resisten y persisten en ambientes acuáticos y suelos contaminados. El hábitat de este grupo de microorganismos es el aparato digestivo de los humanos y de animales, pero también constituye nuestra flora normal del tracto genitourinario, vagina y uretra femenina. El Enterococcus es usado como un indicador de contaminación fecal en agua recreacionales recomendado por la *Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos*, en base a estudios que relacionan, enfermedades asociadas a la natación, afectando hasta ojos, oídos y por ingestión pueden ocasionar gastroenteritis. (5) (3)

#### **4.2.3. Staphylococcus aureus**

En la tabla N° 28 se muestra detección de Staphylococcus aureus de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a Staphylococcus aureus debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml. Como se observa ninguna piscina cumple con tal parámetro.

**Tabla 28.** Detección de *Staphylococcus aureus* del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	12	10	9	<b>*Ausencia por 100 mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	0	3	17	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	2	3	6	
SION	0	3	7	
Municipal de San Jerónimo	14	10	15	

\*MINSA

**Fuente:** Datos recolectados

La presencia de este microorganismo en las piscinas, se explicaría por qué son aguas donde se realiza la actividad de natación, este contacto puede liberar a esta bacteria, a través de secreciones nasales, partículas de heridas infectadas, saliva, etc. Esto es relevante ya tanto la piscina de la Gran Unidad Garcilaso y la de San Jerónimo reciben bañistas de academias pre cadete que realizan esta actividad con mucha frecuencia y son las que tienen mayor afluencia.

Su distribución es amplia, esta bacteria se encuentra en el aire, agua, suelo, pero su principal reservorio son los animales y los humanos, encontrándose en la piel, cabello, fosas nasales y garganta. Pueden resistir temperaturas desde 10-48 °C; estas bacterias producen infecciones oportunistas, que van desde infecciones cutáneas, hasta enfermedades de riesgo vital. (5) (52)

#### **4.2. 3 *Escherichia coli***

En la tabla N° 29 se muestra detección de *Escherichia coli* de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a *Escherichia coli* debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml. Como se observa solo las Piscinas de SION y Clorinda piscina cumple con tal parámetro.

**Tabla 29.** Detección de *Escherichia coli* del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	10	1.8	15	<b>*Ausencia por 100 mL &lt; 1,8/100mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	5.5	9.2	11	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	1.8	1.8	1.8	
SION	1.8	1.8	1.8	
Municipal de San Jerónimo	16	12	20	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

Se observa la presencia de *E. coli* en el 60% de piscinas analizadas. Esto afirma sin duda que existe contaminación directamente fecal por parte de los bañistas. De igual forma la presencia de estos microorganismos hacen alusión a una acción ineficiente del desinfectante y a una incorrecta recirculación del agua de piscina. Realizando la comparación con otros estudios tenemos que Vásquez (15) determino un total de 4.47 NMP/100 mL en ausencia de los bañistas y 155.41 NMP/100mL en presencia de bañistas; dichos valores son semejantes a los nuestros.

La *Escherichia coli*, es una bacteria de habitad fecal, abundante en las heces de origen humano y animal. Se halla también en agua residual, suelos naturales que han sufrido contaminación reciente, ya sea de seres humanos, operaciones agrícolas o de animales. La vía de infección primaria es por ingestión ocasionando gastroenteritis, diarreas y vómitos intensos. (5) (3)

#### **4.2.4. Pseudomona aeruginosa**

En la tabla N° 30 se muestra detección de *Pseudomona aeruginosa* de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a *Pseudomonas aeruginosa* debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml. Como se observa ninguna piscina cumple con tal parámetro.

**Tabla 30** Detección de *Pseudomona aeruginosa* del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	0	13	37	<b>*Ausencia por 100 mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	3	20	30	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	0	11	14	
SION	0	0	3	
Municipal de San Jerónimo	8	29	38	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

Este microorganismo está presente en todas las piscinas analizadas esto se atribuye a su origen y además es un indicador de la eficacia de la cloración, ya que su resistencia al cloro es superior a la de otros microorganismos que se encuentran en el agua. Al efectuar la comparación con otros autores Rosa Martínez (2) presenta los valores más altos de *P. aeruginosa*, siendo esta última una bacteria patógena oportunista que comprende un grupo heterogéneo de bacterias que pueden causar enfermedades en individuos con sistemas inmunitarios debilitados, y está asociada comúnmente con dermatitis en baños calientes y Piscinas La amplia distribución de esta bacteria, hace que pueda derivar de diversos orígenes ambientales. Sobrevive en medio acuoso por reproducirse y sobrevivir en muy bajas concentraciones de nutrientes.

El estudio de esta bacteria es de importancia por ser un patógeno oportunista, recordando que estas aguas son de uso recreacional y deportivo, la presencia de este organismo pone en riesgo la salud de los usuarios, especialmente en niños, ancianos y pacientes inmunocomprometidos, causándoles infecciones cutáneas y de mucosas. (5) (32)

#### 4.2.5. *Salmonella spp*

En la tabla N° 31 se muestra detección *Salmonella spp* de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a *Salmonella spp* debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml. Como se observa solo las piscinas de SION y la Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner cumplen con este parámetro.

**Tabla 31** Detección de *Salmonella spp* del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	0	90	0	<b>*Ausencia por 100 mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	43	115	184	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	0	0	0	
SION	0	0	0	
Municipal de San Jerónimo	32	85	193	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

Las piscinas con valores superiores de presencia de este microorganismo son las de San Jerónimo y Garcilaso estos valores obtenidos por piscina se atribuyen también al origen del agua a la ineficacia del desinfectante utiliza.

El género *Salmonella spp* pertenecen a la familia Enterobacteriaceae predominante de origen fecal humano y animal, típicamente es enteropatógeno para el hombre, la vía oral es la entrada de estas bacterias al organismo humano, causando síndrome diarreico con alta mortalidad en personas vulnerables. (5) (3)

#### 4.2.6. Hongos y Levaduras

En la tabla N° 32 se muestra detección Hongos y levaduras de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a Hongos debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml. Como se observa ninguna piscina cumple con tal parámetro.

**Tabla 32.** Detección de Hongos y Levaduras del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	INICIO	MEDIO	FINAL	
Municipal de Wánchaq	<10	<10	<10	<b>*Ausencia por 100 UFC</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	<10	2x19	3x10	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	<10	1x10	3x10	
SION	<10	<10	<10	
Municipal de San Jerónimo	2x10	3x10	5x10	

**\*España Decreto N° 55/1997**

**Fuente:** Datos recolectados

En el análisis de hongos y levaduras podemos apreciar una mayor presencia de levaduras principalmente en la piscina de Garcilaso, Clorinda y la de San Jerónimo, esto está ligado directamente a la presencia de bañistas con afecciones de tipo dermatológico; del mismo modo a la acción ineficiente del desinfectante usado.

En aguas recreativas, los hongos del suelo tipo levadura son más numerosos, estas no tienen peligro para la salud, pero pueden constituir propiedades físicas y organolépticas inadecuadas. (5)

#### 4.2.6. Parásitos

En la tabla N° 33 se muestra detección parásitos de las 5 piscinas analizadas. De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 527-2016/MINSA y al el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina, los cuales indican que respecto a parásitos debe existir ausencia total de ellos por cada muestra de 100ml.

**Tabla 33.** Recuento de parásitos del agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION

PISCINA / MUESTRA	VALOR PROMEDIO			VALOR REFERENCIAL
	Giardia L.	Clostridium	Helminetos	
Municipal de Wánchaq	0	0	0	<b>*Ausencia por 100 mL</b>
Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega	0	0	0	
Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner	0	0	0	
SION	0	0	0	
Municipal de San Jerónimo	0	0	0	

**\*MINSA**

**Fuente:** Datos recolectados

En los muestreos de las 5 piscinas analizadas no se encontraron parásitos; cumpliendo así con el MINSA y el D.S. 007-2023-SA para aguas de piscina que menciona la ausencia de estos como optimo en la calidad de estas aguas. En el análisis parasitológico realizado por Alata (21) en su estudio demostraron la presencia de Trofozoítos de Paramecium, Quistes de Entamoeba coli, Isosporas, Huevos de Áscarislumbricoides y Larvas de Estrongiloides; los cuales no fueron considerados en nuestro estudio, pero es importante destacar que la presencia de estos parásitos se evidenciamás en agua sin tratamiento o cloración. Estos parásitos están distribuidos en la naturaleza, pueden proceder del suelo, sedimentos marinos, vegetación en descomposición, heridas infectadas del hombre y de los animales, su presencia en estas aguas puede enteritis necrótica. La giardiasis es un problema de salud pública relacionada con las redes de abastecimiento de agua de los países desarrollados y pueden ser consideradas como enfermedades emergentes. Del mismo su presencia puede producir afecciones diarreicas. (5) (3)

#### 4.2.7. Relación entre la concentración de cloro y la presencia/ausencia de microorganismos

En la tabla N° 34 se muestra la relación existente entre la concentración de cloro residual de las 5 piscinas analizadas y la presencia/ausencia de los microorganismos analizados utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

**Tabla 34.** Concentración de cloro residual y su relación presencia/ausencia de microorganismos en agua de las piscinas Municipales de Wánchaq y San Jerónimo; Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega y Clorinda Matto de Turner y SION utilizando el coeficiente de correlación de Pearson

PRIMERA MUESTRA			
Microorganismos Analizados	Coeficiente de Pearson	Coeficiente de Determinación	Valor en %
Coliformes Totales	-0.49516811	0.24519	24.5%
Coliformes fecales	-0.53714592	0.28852	28.8%
<i>Streptococcus fecales</i>	-0.459480858	0.211122659	21.1%
<i>Staphylococcus aureus</i>	-0.417924815	0.174661151	17.4%
<i>Escherichia coli</i>	-0.433435143	0.187866024	18.7%
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	-0.29450202	0.08673144	8.6%
<i>Salmonella spp</i>	-0.376289333	0.141593662	14.1%
SEGUNDA MUESTRA			
Microorganismos Analizados	Coeficiente de Pearson	Coeficiente de Determinación	Valor en %
Coliformes Totales	-0.646959652	0.418556791	41.8%
Coliformes fecales	-0.697572831	0.418556791	41.8%
<i>Streptococcus fecales</i>	-0.641654881	0.411720986	41.1%
<i>Staphylococcus aureus</i>	-0.102062073	0.010416667	1.0%
<i>Escherichia coli</i>	-0.599851295	0.359821576	35.9%
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	-0.79828115	0.63725279	63.7%
<i>Salmonella spp</i>	-0.433566073	0.18797954	18.7%



**TERCERA MUESTRA**

<b>Microorganismos Analizados</b>	<b>Coefficiente de Pearson</b>	<b>Coefficiente de Determinación</b>	<b>Valor en %</b>
<b>Coliformes Totales</b>	-0.491978089	0.24204244	24.2%
<b>Coliformes fecales</b>	-0.265933359	0.070720551	7.0%
<b><i>Estreptococos fecales</i></b>	-0.64553948	0.41672122	41.6%
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	-0.156269077	0.024420024	2.4%
<b><i>Escherichia coli</i></b>	0.19686469	0.038755706	<b>3.8%</b>
<b><i>Pseudomona aeruginosa</i></b>	0.1598131	0.02554023	<b>2.5%</b>
<b><i>Salmonella spp</i></b>	-0.532559397	0.283619511	28.3%

**Fuente:** Datos recolectados y procesados en SPSS

Se observa que existe 2 tipos de correlaciones; una de tipo inversa que abarca al 90.47% del total de muestras analizadas; que expresa que al aumentar una de las variables la otra disminuye en este caso los valores obtenidos del coeficiente de determinación oscilan entre 0.010 y 0.637 lo cual pese a ser menores 0.80 nos indica que existe una relación lineal. Por otra parte, solo el 9.52% de las muestras analizadas presenta una correlación directa, este tipo de correlación expresa que al aumentar una de las variables la otra aumenta, sin embargo, los valores del coeficiente de determinación son sumamente bajos y podríamos inferir que no existe una relación de tipo lineal. Respecto a estos 2 valores podemos mencionar que si bien el valor de la concentración de cloro residual aumento, los valores de la determinación de *E. coli* y *P. aeruginosa* también aumentaron esto puede deberse principalmente a una ineficiente recirculación del agua. Finalmente podemos mencionar que cuando las concentraciones de cloro son 0 mg/L existen concentraciones de microorganismos mayores a 9.4 NMP/100 mL; y a niveles de cloro 0.8 mg/L los niveles de microorganismos es de aproximadamente menor de 10 NMP/100 mL. Al comparar con otros estudios tenemos a Banda (58) quien menciona que en su estudio calculo que cuando las concentraciones de cloro son 0 mg/L existen concentraciones de coliformes termotolerantes mayores a 10 NMP/100 mL; y a niveles de cloro 0.3 mg/L los niveles de coliformes termotolerantes es de aproximadamente 1.1 NMP/100 mL; cuyos valores son similares a los nuestros; la única diferencia radica en que en nuestro estudio se evaluaron 7 tipos de microorganismos.

# CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

## CONCLUSIONES

1.- Se determinaron las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de piscinas de la ciudad del Cusco, los cuales no cumplen con lo establecido en el Reglamento Sanitario de Piscinas Decreto Supremo N° 007-2003 SA.

2.- Se determinaron los parámetros de color, olor, temperatura, potencial de hidrogeniones, turbidez, nitratos y potencial de óxido reducción del agua de piscinas de la ciudad del Cusco, los cuales cumplieron con lo establecido en el Reglamento Sanitario de Piscinas Decreto Supremo N° 007-2003 SA, excepto los niveles de cloro residual libre y cloro total los cuales tienen valores fuera de lo permitido por la normativa vigente, estos se ven reflejados en los resultados microbiológicos debido a la baja concentración de cloro libre el cual no garantiza la desinfección del agua y favorece a la proliferación de microorganismos, la piscina de Sion presentó concentraciones de cloro residual de 3.2 mg/L favoreciendo a la formación de subproductos los cuales son potencialmente teratogénicos.

3.- Se determinaron la presencia de microorganismos en el agua de piscinas de la ciudad del Cusco tales como: estreptococos fecales, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp* y hongos, confirmándose la presencia de estos microorganismos los cuales resultan agentes causantes de infecciones gastrointestinales, respiratorios y genitourinarios. Se determinó la presencia de *E. Coli* en las piscinas de la Municipalidad de Wánchaq, San Jerónimo y Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega siendo un riesgo para la salud de los bañistas.

4.- Se determinaron la concentración de coliformes totales y fecales en las muestras de agua de las piscinas de la ciudad del Cusco donde se observa valores mayores a 1.8 NMP/100MI en todas las muestras analizadas, ninguna piscina cumple con lo establecido en el Decreto Supremo N° 007-2003-SA.

5.- Se determinó la ausencia de parásitos en el agua de piscinas de la Ciudad del Cusco tomados como referencia *Cryptosporidium sp.*, *Giardia sp.* y huevos de helmintos que se utilizan como indicadores que garantizan la inocuidad en muestras de agua, todas las piscinas cumplen con lo establecido en el Decreto Supremo N°007-2003-SA.

6.- Se determinó la concentración de cloro residual libre en el agua de piscinas de la ciudad del Cusco y su relación con la ausencia/presencia de microorganismos teniendo así que cuando concentraciones de cloro son 0 mg/L existen concentraciones de microorganismos mayores a 9.4 NMP/100 mL; y a niveles de cloro 0.8 mg/L los niveles de microorganismos es de aproximadamente menor de 10 NMP/100 mL.

## **SUGERENCIAS**

### **Para las Autoridades el Ministerio de Salud y Gerencia Regional de Salud Cusco**

- a) Regular la frecuencia de inspección a estos establecimientos y establecer nuevos parámetros de control que ayuden a garantizar la inocuidad del agua durante todo el periodo de uso por parte de los bañistas.

### **Para las Autoridades Municipalidades del Distrito de Wánchaq, San Sebastián y San Jerónimo**

- b) Se recomienda hacer partícipe al personal que labora en estas instalaciones en capacitaciones sobre el buen manejo de desinfectantes, la importancia que implica su correcto uso y su impacto en la salud de los bañistas.
- c) Se recomienda estandarizar el uso de desinfectantes para evitar posibles daños en la salud de los bañistas, específicamente en los niños.
- d) Se recomienda establecer protocolos para el ingreso a las piscinas y establecer un flujo que permita el control y cumplimiento de estos.
- e) Se recomienda evidencia documentaria de los controles que se realizan en estos establecimientos bajo la supervisión de un personal capacitado.
- f) Se recomienda difundir información sobre las consecuencias de no cumplir con las prácticas adecuadas para el ingreso a estas instalaciones y como este puede afectar en su salud.

### **Para los estudiantes de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco**

- g) Continuar realizando estudios a potenciales fuentes de proliferación de microorganismos que pueden resultar ser focos de infecciones que afecten gravemente la salud de la población.
- h) En actualidad estos centros recreacionales son muy concurridos por la población sin embargo carecen de control efectivo, se recomienda estudiar nuevos métodos que garanticen la inocuidad de estas aguas evaluando los aspectos económicos y de mayor practicidad.
- i) Se sugiere estudiar y evaluar nuevos indicadores fisicoquímicos y microbiológicos para poner mayor énfasis en el estudio de estos y lograr inhibir su proliferación.

### 3. BIBLIOGRAFIA

1. M.M. Martín Delgado AMHGAMFHAHdITRAM. ANALISIS MICROBIOLOGICO Y FISICOQUIMICO DEL AGUA DE LA ISLA DE TENERIFE. Revista de Sanidad e Higiene Publica. 1992; 6(9).
2. Cano MEM. PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DEL POTENCIAL DE ÓXIDO REDUCCIÓN, EN UNA PLANTA POTABILIZADORA. Tesis de Maestria. ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRAULICOS, Departamentode Ciencias de Ingenieria Sanitaria; 2018.
3. MINSA. Verano Saludable. [Online].; 2017 [cited 2022 julio 21. Available from: <http://veranosaludable.minsa.gob.pe/>.
4. Laurente Quispe C. Vigilancia de la calidad sanitaria del agua de piscina en la jurisdicción de la dirección de redes integradas de salud de Lima Centro años 2018-2020. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Nacional del Callao, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS; 2021.
5. (INS) INdS. Vigilancia y Control de Calidad del Agua. 2018..
6. Doménech A, Sáncheza b, Oleaa FyBC. Infecciones relacionadas con las aguas de recreo. Iberica SL . 2007; V(36).
7. Valoyes Rueda Samira Herminda EMHAMCSORPJE. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS PISCINAS DE USO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE QUIBDÓ, CHOCÓ, COLOMBIA. Revista Institucional Universidad Tecnologica del Chocó: Investigacion, biodiversidad y desarrollo. 2007 octubre;(6).
8. Mérida Cano ME. Calidad bacteriológica del agua y su relación con el potencial de óxido reducción (ORP). Agua, Saneamiento & Ambiente. 2020; 15(1).
9. Carrasquero S, Muñoz C, Tuvíñez P, Vargas R, Vargas C, Marín J. Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de piscinas de dos complejos recreacionales del estado de Zulia. Boletín de Malariología y Salud Ambiental. 2016 Diciembre; LVI(2).
10. Rosa Rodríguez CE, Cano Rodríguez I, Rubio Campos EB. Análisis fisicoquímico y microbiológico del de la piscina de la escuela de nivel medio superior de Guanajuato. Revista de Divulgacion de la ciencias en la ciencia. 2016 Julio; I(2).
11. Avedaño Sanchez A. Calidad microbiológica de un agua termal. Tesis de Maestria. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Departamento de Ingenieria Civil; 2016.
12. Condori Silva ME. Calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca. Tesis de Pregrado. Juliaca: Universidad del Altiplano Puno, Departamento de Biología; 2018.
13. Mamani Nahuincha AD. Calidad del agua para el uso recreativo de contacto directo de 3 piscinas de la ciudad de Puno. Tesis de Pregrado. Puno: Universidad del Altiplano Puno, Departamento de Biología; 2021.

14. Carranza C, Manuel M. Determinación de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo- provincia de Moyobamba- departamento de San Martín- 2015. Tesis de Pregrado. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto, Departamento de Ingeniería Ambiental; 2018.
15. Cabanillas Pajares LJ, Florián Díaz YN. CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PISCINA SEMIOLÍMPICA DEL COMPLEJO TURÍSTICO BAÑOS DEL INCACAJAMARCA 2020. Tesis de Pregrado. Cajamarca: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO, Departamento de Ingeniería; 2021.
16. Centeno Soto C, Quispe ML. Coliformes totales y termotolerantes en las aguas termales de las piscinas del barrio de San Cristóbal- Huancavelica. Tesis de pregrado. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Departamento de Ingeniería Ambiental; 2021.
17. Charalla Cutipa V, Cuchuyrumi Porroa B. Características fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas termales de Ccaylla, Marcanu, Uyurmiri y descripción de las prácticas de los usuarios de la provincia de Canchis departamento de Cusco. Tesis de Pregrado. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, Departamento de Farmacia y Bioquímica; 2016.
18. HUANCA PINEDA H. Caracterización Fisicoquímica asociada a la calidad Bacteriológica de las aguas Termales Hatun Putina de Cuyo Cuyo, Juliaca, mayo – julio 2018. Tesis de Pregrado. UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ, Juliaca; 2019.
19. Centeno Terán R. Evaluación de la calidad de las aguas termales del balneario de Cocalmayo, distrito de Santa Teresa, la convención - Cusco. Tesis de Pregrado. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, Departamento de Biología; 2016.
20. Latorre Farfán LR, Luna Campos K. Índice de calidad de agua y nivel de metales pesados del río Araza, Quispicanchi – Cusco. Tesis de Pregrado. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, Departamento de Biología; 2014.
21. Alata Meza J, Huarilloclla Sullca R. Estudio organoléptico, bacteriológico y parasitológico del agua de manantial de Pumamarca y evaluación coproparasitológica de usuarios en el sector de Alto Qosqo del distrito de San Sebastián 2018. Tesis de Pregrado. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, Departamento de Farmacia y Bioquímica; 2018.
22. Organización de las Naciones Unidas. ONU. [Online].; 2005-2015 [cited 2022 julio 10. Available from: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/>.
23. Fernández Cirelli A. El agua: un recurso esencial. Revista Química Viva. 2012 Diciembre; XI(3).
24. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE LAS LAGUNAS DEL ALTO PERÚ, TUMBADÉN, SAN PABLO, CAJAMARCA. Tesis de Pregrado. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Ingeniería Ambiental; 2017.

25. Arellano Diaz J, Pantoja G, Eduardo J. Ingenieria Ambiental. Primera ed. Editor AG, editor. México D.F.: Alfaomega ; 2011.
26. Truque B PA. ARMONIZACION DE LOS ESTANDARES DE AGUA POTABLE EN LAS AMERICAS. 2012..
27. Galvín R. FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA DE LOS MEDIOS ACUÁTICOS. segunda ed. Madrid: Diaz.
28. Adam W, Bauder J. Universidad Estatal de Montana Programa de Extención en Calidad del Agua. [Online].; 2012 [cited 2022 julio 3. Available from: <http://region8water.colostate.edu>.
29. Jil Marin J. Modelo de calidad del agua de un rio mediante el uso combinado de analisis de componenetes principales y regresiones lineales multiples. Anales Científicos. 2020 junio; 81.
30. Tinoco Rivera J. NIVELES DE CLORO RESIDUAL LIBRE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA CIUDAD DE CALI. 2019..
31. Guire R GM. Hanna Instruments. [Online].; 2017 [cited 2020 julio 4. Available from: <https://cdn.hannachile.com/>.
32. Apella M, Z. Araujo P. Microbiología de agua. Conceptos básicos. segunda ed. Atómica CNdE, editor. enos Aires ; 2005.
33. MINSA (dS. DECRETO SUPREMO N° 007-2003 SA. 2003..
34. Barrera Escorcía G, Wong Chang I. Contaminación por Microorganismos en Zonas Costeras. Revista Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2005; III(2).
35. Orenda Technologies. Desinfectantes para piscina. 2018..
36. Green Facts. Green Facts, Facts on health and de enviroment. [Online].; 2022 [cited 2022 julio 24. Available from: <https://www.greenfacts.org/glossary/abc/index.htm>.
37. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD; OMS. IRC. [Online].; 1978 [cited 2022 julio 24. Available from: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/241.0-78PR.pdf>.
38. INDUANALISIS LABORATORIO AMBIENTAL. INDUANALISIS. [Online].; 2019 [cited 2022 Julio 24. Available from: [https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo\\_y\\_dqo\\_31](https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31).
39. MEF, (Ministerio de Economía y Finanzas). Ministerio de Economía y Finanzas. [Online]. [cited 2022 Julio 24. Available from: [https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=category&id=672&Itemid=100357&lang=es](https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&id=672&Itemid=100357&lang=es).
40. C. EUSR. [Documento ]. [cited 2022 Julio 24. Available from: <http://www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl/trabajos/biologicos.pdf>.
41. NIH. National Human Genome Research Institute. [Online].; 2022 [cited 2022 Julio 25. Available from: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Mutageno>.



42. OMS: Organización Mundial de la Salud. [Online]. [cited 2022 Julio 25. Available from: <https://www.un.org/youthenvoy/es/2013/09/oms-organizacion-mundial-de-la-salud/>].
43. Gobierno de México. Proceso de vigilancia sanitaria. [Online].; 2018 [cited 2022 Julio 25..
44. Hernandez Sampieri R, Paulina MTC. Metodología de la Investigación, Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta. Primera ed. D MR, editor. Ciudad de Mexico : McGRAW-HILL INTERAMERICANA; 2018.
45. APHA- AWWA-WPCF. Métodos normalizados para el analisis de aguas potables y residuales. 17th ed. Santos Dd, editor. Madrid-España: Clesceri (WPCF); Greenberg (APHA), Trussell (AWWA); 1992.
46. Acqua\_Tecnologia Ingeniería de Tratamiento de Agua y procesos. POTENCIAL REDOX. 2015..
47. Chacón Chaquea, Myriam Yaneth. Análisis Físico y Químico de la Calidad del agua Bogota: Universidad de Santo Tomás ; 2016.
48. Lopez del Pino SJ, Sonia MC. Analisis de Agua potable y residual Madrid: Elearning; 2019.
49. Natación FFId. World Aquatics. [Online].; 2018 [cited 2023 diciembre 12. Available from: <https://www.worldaquatics.com/>].
50. HUISMAN , DE AZEVEDO NETTO JM, SUNDARESAN BB, LANOIX JN. Sistema de Abastecimiento de Agua para Comunidades Pequeñas. 1988..
51. Reyes Lopez MG. USO DEL CLORO EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS. DESINFECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS. Tesis de Maestría. Durango: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, Gestión Ambiental; 2016.
52. (OMS) OMDLS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD/OMS. [Online].; 2001 [cited 2021 junio 21. Available from: <https://www3.paho.org/es/temas/farmacovigilancia>].
53. L, Azario R, Metzler C, Garcia MdC. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución de Concepción del Uruguay. Hig. Sanid. Ambient. 2004 setiembre; IV(72).
54. Ludeña-Maria , Marín-René , Villacrés-Larissa AF, Torres-Myriam. Diagnóstico, tratamiento y prevención de la gota. Correo Científico Médico (CCM). 2020 febrero.
55. Antonio EI. Libro Blanco del Agua en España Madrid; 1998.
56. Organización Panamericana de la Salud. República Dominicana MdSP. Guía rápida para la Vigilancia Sanitaria del Agua. 2013.
57. Córdova García O, Díaz López JL. Aplicación de un modelo matemático para determinar la calidad del agua de la quebrada Rumiyacu, Moyobamba, 2020. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad César Vallejo, FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA; 2020.
58. Municipalidad Distrital de Wanchaq. [Internet].; 2013 [cited 2022 Julio 12. Available from: <https://es.slideshare.net/miguelchaquillabustinza9/plan-10951-plandedesarrolloconcertado2011>].

# **4. ANEXOS**

**ANEXO I**  
**NORMAS PARA AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO, PISCINAS Y**  
**AGUAS RECREACIONALES**

**I.1. España - Real Decreto N°742/2013**

Parámetros Indicadores de Calidad de Agua de las Piscinas, Real Decreto 742/2013, España

Parámetro	Valor Paramétrico
Ph	7,2 – 8,0
Temperatura	24 - 30°C ≤ 36°C en hidromasaje
Transparencia	Que sea bien visible el desagüe de fondo
Potencial Redox	Entre 250 y 900 Mv
Turbidez	≤ 5 UNF
Cloro libre residual	0,5 – 2,0 Cl <sub>2</sub> mg/L
Cloro combinado residual	≤ 0,6 Cl <sub>2</sub> mg/L
Bromo total	2 - 5 mg/L Br <sub>2</sub> mg/L
Ácido isocianúrico	≤ 75 mg/L
Indicadores microbiológicos	
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC o NMP en 100 ml
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	0 UFC o NMP en 100 ml
<i>Legionella sp.</i>	<100 UFC / L

UFC= Unidades Formadoras de Colonia. UNF= Unidades Nefelométricas de Turbidez.  
 mV= Milivoltios

**I.2. Perú - Decreto Supremo N° 015-2015 MINAM**

Estándares Nacionales de calidad ambiental para el agua. Requisitos microbiológicos.

Categoría 1: recreacional (contacto primario) MINAM-Perú

Requisitos Microbiológicos y Parasitológicos

Valores Máximos Permisibles:

Coliformes termo tolerantes (44,5°C) NMP/100ml	200
Coliformes Totales (35-37 °C) NMP/100ml	1000
<i>Enterococos intestinales</i> NMP/100ml	200
Formas Parasitarias N° de Organismo/Litro	0
<i>Escherichia coli</i> NMP/100ml	Ausencia
<i>Giardia duodenalis</i> N° de Organismo/Litro	Ausencia
<i>Salmonella sp</i> Presencia/100ml	Ausencia

**NMP=** Número más probable

### I.3. Perú - Decreto Supremo N°007-2003 SA- MINSA

**Tabla 35.** Parámetros de fisicoquímicos y microbiológicos, calidad sanitaria del agua de piscina- MINSA

Calidad Fisicoquímica	
Ph	6.5 a 8.5
Turbidez	≤ 1 UNF
Características organolépticas	Color y olor ligeros y característicos de los tratamientos empleados o de procedencia natural.
Nitritos	3 mg/L
Nitratos	50 mg/L

Calidad Microbiológica	
Coliformes fecales	Ausencia por 100 mililitros
<i>Streptococcus fecales</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella spp.</i>	Ausencia por 100 mililitros
Parásitos y protozoos	Ausencia
Algas, larvas u organismos vivos	Ausencia

UNF= Unidades Nefelométricas de Turbidez.

#### I.4. OMS

Frecuencias de muestreo de rutina recomendadas y pautas operativas para pruebas microbianas durante el funcionamiento normal

Tipo de piscina	Heterótrofo recuento de platos	Termotolerantes coliformes / <i>E. coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Legionella spp.</i>
Piscinas desinfectadas, publico y fuertemente usado	Semanal (<200 / ml)	Semanal (<1/100 ml)	Cuando la situacion demandas : (<1/100 ml)	Trimestral (<1/100 ml)
Piscinas desinfectadas, semipúblico	Mensual (<200 / ml)	Mensual (<1/100 ml)	Cuando la situacion demandas : (<1/100 ml)	Trimestral (<1/100 ml)
Balnearios naturales	n / A	Semanal (<1/100 ml)	Semanal (<10/100 ml)	Mensual (<1/100 ml)
Jacuzzis	n / A	Semanal (<1/100 ml)	Semanal (<1/100 ml)	Mensual (<1/100 ml)

<sup>a</sup> Se deben tomar muestras cuando la piscina esté muy cargada.  
La frecuencia de muestreo debe aumentarse si los parámetros operativos (por ejemplo, turbidez, pH, concentración de desinfectante residual) no se mantienen mantenidos dentro de los rangos objetivo  
Los números de muestra deben determinarse sobre la base del tamaño y la complejidad del grupo y deben incluir puntos representativos de calidad del agua y posibles áreas problemáticas  
<sup>b</sup> Las pautas operativas se muestran entre paréntesis  
<sup>c</sup> por ejemplo, cuando se sospecha de problemas de salud asociados con la piscina

DIRECTIVA SANITARIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIFICACIÓN  
SANITARIA DE LAS PISCINAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE USO COLECTIVO

<b>TABLA DE CALIFICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DE PISCINAS</b>			
<b>Criterio</b>	<b>Variable</b>	<b>Rango de Valor</b>	<b>Calificación</b>
<b>1.-Control de calidad Microbiológica</b>	cloro residual	>0.4mg/L y <1.2mg/L	Buena
		<0.4mg/L	Mala
	coliformes termotolerantes	Ausencia	Buena
		Presencia	Mala
	turbiedad	<5.0 UNT	Buena
		5.0 UNT o más	Mala
<b>2.-Control de Calidad de Equipamiento e instalaciones</b>	Servicios higiénicos y ducha	SS.HH. y duchas disponibles, limpios y en funcionamiento	Presencia
		SS.HH. Y duchas sucios o malogrados o ausentes	Ausencia
	Lavapiés	Disponibles, limpios, funcionando y con solución desinfectante.	Presencia
		Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	Ausencia
	Sistema de recirculación	Instalado y en operación	Buena
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo) o no tiene	Mala
<b>3.-Control de Calidad de Limpieza</b>	Limpieza del local	Hay recipientes para residuos y el local está limpio	Buena
		Ausencia de recipientes y/o el local está sucio o hay residuos sólidos dispersos	Mala
	Limpieza del estanque	Limpio y ausencia de sólidos	Buena
		Sucio y/o presencia de sólidos flotantes dispersos y/o abundantes	Mala
	Criadero de Aedes aegypti	Ausencia	Buena
		Presencia	Mala
	Cuerpo de agua	Ausencia	Buena
		Presencia	Mala
<b>4.-Control de Ordenamiento Documentario</b>	Cuaderno o libro de registro	Cuaderno o libro de registro	Buena
		No hay cuaderno o libro de registro o no está al día	Mala
	Aprobación sanitaria	Cuenta con aprobación sanitaria disponible y vigente.	Buena
		No cuenta con aprobación sanitaria o no está vigente.	Mala

## ANEXO II.

### FORMATO DE INFORME MICROBIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO Y SOLICITUD DE PERMISO PARA TRABAJAR EN LAS PISCINAS

#### II.1. Formato de informe fisicoquímico para agua de piscina

<b>FORMATO DE INFORME DE AGUA DE PISCINA</b>
--

Muestra	( ) PISCINA.....	( ) PISCINA .....
Hora de muestreo		
Fecha de muestreo		
Temperatura		
<b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICO</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>PARÁMETROS</b>
Color		
Olor		
pH		
Turbidez		
Nitritos		
Nitratos		
Cloro residual		
Cloro residual combinado		
cloro total		
ORP		
OBSERVACIONES:		

II.2 Formato de informe microbiológico para agua de piscinas

<b>FORMATO DE INFORME DE AGUA DE PISCINA</b>
--

Muestra	(   ) PISCINA.....	(   ) PISCINA.....
Hora de muestreo		
Fecha de muestreo		
Temperatura		
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>		
<b>MICROORGANISMOS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADOS</b>
Coliformes totales		
<i>Streptococos fecales</i>		
<i>Staphylococcus aureus</i>		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		
<i>Salmonella spp</i>		
Parásitos y protozoos		
OBSERVACIONES:		

II.3 Solicitud de permiso para el ingreso a las piscinas y realización del muestreo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
*Oficina N°-204 Teléfono: 232398 - anexo 1733*

---

Cusco, 24 de Julio de 2023

**Para** : Sr. WILLIAN PEÑA FARFAN  
Alcalde la Municipalidad de Wanchaq

**De** : Dra. Q.F. ANAHI CARDONA RIVERO  
Docente del Área de Ciencias Clínicas Farmaceuticas de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica UNSAAC.

**Asunto** : SOLICITO PERMISO PARA TESISISTAS PARA INGRESAR A LA PISCINA DE WANCHAQ, PARA REALIZAR UN TRABAJO DE INVESTIGACION.

Mediante el presente me dirijo a Ud. Con el fin de solicitarle la autorización de ingreso a los tesisistas Srta. Maria de los Angeles Jara Becerra y al Sr. Cesar Geraldly Pando Aqquena, a las instalaciones de la piscina de Wanchaq para realizar el muestreo correspondiente para el análisis fisicoquímico y microbiológico de la tesis titulada: "DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS EN AGUA DE PISCINAS DE LA CIUDAD DEL CUSCO", en la fecha y hora indicada que se le informara a su persona.

Además solicitarle, si fuera tan amable de brindamos datos sobre el numero total de usuarios que ingresan a la piscina en los meses de abril, mayo y junio del presente año para determinar el horario adecuado de muestreo.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para expresarles las muestras de mi mayor consideración.

Atentamente



Dra. Anahí Karina Cardona Rivero  
Docente de la E.P. de Farmacia y Bioquímica





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
*Oficina N°-204 Teléfono: 232398 - anexo 1735*

---

Cusco, 25 de Julio de 2023

**Para** : Sr. HUMBERTO SUAREZ RIOS  
Director de la Gran Unidad Escolar Garcilaso

**De** : Dra. Q.F. ANAHI CARDONA RIVERO  
Docente del Área de Ciencias Clínicas Farmaceuticas de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica UNSAAC.

**Asunto** : SOLICITO PERMISO PARA TESISISTAS PARA INGRESAR A LA PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR GARCILASO, PARA REALIZAR UN TRABAJO DE INVESTIGACION.

Mediante el presente me dirijo a Ud. Con el fin de solicitarle la autorizacion de ingreso a los tesisistas Srta. Maria de los Angeles Jara Becerra y al Sr. Cesar Gerald y Pando Aquena, a las instalaciones de la piscina de la Gran Unidad Escolar Garcilaso para realizar el muestreo correspondiente para el análisis fisicoquímico y microbiológico de la tesis titulada: "DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS EN AGUA DE PISCINAS DE LA CIUDAD DEL CUSCO", en la fecha y hora indicada que se le informara a su persona.

Además solicitarle, si fuera tan amable de brindamos datos sobre el numero total de usuarios que ingresan a la piscina en los meses de abril, mayo y junio del presente año para determinar el horario adecuado de muestreo.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para expresarles las muestras de mi mayor consideración.

Atentamente



Dra. Anahí Karina Cardona Rivero  
Docente de la E.P. de Farmacia y Bioquímica



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

*Oficina N°-204 Teléfono: 232398 - anexo 1735*

---

Cusco, 25 de Julio de 2023

**Para** : Sr. ANTONIO LUIS COLQUE CUYO  
Director de la Gran Unidad Escolar Clorinda

**De** : Dra. Q.F. ANAHI CARDONA RIVERO  
Docente del Área de Ciencias Clínicas Farmacéuticas de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica UNSAAC.

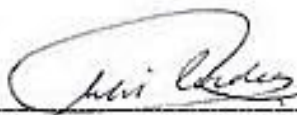
**Asunto** : SOLICITO PERMISO PARA TESISISTAS PARA INGRESAR A LA PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR CLORINDA, PARA REALIZAR UN TRABAJO DE INVESTIGACION.

Mediante el presente me dirijo a Ud. Con el fin de solicitarle la autorización de ingreso a los tesisistas Srta. Maria de los Angeles Jara Becerra y al Sr. Cesar Geraldly Pando Aquena, a las instalaciones de la piscina de la Gran Unidad Escolar Clorinda para realizar el muestreo correspondiente para el análisis fisicoquímico y microbiológico de la tesis titulada: "DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS EN AGUA DE PISCINAS DE LA CIUDAD DEL CUSCO", en la fecha y hora indicada que se le informara a su persona.

Además solicitarle, si fuera tan amable de brindamos datos sobre el numero total de usuarios que ingresan a la piscina en los meses de abril, mayo y junio del presente año para determinar el horario adecuado de muestreo.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para expresarles las muestras de mi mayor consideración.

Atentamente



Dra. Anahí Karina Cardona Rivero  
Docente de la E.P. de Farmacia y Bioquímica

<b>RECIBIDO</b>
27 JUL 2023
HORA: 12:40 p.m. FOLIOS: .....
FIRMA:  .....
NOMBRES: .....

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
*Oficina N°-204 Teléfono: 232398 - anexo 1735*

---

Cusco, 25 de Julio de 2023

**Para** : Sr. **Maximo Rimachi Morales**  
Alcalde la Municipalidad de San Jeronimo

**De** : **Dra. Q.F. ANAHI CARDONA RIVERO**  
Docente del Área de Ciencias Clínicas Farmaceuticas de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica UNSAAC.

**Asunto** : **SOLICITO PERMISO PARA TESISISTAS PARA INGRESAR A LA PISCINA DE SAN JERONIMO, PARA REALIZAR UN TRABAJO DE INVESTIGACION.**

Mediante el presente me dirijo a Ud. Con el fin de solicitarle la autorizacion de ingreso a los tesisistas Srta. Maria de los Angeles Jara Becerra y al Sr. Cesar Gerald y Pando Aqquena, a las instalaciones de la piscina de San Jeronimo para realizar el muestreo correspondiente para el análisis fisicoquímico y microbiológico de la tesis titulada: **“DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS EN AGUA DE PISCINAS DE LA CIUDAD DEL CUSCO”**, en la fecha y hora indicada que se le informara a su persona.

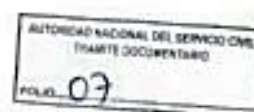
Además solicitarle, si fuera tan amable de brindamos datos sobre el numero total de usuarios que ingresan a la piscina en los meses de abril, mayo y junio del presente año para determinar el horario adecuado de muestreo.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para expresarles las muestras de mi mayor consideración.

Atentamente



**Dra. Anahí Karina Cardona Rivero**  
Docente de la E.P. de Farmacia y Bioquímica



ANEXO III.

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO TURBIDEZ Y NITRATOS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0031-24-LAQ

SOLICITANTE : CESAR GERALDY PANDO AQUENA  
MARIA DE LOS ANGELES JARA BECERRA

MUESTRA : AGUA DE PISCINA

FECHA : 10/12/2023

ANALISIS FISICOQUIMICO:

MUESTRA	Turbiedad NTU	Turbiedad NTU	Turbiedad NTU	Nitratos ppm
A	4.1	2.1	2.2	0.21
B	2.3	3.4	3.0	0.17
C	4.2	4.5	5.0	0.15
D	0.2	1.4	1.5	0.10
E	4.3	5.0	4.9	0.28
F	3.0	3.4	2.8	0.93

Métodos: NTP 214.007 Y NTP 214.016



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios Químicos

*[Signature]*  
Margarita Jara Becerra  
Asesora del Laboratorio de Análisis Químico



## ANEXO IV

INFORME DE RESULTADOS OBTENIDOS PRESENTADO A LAS PISCINAS QUE FORMARON PARTE DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN

<b>FECHA</b>	27/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de la Gran Unidad Escolar Garcilaso de la Vega		
<b>DIRECCIÓN</b>	Av. La Cultura S/N Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	1ra muestra	<b>HORA</b>	10:00 a. m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	27 NMP/mL	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		10 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		11 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		0 UFC	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		5.5 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		3 UFC	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		43 UFC	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<10	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		23.9 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.21	6.5 - 8.5
Turbidez		2 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.17 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		0.2 mg/L	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.4 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		442 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	27/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de la Gran Unidad Escolar Garcilaso de la Vega		
<b>DIRECCIÓN</b>	Av. La Cultura S/N Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	2da muestra	<b>HORA</b>	14:00 a. m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF-Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>32 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>14 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		<b>13 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>3 UFC</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>9.2 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		<b>5 UFC</b>	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		<b>115 UFC</b>	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10</b>	Ausencia
Parásitos		<b>0</b>	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF-Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		23.3 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.30	6.5 - 8.5
Turbidez		3 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.17 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>0.2 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.6 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		<b>461 mV</b>	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	27/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de la Gran Unidad Escolar Garcilaso de la Vega		
<b>DIRECCIÓN</b>	Av. La Cultura S/N Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	3ra muestra	<b>HORA</b>	18:00 a. m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>40 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>17 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		<b>17 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>17 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>11 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		<b>21 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		<b>184 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		2 UC	<15 UC
Temperatura		22.8 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.37	6.5 - 8.5
Turbidez		5 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.17 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>0.0 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.6 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		455 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	20/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina Municipal de Wanchaq		
<b>DIRECCIÓN</b>	Av.Pachacutecz N°500, Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>1ra muestra</b>	<b>HORA</b>	10:00 a. m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>15 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>11 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		<b>3.6 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>12UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>10 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		25.5 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		6.83	6.5 - 8.5
Turbidez		4 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.21 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>0.2 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.6 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		<b>446 mV</b>	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA



<b>FECHA</b>	20/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina Municipal de Wanchaq		
<b>DIRECCIÓN</b>	Av.Pachacutec N°500, Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	2da muestra	<b>HORA</b>	14:00 p.m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	9.4 NMP/mL	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		4 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Streptococos fecales</i>		1.8NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		10UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		1.8 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		13 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		90 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<10 UFC/mL	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		23.3 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.19	6.5 - 8.5
Turbidez		2 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.21 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		0.5 mg/L	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		1.1 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		461 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	20/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina Municipal de Wanchaq		
<b>DIRECCIÓN</b>	Av. Pachacutec N°500, Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	3ra muestra	<b>HORA</b>	18:00 p.m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>21 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>12 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		<b>7.4 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>9 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>15 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		<b>37 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		<b>0 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		26.1 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.37	6.5 - 8.5
Turbidez		2 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.21 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>1.2 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		<b>1.8 mg/L</b>	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		665 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	04/12/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de la Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner		
<b>DIRECCIÓN</b>	Callejón Retiro Cusco 08003		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	1ra muestra	<b>HORA</b>	10:00 a. m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>10 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>3.7 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococos fecales</i>		<b>2 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>2 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>1.8 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		22.0 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.27	6.5 - 8.5
Turbidez		4 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.15 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>0.2 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.6 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		<b>552 mV</b>	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	04/12/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de la Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner		
<b>DIRECCIÓN</b>	Callejón Retiro Cusco 08003		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	2da muestra	<b>HORA</b>	14:00 p.m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	17 NMP/mL	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		7.8 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		5.5 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		3 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		1.8 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		20 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<10 UFC/mL	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		2 UC	<15 UC
Temperatura		21.6 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.32	6.5 - 8.5
Turbidez		4 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.15 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		0.2 mg/L	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.4 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		493 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	04/12/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de la Gran Unidad Escolar Clorinda Matto de Turner		
<b>DIRECCIÓN</b>	Callejón Retiro Cusco 08003		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	3ra muestra	<b>HORA</b>	18:00 p.m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>22 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>9.1 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		<b>13 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>6 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>1.8 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		<b>30 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		3 UC	<15 UC
Temperatura		21.8 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.45	6.5 - 8.5
Turbidez		5 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.15 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>0 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.2 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		<b>521 mV</b>	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	23/10/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina Municipal de San Jerónimo		
<b>DIRECCIÓN</b>	Calle Presbítero Andres Garcia S/N Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	1ra muestra	<b>HORA</b>	10:00 a. m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA *</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>36 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>20 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococos fecales</i>		<b>9.3 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>14 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>16 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		<b>8 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		<b>32 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>2*10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		2 UC	<15 UC
Temperatura		24.7 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		6.87	6.5 - 8.5
Turbidez		4 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.28mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>0.2 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.6 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		<b>455 mV</b>	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	23/10/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina Municipal de San Jerónimo		
<b>DIRECCIÓN</b>	Calle Presbítero Andres Garcia S/N Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	2da muestra	<b>HORA</b>	14:00 p.m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>45 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>17 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococos fecales</i>		<b>22 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>10 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>12 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		<b>29 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		<b>85 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>3*10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		2 UC	<15 UC
Temperatura		25.0 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.41	6.5 - 8.5
Turbidez		5 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.28 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		<b>0.2 mg/L</b>	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.6 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		<b>474 mV</b>	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	23/10/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina Municipal de San Jerónimo		
<b>DIRECCIÓN</b>	Calle Presbítero Andres Garcia S/N Cusco		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	3ra muestra	<b>HORA</b>	18:00 p.m
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	52 NMP/mL	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		32 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		24 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		15 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		20 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		38 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		193 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		5*10 UFC/mL	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		3 UC	<15 UC
Temperatura		25.0 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.42	6.5 - 8.5
Turbidez		5UNT	< 5UNT
Nitratos		0.28 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		0.2 mg/L	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		0.8 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		439 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA



<b>FECHA</b>	20/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de Sión – San Sebastián		
<b>DIRECCIÓN</b>	Pasaje Las Bugamvilias S/N		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	1ra muestra	<b>HORA</b>	10:00 a. m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>7.4NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>1.8 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococos fecales</i>		<b>1.8 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>7 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>1.8 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		24.2 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.69	6.5 - 8.5
Turbidez		0 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.10 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		3.2 mg/L	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		3.6 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		735 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	20/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de Sión – San Sebastián		
<b>DIRECCIÓN</b>	Pasaje Las Bugamvilias S/N		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	2da muestra	<b>HORA</b>	14:00 p.m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	<b>13 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		<b>5.5 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		<b>3 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		<b>3 UFC/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		<b>1.8 NMP/mL</b>	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<b>&lt;10 UFC/mL</b>	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>		<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Olor	APHA-AWWA-WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		23.6 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.70	6.5 - 8.5
Turbidez		1 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.10 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		0.8 mg/L	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		2.0 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		651 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

<b>FECHA</b>	20/11/2023		
<b>LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b>	Piscina de Sión – San Sebastián		
<b>DIRECCIÓN</b>	Pasaje Las Bugamvilias S/N		
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b>			
<b>MUESTRA</b>	3ra muestra	<b>HORA</b>	18:00 p.m.
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Coliformes totales	APHA- AWWA- WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	19 NMP/mL	Ausencia por 100mL
Coliformes fecales		11 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Streptococcus fecales</i>		6 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Staphylococcus aureus</i>		7 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Escherichia coli</i>		1.8 NMP/mL	Ausencia por 100mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>		3 UFC/mL	Ausencia por 100mL
<i>Salmonella spp</i>		0 UFC/mL	Ausencia por 100mL
Hongos y levaduras		<10 UFC/mL	Ausencia
Parásitos		0	Ausencia
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>REFERENCIA*</b>
Olor	APHA- AWWA- WPCF- Métodos Normalizados para análisis de agua potables y residuales	Inodoro	Inodoro/característico del desinfectante
Color		1 UC	<15 UC
Temperatura		23.9 °C	15°C - 30°C
Potencial de hidrogeniones (pH)		7.72	6.5 - 8.5
Turbidez		2 UNT	< 5UNT
Nitratos		0.10 mg/L	< 50 mg/L
Cloro residual		0.6 mg/L	0.5 - 1.2 mg//L
Cloro total		2.4 mg/L	< 1.8 mg/L
Potencial de óxido reducción (ORP)		701 mV	<650 mV

\*REGLAMENTO SANITARIO DE PISCINAS - DECRETO SUPREMO N°007-2003-SA

ANEXO V

IV. 1. TABLA PROBABILISTICA, NUMERO MAS PROBABLE

Índice de NMP al 95% para varias combinaciones de resultados Positivos cuando se usan 5 tubos por dilución (10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL)

Combinación de positivos	NMP / 100 mL	Limite de Confiabilidad		Combinación de positivos	NMP / 100mL	Limite de Confiabilidad	
		Bajo	Alto			Bajo	Alto
0 0 0	< 1.8	-	6.8	4 0 3	25	9.8	70
0 0 1	1.8	0.09	6.8	4 1 0	17	6	40
0 1 0	1.8	0.09	6.9	4 1 1	21	6.8	42
0 1 1	3.6	0.7	10	4 1 2	26	9.8	70
0 2 0	3.7	0.7	10	4 1 3	31	10	70
0 2 1	5.5	1.8	15	4 2 0	22	6.8	50
0 3 0	5.6	1.8	15	4 2 1	26	9.8	70
1 0 0	2	0.1	10	4 2 2	32	10	70
1 0 1	4	0.7	10	4 2 3	38	14	100
1 0 2	6	1.8	15	4 3 0	27	9.9	70
1 1 0	4	0.71	12	4 3 1	33	10	70
1 1 1	6.1	1.8	15	4 3 2	39	14	100
1 1 2	8.1	3.4	22	4 4 0	34	14	100
1 2 0	6.1	1.8	15	4 4 1	40	14	100
1 2 1	8.2	3.4	22	4 4 2	47	15	120
1 3 0	8.3	3.4	22	4 5 0	41	14	100
1 3 1	10	3.5	22	4 5 1	48	15	120
1 4 0	10	3.5	22	5 0 0	23	6.8	70
2 0 0	4.5	0.79	15	5 0 1	31	10	70
2 0 1	6.8	1.8	15	5 0 2	43	14	100
2 0 2	9.1	3.4	22	5 0 3	58	22	150
2 1 0	6.8	1.8	17	5 1 0	33	10	100
2 1 1	9.2	3.4	22	5 1 1	46	14	120
2 1 2	12	4.1	26	5 1 2	63	22	150
2 2 0	9.3	3.4	22	5 1 3	84	34	220
2 2 1	12	4.1	26	5 2 0	49	15	150
2 2 2	14	5.9	36	5 2 1	70	22	170
2 3 0	12	4.1	26	5 2 2	94	34	230
2 3 1	14	5.9	36	5 2 3	120	36	250
2 4 0	15	5.9	36	5 2 4	150	58	400
3 0 0	7.8	2.1	22	5 3 0	79	22	220
3 0 1	11	3.5	23	5 3 1	110	34	250
3 0 2	13	5.6	35	5 3 2	140	52	400
3 1 0	11	3.5	26	5 3 3	170	70	400
3 1 1	14	5.6	36	5 3 4	210	70	400
3 1 2	17	6	36	5 4 0	130	36	400
3 2 0	14	5.7	36	5 4 1	170	58	400
3 2 1	17	6.8	40	5 4 2	220	70	440
3 2 2	20	6.8	40	5 4 3	280	100	710
3 3 0	17	6.8	40	5 4 4	350	100	710
3 3 1	21	6.8	40	5 4 5	430	150	1100
3 3 2	24	9.8	70	5 5 0	240	70	710
3 4 0	21	6.8	40	5 5 1	350	100	1100
3 4 1	24	9.8	70	5 5 2	540	150	1700
3 5 0	25	9.8	70	5 5 3	920	220	2600
4 0 0	13	4.1	35	5 5 4	1600	400	4600
4 0 1	17	5.9	36	5 5 5	>1600	700	

Fuente: ICMSF – 2001 (68)



ANEXO VI

BIODIFERENCIACIÓN DE ENTEROBACTERIAS DE LAS PRUEBAS BIOQUIMICAS  
Biodiferenciación Bioquímica de Enterobacterias

H <sub>2</sub> S POSITIVO								
Gas Negativo	TSI	LIA	H <sub>2</sub> S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Salmonella typhi</i>	K/A	K/K	-/+	-	-	+	-	-
Gas Positivo	TSI	LIA	H <sub>2</sub> S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Salmonella</i>	K/A	K/K ó N	+	+/-	-	+	-	+
<i>Proteus mirabilis</i>	K/A	R/A	+	+	-	+	-/+	+/-
<i>Proteus vulgaris</i>	A ó K/A	R/A	+	+/-	+	+	+	-
<i>Edwardsiella</i>	K/A	K/K	+	+	-	+	-	+
<i>Arizona</i>	A ó K/A	K/K	+	+	-	+	-/+	+
<i>Citrobacter freundii</i>	A ó K/A	K/A	+/-	+	-	-	+/-	+

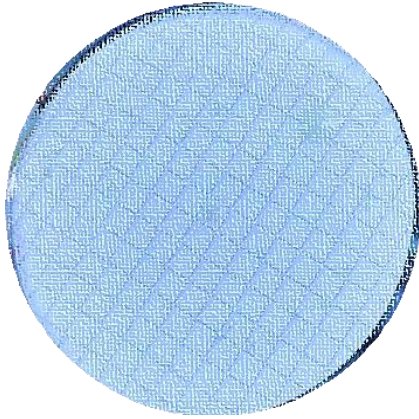
H <sub>2</sub> S NEGATIVO								
Gas Negativo	TSI	LIA	H <sub>2</sub> S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Yersinia pestis</i>	K/A	K/A	-	-	-	-	-	-
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	K/A	K/A	-	-	-	+/-	+	-
<i>Yersinia enterocolitica</i>	K/A	K/A	-	-	+/-	-/+	+/-	-
<i>Shigella</i>	K/A	K/A	-	-	+/-	-	-	-
<i>Proteus rettgeri</i>	K/A	R/A	-	-/+	+	+	+	+
<i>Providencia stuartii</i>	K/A	R/A	-	-	+	+/-	-/+	+
<i>Vibrio Cholerae</i>	A ó K/A	K/A	-	-	+	+	-	+
<i>Pseudomona</i>	K/K ó N	K/A ó K	-	-	-	+	-	+
<i>Serratia rubidaea</i>	A/A	K/K ó A	-	-/+	-	+/-	-	+
<i>Enterobacter agglomerans</i>	A ó K/A	K/A	-	-/+	-/+	+/-	-/+	+
Gas Positivo	TSI	LIA	H <sub>2</sub> S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Salmonella paratyphi A</i>	K/A	A ó K/A	-	+	-	+	-	-
<i>Escherichia coli L (-)</i>	K/A	K/K ó A	-	+/-	+	+/-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	A/A	A ó K/A	-	+	-	-	+	+
<i>Serratia marcescens</i>	A ó K/A	K/K ó N	-	+/-	-	+	-/+	+
<i>Serratia liquefaciens</i>	A ó K/A	K/K ó A	-	+/-	-	+	-	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>	A/A	K/K	-	+	-	+	-	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	A ó K/A	K/A ó K	-	+	-	+	+/-	+
<i>Escherichia coli L (+)</i>	A/A	K/K	-	+	+	+/-	-	-
<i>Citrobacter diversus</i>	A ó K/A	K/A	-	+	+	+	+/-	+
<i>Providencia alcalifaciens</i>	K/A	R/A	-/+	+/-	+	+	-	+

Fuente: ICMSF - 2001 (68)

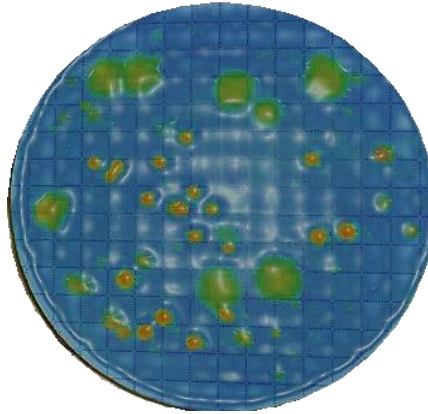
## ANEXO VII

### FOTOGRAFÍAS DE LAS PLACAS PETRI METODO FILTRACIÓN POR MEMBRANA A LAS 24 HORAS DE INCUBACIÓN

#### PISCINA MUNICIPAL DE WANCHAQ



*Fotografía 1. Obsérvese el crecimiento nulo de *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Primera muestra tomada a las 10 am.*

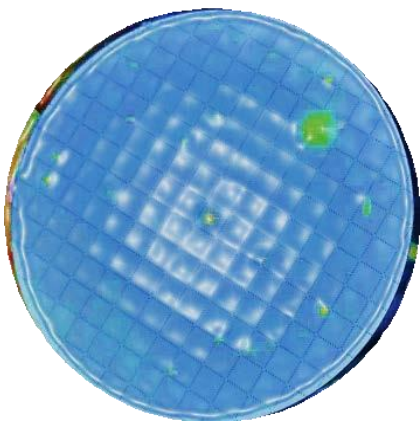


*Fotografía 2. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Segunda muestra tomada a las 2pm en la que se divisan colonias de color amarillo verdoso azulado,*

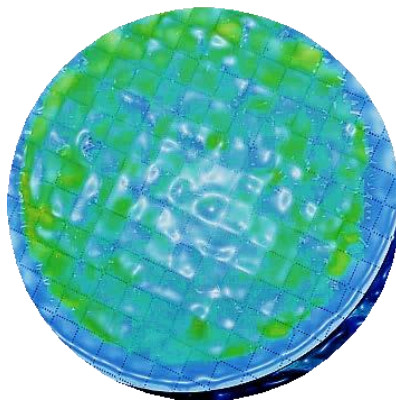


*Fotografía 3. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Tercera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan cuantiosas colonias de color amarillo verdoso azulado.*

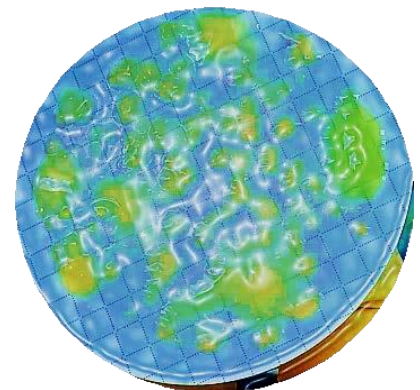
#### PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA



*Fotografía 4. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Primera muestra tomada a las 10 am en la que se divisan escasas colonias de color amarillo verdoso azulado.*



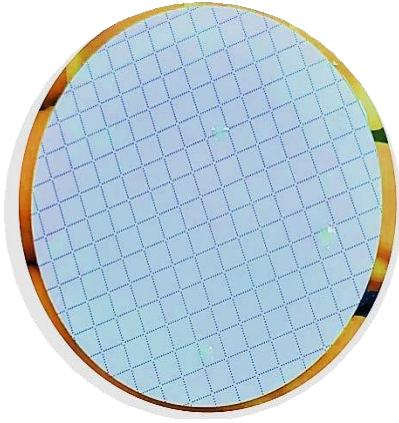
*Fotografía 5. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Segunda muestra tomada a las 2pm en la que se divisan colonias de color amarillo verdoso azulado.*



*Fotografía 6. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Tercera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan abundantes colonias de color amarillo verdoso azulado.*



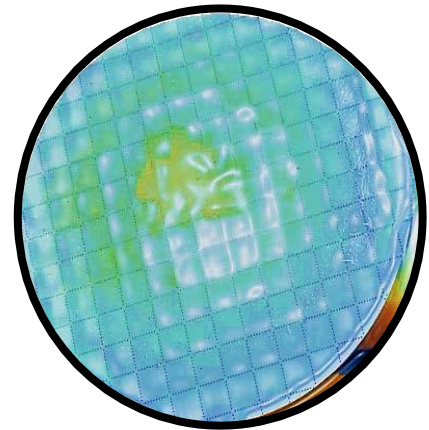
## PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR CLORINDA MATTO DE TURNER



*Fotografía 7. Obsérvese el crecimiento nulo de *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Primera muestra tomada a las 10 am.*

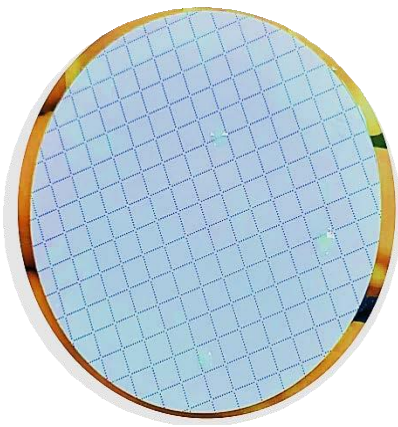


*Fotografía 8. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Segunda muestra tomada a las 2pm en la que se divisan escasas colonias de color amarillo verdoso azulado.*

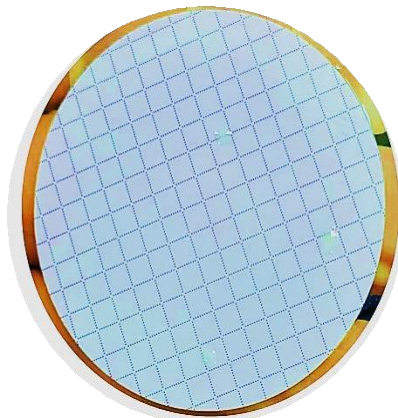


*Fotografía 9. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Segunda muestra tomada a las 6pm en la que se divisan escasas colonias de color amarillo verdoso azulado.*

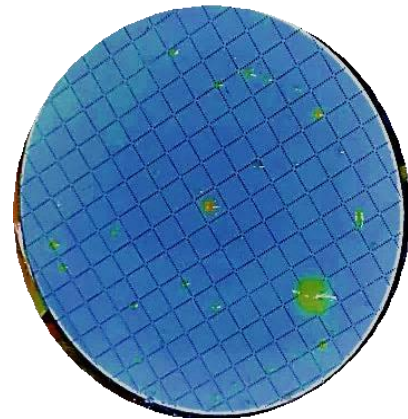
## PISCINA DE SION



*Fotografía 10. Obsérvese el crecimiento nulo de *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Primera muestra tomada a las 10 am.*

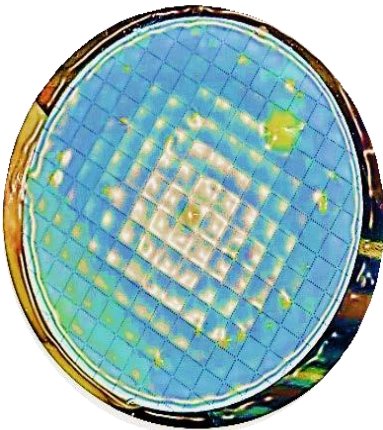


*Fotografía 11. Obsérvese el crecimiento nulo de *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Segunda muestra tomada a las 2 pm.*



*Fotografía 12. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Tercera muestra tomada a las 6pm en la que se divisan escasas colonias de color amarillo verdoso azulado.*

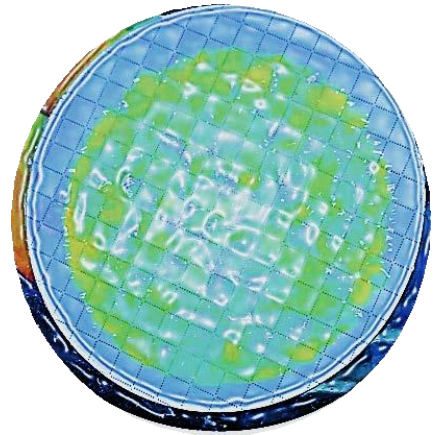
## PISCINA MUNICIPAL DE SAN JERONIMO



*Fotografía 13. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Segunda muestra tomada a las 10 am en la que se divisan escasas colonias de color amarillo verdoso azulado.*



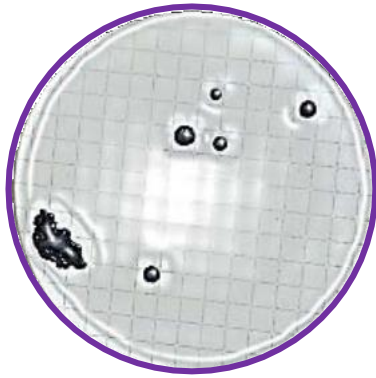
*Fotografía 14. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Segunda muestra tomada a las 2pm en la que se divisan cuantiosas colonias de color amarillo verdoso azulado*



*Fotografía 15. Obsérvese el crecimiento *P. aeruginosa* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Cetrimide. Tercera muestra tomada a las 6pm en la que se divisan abundantes colonias de color amarillo verdoso azulado*



## PISCINA MUNICIPAL DE WANCHAQ



*Fotografía 16. Obsérvese el crecimiento de *S. aureus* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Primera muestra tomada a las 10 am en la que se divisan cuantiosas colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*



*Fotografía 17. Obsérvese el crecimiento de *S. aureus* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Segunda muestra tomada a las 2pm en la que se divisan abundantes colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*



*Fotografía 18. Obsérvese el crecimiento de *S. aureus* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Tercera muestra tomada a las 6pm en la que se divisan abundantes colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*

## PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA



*Fotografía 19. Obsérvese el nulo crecimiento de *S. aureus* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Primera muestra tomada a las 10 am.*



*Fotografía 20. Obsérvese el crecimiento de *S. aureus* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Segunda muestra tomada a las 2 pm en la que se divisan escasas colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*



*Fotografía 16. Obsérvese el crecimiento de *S. aureus* sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Tercera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan cuantiosas colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*

## PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR CLORINDA MATTO DE TURNER



*Fotografía 22. Obsérvese el crecimiento de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Primera muestra tomada a las 10 am en la que se divisan escasas colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*



*Fotografía 23. Obsérvese el crecimiento de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Segunda muestra tomada a las 2 pm en la que se divisan un numero reducido de colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*



*Fotografía 24. Obsérvese el crecimiento de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Tercera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan cuantiosas colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*

## PISCINA DE SION



*Fotografía 25. Obsérvese el crecimiento nulo de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Primera muestra tomada a las 10 am.*

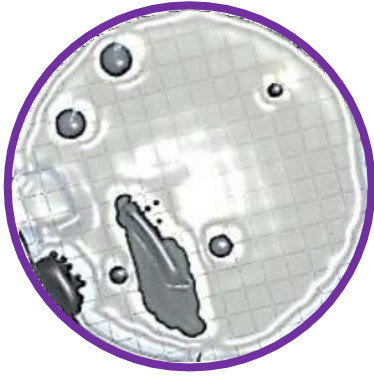


*Fotografía 26. Obsérvese el crecimiento nulo de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Segunda muestra tomada a las 2 pm.*



*Fotografía 27. Obsérvese el crecimiento de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Tercera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan cuantiosas colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*

## PISCINA MUNICIPAL DE SAN JERONIMO



*Fotografía 28. Obsérvese el crecimiento de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Primera muestra tomada a las 10 am en la que se divisan cuantiosas colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*

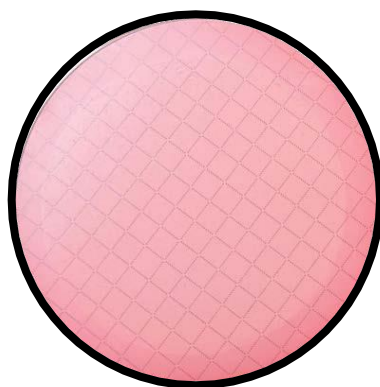


*Fotografía 29. Obsérvese el crecimiento de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Segunda muestra tomada a las 2 pm en la que se divisan cuantiosas colonias típicas redondas, convexas en racimo, brillantes de color negro.*

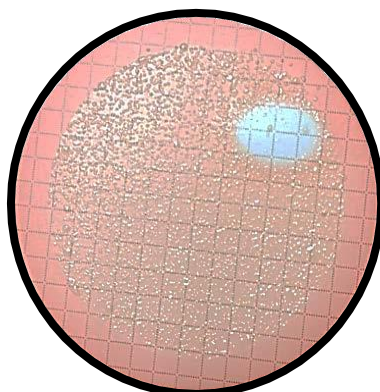


*Fotografía 30. Obsérvese el crecimiento de S. aureus sobre la superficie del filtro de membrana en Agar Baird Parker. Primera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan abundantes colonias típicas redondas, convexas, brillantes de color negro.*

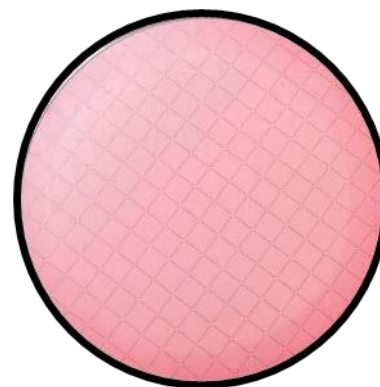
## PISCINA MUNICIPAL DE WANCHAQ



*Fotografía 31. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Primera muestra tomada a las 10 am.*

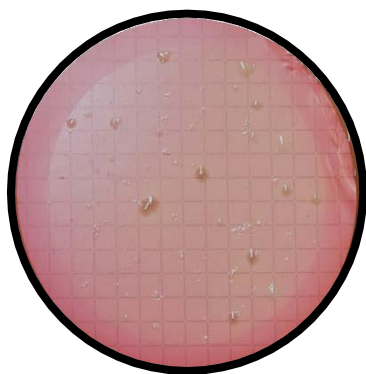


*Fotografía 32. Obsérvese el crecimiento de Salmonella sp. sobre superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Segunda muestra tomada a las 2 pm en la que se divisan abundantes colonias transparentes incoloras.*

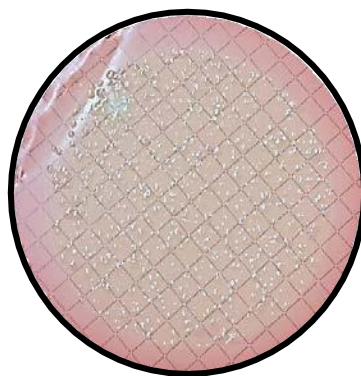


*Fotografía 33. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Primera muestra tomada a las 6pm.*

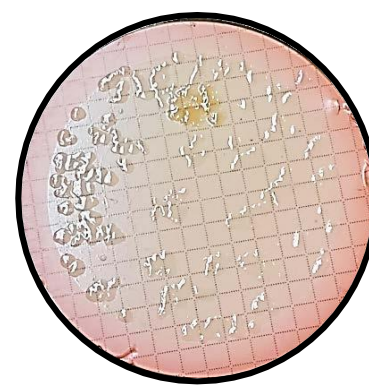
## PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR INCA GARCILASO DE LA VEGA



*Fotografía 34. Obsérvese el crecimiento de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Primera muestra tomada a las 10 am en la que se divisan abundantes colonias transparentes incoloras.*



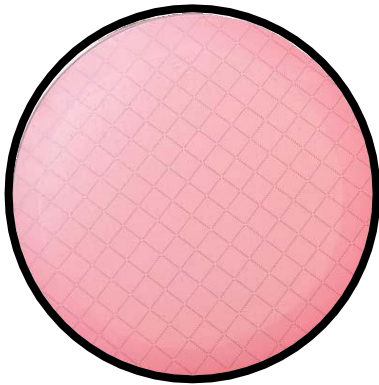
*Fotografía 35. Obsérvese el crecimiento de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Segunda muestra tomada a las 2 pm en la que se divisan cuantiosas colonias transparentes incoloras.*



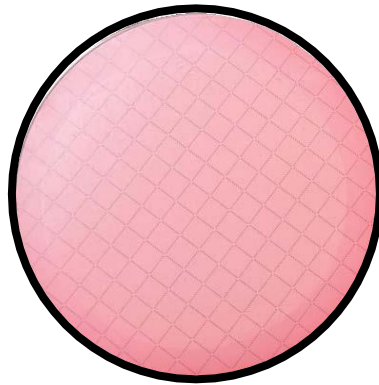
*Fotografía 36. Obsérvese el crecimiento de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Tercera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan abundantes colonias transparentes incoloras.*



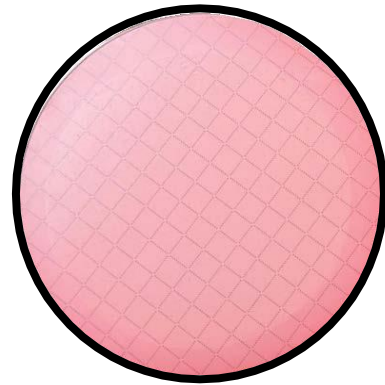
## PISCINA DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR CLORINDA MATTO DE TURNER



*Fotografía 37. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Primera muestra tomada a las 10 am.*

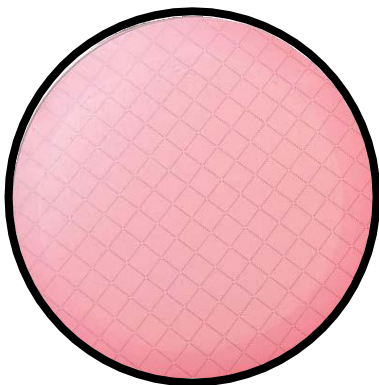


*Fotografía 38. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Segunda muestra tomada a las 2 pm.*

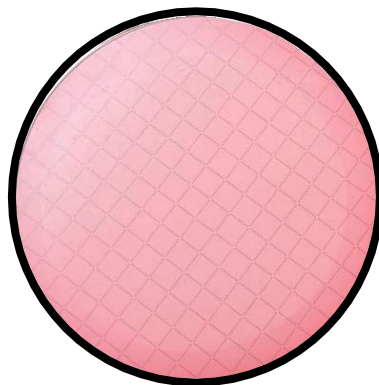


*Fotografía 39. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Tercera muestra tomada a las 6 pm.*

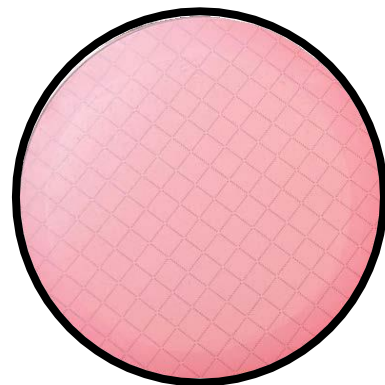
## PISCINA DE SION



*Fotografía 40. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Primera muestra tomada a las 10 am.*

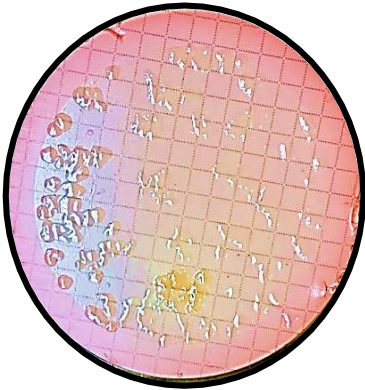


*Fotografía 41. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Segunda muestra tomada a las 2 pm.*

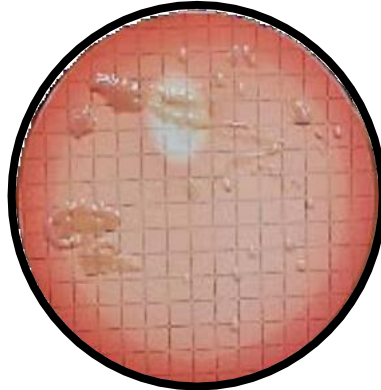


*Fotografía 42. Obsérvese el crecimiento nulo de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Tercera muestra tomada a las 6 pm.*

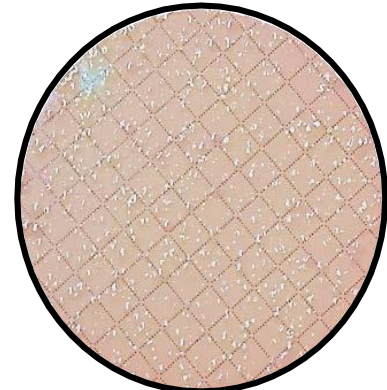
## PISCINA MUNICIPAL DE SAN JERONIMO



*Fotografía 43. Obsérvese el crecimiento de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Primera muestra tomada a las 10 am en la que se divisan abundantes colonias transparentes incoloras.*



*Fotografía 44. Obsérvese el crecimiento de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Segunda muestra tomada a las 2 pm en la que se divisan cuantiosas colonias transparentes incoloras.*



*Fotografía 45. Obsérvese el crecimiento de Salmonella sp. sobre la superficie del filtro de membrana en Agar S-S. Tercera muestra tomada a las 6 pm en la que se divisan abundantes colonias transparentes incoloras.*

## ANEXO VIII

### FOTOGRAFIAS DE LAS PISCINAS QUE FORMAN PARTE DEL ESTUDIO Y LAS DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS



*Fotografía 46 Vista interior de la Piscina de la Gran Unida Escolar Inca Garcilaso de la Vega.*



*Fotografía 17 Vista interior de la Piscina de SION.*



*Fotografía 48 Vista interior de la Piscina de la Gran Unida Escolar Clorinda Matto de Turner.*



*Fotografía 49 Vista interior de la Piscina Municipalidad de San Jerónimo.*



*Fotografía 50 Vista interior de la Piscina Municipal de Wánchaq.*



*Fotografía 51 Investigadores del presente trabajo en la piscina de la Gran Unidad Escolar Inca Garcilaso de la Vega.*





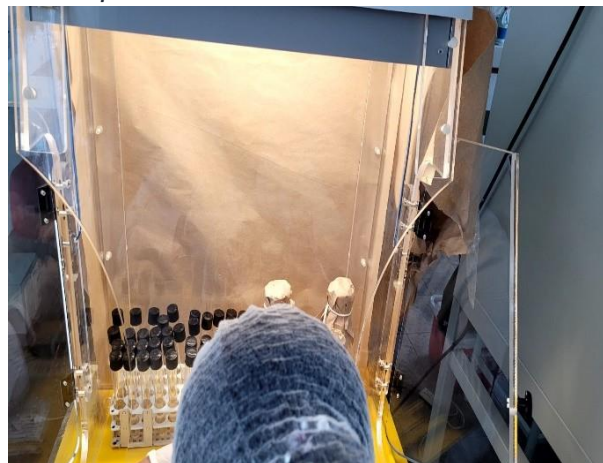
*Fotografía52 Recolección de muestras para el análisis fisicoquímico y microbiológico.*



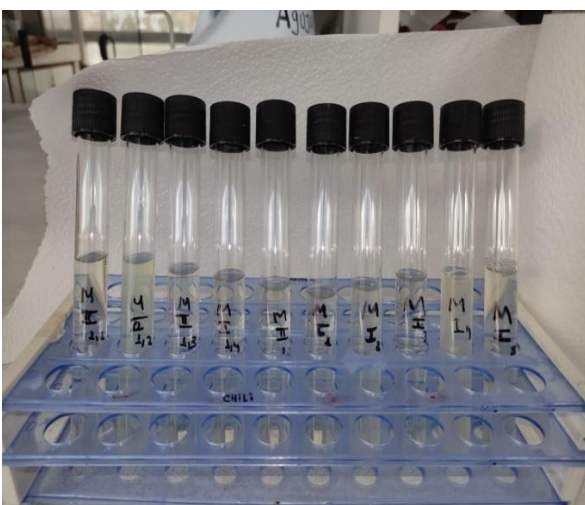
*Fotografía53 Determinación microbiológica de Enterococcus por el método del Número Mas probable.*



*Fotografía54 Determinación microbiológica de Coliformes Totales y fecales por el método del Numero Mas Probable.*



*Fotografía55 Rotulado de muestras de agua de las piscinas para determinación de Enterococcus.*



*Fotografía56 Rotulado de muestras de agua de las piscinas para determinación de Coliformes totales y fecales.*



*Fotografía 57 Distribución de muestras para la determinación de Staphylococcus aureus, Pseudomona aeruginosa y Salmonella.*





Fotografía 58 Rotulado de muestras para la determinación de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa* y *Salmonella*.



Fotografía 59 Determinación de pH y ORP in situ.



Fotografía 60 Recuento de microorganismos por el método filtración por membrana



Fotografía 61 Determinación de Cloro residual y cloro total in situ.



Fotografía 62 Pruebas microbiológicas bioquímicas positivas en agar TSI



Fotografía 63 Determinación de pH in situ.