



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ESTUDIO DE LA CALIDAD FÍSICA QUÍMICA Y
MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL BALNEARIO MORETE
PUYU SIUADA EN LA CIUDAD DE PUYO, PROVINCIA DE
PASTAZA”**

Trabajo de titulación presentado para obtener el grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: SANDRA ESTEFANÍA ANDRADE YUCAILLA

TUTOR: DR. CARLOS ESPINOZA

Riobamba-Ecuador

2017

©2017, Sandra Estefanía Andrade Yucailla.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **“ESTUDIO DE LA CALIDAD FÍSICA QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL BALNEARIO MORETE PUYU SIUADA EN LA CIUDAD DE PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA”** de responsabilidad de la señorita Sandra Estefanía Andrade Yucailla, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Carlos Espinoza

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Dra. Sandra Noemí Escobar Arrieta

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Gerardo Medina

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Agradezco infinitamente a Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para no rendirme y culminar mi carrera exitosamente.

A mis padres y hermanos por apoyarme de manera incondicional a lo largo de toda mi vida.

A mi princesa Adriana Sarahí por inspirarme a luchar constantemente.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas y brindarme la formación necesaria para hacer de mí una profesional comprometida a trabajar por la sociedad.

Al Dr. Carlos Espinoza por su tiempo, asesoramiento y colaboración en la dirección de este Proyecto de Tesis.

A la Dra. Sandra Escobar por su aporte desmedido de conocimientos para la elaboración de este trabajo.

Sandra

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuerza, inspiración, sabiduría, amor y verdad.

A mis padres y hermanos ejemplo de lucha constante, superación, apoyo y unidad.

A Adriana, amor y motor de mi vida.

Sandra

Yo, Sandra Estefanía Andrade Yucailla, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Sandra.

ABREVIATURAS

NTE INEN

NMP

STD

OMS

E. coli

Norma Técnica Ecuatoriana

Número más Probable

Sólidos totales disueltos

Organización Mundial de la Salud

Escherichia coli

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE FOTOGRAFIA.....	xi
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

1.MARCO TEÓRICO	4
1.1 El agua.....	4
1.2 Aguas recreativas de balnearios	4
1.3 Piscinas.....	5
1.4 Calidad del agua.....	5
1.4.1 Calidad química	6
1.4.1.1 pH.....	6
1.4.1.2 Alcalinidad	6
1.4.1.3 Dureza	7
1.4.1.4 Sulfatos.....	7
1.4.1.5 Cloruros	7
1.4.1.6 Cloro libre	8
1.4.1.7 Nitritos y Nitratos.....	8
1.4.1.8 Amonio	8
1.4.1.9 Conductividad	9
1.5.1 Calidad física.....	9
1.5.1.1 Turbiedad.....	9
1.5.1.2 Color	10
1.5.1.3 Temperatura.....	10
1.6.1 Calidad microbiológica	10
1.6.1.1 Coliformes Fecales.....	10
1.6.1.1.1 Escherichia coli.....	11
1.7 Análisis parasitario	11
1.7.1. Giardia Lamblia.....	11
1.8.1 Número más probable (NMP).....	11
1.9.1 Caldo Verde bilis brillante	12
1.10.1 Eosina azul de metileno	12

1.11.1	<i>Tinción Gram</i>	13
1.12.1	<i>Método de Concentración por Flotación</i>	13
1.5	Normativas	
1.5.1	<i>Real Decreto Español de piscinas 742/2013</i>	14
1.5.3	<i>NTE INEN 2176</i>	14
1.5.4	<i>NTE INEN 2169</i>	15

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	16
2.1.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	16
2.2.	DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL LUGAR DE ESTUDIO	16
2.2.1.	<i>Sistema de tratamiento de agua</i>	17
2.2.1.1.	<i>Puntos de muestreo</i>	17
2.3	TÉCNICA DE MUESTREO	21
2.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	23
2.4.1	<i>Población</i>	23
2.4.2	<i>Muestra</i>	23
2.4.3	<i>Muestra puntales</i>	23
2.4.4	<i>Análisis de la muestra</i>	23
2.4.4.1	Calidad física.....	23
2.4.4.1.1	<i>Determinación de pH</i>	23
2.4.4.1.2	<i>Determinación de color</i>	23
2.4.4.1.3	<i>Determinación de la turbiedad</i>	24

CAPITULO III

3.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS SEGÚN EL REAL DECRETO 742/2013 Y LA NORMATIVA NTE INEN 1108:2014	38
3.1.1	<i>Análisis del parámetro pH según muestras analizadas</i>	38
3.2.2	<i>Análisis del parámetro temperatura según muestras analizadas</i>	39
3.2.3	<i>Análisis del parámetro color según muestras analizadas</i>	40
3.2.4	<i>Análisis del parámetro turbiedad según muestras analizadas</i>	41
3.2.5	<i>Análisis del parámetro conductividad según muestras analizadas</i>	42
3.2.6	<i>Análisis del parámetro cloro residual según muestras analizadas</i>	43
3.2.7	<i>Análisis del parámetro dureza según muestras analizadas</i>	44
3.2.8	<i>Análisis del parámetro alcalinidad según muestras analizadas</i>	45
3.2.9	<i>Análisis del parámetro sólidos totales disueltos según muestras analizadas</i>	46
3.2.10	<i>Análisis del parámetro calcio según muestras analizadas</i>	47

3.2.11	<i>Análisis del parámetro amonio según muestras analizadas</i>	48
3.2.12	<i>Análisis del parámetro nitritos según muestras analizadas.....</i>	49
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS SEGÚN EL REAL DECRETO 742/2013 Y LA NORMATIVA NTE INEN 1108:2014.....	50
	CONCLUSIONES.....	54
	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2	Recipiente estéril.....	22
Figura 2 -2	Codificación de la muestra.....	22

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1-2	Entrada de agua a la piscina.	17
Fotografía 2- 2	Agua de almacenamiento.	18
Fotografía 3-2	Piscina con olas en presencia de turistas	18
Fotografía 4-2	Piscina de olas previo a un tratamiento de desinfección	18
Fotografía 5- 2	Piscina infantil en presencia de niños.....	19
Fotografía 6-2	Piscina infantil previo a un tratamiento de desinfección.....	19
Fotografía 7-2	Piscina semiolimpica en presencia de personas	19
Fotografía 8-2	Piscina semiolimpica previo a un tratamiento de desinfección.....	20
Fotografía 9-2	Piscina de clavados en presencia de turistas	20
Fotografía 10-2	Piscina de clavados previo a un tratamiento de desinfección.....	20
Fotografía 11-2	Piscina de toboganes en presencia de turistas	21
Fotografía 12-2	Piscina de toboganes previo a un tratamiento de desinfección	21

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-3	Análisis de pH.....	38
Gráfico 3-3	Análisis de temperatura.....	39
Gráfico 4 -3	Análisis de Color.....	40
Gráfico 5 -3	Análisis de Turbiedad	41
Gráfico 6 -3	Análisis de conductividad	42
Gráfico 7-3	Análisis de Cloro residual	43
Gráfico 8-3	Análisis de Dureza	44
Gráfico 9-3	Análisis de Alcalinidad.....	45
Gráfico 10 -3	Análisis de STD	46
Gráfico 11 -3	Análisis de Calcio	47
Gráfico 12-3	Análisis de Amonio.....	48
Gráfico 13 -3	Análisis de Nitritos	49

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Parque Acuático “Morete Puyu”

ANEXO B Puntos de muestreo

ANEXO C Análisis de los parámetros físicos químicos

ANEXO D Análisis microbiológico

ANEXO E Resultados de los análisis físico-químico del balenario Morete Puyu

ANEXO F Normativas

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad física-química y microbiológica del agua de las piscinas del balneario Morete Puyo. En la determinación de los parámetros físico-químico y microbiológico se realizaron en 12 puntos de muestreo los cuales fueron: el agua de la entrada a la piscina, tanque de bodega de almacenamiento, piscina con olas, piscina infantil, piscina olímpica, piscina de clavados y piscinas de toboganes en presencia de bañistas y después de la desinfección cada una de las piscinas, los cuales fueron recolectados y analizados en los periodos de Octubre – Diciembre del 2017 cada parámetro se realizó por duplicado. Para los parámetros físicos (color, turbiedad, temperatura) y químicos (pH, alcalinidad, dureza, sulfatos, cloruros, cloro residual, nitritos, amonio, conductividad) se realizó mediante el método de HACH en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, cabe resaltar que para el análisis de temperatura, pH, cloruros estos se realizaron in situ. Para el análisis microbiológico se utilizó el método del número más probable (NMP) para caracterización de coliformes fecales, *E. coli*, mientras que para parásitos se utilizó el método de flotación para identificación de *Giardia lamblia* y el método de centrifugación para identificar *Criptosporidium parvum*; todos los análisis mencionados se rigió al Real Decreto Español 742/2013. Como resultado se obtuvo 3.6 coliformes fecales por mL de agua en análisis microbiológico, por lo que se concluye que el agua es apta para los usuarios debido a que los parámetros se encuentran dentro del límite permisible máximo de la normativa. Por lo que es recomendable que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de la ciudad de Puyo capacite a los profesionales que se encuentren frente del balneario a realizar análisis microbiológicos constantes para controlar los parámetros de calidad del agua del Morete Puyo, para asegurar la salud de los turistas que asisten a este centro turístico y así evitar enfermedades en los mismos.

PALABRAS CLAVES: <MICROBIOLOGÍA> <MICROBIOLOGÍA DEL AGUA>
<MICROORGANISMOS DEL AGUA> <CALIDAD DEL AGUA> <CONTAMINACION DE AGUA> <MÉTODO DE HACH> <DECRETO REAL ESPAÑOL DE PISCINAS 74272013>
<BALNEARIO MORETE PUYU>

SUMMARY

The present research aims to evaluate the physical – chemical and microbiological quality of the water in Morete Puyu pools. In the determination of the chemical and microbiological physical parameters were performed in 12 sampling points which were: water from the entrance of the pool, storage tank storage, swimming pool with waves, children's pool, Olympic swimming pool, swimming pool, swimming pool and slide pool in the presence of bathers and after the disinfection of each pools, which were collected and analysed in the periods of October – December 2017; each parameter was performed in duplicate. The physical parameter (color, turbidity, temperature) and chemicals (pH, alkalinity, hardness, sulfates, chlorides, residual color, nitrites, ammonia, conductivity) were determined using the HACH method in water Laboratory of the Faculty of Ciencia at ESPOCH, it should be noted that for the analysis of temperature, pH, chlorides, these were performed in situ. For the microbiological analysis, the most probable number (MPN) method was used for the characterization of E. coli fecal coliforms, while for floaters the flotation method was used to identify *Cryptosporidium parvum*; all the analyzes mentioned were governed by Spanish Royal Decree 742/2013. As a result, 3.6 fecal coliforms per mL of water were obtained in microbiological analysis, which concludes the water is suitable for users because the parameters are within the maximum permissible limit of the regulation. It is recommended that the Autonomous Government Decentralized Municipal Puyo train professionals to perform constant microbiological analysis to control the water quality parameters in Morete Puyo to ensure the health of tourists who go to this tourist center and thus avoid diseases.

KEYWORDS: <MICROBIOLOGY> <MICROBIOLOGY OF WATER>
<MICROORGANISMS OF WATER> <WATER QUALITY> <WATER POLLUTION>
<HACH METHOD> <SPANISH ROYAL DECREE OF SWIMMING POOLS 742/2013>
<MORETE PUYU SPA>.

INTRODUCCIÓN

El análisis de agentes microbianos que viven en el agua inicio hace varios años atrás enfocándose principalmente en los agentes patógenos y así poder evitar las enfermedades que se producen por este medio.

Los centros turísticos que facilitan el servicio de piscinas son lugares de relajación y el cual está expuesto a todo tipo de público, por lo cual se debe tener un cuidado al hablar de sus aguas, ya que aquí nadie nos garantiza la inocuidad sanitaria por lo que puede ser fuente de contaminación de enfermedades.

El análisis bacteriológico del agua comenzó en el siglo XIX con el fin de investigar bacterias patógenas capaces de generar alguna enfermedad por medio del agua. (LÓPEZ, Juan. 2000. p.21).

En Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte 13000 turistas que utilizan piscinas como centros de recreación y para bienestar de la salud, sufren efectos tóxicos por causa de contaminantes químicos además presentan enfermedades que se transmiten por medio del agua de las piscinas por ende esto exige un control adecuado de los lugares de diversión ya que al mismo acuden gran variedad y cantidad de turistas. (Giampaoli S, Romano V, 2014,77-152)

En verano en Atlanta se realizó un estudio a diferentes piscinas las cuales las muestras fueron tomadas de los filtros de la piscina las mismas contenían *E.coli*, bacteria que se encuentra frecuentemente en las heces de los humanos. (Glatter R, 2013)

En Estados Unidos el ochenta por ciento de las enfermedades que se adquiere en los parques acuáticos se debe por la ingesta de agua y son causados por varios microorganismos como parásitos, hongos, bacterias. Las enfermedades que se pueden resaltar son diarreas, infección de ojos, piel, pie atleta. (Gutiérrez D y col, 2014, p. 151)

Por lo que se ha descubierto 325 brotes de enfermedades causado por agua; el cuarenta y tres por ciento en Estados Unidos en el año 2005-2006 fueron provocados por parásitos los principales *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia*, microorganismos resistentes a los tratamientos de desinfección. Entre otros parásitos se encuentra amebas que se encuentran en forma de vida libre y son capaces de reproducirse e invaden al hospedador y sobreviven dentro de sus tejidos causando daños en la salud del humano. (Gutiérrez D y col, 2014, p 151)

En Ecuador el dermatólogo Manuel Briones Ibarra reportó diferentes temas acerca del contagio de erupciones de la piel causada por el virus *Molusco contagiosum* en piscinas. Virus que tiene un periodo de incubación de 2-8 semanas, se presenta en diferentes partes del cuerpo especialmente en niños alérgicos. (Briones M, 2017)

En la actualidad se informa que existen infecciones llamadas Granulomas de piscinas que es producida por *Mycobacterium marinum*, es una bacteria que tiene la capacidad de resistir al cloro y alcohol por el cual si el agua de la piscina se encuentra estancada la bacteria prolifera y atraviesa la piel del humano provocando heridas con frecuencia en las manos y rodillas. (Briones M, 2017)

Sin duda alguna el aspecto que se debe realzar en la vigilancia epidémica de los centros turísticos, es el control de calidad física - química y microbiológica del agua de las piscinas, ya que la misma debe encontrarse exenta de microorganismos patógenos, es decir, libre de contaminación bacteriológica que pueda producir enfermedades en los bañistas. (Martin D, Hernandez, Felipe A & Alvarez 1992, p. 281-289)

Es por ello que el presente estudio se elaboró en uno de los balnearios más visitados de la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza a cual beneficia a 62.0 mil habitantes aproximadamente y una de las ciudades más visitadas hoy en día a nivel nacional. Por lo que el parque acuático Morete Puyu atiende a 900 usuarios los fines de semana y en feriado aproximadamente 2000 visitantes nacionales e internacionales, lo que esto representa un gran ingreso económico para la ciudad. (Ocaña E, 2015.p.2)

JUSTIFICACIÓN

Desde la década de los sesenta los balnearios han incrementado su popularidad debido a los grandes beneficios que pueden llegar a tener, ya sea para el estrés, terapias musculares, bienestar físico por ende las piscinas al ser un lugar público debe ser estrictamente controlado por el servicio de salud pública para evitar poner en riesgo la salud de los visitantes de estos centros de diversión, ya que el agua es un vehículo de transmisión de microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades. (Castro N & Chaidez C, 2003, p. 16)

En la vigilancia epidemiológica de centros recreativos los factores más importantes a controlar es la calidad física, química y microbiológica, el agua de piscina debe cumplir como primera condición su pureza bacteriológica, es decir, libre de presencia de microorganismos capaces de perjudicar la salud de los usuarios. Por lado se han de controlar los parámetros fisicoquímicos para evitar cualquier trastorno o molestia. (Castro N & Chaidez C, 2003, p. 16)

Si analizamos que el uso de las piscinas día a día incrementa la población, ya que no solo es utilizado como un lugar de diversión si no para deporte e incluso como terapia para mejorar ciertas patologías, por ende justifica la necesidad de llevar un control bueno de la calidad de las aguas de piscinas. Dicho control debe estar bajo la guía del Real Decreto Español 742/2013 por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas, norma que ayuda a llevar los controles sanitarios las piscinas, asimismo los tratamientos de desinfección para asegurar la inocuidad del agua. (Castro N & Chaidez C, 2003, p. 16)

Hoy en día la ciudad de Puyo se ha convertido en un lugar turístico de gran importancia ya que cuenta con el parque acuático Morete Puyo centro de diversiones con piscinas al que acuden usuarios nacionales e internacionales, por lo que se ve la necesidad de estudiar la calidad de sus aguas para prevenir cualquier tipo de enfermedad a los turistas.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 El agua

El agua es compuesto líquido incoloro, inodoro e insípido, posee características excepcionales e indispensables para la vida. Los seres humanos necesitan el agua para realizar diferentes funciones vitales como para preparar alimentos, higiene, agricultura, industrias, para generar energía: en una sola palabra, para vivir. (Carbajal A & Gónzales M, 2012, p 64)

El agua posee una estructura química muy simple (H_2O) por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, los hidrógenos se unen covalentemente al oxígeno por un par de electrones de enlace. Tiene un punto de ebullición de $100\text{ }^\circ\text{C}$ y un punto de fusión de $0\text{ }^\circ\text{C}$. (Estructura química del agua, 2005, <http://www.biologia.arizona.edu/biochemistry/tutorials/chemistry/page3.html>)

Según la Organización Mundial de Salud definió *“el agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones.”* (OMS, 2005, <http://www.who.int/topics/water/es/>)

1.2 Aguas recreativas de balnearios

El uso de aguas recreativas puede traer grandes beneficios en la salud, pero a la vez producir efectos adversos cuando estas no se encuentren libres de agentes patógenos. Los usuarios se encuentran expuestos a condiciones como luz solar, temperatura. (OMS, 2017, párr. 1, http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/es/)

Al utilizar agua para los centros recreativos, esto significa problemas ya que el agua se encuentra expuesta a diferentes contaminantes debido a que los usuarios no toman las medidas adecuadas al ingreso de las mismas. (Acuña N et al, 2017, http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bal/contaminacion_bacteriana_en_aguas_recreacionales.pdf)

1.3 Piscinas

Según el Real Decreto 742/2013 referente a criterios técnico-sanitarios de las piscinas. Define a esta instalación como “*un conjunto de vasos destinados al baño, al uso recreativo, entrenamiento deportivo o terapéutico, así como las construcciones complementarias y servicios necesarios para garantizar su funcionamiento. Pueden ser descubiertas, cubiertas o mixtas*”. (Real Decreto, 2013, <http://boe.es/boe/dias/2013/10/11/pdfs/BOE-A-2013-10580.pdf>).

Si bien la calidad del agua en piscinas es generalmente bien controlada, puede haber brotes de enfermedades debido a la contaminación. *La mayoría de los brotes son causados por virus o bacterias relacionadas con la contaminación fecal. Un número creciente de infecciones se asocia con protozoos como Giardia y Cryptosporidium, que son resistentes a los desinfectantes de piscinas de uso común.* (OMS, 2017, pág. 1).

Desprendimiento humano no fecal tal como moco, saliva, piel en la piscina se convierten en una fuente potencial de organismos patógenos no entéricos que pueden contaminar directamente las aguas de la piscina o las superficies de la instalación con agentes patógenos primarios (especialmente virus o hongos), que pueden causar infecciones de la piel.

Es común que el agua estancada de las piscinas sufra transformación, debidos a múltiples agentes de contaminación que no controlan adecuadamente, que a pesar que se traten el agua de las piscinas y se desinfecten esta puede evolucionar por el calor, humedad. El exceso de cloro también incrementa el riesgo de sufrir irritaciones dermatológicas, oculares y otitis.

Existen otros tipos de agentes patógenos oportunistas especialmente las bacterias que pueden causar una variedad de enfermedades respiratorias, cutáneas o Infecciones o enfermedades del sistema nervioso.

1.4 Calidad del agua

En consecuencia, el agua para la recreación, la pesca, para beber y para el hábitat de organismos acuáticos requiere altos niveles de pureza, mientras que para la producción de energía hidroeléctrica, las normas de calidad son mucho menos importantes.

Por esta razón, la definición que se puede dar de calidad del agua llega a ser amplia pues hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas del agua necesaria para sostener el uso deseado. Es importante señalar que, después de ser utilizada, el agua suele regresar al sistema hidrológico y, si no es tratada, puede afectar gravemente al medio ambiente (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 5)

El control de la calidad es sumamente importante, ya que el agua es un vehículo de transmisión de enfermedades por contaminación microbiológica producida por patógenos intestinales: bacterias, virus, protozoos, helmintos; o por contaminación fisicoquímica debido a la aparición de sustancias no deseables o que siendo elementos de la composición habitual del agua superan la Concentración Máxima Admisible.

1.4.1 Calidad química

Según corresponde al Real Decreto Español 742/2013 y la normativa ecuatoriana NTE INEN 1108:2014 las características químicas que deben cumplir son las siguientes:

1.4.1.1 pH

La determinación del potencial de hidrógeno (pH) en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o de su alcalinidad. Un pH menor de 7.0 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un valor mayor de 7.0 muestra una tendencia hacia lo alcalino. La mayoría de las aguas de piscinas deberán tener de 7.2-8, como indica el Real Decreto 742/2013 aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. El valor del pH en el agua, es utilizado cuando nos interesa conocer su tendencia corrosiva o incrustante. (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 25)

Cuando el agua es neutra posee un pH de 7.0 lo que significa que tiene igual cantidad de H⁺ y OH⁻. Cuando el pH es inferior a 7.0 es un agua ácida y cuando es superior a 7.0 el agua es básica. Cuando el pH se encuentra menor a 7.0, se refiere a que aumenta la agresividad en cada uno de los lugares que se encuentren en contacto directo con el agua caso contrario si este pH disminuye permite mayor concentración de cloro libre el cual provoca irritaciones en la piel de los usuarios y molestias. (Sánchez N, 2004, p. 48)

1.4.1.2 Alcalinidad

La alcalinidad de un agua determina su capacidad para neutralizar ácidos, esta capacidad debe definirse para ciertos rangos de pH. Así la alcalinidad total (TAC “grado alcalímetro completo”) mide la capacidad de neutralización hasta pH = 4.5 y la alcalinidad a la fenolftaleína (TA “grado alcalímetro”) hasta pH = 8.3. En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida prácticamente por los iones carbonato y bicarbonato aunque, en ocasiones, otros ácidos débiles como el silícico, fosfórico, bórico y ácidos orgánicos pueden contribuir de forma notable al desarrollo de esta propiedad (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 36)

La alcalinidad, no sólo representa el principal sistema amortiguador del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva para la fotosíntesis.

1.4.1.3 Dureza

Representa la suma de las concentraciones de calcio y magnesio. Se entiende por dureza total, a la suma de carbonatos de calcio y magnesio presentes en el agua, se clasifican como:

- Aguas duras la que se encuentra dentro del rango de 150 a 300 mg/L de carbonato de calcio y magnesio; y agua muy duras la que están por encima de 300 mg/L.
- La dureza de carbonato y bicarbonato puede ser removida o precipitada de la solución por calentamiento.
- La dureza de no-carbonatos es causada por la asociación de los cationes con sulfatos, cloruros y nitratos. También se le conoce como dureza permanente porque no puede ser removida por calentamiento (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 37)

1.4.1.4 Sulfatos

Los sulfatos en el agua pueden tener su origen en el contacto de ella, con terrenos ricos en yesos, así como por la contaminación con aguas residuales industriales; el contenido de estos no suele presentar problemas de potabilidad en las aguas de consumo humano, pero contenidos superiores a 300 mg/L pueden causar trastornos gastrointestinales en los niños. Se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio tienen acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de consumo (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 38)

Los sulfatos son minerales cuya unidad estructural fundamental son los grupos (SO₄)⁻², pudiendo estar enlazados entre sí por cationes de aluminio, sodio, calcio, potasio, magnesio y hierro. Son bastante comunes en la corteza terrestre y entre ellos destaca la anhidrita y el yeso

1.4.1.5 Cloruros

El cloro (Cl₂) es usualmente utilizado como desinfectante, sin embargo en combinación con un metal, como el sodio (Na), es esencial para la vida, dado que, pequeñas cantidades de cloruros son requeridas para la función celular en los seres vivos. El cloruro, en forma de ion Cl⁻, procede de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 41)

Tienen la capacidad de proveer al agua un sabor salado y depende de la composición química del agua, Muy abundante en los océanos, a donde acceden por disolución de depósitos minerales de sal gema (NaCl),

1.4.1.6 Cloro libre

El cloro es un producto químico relativamente barato y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidad suficiente, destruye la mayoría de los organismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro a las personas. Sin embargo, el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. Si se añade suficiente cloro, quedará un poco en el agua luego de que se eliminen todos los organismos; se le llama cloro libre. El cloro libre permanece en el agua hasta perderse en el mundo exterior o hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación (OMS, 2009).

El uso de cloro como desinfectante es un método muy utilizado en todo el mundo para la potabilización de agua, esto se debe a su bajo costo y relativa facilidad de manejo y tiempo residual, sin embargo en la actualidad se ha comprobado la generación de subproductos nocivos para la salud durante el proceso de desinfección, entre los cuales están los trihalometanos que son generados en reacciones secundarias con la materia orgánica y se han comprobado como cancerígenos (Epiñosa & Gonzáles, 2009, pág. 52)

1.4.1.7 Nitritos y Nitratos

Los nitritos y nitratos son compuestos formados básicamente de nitrógeno los cuales se encuentran en suelo, el agua, las plantas y los alimentos de forma natural, se forman cuando los microorganismos del entorno alteran algún tipo de material orgánico, como plantas, estiércol de animales y aguas residuales. Los nitratos también se utilizan en los fertilizantes químicos mientras que los nitritos se emplean para el secado de la carne. En el agua se encuentra nitratos que nitritos con naturaleza, los nitratos aparecen en el agua potable a causa de filtraciones que provienen de granjas, zonas de césped y jardines que llegan al agua subterránea, estos compuestos también pueden aparecer en el agua a causa de la cercanía de vertederos municipales o centros de crianza de animales con sistemas defectuosos. (Romero, 1999, págs. 219-222)

1.4.1.8 Amonio

Es un catión poliatómico cargado positivamente de fórmula química NH_4^+ . Se produce por la reacción del amoníaco, que es una base débil con ácidos de Bronsted (donantes de protones). El

ión amonio resulta de la reducción de nitratos u oxidación de materia orgánica, sin embargo, dependiendo del pH del medio, sus concentraciones pueden variar transformándose en amoníaco, lo cual quiere decir, que a pH superiores a 9.2, el amoníaco (NH_3) tiende a incrementar pero el amonio (NH_4^+) disminuye, mientras que a pH menores, el amonio (NH_4^+) se aumenta y el amoníaco disminuye (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015)

1.4.1.9 Conductividad

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. El agua pura prácticamente no conduce electricidad; por lo tanto la conductividad que se puede medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua. El instrumento para medir la conductividad se llama conductímetro, básicamente lo que hace es medir la resistencia al paso de la corriente entre dos electrodos que se introducen en el agua, y se compara para su calibrado con una solución tampón de ClK a la misma temperatura y 20°C . (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 35)

1.5.1 Calidad física

1.5.1.1 Turbiedad

La turbiedad mide el nivel de transmitancia de luz en el agua, y sirve como una medida de la calidad del agua en relación a materia suspendida coloidal y residual. En términos generales, no hay relación entre turbidez y concentración de sólidos suspendidos. La turbiedad varía de acuerdo a:

- La fuente de luz y el método de medición,
- Las propiedades de absorción de luz del material suspendido.

Turbidez o grado de claridad en la columna de agua, que se verifica por la penetración de la luz a través del líquido.

Esto hace que se deba tener mucho cuidado al comparar valores de turbiedad de distintas referencias de la literatura. Sin embargo, en un mismo proceso o sistema los valores de turbiedad permiten analizarlo y controlarlo. (Severiche, Acevedo, & Carmen, 2015, pág. 33)

1.5.1.2 Color

Se define como color a la absorción de radiaciones del espectro visible, por lo general el agua pura no posee color. El color no garantiza que el agua presente o esté ausente de contaminantes, en miden en ppm o Pto/Co por lo que la norma ecuatoriana INEN 1108:2014 dice que debe no sobrepasar los 15 Pto/Co. (Playera A, 2011, <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>)

1.5.1.3 Temperatura

La temperatura es un factor abiótico que regula procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. Antes de discutir la naturaleza de dichas interacciones, considero necesario iniciar la presentación con una distinción entre los conceptos de temperatura y calor. La distinción entre estos dos conceptos es a menudo confusa, llevándonos a intercambiarlos erróneamente. El término calor implica energía transferida desde un cuerpo o sistema hacia su ambiente inmediato o viceversa. El flujo de energía procede siempre de un área de mayor concentración a un área de menor concentración, en conformidad con la segunda ley de termodinámica. Del otro lado, la temperatura es un parámetro que nos revela que existe un contraste o gradiente de energía que provoca el transferimiento de calor. (Parámetros fisicoquímicos: temperatura, 2013)

1.6.1 Calidad microbiológica

Se define como calidad microbiológica al grupo de análisis que se realiza para determinar microorganismos patógenos que puedan perjudicar la salud de los humanos en muestras de agua. (Análisis microbiológico, 2017)

Al presentarse microorganismo en el agua destinadas a los balnearios existe riesgos debido al aumento de la población, al tener una agua contaminada puede ser causante de enfermedades por lo que esto ha llevado a realizar análisis microbiológicos para prevenir estos problemas. (Oleas F, 2016, p. 30)

1.6.1.1 Coliformes Fecales

Los coliformes es un grupo de bacterias que generalmente se encuentran en animales, suelo, plantas y humanos. Cuando existe presencia de coliformes se refiere a que alguna agua está contaminada la cual se puede visualizar en la superficie o en fondo (sedimento).

La contaminación de agua por la presencia de coliformes se refiere a contaminación fecal por lo que genera riesgo en la salud de los usuarios que utilizan dichas aguas. (Ramos L, 2008, p.80)

1.6.1.1.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli es una bacteria que usualmente vive en el intestino del ser humano y de los animales, años atrás este microorganismo no causaba ningún problema pero algunas cepas por intercambio de material genético producen infecciones y producen diarreas sangrientas. (*E.coli*, 2012, <http://www.abc.es/20110531/sociedad/abci-escherichia-coli-pepinos-201105301450.html>)

Según la Organización Mundial de la Salud se define “*Escherichia coli* una bacteria habitual en el intestino del ser humano y de otros animales de sangre caliente. Aunque la mayoría de las cepas son inofensivas, algunas pueden causar una grave enfermedad de transmisión alimentaria. La infección por *E. coli* se transmite generalmente por consumo de agua o alimentos contaminados, como productos cárnicos poco cocidos y leche cruda.”(OMS, 2017)

1.7 *Análisis parasitario*

Los parásitos son microorganismos que se pueden transmitir por contaminación del agua, el ambiente, alimentos. Estos son eliminados por las heces fecales en forma de quistes, ooquiste y huevos por el cual estos quedan liberados en el ambiente. Se calcula que el 4% de muertes en el mundo son a causa de parásitos por ingesta de los mismos. (Pérez G et al., 2008, p.2)

1.7.1. *Giardia Lamblia*

La *Giardia lamblia* es un parasito flagelado que pueden medir de 6-16 por 5-12 micras posee 4 pares de flagelos y 2 discos-ventosa en el lado ventral de su cuerpo. Sus discos ventosa ayuda a este parasito a sujetarse en la mucosa del intestino y así resistir a la corriente intestinal. (Pascual M, 2005, p. 115)

1.8.1 *Número más probable (NMP)*

El método del Número más probable (NMP) (Most probable number - MPN – en inglés), también conocido como el método de los ceros de Poisson, es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa. Es una estrategia eficiente para estimar densidades de población que se emplea cuando una evaluación cuantitativa de elementos individuales no es factible.

El método se basa en determinar la presencia o ausencia (positivo o negativo) de atributos específicos de microorganismos en copias obtenidas por diluciones consecutivas a partir de muestras de suelo u otros ambientes. Se basa en el principio de que una única célula viva puede

desarrollarse y producir un cultivo turbio. El método requiere la realización de una serie de diluciones en serie de la muestra de cultivo, en un medio líquido adecuado para el crecimiento de dicho organismo de un volumen diez veces mayor. Luego, se incuban las muestras de esos tubos y, pasado un tiempo, se examinan los tubos. Aquellos tubos que recibieron una o más células microbianas procedentes de la muestra, se pondrán turbios, mientras que los tubos que no recibieron ninguna célula permanecerán transparentes. (Luque Murillo, 2012, pág. 2)

1.9.1 Caldo Verde bilis brillante

Medio selectivo recomendado para la prueba confirmatoria en la detección del grupo coliforme en aguas, leche, derivados lácteos y otros productos de importancia sanitaria, mediante la determinación del NMP.

La bilis y el verde brillante inhiben el desarrollo indeseable de la flora acompañante de los coliformes e incluso suprimen el crecimiento de los anaerobios fermentadores de la lactosa como es el caso de Clostridium perfringens. La presencia de gas después de incubar 24 – 48 h a 35°C se considera como prueba positiva para la presencia del grupo Coli – Enterobacter. Transferir individualmente de cada tubo de Caldo Lactosado positivo (prueba presuntiva con desarrollo bacteriano y presencia de gas en cualquier cantidad) de 2 a 3 asadas a un tubo de Caldo Verde Brillante Bilis al 2%. Incubar 48 h a 35°C. La formación de gas en cualquier cantidad dentro de la campana de Durham, hace positiva la prueba. (Becton Dickinson GmbH , 2013, <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8755>)

1.10.1 Eosina azul de metileno

Este medio (también denominado E.A.M.) es utilizado para el aislamiento selectivo de bacilos Gram negativos de rápido desarrollo y escasas exigencias nutricionales. Permite el desarrollo de todas las especies de la familia Enterobacteriaceae. (Britanialab, 2014, <http://www.britanialab.com.ar/esp/productos/b02/embagar.htm>)

Este medio combina las fórmulas de Holt-Harris y Teague con la de Levine, para obtener un mejor rendimiento en el aislamiento selectivo de entero bacterias y otras especies de bacilos Gram negativos. La diferenciación entre organismos capaces de utilizar la lactosa y/o sacarosa, y aquellos que son incapaces de hacerlo, está dada por los indicadores eosina y azul de metileno; éstos ejercen un efecto inhibitorio sobre muchas bacterias Gram positivas. Muchas cepas de *Escherichia coli* y *Citrobacter spp.* Presentan un característico brillo metálico. Las cepas que utilizan la lactosa poseen centro oscuro con periferia azulada o rosada, mientras que las que no lo hacen son incoloras.

Este medio permite el crecimiento de *Candida spp.* Como colonias rosadas y puntiformes; la siembra en profundidad permite el desarrollo de clamidosporas en *C. albicans*. *Enterococcus spp.* Crece en este medio como colonias puntiformes y transparentes, mientras que *Acinetobacter spp.* y otras bacterias oxidativas pueden dar colonias de color azul lavanda; esto puede ocurrir aunque las cepas no sean capaces de acidificar a partir de lactosa al 0.5% y ello se debe a la incorporación de azul de metileno a sus membranas. En este medio se obtiene además, un buen desarrollo de especies de *Salmonella* y *Shigella*. (Britanialab, 2014, <http://www.britanialab.com.ar/esp/productos/b02/embagar.htm>)

1.11.1 Tinción Gram

Este método se utiliza para teñir células. La tinción de este tipo más extensamente utilizada es la tinción de Gram, las bacterias pueden dividirse en dos grupos, grampositivas y gramnegativas. *En la valoración de las muestras, es trascendente el poder de resolución del microscopio, el cual se define como la capacidad que posee un objetivo para distinguir la distancia mínima entre dos puntos del objeto para que se puedan visualizar como dos puntos separados. El poder de resolución de un objetivo es el responsable de la calidad, claridad, nitidez y fi neza detallada de la imagen, y depende de la longitud de onda (λ) del haz de luz utilizado y de la apertura numérica del objetivo empleado* (López, y otros, 2014, pág. 1)

Este método tiene como propósito dar color a sustancia como células, tejidos, fibras. Existen dos tipos de colorantes naturales, los cuales son extraídos de plantas o animales, y colorantes artificiales, que son aquellos de minerales procesados y manipulados en el laboratorio

Este método tiene la función de:

- Permiten hacer visibles a los objetos microscópicos y transparentes.
- Revelan su forma y tamaño.
- Muestran la presencia de estructuras internas y externas. 4. Producen reacciones químicas específicas (López, y otros, 2014, pág. 2)

1.12.1 Método de Concentración por Flotación

Este método es recomendado para la investigación de protozoarios y helmintos, consiste en la preparar la materia fecal con solución saturada de cloruro de sodio.

Se usa para la búsqueda e identificación de formas parasitarias como quistes, huevos y helmintos, (*A. duodenale*, *N. americanus*, *A. lumbricoides*, *H. nana*)

“Esta técnica se basa en la propiedad que tiene las soluciones de densidad mayor, para hacer flotar objetos menos densos” (Oliva, 2001, pág. 101).

1.5 NORMATIVAS

1.5.1 Real Decreto Español de piscinas 742/2013

Es una norma jurídica con rango de reglamento que emana del poder ejecutivo (el Gobierno) y en virtud de las competencias prescritas en la Constitución. No obstante, no hay que confundir el contenido con la forma de aprobación: los actos que emanan del Consejo de Ministros adquieren la forma de real decreto (que es, por tanto, la forma en que se reviste el acto), pero no todo real decreto es un reglamento (ello dependerá del contenido).

En cualquier caso, el real decreto se sitúa en el orden de prelación de las normas jurídicas inmediatamente después de las normas con rango de Ley y antes de la Orden Ministerial. Su diferencia con la primera es que emana del poder ejecutivo y no del poder legislativo. Su diferencia con la segunda es que el real decreto precisa para su adopción de la aprobación del Consejo de Ministros exclusivamente, mientras que la Orden Ministerial puede establecerse por parte de un solo ministro.

1.5.2 NTE INEN 1108

Normativa técnica ecuatoriana de normalización creada en el año 2011 definida como cuarta versión para establecer los requisitos del agua potable que debe cumplir para el consumo humano, y es aplicable a todos los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros. (NTE INEN 1108, 2011, <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>)

1.5.3 NTE INEN 2176

Normativa técnica ecuatoriana de normalización versión única, creada en el año de 1998 como complemento para la determinación de la calidad de agua en cuestión de muestreo y técnicas de muestreo. Es empleada para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, poluidas y aguas residuales para su caracterización, cabe recalcar que esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales, mas no a los procedimientos para situaciones especiales de muestreo. (NTE INEN 2176, 1998, <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2176.1998.pdf>)

1.5.4 NTE INEN 2169

Normativa técnica ecuatoriana de normalización versión única, creada en el año de 1998 como complemento para la determinación de la calidad de agua en cuestión de manejo y conservación de muestras, además establece las prevenciones generales que se deben tomar para conservar y transportar muestras de agua y describiendo las técnicas de conservación más usadas, las misma se aplica cuando una muestra no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis. (NTE INEN 2169, 1998, <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2169.1998.pdf>)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

El método usado para esta investigación fue observacional, ya que consiste en recolectar muestras evitando manipular las misma, es decir no tiene control de los factores de estudios. Pues solo observa, toma muestras y analiza.

Las muestras fueron recabada en diferentes puntos de muestreos del centro turístico Morete Puyu, del cantón Puyo, provincia de Pastaza.

2.2. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE ESTUDIO

La ciudad de Puyo se encuentra la región Amazónica es capital de la provincia de Pastaza, actualmente es considerado una ciudad para disfrutar de su agradable clima, selva, centros turísticos, gastronomía y sobre todo de la calidez de su gente.

Hoy en día la ciudad de Puyo cuenta con una amplia gama de lugares turísticos el cual es visitado por turistas nacionales e internacionales.

Morete Puyo centro de diversiones que fue construido para generar beneficios para la ciudad en el año 2003 y 2004 por lo este gran proyecto ha sido de gran beneficio para la ciudad ya que es visitado por gran cantidad de turistas.

Los principales atractivos del parque son las piscinas de toboganes los cuales son los más altos del Ecuador y las piscinas de olas, el cual tiene la capacidad para 3000 personas grandes y pequeños. A este parque visitan gran cantidad de turistas ya que cuenta con piscinas de clavados, piscina semiolimpica, piscina infantil con juegos de diversiones, Sauna, Turco, bar de snacks, servicio de salvavidas, cambiadores, además un centro de recepciones para eventos.

El centro turístico Morete Puyu proporciona gratuitamente un complejo deportivo, canchas de tenis, basketball, volleyball y futbol. Este se encuentra ubicado en la calle Teniente Hugo Ortiz (atrás del Terminal Terrestre de Puyo), su atención es de Miércoles a Domingos y feriados.

2.2.1.Sistema de tratamiento de agua

El ingreso del agua a las piscinas es receptada del agua potable del cantón Puyo, considerando que no existe previo tratamiento para el uso. Por otro lado se puede considerar que existen evacuaciones de agua cada 8 días, desinfección consecutiva al finalizar el día después de su uso.

Tratamiento tradicional con cloro mediante dosificación manual

El tratamiento para las piscinas se utiliza hipoclorito sódico, la dosificación del cloro y el ácido se realizan de forma aproximada ya que no es necesaria ninguna inversión inicial.

Sin embargo el control de los parámetros de calidad de la piscina es difícil de controlar por lo cual se ven obligados a usar otra serie de productos químicos como anti algas, floculantes, correctores de pH sin poder asegurar que la piscina está correctamente tratada.

2.2.1.1. Puntos de muestreo

Las muestras se tomaron de doce puntos de muestreo, bajo la autorización del GAD de Puyo bajo la supervisión del administrador del Morete Puyu el Sr, Marcio Ochoa.

1. El primer punto de muestreo fue tomado del agua de entrada a las piscinas que proviene del agua potable de la ciudad del Puyo.



Fotografía 1-2 Entrada de agua a la piscina, punto de muestreo.
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

2. El segundo punto de muestreo fue tomado del agua de almacenamiento (BODEGA) sin ningún tratamiento previo del agua.



Fotografía 2- 2 Agua de almacenamiento, punto de muestreo.
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

3. El tercer punto de muestreo fue tomado de la piscina de olas en presencia de turistas



Fotografía 3-2 Piscina con olas en presencia de turistas, punto de muestreo
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

4. El cuarto punto de muestreo fue tomado de la piscina de olas previo a un tratamiento de desinfección.



Fotografía 4-2 Piscina de olas previo a un tratamiento de desinfección
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

5. El quinto punto de muestreo fue tomado de la piscina infantil en presencia de niños



Fotografía 5- 2 Piscina infantil en presencia de niños
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

6. El sexto punto de muestreo fue tomado de la piscina infantil previo a un tratamiento.



Fotografía 6-2 Piscina infantil previo a un tratamiento de desinfección
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

7. El séptimo punto de muestreo fue tomado de la piscina semiolímpica en presencia de personas.



Fotografía 7-2 Piscina semiolímpica en presencia de personas
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

8. El octavo punto de muestreo fue tomado de la piscina semiolimpica previo a un tratamiento de desinfección.



Fotografía 8-2 Piscina semiolimpica previo a un tratamiento de desinfección
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

9. El noveno punto de muestreo fue tomado de la piscina de clavados en presencia de turistas.



Fotografía 9 - 2 Piscina de clavados en presencia de turistas
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

- 10.El décimo punto de muestreo fue tomado de la piscina de clavados previo a un tratamiento de desinfección.



Fotografía 10-2 Piscina de clavados previo a un tratamiento de desinfección
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

- 11.El onceavo punto de muestreo fue tomado de la piscina de toboganes en presencia de turistas.



Fotografía 11-2 Piscina de toboganes en presencia de turistas
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

12. El doceavo punto de muestreo fue tomado de la piscina de toboganes previo a un tratamiento de desinfección.



Fotografía 12-2 Piscina de toboganes previo a un tratamiento de desinfección
Realizado por: Sandra Andrade, 2017

2.3 TÉCNICA DE MUESTREO

Para realizar el muestreo adecuado de cada punto se estudió el Real Decreto 742/2013 técnica que ayuda a conocer los principales parámetros de calidad de agua, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176 para Calidad de agua y muestreo en la cual nos ayuda a conocer los procedimientos adecuados para la recolección de muestras para su previo análisis ya sea físico-químico como microbiológico. (NTE INEN 2176:1998, 1998, pág. 1, <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2176.1998.pdf>)

En el punto 4.2.5 de la norma nos indica que la toma de muestras puntuales se recomienda para la determinación de parámetros inestables como: la temperatura, cloro residual ya es que estos

parámetros físicos que se los realiza in situ. (NTE INEN 2176:1998, 1998, pág. 5, <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2176.1998.pdf>)

En el punto 6.2 de la norma esta habla del material que se utilizar para la recolección de muestras, recipientes que deben ser estériles o inerte, poseer una alta densidad, deben ser resistentes a roturas y de fácil apertura. (NTE INEN 2176:1998, 1998, pág. 8)



<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2176.1998.pdf>

Figura 1-2 Recipiente estéril

En punto 7 nos indica que todo recipiente debe ir codificado para evitar confusiones con las muestras por lo que la etiqueta por lo básico debe llevar:

- Número de muestra (depende cuantas muestras se realice)
- Localización (punto exacto de la recolección, se puede usar coordenadas)
- Fecha de recolección (día-mes-año)
- Detalle del muestreo (especifique el clima)
- Método de recolección (puede ser manual o la ayuda de un equipo)
- Hora de la recolección (hora exacta usando hora y minutos)
- Nombre del recolector (responsable)
- Naturaleza del pretratamiento (si es tratada o no)

2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.4.1 Población

Esta investigación se llevará a cabo en el balneario Morete Puyo de la ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza, cuyo datos se consideran la población a investigar. Se tomarán muestras de 500 ml de cada uno de los puntos de muestreo para determinar cada uno de los parámetros propuesto.

2.4.2 Muestra

Para el análisis de la muestra se consideraron los análisis físicos químicos y microbiológicos para la cual se tomaron muestras en 12 puntos: el agua de la entrada a la piscina, tanque de bodega de almacenamiento, piscina con olas antes y después de la desinfección, piscina de toboganes antes y después de la desinfección, piscina infantil y piscina olímpica

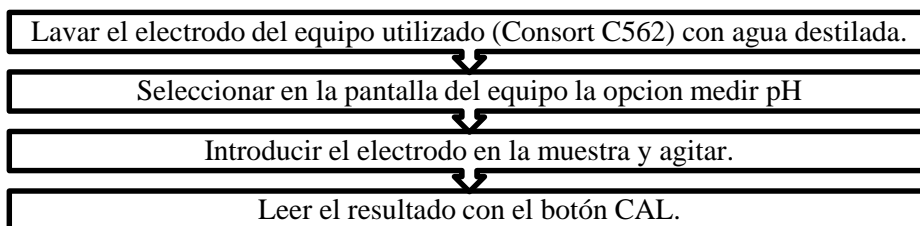
2.4.3 Muestra puntuales

Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo. Cada muestra, normalmente, representará la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar en que fue tomada. (NTE INEN 2176:1998, 1998).

2.4.4 Análisis de la muestra

2.4.4.1 Calidad física

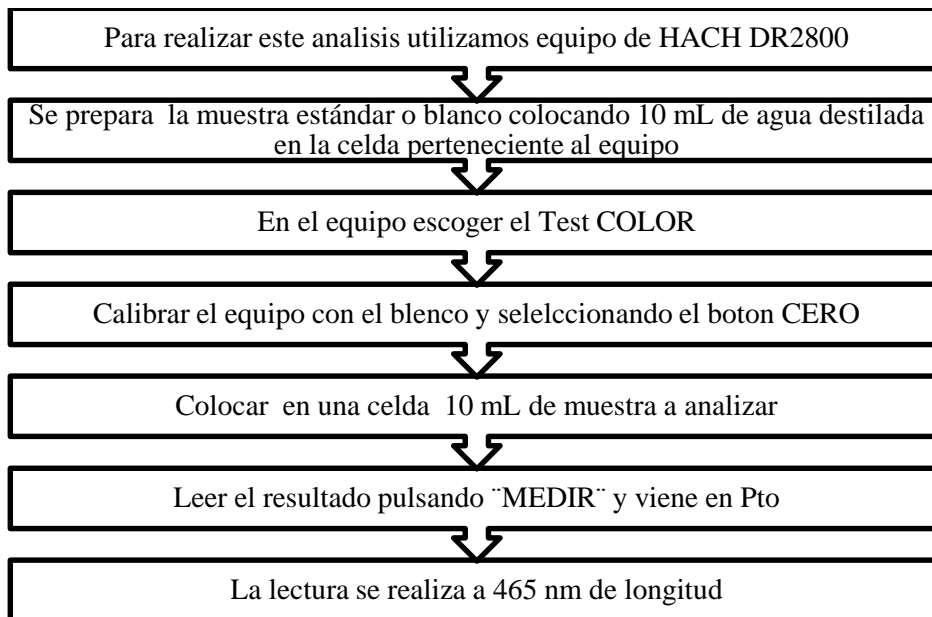
Determinación de pH



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros físicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

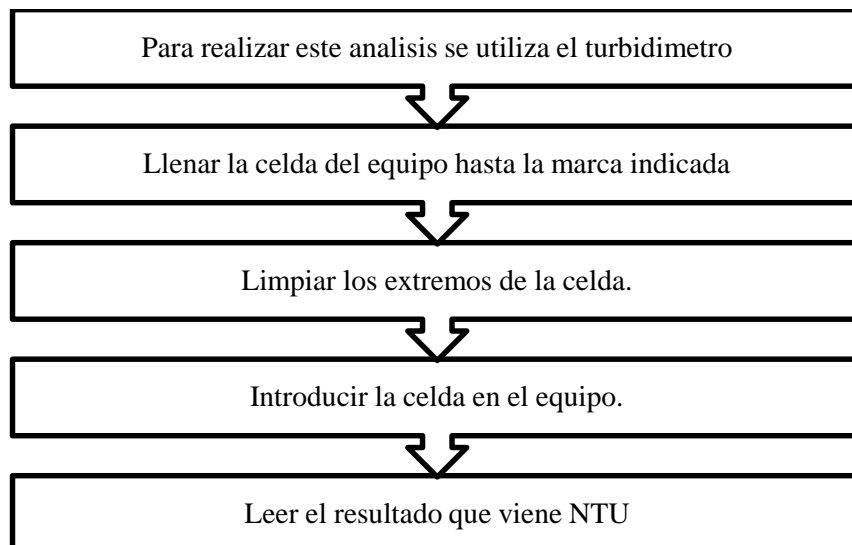
Determinación de color



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros físicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

Determinación de la turbiedad

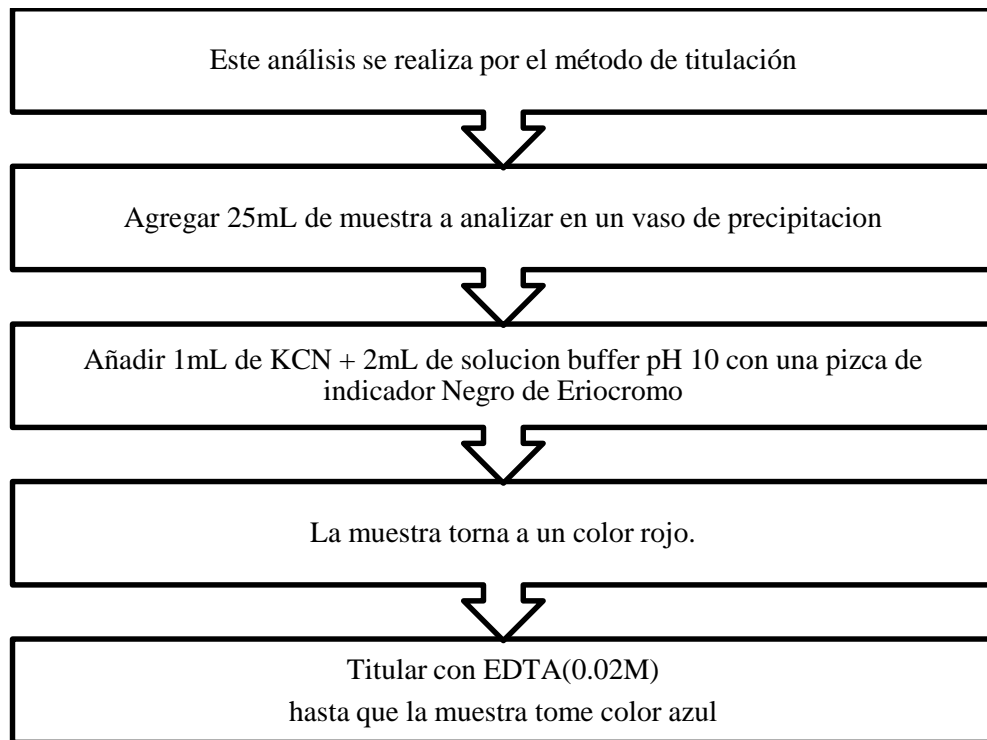


Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros físicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

2.4.4.2 Análisis químicos

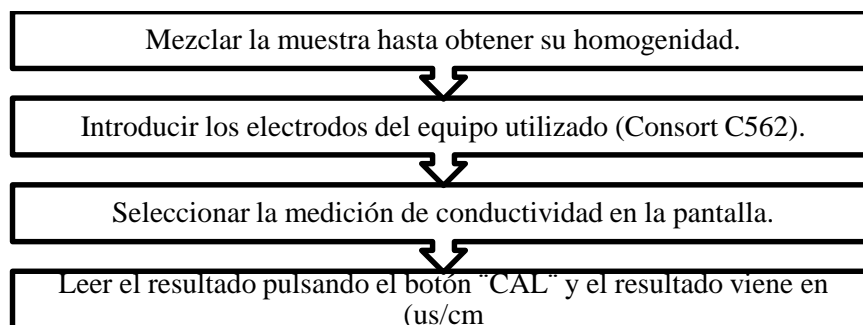
Determinación de la dureza



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

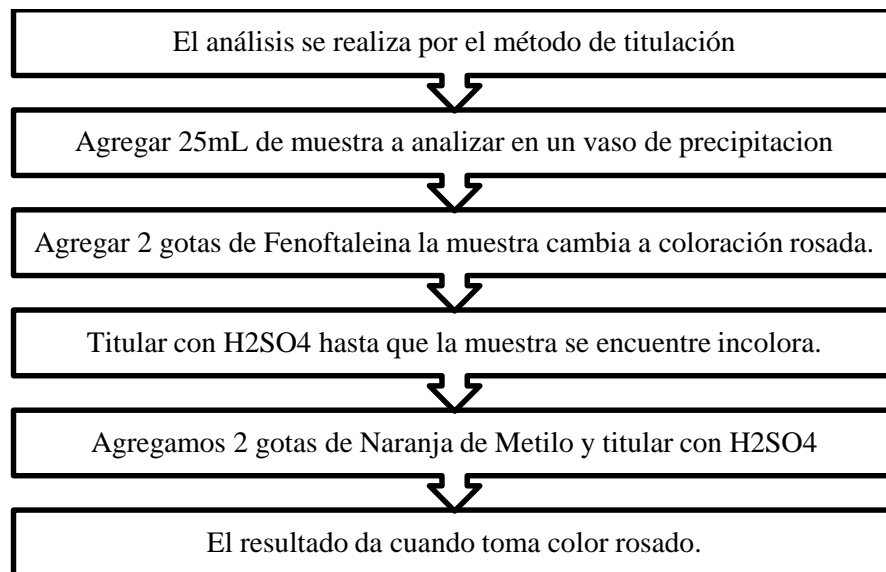
Determinación de la conductividad



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

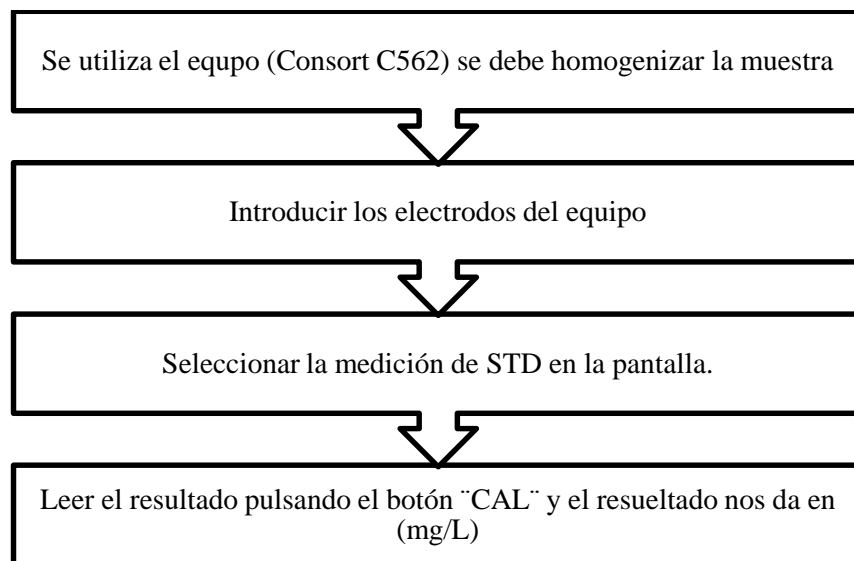
Determinación de Alcalinidad



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

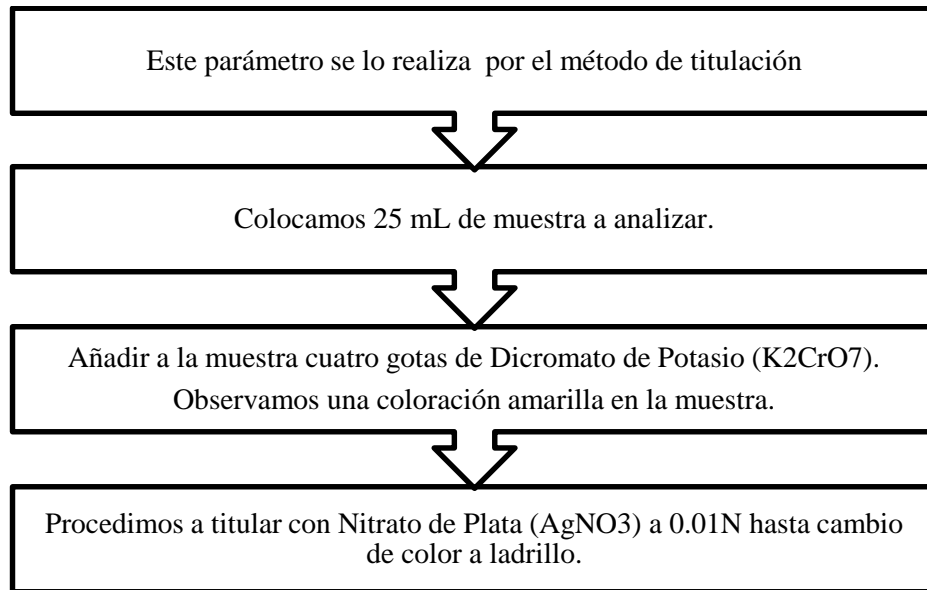
Determinación de Sólidos totales



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

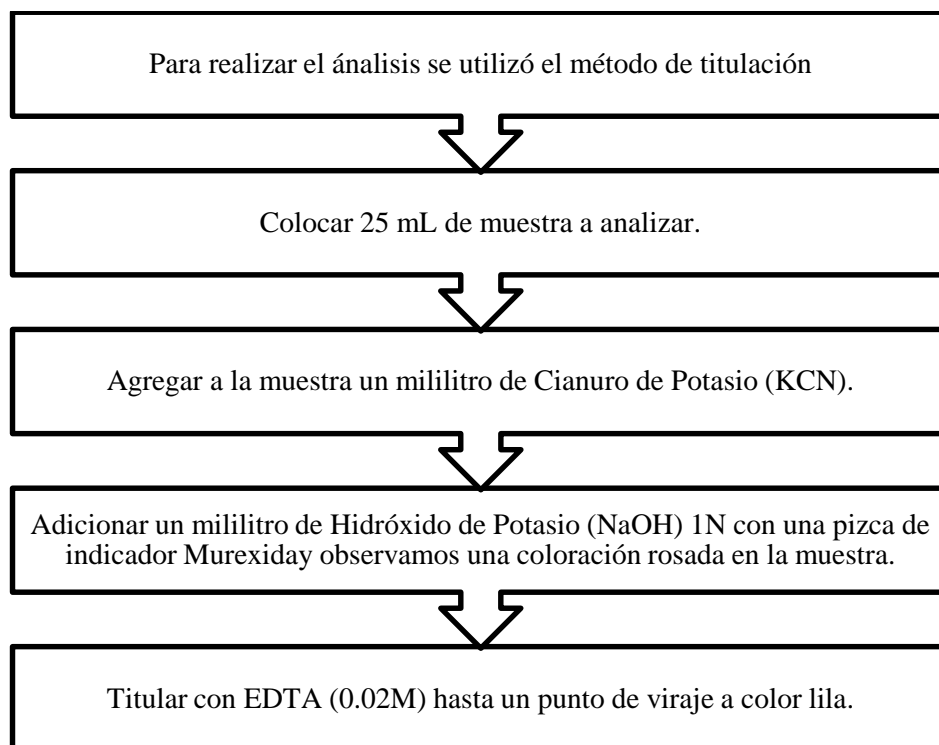
Determinación de cloruros



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

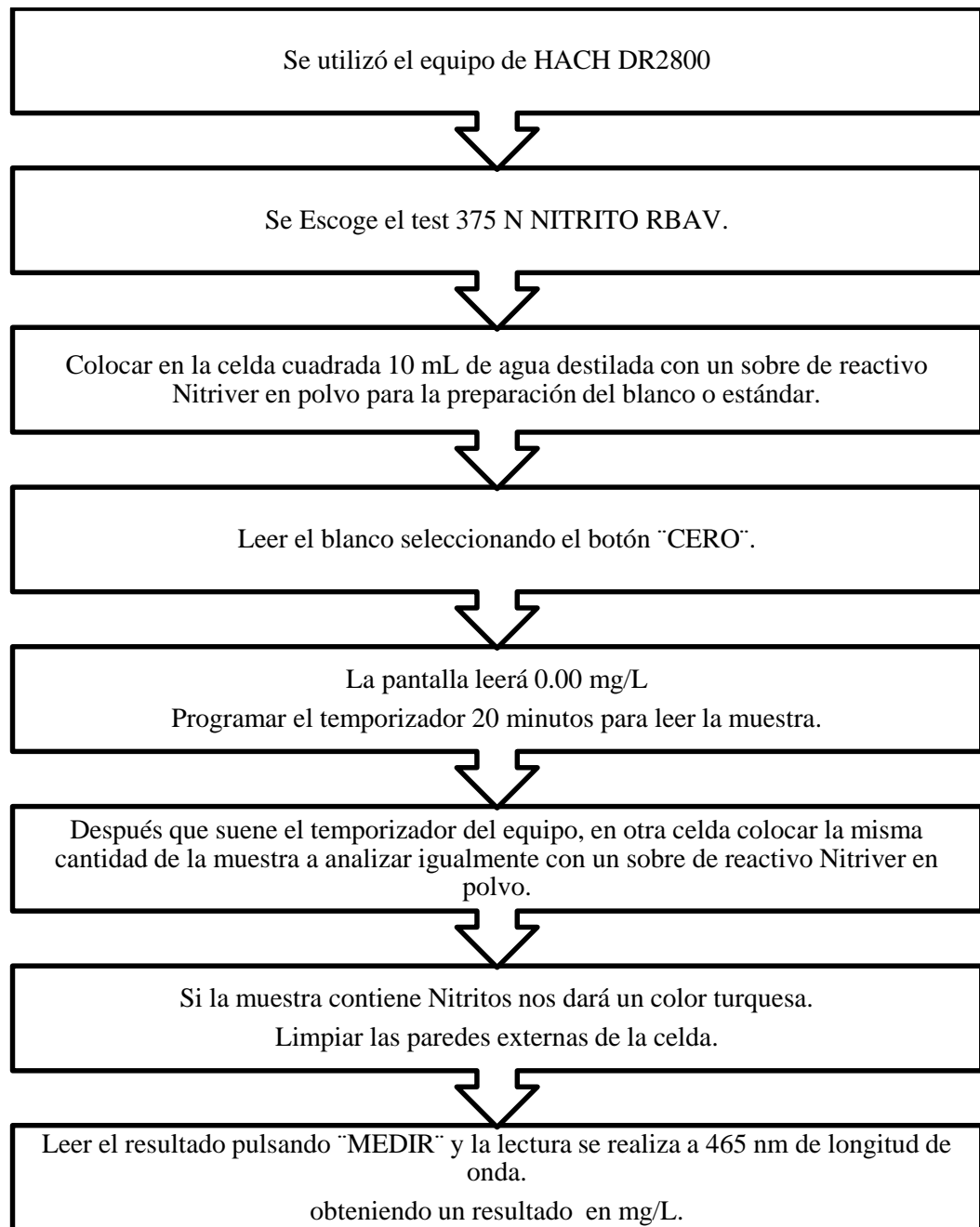
Determinación de Calcio



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

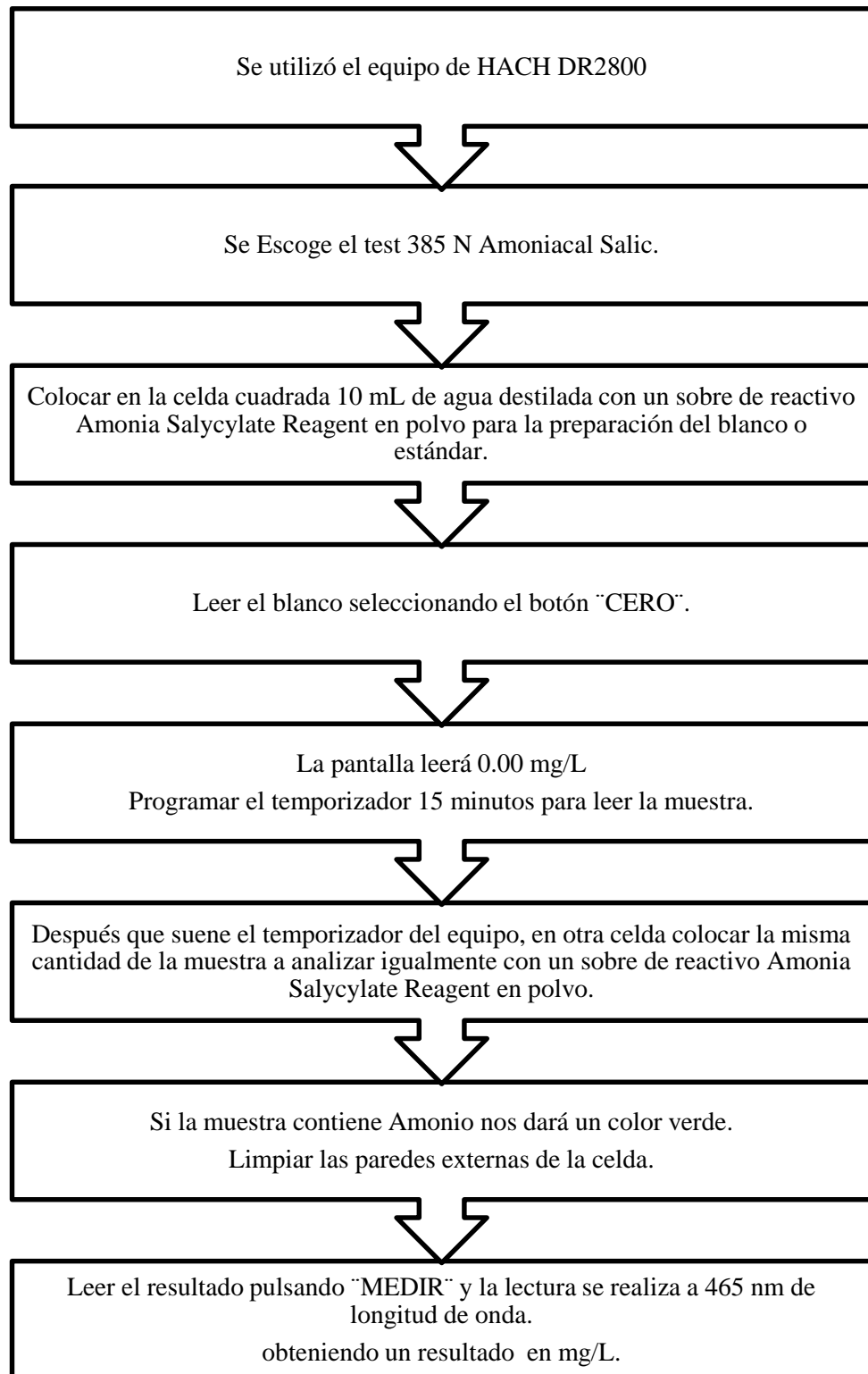
Determinación de Nitratos



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

Determinación de Amonio



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros químicos (ESPOCH)

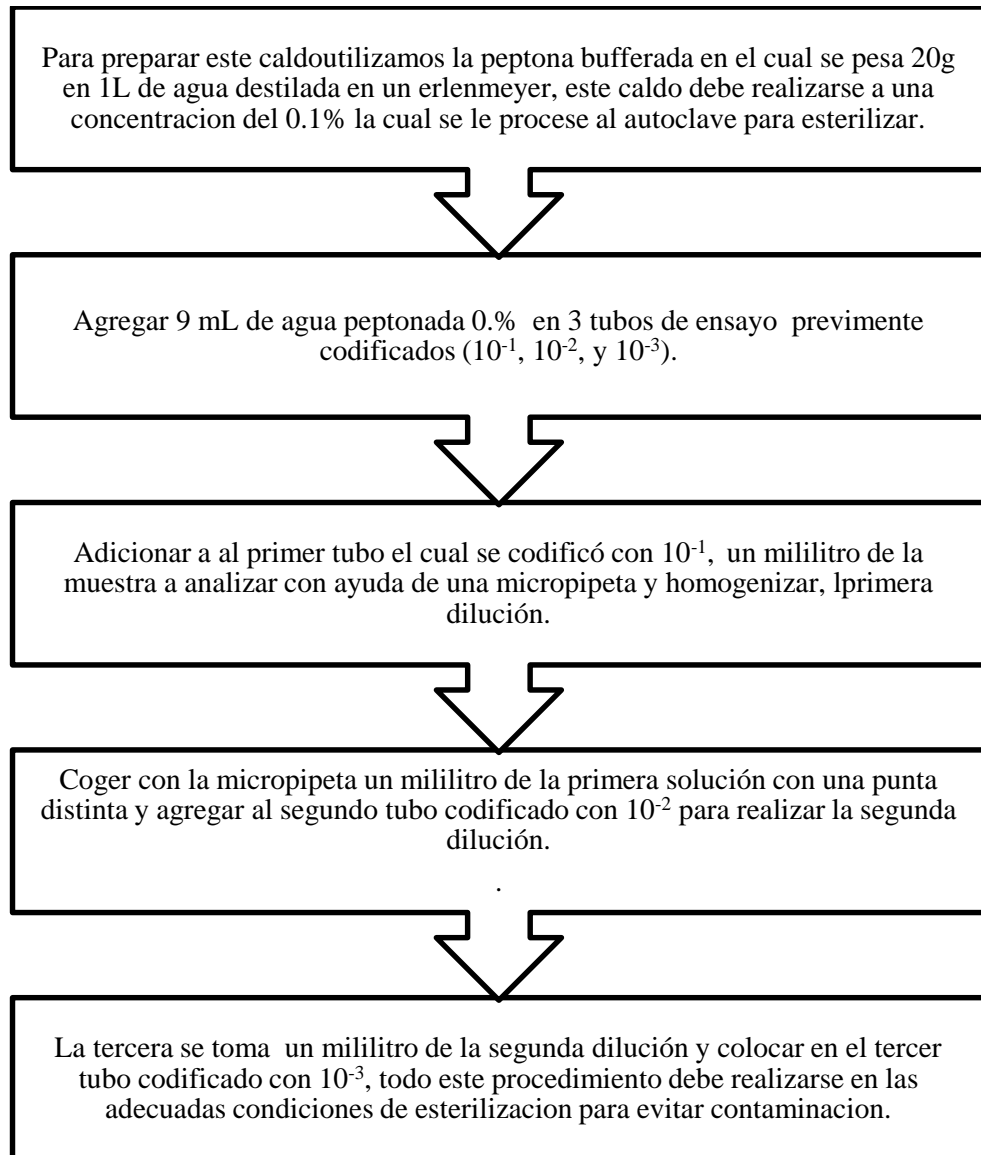
Realizado por: Sandra Andrade. 2017

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Determinación de coliformes fecales

- Con este análisis se analiza la presencia o ausencia de *Escherichia coli*
- El método utilizado es el Número más Probable (NMP)

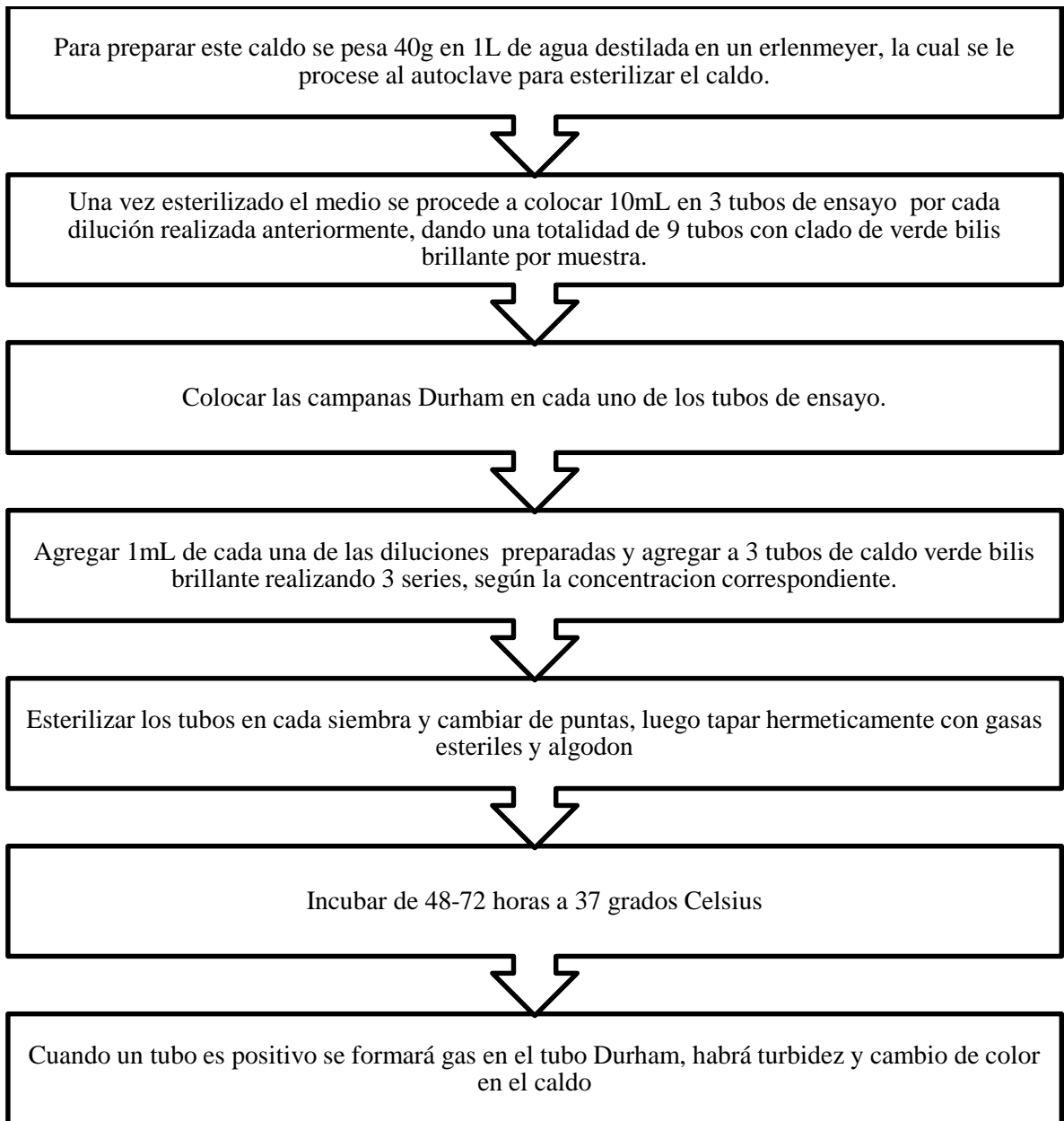
Agua peptonada



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros microbiológicos (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

Caldo Verde Bilis Brillante

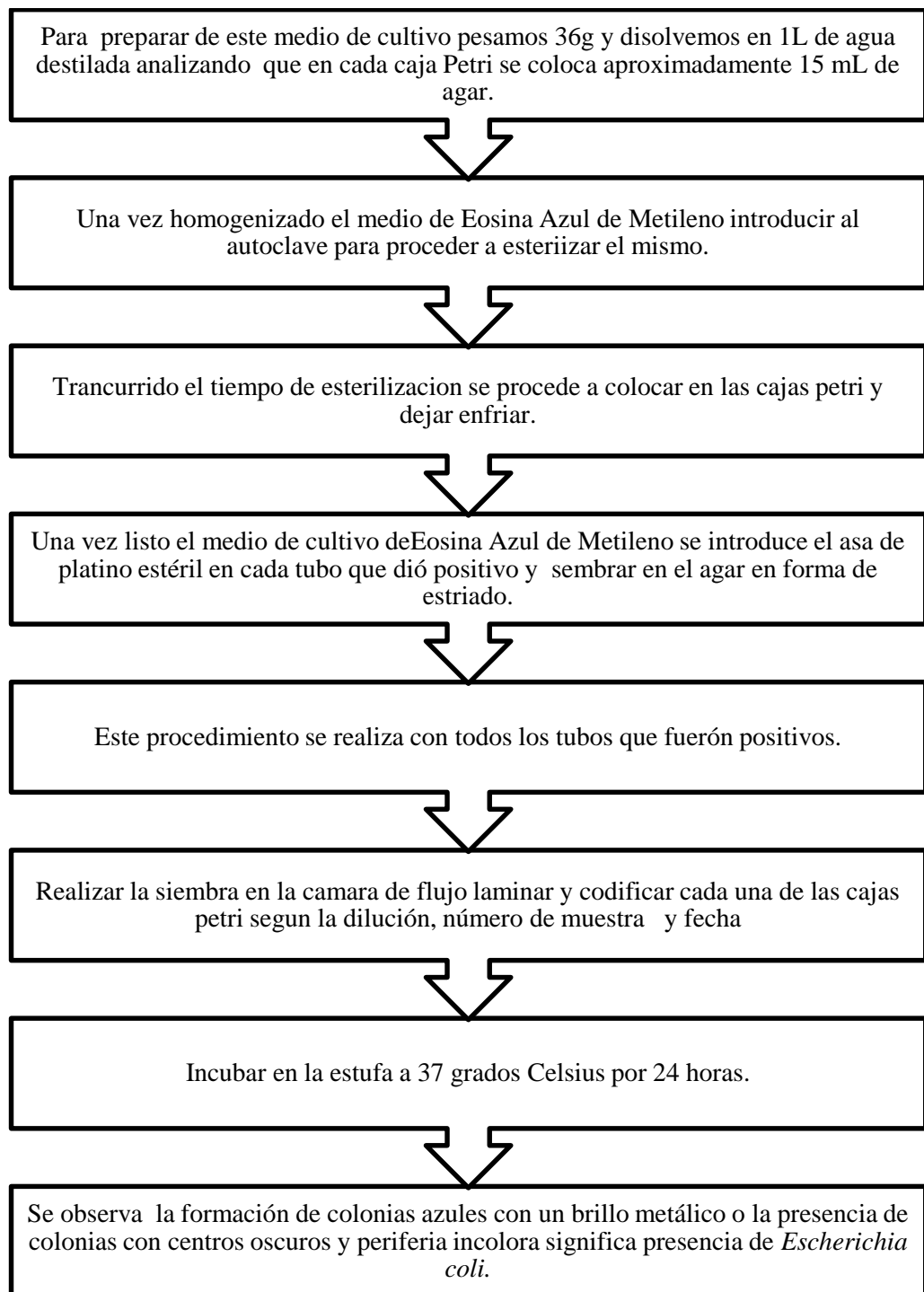


Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros microbiológico (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

Pruebas Confirmatorias de *Escherichia coli*.

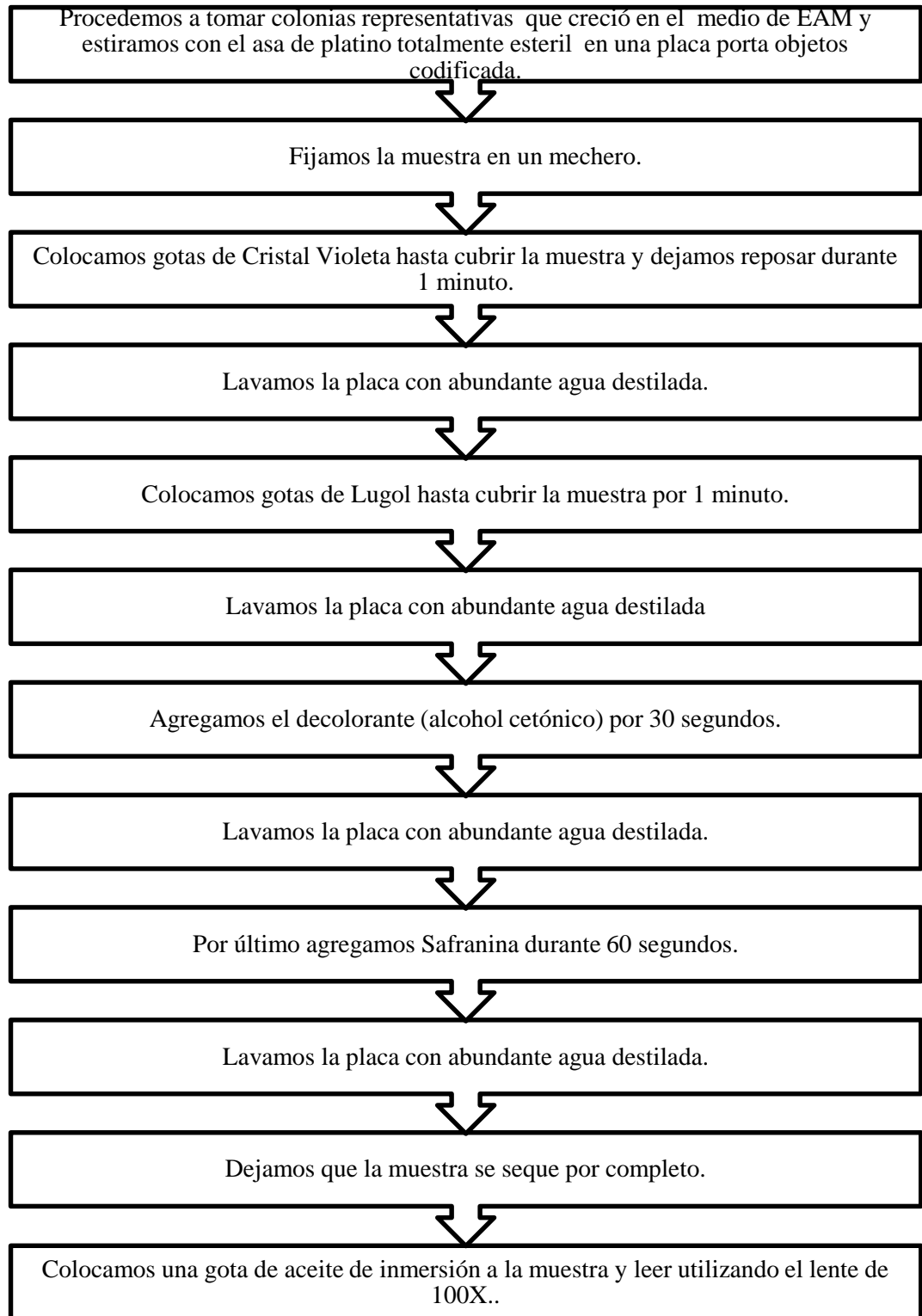
Eosina Azul de Metileno



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros microbiológico (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

Tinción Gram

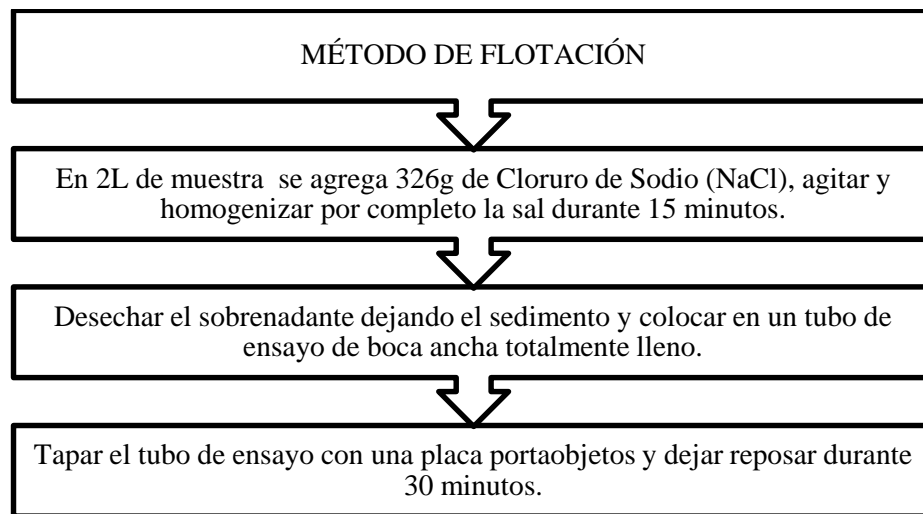


Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros microbiológico (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

ANÁLISIS PARASITARIO

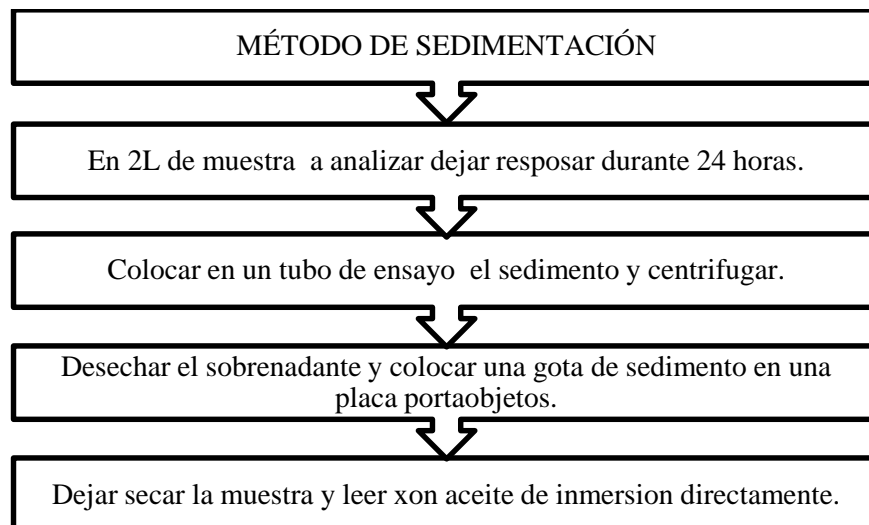
Determinación de *Giardia lamblia*



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros microbiológico (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

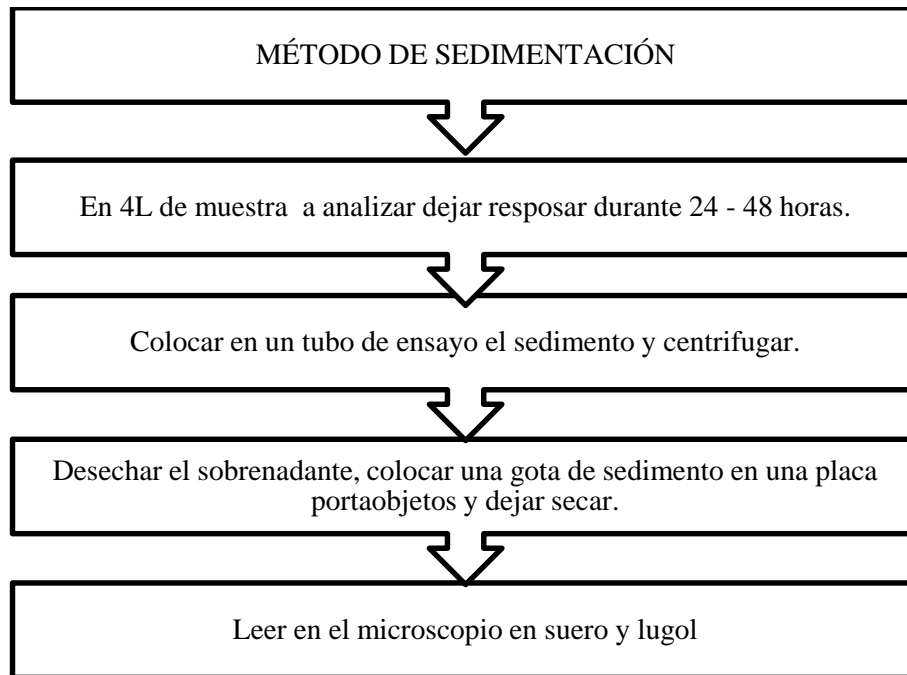
Determinación de *Cryptosporidium parvum*



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros microbiológico (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

DETERMINACIÓN DE PARÁSITOS GENERALES



Fuente: Manual de Procedimientos para análisis de parámetros microbiológico (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

TEMPERATURA

- En un vaso de precipitación con 25mL de muestra
- Introducir el electrodo
- Medir la temperatura

2.5 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

2.5.1 Métodos

El método general de la investigación es el Inductivo: cuyas muestras aplicables dentro de un amplio intervalo lineal y resultan especialmente sensibles en caso de los elementos refractarios.

Estudio de casos: Este estudio permite demostrar que los parámetros físico, químico y microbiológicos del agua son óptimos; valores clave para determinar calidad del agua del balneario Morete Puyu, además que la utilidad práctica de este método de estudio de caso ofrece a los investigadores permitira generalizar conclusiones a través de la obtención de resultados de las muestras de estudios.

Métodos comparativos causales: Procedimiento de la comparación sistemática de casos de análisis, con este método se procede a comparar muestras del antes y después alguna fase del proceso de análisis.

2.5.2 Técnicas

La presente investigación se realizará en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), a través de la Escuela de Bioquímica y Farmacia (Facultad de Ciencias) la cual facilitará sus instalaciones de laboratorios de Análisis Clínicos y Microbiológicos para la evaluación de la calidad del agua de las piscinas del balneario.

Para la recolección de datos físico, químico y microbiológico del agua y evaluar la calidad mediante un tratamiento estadístico de los datos se realizó a través de Microsoft Excel en el cual se describe cada parámetro analizado.

2.6 Materiales utilizados

2.6.1 Materiales de Laboratorio

- Vasos de precipitación
- Varilla de agitación
- Erlenmeyer de 250mL
- Piseta
- Bureta de 50mL
- Cepillo

2.6.2 Reactivos

- Agua destilada
- Reactivo de Nitriver
- Reactivo Ammonia Salycylate Reagent
- EDTA (0.02M)
- H_2SO_4
- KCN
- K_2CrO_7
- $AgNO_3$
- Fenolftaleína

- Naranja de Metilo
- NaOH (1N)
- Murexida
- Buffer pH 10
- Negro de Eriocromo T (Eriochromschwarz)

2.6.3 Equipos

- Equipo de HACH
- pHmetro
- turbidímetro

CAPITULO III

3.1 Análisis de resultados físico-químicos según el Real Decreto 742/2013 y la normativa NTE INEN 1108:2014

3.1.1 Análisis del parámetro pH según muestras analizadas

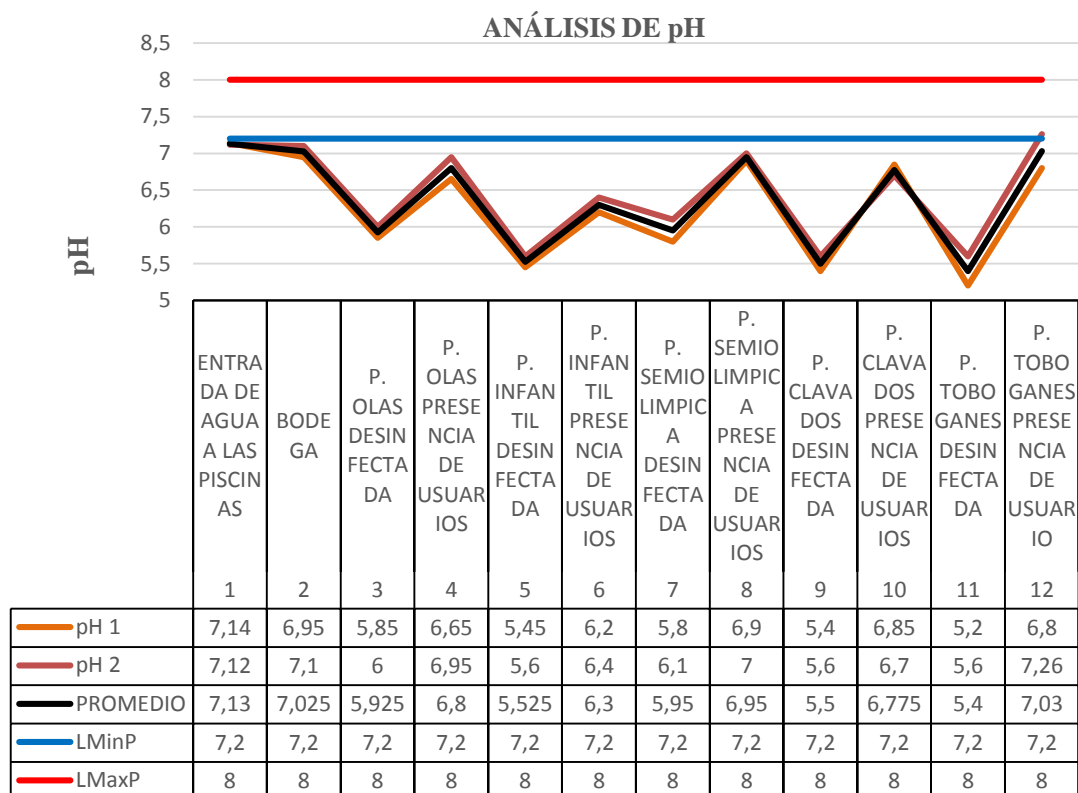


Gráfico 1-3 Análisis de pH

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 1-3 presenta los resultados que se obtuvieron en la investigación del parámetro pH expresada en unidades, durante un periodo octubre-diciembre del 2016 en doce puntos de muestreo, recolectados por duplicado obteniendo un total del 24 muestras investigadas. Mediante la cual se observa que en los Periodos el pH se encuentra por debajo de valor permisible del Real Decreto 742/2013 que es de 7.2-8.

El pH indica si el agua se encuentra acida o básica; por ende éste al estar en un nivel bajo provoca daño tanto para sus usuarios como para las instalaciones de la piscinas; entre los problemas puede

presentarse irritaciones en la piel, ojos, mucosas y por otro lado en la piscina provoca un desgaste de los materiales por lo cual genera corrosión en escaleras, filtros, bombas.

3.2.2 Análisis del parámetro temperatura según muestras analizadas

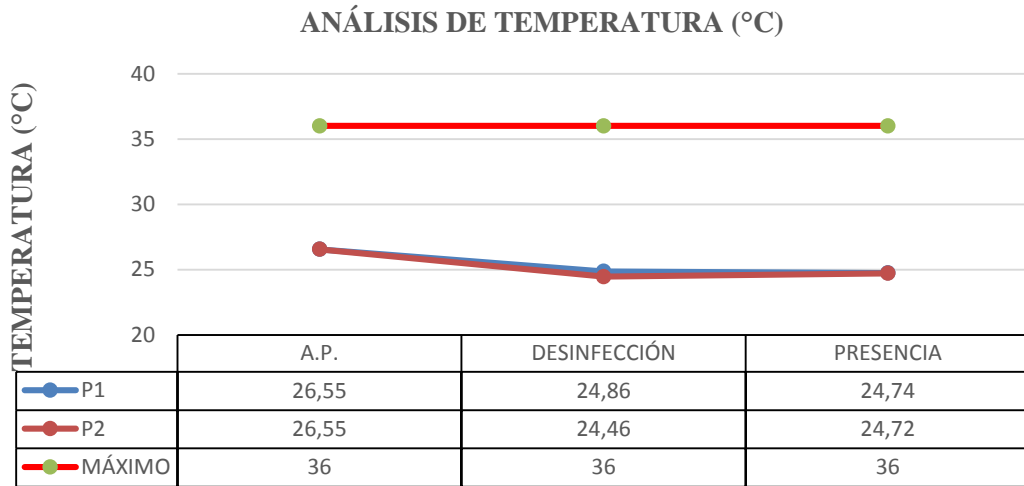


Gráfico 2-3 Análisis de temperatura

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La grafica 2-3 denota los valores obtenidos en la investigación que se desarrolló en el periodo Octubre-Diciembre del 2016 por lo que se observa que la temperatura se encuentra dentro del límite permisible del Real Decreto 742/2013 el cual indica que la temperatura no debe superar los 36 °C.

La temperatura es un parámetro que mide calor que posee un cuerpo por tal si el agua se encuentra a temperaturas elevadas puede generar cansancio por lo que el metabolismo de nuestro cuerpo aumenta, además temperaturas extremas ayudan al crecimientos de microorganismos patógenos para los usuarios caso contrario en aguas frías el cuerpo es capaz de adaptarse mejor y evita el cansancio pronto del usuario.

3.2.3 Análisis del parámetro color según muestras analizadas

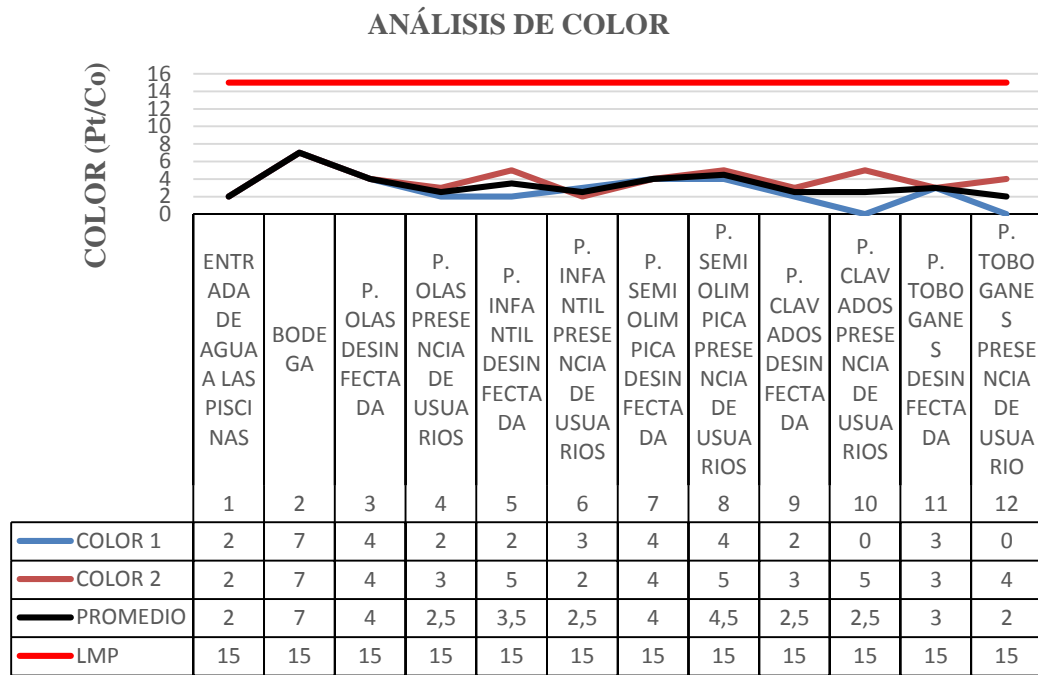


Gráfico 3 -3 Análisis de Color

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 3.3 resalta los valores obtenidos de las muestras recolectadas en sus dos periodos que se realizó en Octubre-Diciembre del 2016 por lo cual se observa claramente que los valores de las muestras se encuentran dentro del valor máximo permitido por la NTE INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos, los cuales se expresan en Pt-Co. El valor más alto fue de 7 Pt-Co y el más bajo fue obviamente 0 Pt-Co en algunas muestras.

El color es un indicativo de sustancias contaminantes como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta en el agua. Al obtener los resultados de la gráfica 3.5 son alentadores ya que se observan que los valores son bajos el cual significa que el agua está libre de contaminantes como metales, minerales, humus, magnesio, hierro que son perjudiciales radicalmente en la calidad de agua.

3.2.4 Análisis del parámetro turbiedad según muestras analizadas

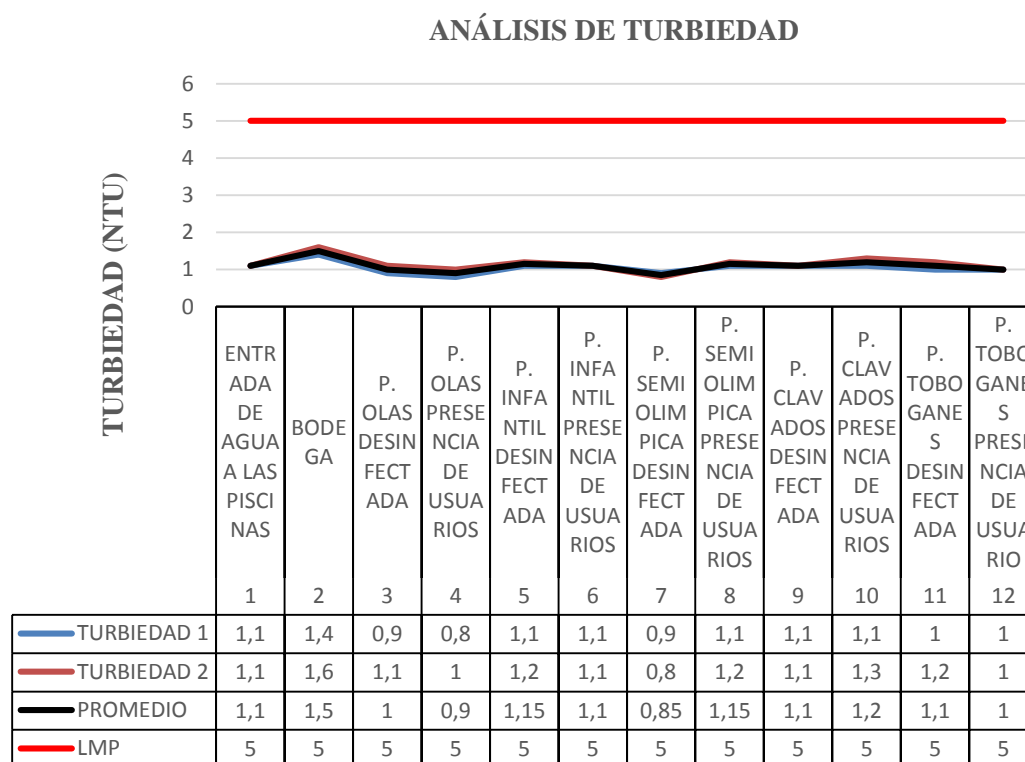


Gráfico 4 -3 Análisis de Turbiedad

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 4-3 presenta los resultados que se obtuvieron del parámetro turbiedad que se expresan en NTU, y fue realizado en los periodos Octubre-Diciembre del 2016 en doce puntos específicos por duplicado.

La turbidez es un parámetro de calidad que es muy importante al hablarse de agua ya que los usuarios de las piscinas visualizan inmediatamente este parámetro y por estética se pueden aceptar o rechazar el centro turístico.

3.2.5 Análisis del parámetro conductividad según muestras analizadas

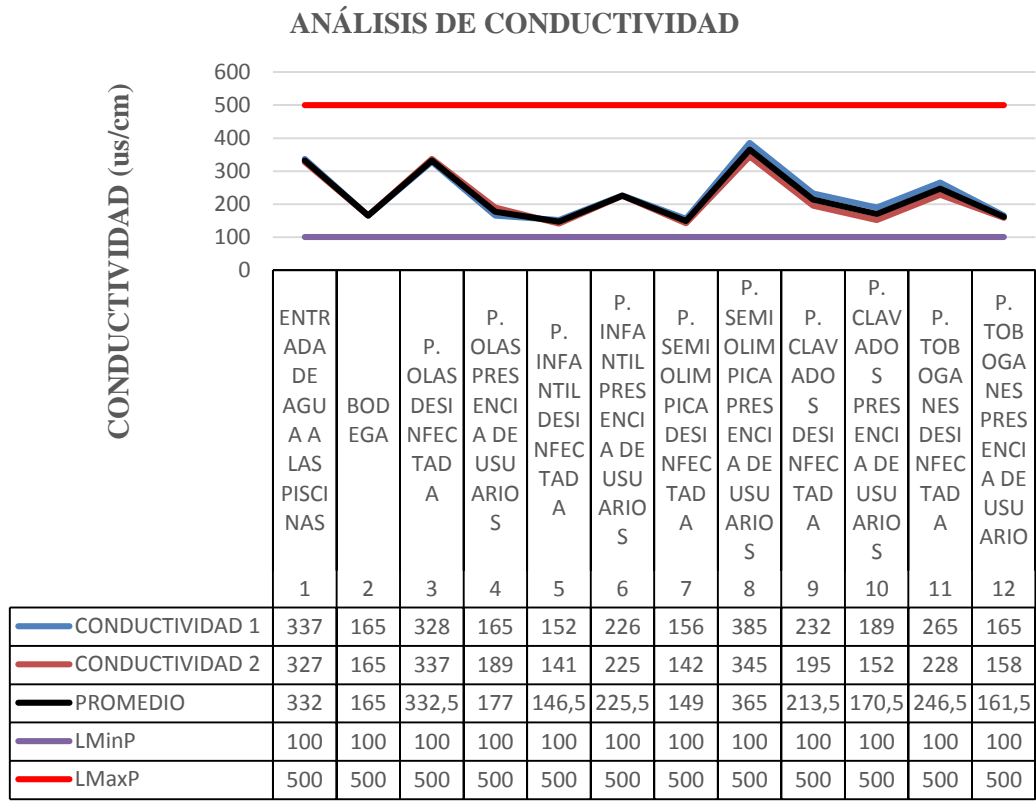


Gráfico 5-3 Análisis de conductividad

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)
Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 2-3 denota los resultados de conductividad que se obtuvieron en la investigación que se realizó en el balneario Morete Puyu en los periodos Octubre – Diciembre del 2016 los cuales fueron doce puntos analizados por duplicado por cada periodo.

La conductividad del agua es la habilidad que tiene esta sustancia para transmitir calor, electricidad y sonido al observar la gráfica 3.9 se analiza que los valores se encuentran dentro del valor límite máximo (500 mg/L) según el Decreto N .475 de Colombia, este parámetro está relacionado directamente con la cantidad de iones que posee el agua entre más cantidad de iones la conductividad será mayor por ende entre mayor CL^- y Na^+ mayor electricidad.

3.2.6 Análisis del parámetro cloro residual según muestras analizadas

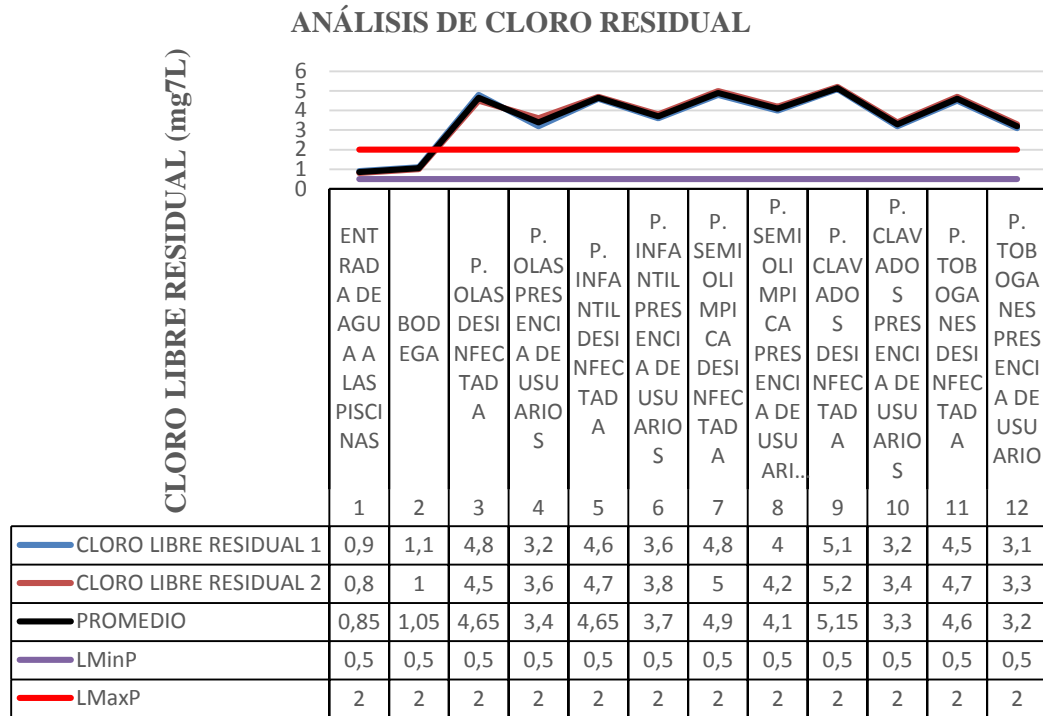


Gráfico 6-3 Análisis de Cloro residual

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 6-3 destaca los valores que se obtuvieron en la investigación del parámetro cloro residual en los periodos Octubre - Diciembre del 2016 en doce puntos de muestreo, recolectados por duplicado obteniendo un total de 24 muestras investigadas. Mediante la cual se observa que en los dos periodos el valor del cloro residual se encuentra sobre el límite permisible (0.5-2mg/L) según el Real Decreto 742/2013.

El cloro es principal desinfectante que se utiliza en la desinfección de las piscinas para eliminar microorganismos patógenos y evitar la proliferación de los mismos y puedan generar enfermedades a los usuarios. Al añadir cloro a la piscina este produce una reacción química que da como resultado ácido hipocloroso y este producto es realmente un desinfectante.

3.2.7 Análisis del parámetro dureza según muestras analizadas

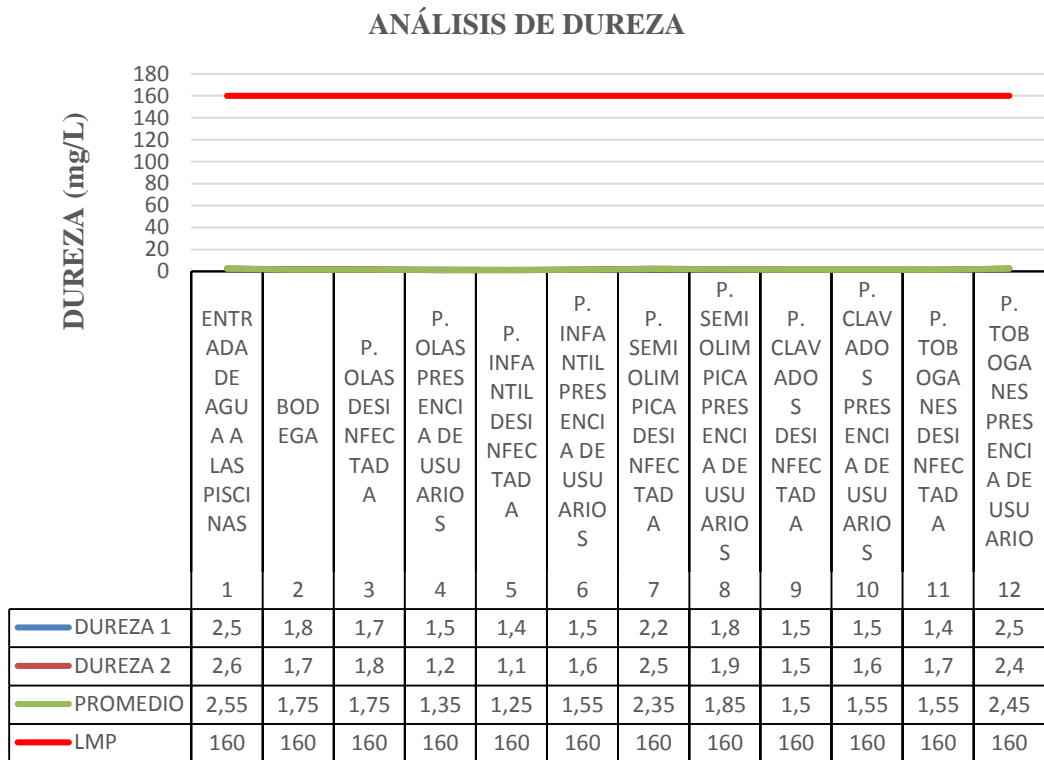


Gráfico 7-3 Análisis de Dureza

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

En la gráfica 7.3 se observa los valores de dureza del agua, los cuales se encuentran dentro del rango que permite el Decreto N .475 de Colombia que es de 160mg/L.

La dureza se refiere a la concentración de minerales que se encuentran presentes en el agua principalmente magnesio, calcio que son los causantes de la dureza del agua por ende se puede relacionarla directamente con la concentración de sales alcalinas.

Cuando la dureza se encuentra baja esta causa problemas en los usuarios provocando picaduras en parte superior de las piscinas, además presenta coloración del agua, produce corrosión en las partes metálicas de la piscina. Caso contrario si la dureza se encuentra elevada esta produce un agua turbia que no favorece a la parte estética de la piscina.

3.2.8 Análisis del parámetro alcalinidad según muestras analizadas

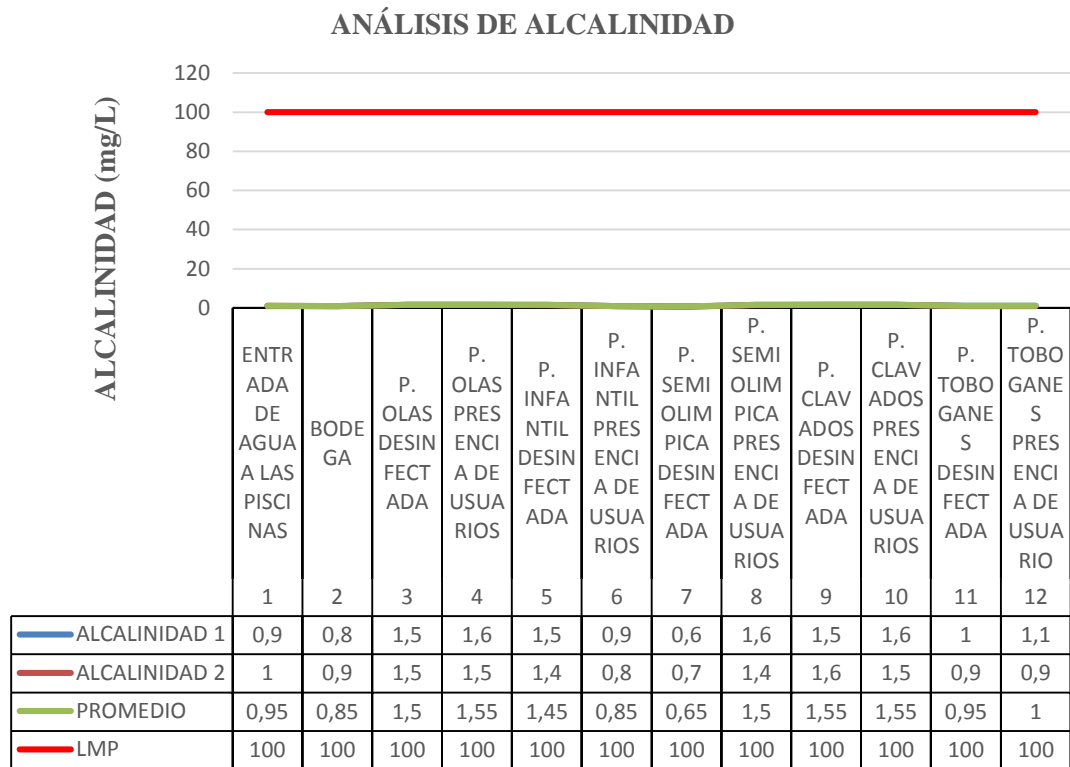


Gráfico 8-3 Análisis de Alcalinidad

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 8.3 resaltan los valores de alcalinidad que fueron analizados en dos periodos Octubre-Diciembre del 2016 en doce puntos específicos por duplicados con un total de muestras de 24. En las gráficas se observan la alcalinidad individual y grupal, donde todos los valores se encuentran dentro del límite permisible (100mg/L) según el Decreto N .475 de Colombia.

La alcalinidad es un parámetro indicador de la cantidad de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que se encuentran presentes en el agua. Una deficiencia de alcalinidad es capaz de producir aguas corrosivas, además que en las partes metálicas presenta manchas. Y un exceso de alcalinidad produce un aumento incontrolable del pH, irritación en los ojos, garganta, nariz de los turistas.

3.2.9 Análisis del parámetro sólidos totales disueltos según muestras analizadas

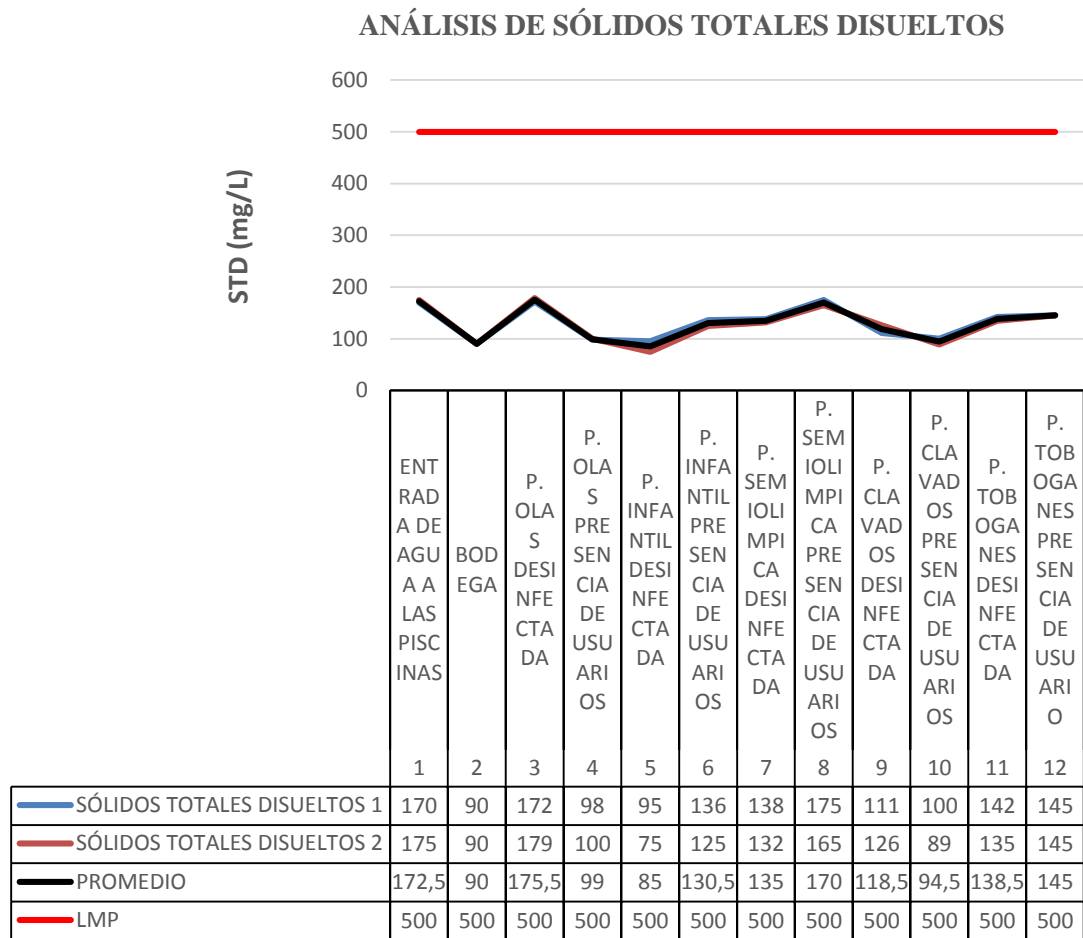


Gráfico 9-3 Análisis de STD

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 9-3 de muestreo resaltan los valores investigados de los Sólidos Totales Disueltos el cual indica el Decreto N .475 de Colombia que su límite permisible es de 500mg/L el cual se observa que los valores se encuentran dentro del rango del Decreto lo que significa que en este parámetro el agua presenta calidad.

Los valores de los Sólidos Totales Disueltos se encuentran relativamente bajos, lo cual indica calidad del agua. Al encontrarse este elevado genera agua turbia, además reduce el efecto de los desinfectantes y produce espuma.

3.2.10 Análisis del parámetro calcio según muestras analizadas

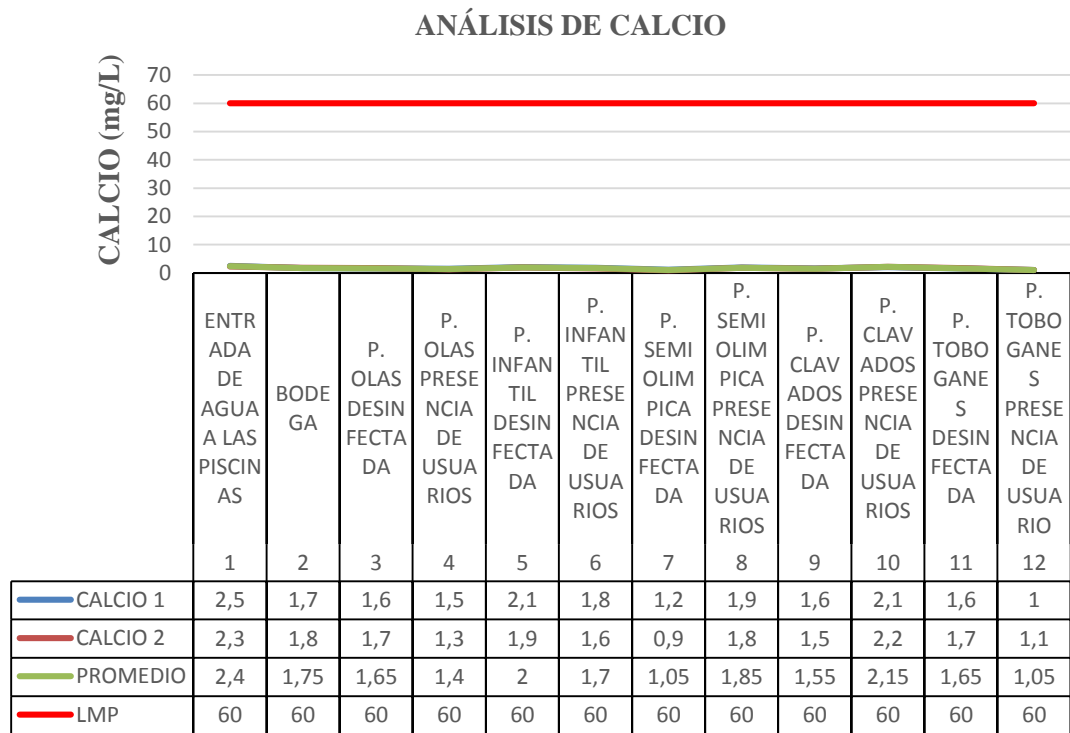


Gráfico 10 -3 Análisis de Calcio

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 10.3 presenta los resultados que se obtuvieron en la investigación del parámetro calcio expresada en unidades (mg/L), durante un periodo octubre-diciembre del 2016 en doce puntos de muestreo, recolectados por duplicado obteniendo un total del 24 muestras investigadas. Mediante la cual se observa que en los Periodos el calcio se encuentra por debajo de valor permisible del Decreto N .475 de Colombia que es de 60 mg/L.

Una agua elevada en calcio representa una agua dura por ende el exceso de calcio produce precipitación en las paredes de las piscina, bombas, cañerías. Y si tiene valores inferiores de calcio el agua se vuelve corrosiva es por eso que se le relaciona directamente proporcional con la dureza.

3.2.11 Análisis del parámetro amonio según muestras analizadas

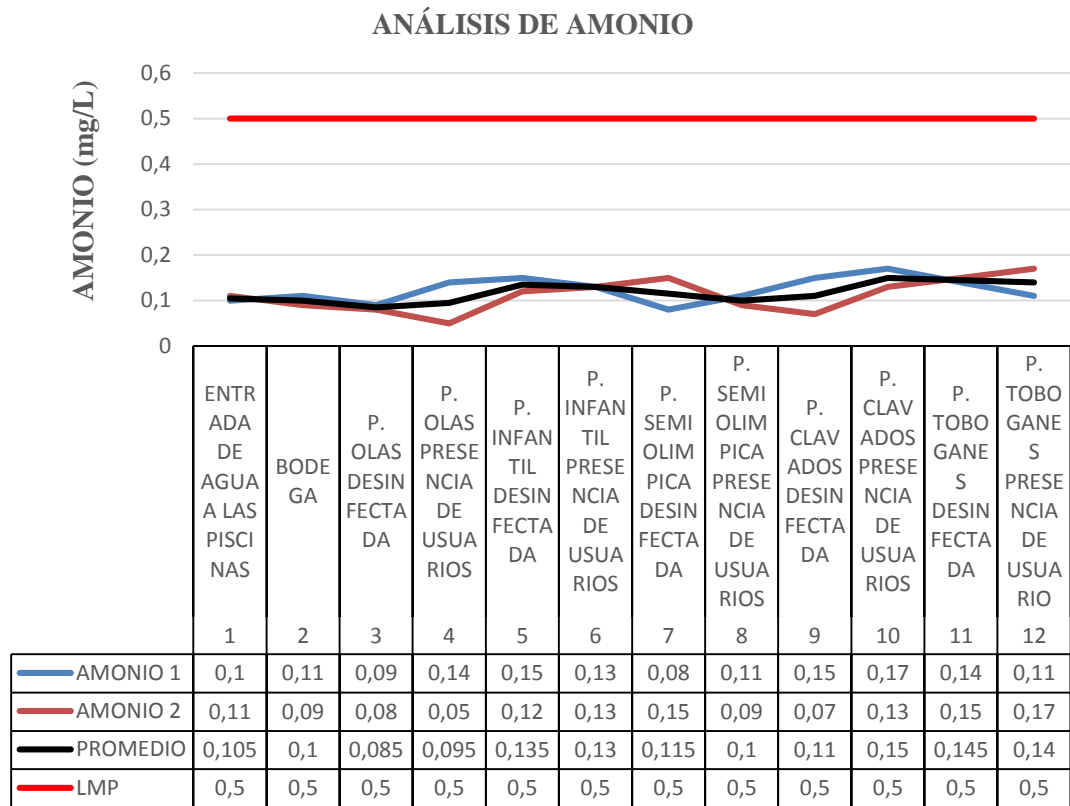


Gráfico 11-3 Análisis de Amonio

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La gráfica 11-3 presenta los resultados que se obtuvieron en la investigación del parámetro amonio expresada en unidades (mg/L), durante un periodo octubre-diciembre del 2016 en doce puntos de muestreo, recolectados por duplicado obteniendo un total del 24 muestras investigadas. Mediante la cual se observa que en los Periodos el amonio se encuentra por debajo de valor permisible.

Cuando el agua está contaminada de amonio se refiere a una contaminación orgánica, debido a que está presentando una degradación de la materia orgánica. Cuando este parámetro se encuentra elevado desfavorece la desinfección del agua.

3.2.12 Análisis del parámetro nitritos según muestras analizadas

ANÁLISIS DE NITRITOS

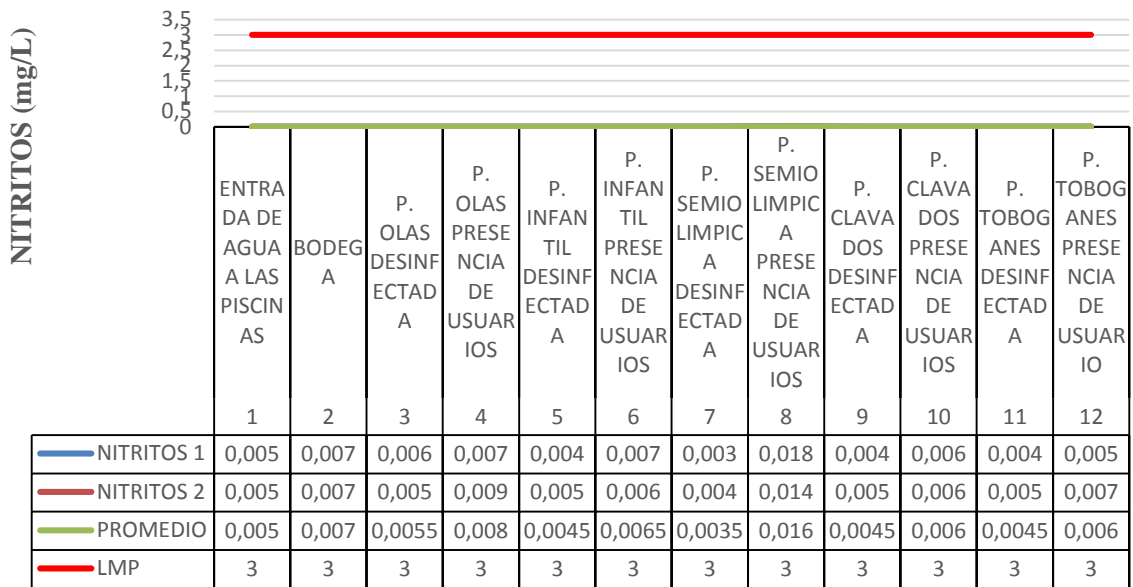


Gráfico 12 -3 Análisis de Nitritos

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

La grafica 12-3 denota los valores de nitritos obtenidos en la investigación que se desarrolló en el periodo Octubre-Diciembre del 2016 por lo que se observa que este parámetro se encuentra dentro del valor máximo permitido por la NTE INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos el cual indica que los nitritos no deben superar los 3 mg/L.

Los nitritos es un indicador de contaminación fecal, orina. Al presentarse en elevadas concentraciones esta contaminación es toxica y puede llegar a ser cancerígeno para el humano.

3.3 Análisis de resultados microbiológicos según el Real Decreto 742/2013 y la normativa NTE INEN 1108:2014

PERIODO 1 (Fin de semana)

PUNTOS	<i>E. coli</i>	<i>Cryptosporidiu m</i>	<i>Giardia lamblia</i>	Otros parásitos
1	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
2	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
3	Presencia	Ausencia	(NP)	(NP)
4	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
5	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
6	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
7	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
8	Ausencia	36Ausencia	(NP)	(NP)
9	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
10	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
11	Presencia	Ausencia	(NP)	(NP)
12	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)

PERIODO 2 (Feriado)

PUNTOS	<i>E. coli</i>	<i>Cryptosporidi um</i>	<i>Giardia lamblia</i>	Otros parásitos
1	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
2	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
3	Presencia	Ausencia	(NP)	(NP)
4	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
5	Presencia	Ausencia	(NP)	(NP)
6	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
7	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
8	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
9	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
10	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)
11	Presencia	Ausencia	(NP)	(NP)
12	Ausencia	Ausencia	(NP)	(NP)

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas (ESPOCH)

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

Tubos Positivos				Tubos Positivos				Tubos Positivos				Tubos Positivos			
0.1 mL	0.01 mL	0.001 mL	NMP	0.1 mL	0.01 mL	0.001 mL	NMP	0.1 mL	0.01 mL	0.001 mL	NMP	0.1 mL	0.01 mL	0.001 mL	NMP
0	0	0	<3	1	0	0	3.6	2	0	0	9.1	3	0	0	23
0	0	1	3	1	0	1	7.2	2	0	1	14	3	0	1	39
0	0	2	6	1	0	2	11	2	0	2	20	3	0	2	64
0	0	3	9	1	0	3	15	2	0	3	26	3	0	3	95
0	1	0	3	1	1	0	7.3	2	1	0	15	3	1	0	43
0	1	1	6.1	1	1	1	11	2	1	1	20	3	1	1	75
0	1	2	9.2	1	1	2	15	2	1	2	27	3	1	2	120
0	1	3	12	1	1	3	19	2	1	3	34	3	1	3	160
0	2	0	6.2	1	2	0	11	2	2	0	21	3	2	0	93
0	2	1	9.3	1	2	1	15	2	2	1	28	3	2	1	150
0	2	2	12	1	2	2	20	2	2	2	35	3	2	2	210
0	2	3	16	1	2	3	24	2	2	3	42	3	2	3	290
0	3	0	9.4	1	3	0	16	2	3	0	29	3	3	0	240
0	3	1	13	1	3	1	20	2	3	1	36	3	3	1	460
0	3	2	16	1	3	2	24	2	3	2	44	3	3	2	1100
0	3	3	19	1	3	3	29	2	3	3	53	3	3	3	>1100

Figura 1-3 Número más Probable

Fuente: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5298028&fecha=06/05/2013

Realizado por: Sandra Andrade. 2017

Para la identificación de coliformes fecales que está representada principalmente la *Escherichia coli* se utilizó el método del número más probable (NMP), donde a través del caldo verde bilis brillante se sospechó presencia de *E. coli* debido que se observaban tubos positivos que provenían del periodo 1 de los puntos 3 (piscinas con olas en presencia de turistas), punto 11 (piscinas con toboganes en presencia de turísticas) y en el periodo se aumentó el punto 5 (piscina infantil) estos se encontro en la serie -1 de cada tubo de los puntos mencionados, se observó en la campana de Durham presencia de gas y el medio de cultivo turbio, mientras que los demás tubos no hubo variación.

Al tomar la lectura de los tubos con la tabla del NMP con los tubos positivos de cada punto en tres series (-1,-2,-3) se obtuvo una combinación 1:0:0 que demuestra que se presencia 3.6 coliformes fecales en un mL de muestra.

Por lo cual para la confirmación de *E. coli* se procedió a sembrar en agar eosina azul de metileno, incubar de 24-72 h y obteniendo un crecimiento en las cajas Petri dando como positivo al observar colonias pequeñas color verde metálico.

Para estar 100% seguros se realizó tinción Gram tomando colonias representativas y observando al microscopio bacilos Gram negativos lo cual confirmo la presencia de *E.coli*.

Lo cual demuestra que no se encuentra dentro del valor límite querido por el Real Decreto 742/2013 que es 0 UFC. La presencia de *E.coli* puede generar dificultades en los usuarios debido que estan expuesto directamente a ingerir el agua provocando diarreas, y son el causante de infecciones urinarias generalmente en mujeres.

Por lado para el análisis parasitario la Norma Ecuatoriana 1108:2014 nos exige la identificación de *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia* los mismos que realizo por el método de flotación para identificación de *Giardia spp* el método de centrifugación para identificación de *Cryptosporidium spp* dando como resultado ausencia de estos parásitos.

La norma nos exige analizar estos parasitos debido a que tienen la gran capacidad de resistir a diferentes químicos como el cloro y son difíciles de eliminarlos, pero al no poseer estos parásitos se encuentran dentro del límite permisible.

Para la determinación de los parásitos que nos exige la normativa se utilizó el método de flotación para *Giardia spp* y el método de centrifugación para *Cryptosporidium spp*. Los resultados fueron negativos para los dos parásitos en cada punto de muestreo donde se lee ausencia en *Cryptosporidium spp* y no presenta (NP) en *Giardia spp*.

CONCLUSIONES

- Se estudió la calidad física-química y microbiológica del agua en dos periodos (fin de semana) (feriado) bajo el permiso del GAD de Puyo utilizando la Norma de Real Decreto 742/2013 y la NTE INEN 1108 quinta revisión 2014.
- Se tomó las muestras de doce puntos específicos los cuales 2 puntos provenían del agua potable de la ciudad del Puyo, 5 puntos fueron las piscinas en presencia de turistas y 5 puntos fueron las piscinas en tratamiento de desinfección los cuales fueron analizados por duplicado con un total de 24 muestras.
- Se investigó un análisis microbiológico en el cual se determinó la presencia de *E.coli* por el método del número más probable con 3.6 UFC por mL de muestra fue principal microorganismo presente al contrario del análisis parasitario que se utilizó el método de flotación para identificación de *Giardia spp* y el método de centrifugación para *Criptosporidium spp*. Donde se observó la ausencia de estos parásitos que exige la NTE INEN 1108 quinta revisión 2014.
- Los parámetros físico-químicos que se encontraron fuera del límite permisible del Real Decreto 742/2013 fueron el pH y el cloro residual generalmente en el periodo 2 en la etapa de desinfección esto es normal debido a que se agrega gran cantidad de cloro alterando estos resultados, los demás parámetros: turbiedad, conductividad, alcalinidad, dureza, calcio, nitritos, amonio, temperatura, solidos totales disueltos, color se encuentran dentro del límite permisible de la norma.
- Al analizar los resultados obtenidos durante la investigación de dos periodos Octubre-Diciembre del 2016 se concluye que el agua de piscina de balneario Morete Puyo de la ciudad del no es apta para los usuarios.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los encargados del balneario utilizar un reglamento de uso interno, que complementen las normativas de uso municipal el cual debe ser colocado en un sitio visible del centro turístico entre las normas debe constar el horario de atención, vestimenta al utilizar entre otras.
- Se recomienda revisar las instalaciones previas a su apertura en la cual deberá comprobar que las instalaciones se encuentren en perfecto estado.
- El exceso de cloro puede llegar a ser perjudicial para la salud por ende se recomienda desinfectar las piscinas con adecuado tiempo para evitar que cuando haya presencia de turistas las concentraciones de cloro no sean excesivas capaces de causar problemas en los usuarios.
- Se recomienda al personal de limpieza mantener constantemente limpia la bodega debido a que el agua de reserva ingresa al momento de utilizar las olas y toboganes de la piscina y no posee el agua un previo tratamiento.
- Se recomienda limpiar las piscinas 2 veces por semana para mayor inocuidad de la misma.

BIBLIOGRAFIA

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO [en línea]. Soluciones avanzadas y tecnológicas de piscinas: 5 Medidas de la página. [Consulta: 15 Diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.solatep.com/public/pdf/Analisislaboratorio-1111010921.pdf>

BRIONES M. “Infecciones en la piscina”, *Revista El Universo*, 32(1), 2014, Ecuador.

BRIONES M. “Infecciones en la piscina”, *Revista El Universo*, 32(1), 2014, Ecuador.

CARBAJAL A & GÓNZALES M. “Propiedades y funciones biológicas del agua”. *Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid*, 33(3), 2012, España, 33-120.

DECRETO REAL ESPAÑOL, *Piscina* [en línea]. España, 2013, [Consulta: 18 de diciembre del 2016]. Disponible en: <http://boe.es/boe/dias/2013/10/11/pdfs/BOE-A-2013-10580.pdf>

ECUADOR, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Aguas recreativas (balnearios)* [en línea]. Región de las Américas: 2017. Programas y Proyectos, pp 20-24. [Consulta: 10 de diciembre del 2016]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/es/

EPIPNOZA, T., & GONZÁLES, V. Factibilidad de la implementación de desinfección por ozono para la potabilización del agua en la planta de tratamiento potabilizadora Dr. Alejo Zuloaga de la ciudad de Valencia, estado de Carabobo. *Revista Ingeniería UC*, 2009, 16(3), 51-57

ESCHERICHIA COLI. [En línea]. Detalles de *E.coli* [Consulta: 12 Enero 2016]. Disponible en: <http://www.abc.es/20110531/sociedad/abci-escherichia-coli-pepinos-201105301450.html>

GIAMPAOLI S & ROMANO V. “Salud y seguridad en las aguas de recreo” *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*, 92 (2), 2014, Italia, 77-152.

GUTIERREZ D, JUAREZ M, POMA H, GARCÉD B & RAJAL V. “Cuantificación y evaluación de la estacionalidad de elementos parasitarios en ambientes acuáticos recreativos de la provincia de Salta, Argentina” *Revista Argentina De Microbiología*, 46(2), 2014, Argentina, 150-160.

- GUTIERREZ D, JUAREZ M, POMA H, GARCÉD B & RAJAL V.** “Cuantificación y evaluación de la estacionalidad de elementos parasitarios en ambientes acuáticos recreativos de la provincia de Salta, Argentina” *Revista Argentina De Microbiología*, 46(2), 2014, Argentina, 150-160
- MARTIN D, HERNADEZ A, FELIPE A & ALVAREZ R.** “Análisis microbiológico y físicoquímico del agua de piscina de la isla de Tenerife” *Revista de Sanidad e Higiene pública*, 66 (5-6), 1992, España, 281-289.
- NARANJO JORGE.** Plan de mejoramiento para el sistema de desinfección de piscinas. Quito-Ecuador, 2008, pp. 18-2
- NTE INEN 1108.** *Agua potable. Requisitos.* [En línea], Parte 1: 2011. [Consultado: 20 de diciembre de 2016.]. Disponible en: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>
- OCAÑA BONIFAZ, Evelyn Patricia.** Estudio microbiológico de las aguas termomedicinales del parque acuático Los Elenes, cantón Guano, provincia de Chimborazo. [En línea] (Tesis)(Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador 2015. pp. 1 [Consulta: 2016-11-10]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4420/1/56T00557%20UDCTFC.pdf>
- OCAÑA BONIFAZ, Evelyn Patricia.** Estudio microbiológico de las aguas termomedicinales del parque acuático Los Elenes, cantón Guano, provincia de Chimborazo. [En línea] (Tesis)(Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador 2015. pp. 2 [Consulta: 2016-11-10]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4420/1/56T00557%20UDCTFC.pdf>
- OLEAS LARA, Byron Fabricio.** Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano en la parroquia rural de Cubijíes del cantón Riobamba. . [En línea] (Tesis)(Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador 2015. pp. 30 [Consulta: 2016-11-12]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/5709/1/56T00644.pdf>
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *Agua* [en línea]. Región de las Américas: 2005. Programas y Proyectos, pp 26-45. [Consulta: 07 de diciembre del 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/topics/water/es/>
- PÉREZ GREGORI.; ROSALES M.; VALDEZ R.; VARGAS F., CORDOVA O.;** Detección de parásitos intestinales en agua y alimentos de trujillo, Perú, *Revista Perú Med Exp Salud Publica*, 2008, 25(1), Perú, 144-148.

RAMOS R.; VIDAL L.; VILARDY S.; SAAVEDRA L.; (2008); Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de santa marta, caribe colombiano; 13 (3); Colombia; pp 88.

SÁNCHEZ, NICÓLAS. *pH de piscinas* [en línea]. Piscinas XIX, 28(184), España, 48-52

SEVERICHE, C., ACEVEDO, R., & CARMEN, J. J. *Calidad del agua para consumo humano*: Municipio de Turbaco Bolivar, Colombia (Primera ed.). Eumed.net.

ANEXOS

ANEXO A: Parque Acuático “Morete Puyu”



ANEXO B Puntos de muestreo



Fotografía N.- 2 Entrada de agua a la piscina



Fotografía N.- 3 Agua de almacenamiento



Fotografía N.- 4 Piscina de olas en presencia desinfectadas



Fotografía N.- 5 Piscina de olas de turistas



Fotografía N.- 6 Piscina infantil en presencia de turistas



Fotografía N.- 7 Piscina Infantil desinfectada



Fotografía N.- 8 Piscina de toboganes desinfectada.



Fotografía N.- 9 Piscina semiolimpica desinfectadas



Fotografía N.- 10 Piscina de clavados en presencia de turistas



Fotografía N.- 11 Piscina de clavados en presencia de turistas



Fotografía N.- 12 Piscina de toboganes en presencia de turistas

ANEXO C Análisis de los parámetros físicos químicos



Fotografía N.-14

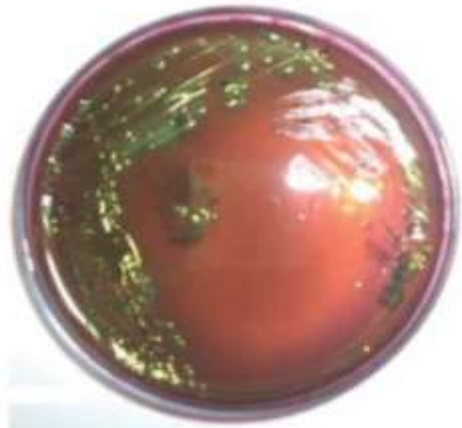


Fotografía N.- 15



Fotografía N.- 16

ANEXO D Análisis microbiológico



**ANEXO E RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICO-QUIMICO DEL
BALENARIO MORETE PUYU**

PARÁMETRO	PUN TO	FIN DE SEMA NA	FERIA DO	PROME DIO	LIMITE MÁXIMO PERMITI BLE	CUMP LE	NO CUMP LE
pH	1	7,14	7,14	7,14	7,2-8		X
	2	6,95	6,95	6,95	7,2-8		X
	3	6,95	6,8	6,875	7,2-8		X
	4	7,12	7,15	7,135	7,2-8		X
	5	7,16	7,13	7,145	7,2-8		X
	6	7,1	6,95	7,025	7,2-8		X
	7	7,1	7,12	7,11	7,2-8		X
	8	7,1	7,15	7,125	7,2-8		X
	9	7	7,65	7,325	7,2-8	X	
	10	6,85	7,35	7,1	7,2-8		X
	11	7,65	7,12	7,385	7,2-8	X	
	12	7,12	7,26	7,2	7,2-8	X	
TEMPERATU RA °C	1	27,6	27,6	27,6	36	X	
	2	25,5	25,5	25,5	36	X	
	3	23,5	24,6	24,05	36	X	
	4	21,6	21,5	21,55	36	X	
	5	24,6	22,3	23,45	36	X	
	6	26,8	27,5	27,15	36	X	
	7	23,5	22,5	23	36	X	
	8	24,6	25,6	25,1	36	X	
	9	25,1	24,3	24,7	36	X	
	10	24,2	23,6	23,9	36	X	
	11	27,6	28,6	28,1	36	X	
	12	26,5	25,4	25,95	36	X	
TURBIEDAD (NTU)	1	1,1	1,1	1,1	5	X	

2	1,4	1,6	1,5	5	X	
3	0,9	1,1	1	5	X	
4	0,8	1	0,9	5	X	
5	1,1	1,2	1,15	5	X	
6	1,1	1,1	1,1	5	X	
7	0,9	0,8	0,85	5	X	
8	1,1	1,2	1,15	5	X	
9	1,1	1,1	1,1	5	X	
10	1,1	1,3	1,2	5	X	
11	1	1,2	1,1	5	X	
12	1	1	1	5	X	
COLOR (Pto/Co)	1	2	2	2	15	X
2	7	7	7	15	X	
3	4	4	4	15	X	
4	2	3	2,5	15	X	
5	2	5	3,5	15	X	
6	3	2	2,5	15	X	
7	4	4	4	15	X	
8	4	5	4,5	15	X	
9	2	3	2,5	15	X	
10	0	5	2,5	15	X	
11	3	3	3	15	X	
12	0	4	2	15	X	
CONDUCTIVI DAD (us/cm)	1	337	327	332	100-500	X
2	165	165	165	100-500	X	
3	328	337	332,5	100-500	X	
4	165	189	177	100-500	X	
5	152	141	146,5	100-500	X	
6	226	225	225,5	100-500	X	
7	156	142	149	100-500	X	
8	385	345	365	100-500	X	
9	232	195	213,5	100-500	X	

	10	189	152	170,5	100-500	X
	11	265	228	246,5	100-500	X
	12	165	158	161,5	100-500	X
DUREZA (mg/L)	1	2,5	2,6	2,55	160	X
	2	1,8	1,7	1,75	160	X
	3	1,7	1,8	1,75	160	X
	4	1,5	1,2	1,35	160	X
	5	1,4	1,1	1,25	160	X
	6	1,5	1,6	1,55	160	X
	7	2,2	2,5	2,35	160	X
	8	1,8	1,9	1,85	160	X
	9	1,5	1,5	1,5	160	X
	10	1,5	1,6	1,55	160	X
	11	1,4	1,7	1,55	160	X
	12	2,5	2,4	2,45	160	X
	12	2,5	2,6	2,55	160	X
COLORO RESIDUAL (mg/L)	1	0,9	0,8	0,85	0,5-2	X
	2	2,8	3,4	3,1	0,5-2	X
	3	2,4	4,5	3,45	0,5-2	X
	4	2,7	4,8	3,75	0,5-2	X
	5	2,9	4,6	3,75	0,5-2	X
	6	2,7	4,7	3,7	0,5-2	X
	7	2,6	4,5	3,55	0,5-2	X
	8	2,5	4,6	3,55	0,5-2	X
	9	2,4	4,4	3,4	0,5-2	X
	10	2,8	4,3	3,55	0,5-2	X
	11	2,7	4,5	3,6	0,5-2	X
	12	2,9	4,5	3,7	0,5-2	X
ALCALINIDA D (mg/L)	1	0,9	1	0,95	100	X
	2	0,8	0,9	0,85	100	X

3	1,5	1,5	1,5	100	X
4	1,6	1,5	1,55	100	X
5	1,5	1,4	1,45	100	X
6	0,9	0,8	0,85	100	X
7	0,6	0,7	0,65	100	X
8	1,6	1,4	1,5	100	X
9	1,5	1,6	1,55	100	X
10	1,6	1,5	1,55	100	X
11	1	0,9	0,95	100	X
12	1,1	0,9	1	100	X
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L)	170	175	172,5	500	
1					X
2	90	90	90	500	X
3	172	179	175,5	500	X
4	98	100	99	500	X
5	95	75	85	500	X
6	136	125	130,5	500	X
7	138	132	135	500	X
8	175	165	170	500	X
9	111	126	118,5	500	X
10	100	89	94,5	500	X
11	142	135	138,5	500	X
12	145	145	145	500	X
CALCIO (mg/L)	2,5	2,3	2,4	60	X
1					
2	1,7	1,8	1,75	60	X
3	1,6	1,7	1,65	60	X
4	1,5	1,3	1,4	60	X
5	2,1	1,9	2	60	X
6	1,8	1,6	1,7	60	X
7	1,2	0,9	1,05	60	X
8	1,9	1,8	1,85	60	X

9	1,6	1,5	1,55	60	X	
10	2,1	2,2	2,15	60	X	
11	1,6	1,7	1,65	60	X	
12	1	1,1	1,05	60	X	
AMONIO	1	0,1	0,11	0,105	0,5	X
(mg/L)						
2	0,11	0,09	0,1	0,5	X	
3	0,09	0,08	0,085	0,5	X	
4	0,14	0,05	0,095	0,5	X	
5	0,15	0,12	0,135	0,5	X	
6	0,13	0,13	0,13	0,5	X	
7	0,08	0,15	0,115	0,5	X	
8	0,11	0,09	0,1	0,5	X	
9	0,15	0,07	0,11	0,5	X	
10	0,17	0,13	0,15	0,5	X	
11	0,14	0,15	0,145	0,5	X	
12	0,11	0,17	0,14	0,5	X	
NITRITOS	1	0,005	0,005	0,005	3	X
(mg/L)						
2	0,007	0,007	0,007	3	X	
3	0,006	0,005	0,0055	3	X	
4	0,007	0,009	0,008	3	X	
5	0,004	0,005	0,0045	3	X	
6	0,007	0,006	0,0065	3	X	
7	0,003	0,004	0,0035	3	X	
8	0,018	0,014	0,016	3	X	
9	0,004	0,005	0,0045	3	X	
10	0,006	0,006	0,006	3	X	
11	0,004	0,005	0,0045	3	X	
12	0,005	0,007	0,006	3	X	

Realizado por: Sandra Andrade

Fuente: Laboratorio de calidad de agua de la Facultad de Ciencias - ESPOCH

ANÁLISIS FÍSICO –QUÍMICO GRUPAL DEL BALNEARIO MORETE PUYU

PARÁMETRO	PUNTO	GRUPO	FIN DE SEMANA	FERIADO	LÍMITE MÁXIMO PERMITIBLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
pH	1	A.P	7,045	7,045	7,2-8		X	
	2	P.T	7,172	7,164	7,2-8		X	
	3	D.D	7,058	7,172	7,2-8		X	
TEMPERATURA °C	1	A.P	26,55	26,55	36	X		
	2	P.T	24,86	24,46	36	X		
	3	D.D	24,74	24,6	36	X		
TURBIEDAD (NTU)	1	A.P	1,25	1,35	5	X		
	2	P.T	1	1,08	5	X		
	3	D.D	1,02	1,12	5	X		
COLOR (Pto/Co)	1	A.P	4,5	4,5	15	X		
	2	P.T	3	3,8	15	X		
	3	D.D	1,8	3,8	15	X		
DUREZA (mg/L)	1	A.P	2,15	2,15	160	X		
	2	P.T	1,64	1,72	160	X		
	3	D.D	1,76	1,74	160	X		
DUREZA (mg/L)	3	D.D	226	213,8	100-500	X		
	1	A.P	2,5	2,6	160	X		
	2	P.T	1,8	1,7	160	X		
DUREZA (mg/L)	3	D.D	1,7	1,8	160	X		
	CLORO RESIDUAL (mg/L)	1	A.P	1,85	2,1	0,5-2	X	
		2	P.T	2,6	4,5	0,5-2		X
3		D.D	2,72	4,58	0,5-2		X	
ALCALINIDAD (mg/L)	1	A.P	0,85	0,85	100	X		
	2	P.T	1,22	1,22	100	X		
	3	D.D	1,36	1,22	100	X		

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L)	1	A.P	130	132,5	500	X	
	2	P.T	131,6	129,4	500	X	
	3	D.D	130,8	124,8	500	X	
CALCIO (mg/L)	1	A.P	2,1	2,05	60	X	
	2	P.T	1,62	1,34	60	X	
	3	D.D	1,66	1,44	60	X	
AMONIO (mg/L)	1	A.P	0,105	0,1	0,5	X	
	2	P.T	0,122	0,114	0,5	X	
	3	D.D	0,132	0,114	0,5	X	
NITRITOS (mg/L)	1	A.P	0,006	0,006	3	X	
	2	P.T	0,0042	0,0048	3	X	
	3	D.D	0,0086	0,0084	3	X	

Realizado por: Sandra Andrade

Fuente: Laboratorio de calidad de agua de la Facultad de Ciencias - ESPOCH

ANEXO I

PARÁMETROS INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

Parámetro	Valor paramétrico	Unidades	Notas	Condiciones para el cierre del vaso
<i>pH</i>	7,2 – 8,0		Cuando los valores estén fuera del rango se determinará el índice de Langelier que deberá estar entre - 0,5 y + 0,5	Cuando los valores estén por debajo de 6,0 o por encima de 9,0 se cerrará el vaso hasta normalización del valor.
<i>Temperatura</i>	24-30°C ≤36°C en hidromasaje	°C	Solo en el caso de vasos climatizados	Cuando en vasos climatizados los valores superen 40°C se cerrará el vaso hasta normalización del valor.
<i>Transparencia</i>	Que sea bien visible el desagüe de fondo			Cuando no se pueda distinguir el desagüe del fondo o el disco de Secchi
<i>Potencial REDOX</i>	Entre 250 y 900 mV.		Se medirá cuando los desinfectantes sean distintos del cloro o del bromo y sus derivados	
<i>Tiempo de recirculación</i>	Tiempos según las especificaciones y necesidades de la piscina para cumplir con los parámetros de calidad.	(horas)		
<i>Turbidez</i>	≤5	UNF		Cuando los valores superen 20 UNF se cerrará el vaso hasta normalización del valor
Desinfectante residual:				
<i>Cloro libre residual</i>	0,5 – 2,0 Cl ₂	mg/L	Se controlará cuando se utilice cloro o derivados del cloro como desinfectante.	En caso de ausencia o superación de 5 mg/L se cerrará el vaso hasta normalización del valor; en caso de piscinas cubiertas además se intensificará la renovación del aire.
<i>Cloro combinado residual</i>	≤ 0,6 Cl ₂	mg/L	Se controlará cuando se utilice cloro o derivados del cloro como desinfectante.	En caso de superación de 3 mg/L se cerrará el vaso hasta normalización del valor; en caso de piscinas cubiertas además se intensificará la renovación del aire.
<i>Bromo total</i>	2 - 5 mg/L Br ₂	mg/L	Se controlará cuando se utilice bromo como desinfectante.	En caso de superación de 10 mg/L se cerrará el vaso hasta normalización del valor; en caso de piscinas cubiertas además se intensificará la renovación del aire.
<i>Acido isocianúrico</i>	≤ 75	mg/L	Se controlará cuando se utilicen derivados del Ac. Tricloroisocianúrico.	En caso superación de 150 mg/L se cerrará el vaso hasta normalización del valor.

TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04
¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ⁶⁰ Co, ⁸⁶ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁶ Ra		

TABLA 2. Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Limite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epoclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitriotriacético	mg/l	0,2

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Limite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

TABLA 4. Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar: N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

TABLA 5. Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,06
• Bromodiclorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

TABLA 6. Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.3 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	