



**Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud  
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**TESIS**

**“CLORUROS EN AGUAS EMBOTELLADAS  
PARA CONSUMO HUMANO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**BACHILLER: MUÑOZ GUERRERO, Vicente**

**ASESOR: MIRANDA PAREDES, Jean Paul**

**LIMA-PERU**

**2016**

## DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a Dios que me dio la vida y fortaleza para culminar este trabajo de investigación. A mis padres, mi esposa y mis hijos por estar ahí cuando más los necesite, y por todo el apoyo y confianza que me brindaron.

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial para mis asesores Q.F Jean Paul Miranda Paredes y la Lic. Silvia Valdez Delgado por todo el apoyo que me brindaron, sugerencias y consejos que me sirvieron para realizar este trabajo de investigación.

## RESUMEN

El presente trabajo dirige su investigación hacia la determinación de cloruros en 4 muestras de aguas embotelladas de diferentes marcas para consumo humano Junio – Setiembre 2016, mediante la técnica de titulación por complexometría utilizando el Método de Mohr, un método analítico muy importante para determinar el contenido de ion cloruros en las muestras de agua. Y comparar los resultados con las **Normas Técnicas de Digesa D.S. 031-2010 – S.A.** en aguas embotelladas para consumo humano.

Se observa que en todos los casos hay presencia de cloruros sin embargo en ningún caso supera el límite máximo permisible recomendado por la norma de Digesa de 250 mg/L. siendo el “Agua Cielo” el de menor concentración y “Agua Vida” el de mayor concentración de cloruros en su composición duplicando el contenido de las demás aguas embotelladas. los resultados fueron 54 mg/L, 34 mg/L, 98 mg/L y 38 mg/L de cloruros para San Mateo, Cielo, Vida y San Luis respectivamente y ninguna muestra supera el Límite Máximo Permisible de 250 mg/L.

Se empleó la conductividad de las muestras para determinar la presencia de iones de cloruros, los resultados fueron 813 $\mu$ S/cm, 608  $\mu$ S/cm, 1230 $\mu$ S/cm y 655 $\mu$ S/cm para San Mateo, Cielo, Vida y San Luis respectivamente y ninguno supera el Límite Máximo Permisible de 1500  $\mu$ S/cm.

Existiendo Normas Nacionales, se recomienda realizar monitoreos de las aguas embotelladas si son aptas para consumo humano.

**Palabras claves:** Agua embotellada, cloruros, volumetría, límite máximo permisible, parámetros.

## ABSTRACT

The present work directs his investigation towards the determination of chlorides in 4 samples of bottled waters of different marks for human consumption June - September 2016, by means of the technique of titulación by complexometría using the Method of Mohr, an analytical method very important to determine the content of chloride ion in water samples. And compare the results with the Digesa D.S. Technical Standards. 031-2010 - S.A. in bottled waters for human consumption.

It is observed that in all cases there is a presence of chlorides, but in no case does it exceed the maximum permissible limit recommended by the Digesa standard of 250 mg/L, with "Agua Cielo" being the lowest concentration and "Agua Vida" that of higher concentration of chlorides in its composition doubling the content of other bottled waters. the results were 54mg/L, 34 mg/L, 98mg/ L and 38 mg / L of chlorides for San Mateo, Cielo, Vida and San Luis respectively and no sample exceeds the Maximum Permissible Limit of 250 mg/L.

The conductivity of the samples was used to determine the presence of chloride ions, the results were 813 $\mu$ S/cm, 608  $\mu$ S/cm, 1230 $\mu$ S/cm and 655 $\mu$ S /cm for San Mateo, Cielo, Vida and San Luis respectively and none exceeds the Maximum Permissible Limit of 1500 $\mu$ S/cm. Existing National Standards, it is recommended to monitor the bottled waters if they are suitable for human consumption.

**Keywords:** Bottled water, chlorides, volume, maximum permissible limit parameters.

## INDICE

CARATULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INDICE.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE GRAFICOS.....	X
ANEXOS.....	X
INTRODUCCION.....	XI
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	12
1.2 Formulación del Problema.....	13
1.2.1 Problema General.....	13
1.2.2 Problemas Específicos.....	13
1.3 Objetivos de la Investigación.....	13
1.3.1 Objetivo General.....	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Hipótesis de la Investigación.....	14
1.4.1 Hipótesis General.....	14
1.4.2 Hipótesis Específicas.....	14
1.5.-Justificación e Importancia de la Investigación.....	15
1.5.1 Justificación de la Investigación.....	15
1.5.2 Importancia de la Investigación.....	16
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	17

2.1.1	Antecedentes Nacionales.....	17
2.1.2	Antecedentes Internacionales.....	19
<b>2.2</b>	<b>Bases Teóricas.....</b>	<b>20</b>
2.2.1	Definición de Agua .....	20
2.2.2	Tipos de agua.....	22
2.2.3	Estructura Química del Agua.....	24
2.2.4	Características Físicas Químicas del Agua.....	25
2.2.5	Método de Purificación del Agua.....	26
2.2.6	Agua Embotellada.....	30
2.2.6.1	Seguridad del Agua Embotellada.....	31
2.2.6.2	Efectos Saludables del Agua Embotellada.....	32
2.2.6.3	Tipos de Productos.....	33
2.2.7	Normas Relativas al Agua Embotellada.....	35
2.2.7.1	Normas Nacionales.....	35
2.2.7.2	Normas Internacionales.....	36
2.2.8	Aniones y Cationes en Aguas Embotelladas.....	37
2.2.8.1	cloruros.....	37
2.2.8.2	Sodio.....	38
2.2.8.3	Calcio.....	39
2.2.8.4	Magnesio.....	40
2.2.8.5	Sulfato.....	41
2.2.8.6	Potasio.....	42
2.2.9	Determinación de Cloruros y Conductividad en Muestras de Aguas Embotelladas.....	43
2.2.9.1	Método de Mohr.....	43
2.2.9.2	Conductividad del Agua.....	44
<b>2.3</b>	<b>Definición de Términos Básicos.....</b>	<b>45</b>
 <b>CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....</b>		<b>48</b>
<b>3.1</b>	<b>Tipo de Investigación.....</b>	<b>48</b>

3.1.1 Nivel .....	48
3.1.2 Método .....	48
3.1.3 Diseño .....	50
<b>3.2</b> Población y Muestra de la Investigación.....	50
3.2.1 Población.....	50
3.2.2 Muestra.....	50
<b>3.3</b> Variables e Indicadores.....	51
3.3.1 Variable Independiente.....	51
<b>3.4</b> Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	51
3.4.1 Técnica.....	51
3.4.2 Instrumentos.....	52
3.4.3 Reactivos y Materiales.....	52
3.4.4 Procedimiento.....	53

## **CAPITULO IV: PRESENTACION, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

<b>DE RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b> Resultados .....	<b>55</b>
<b>4.2</b> Análisis e Interpretación de Resultados.....	<b>61</b>
A.-Discusión.....	61
B.-Conclusiones.....	64
C.-Recomendaciones.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
ANEXOS.....	72

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 Titulación con Nitrato de plata.....	57
TABLA 2 Comparación de los resultados de las Concentraciones de cloruros con los indicadores dados por la Norma Técnicas de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.....	58
TABLA 3 Conductividad de las muestras de agua.....	59
TABLA 4 Comparación de los resultados de la Conductividad con los indicadores dados por la Norma Técnica de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A. ....	60

## INTRODUCCION

En la última década, la preocupación sobre la calidad del agua que se consume se ha generalizado entre la población. El sabor y algunos problemas asociados con el agua potable han sido la causa del aumento en el consumo de agua embotellada.

Las enfermedades causadas por la mala calidad del agua de consumo humano son frecuentes en todo el Perú, ellas ocurren por diferentes causas como la falta de un tratamiento correcto del agua o por contaminación en las redes de distribución.

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de dar a conocer si la presencia de cloruros en agua embotellada para consumo humano cumplen con valores recomendados por la Normativa de Calidad de Agua de Consumo D.S.031-2010-SA emitido por la DIGESA , esta investigación nace de la inquietud que tenemos los consumidores por saber el estado real de las aguas embotelladas que son vendidas como libres de microorganismos y con valores de cloruros ideales para el consumo humano, lo que da la pauta a indagar e identificar los valores reales existentes en que se encuentran. La importancia de enterarse sobre la calidad del agua embotellada, radica en saber si el producto cumple los requisitos que debe obedecer el producto de acuerdo a la normatividad vigente en el país

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En el Perú y especialmente Lima, la contaminación viene afectando las aguas, alterando sus propiedades fisicoquímicas.

Cualquiera sea la fuente de provisión del agua, natural o potable, las diversas empresas productoras de aguas embotelladas de consumo humano, toman como materia prima estas aguas para la elaboración de sus productos.

Los contaminantes, las sales de cloruro en altas concentraciones que pueden estar presentes en las aguas embotelladas de consumo humano, pueden deberse a la calidad del agua en su elaboración del producto.

En la protección del consumidor de aguas embotelladas de consumo humano de diferentes marcas que se expenden en Lima solicita una serie de requisitos en lo que refiere a valores máximos permisibles de cloruros, la Normas Técnicas de Digesa D.S. 031-2010 – SA contiene requisitos de cloruros en aguas embotelladas. Como también el monitoreo de análisis de estos productos que no se dan a continuo.

Debido a este problema nos planteamos a solucionar utilizando el Método de Mohr, método clásico de volumetría para la cuantificación de cloruros y compararlas con las Normas Técnicas de Digesa D.S. 031-2010 – SA donde estipula que las aguas embotelladas de consumo humano deben tener valores máximos permisibles de cloruros 250 mg/L. y la conductividad 1500 $\mu$ S/cm.

De este modo se contribuirá en la prevención de consumo de aguas embotelladas de consumo humano por personas que pueden ser afectados por la presencia de cloruros en altas concentraciones.

## **1.2. Formulación de Problema**

Se ha considerado convenientemente formular el siguiente problema de investigación:

### 1.2.1 Problema General

¿Cumplirán las aguas embotelladas para consumo humano los parámetros establecidos de concentración de cloruros en las Normas vigente DIGESA D.S. 031- 2010-SA?

### 1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1 ¿Cuál es la concentración de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano mediante el método analítico de Mohr?

P.E.2 ¿Cuál es la concentración de iones de cloruros de las aguas embotelladas para consumo humano mediante la determinación de la conductividad?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### 1.3.1 Objetivo General

Comparar los valores de cloruros hallados en aguas embotelladas para consumo humano con las Normas de DIGESA D.S. 031- 2010-SA

### 1.3.2 Objetivos Específicos

O.E.1 Determinar la concentración de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano mediante el método analítico de Mohr.

O.E.2 Determinar la concentración de iones de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano mediante la conductividad.

## 1.4 Hipótesis de la Investigación

### 1.4.1 Hipótesis General

Las aguas embotelladas para consumo humano superan los parámetros establecidos de concentración de cloruros en las Normas vigente DIGESA D.S. 031- 2010-SA.

### 1.4.2 Hipótesis Específicas

H.E.1 Los valores de cloruros hallados en aguas embotelladas para consumo humano mediante el método analítico de Mohr superan a lo establecido por la Norma de DIGESA D.S. 03-2010-SA.

H.E.2 Los valores de iones de cloruros hallados en aguas embotelladas para consumo humano mediante la conductividad superan a lo establecido por la Norma de DIGESA D.S. 03-2010-SA.

## **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.5.1 Justificación de la Investigación**

En la ciudad de Lima se han incrementado las empresas que se dedican a la producción y comercialización de aguas embotelladas de consumo humano en las marcas conocidas como san Luis, san mateo, cielo y vida.

Las aguas embotelladas de consumo humano tienen una mayor demanda en la estación de verano consumido por personas de diferentes edades.

Este producto hidratante es sumamente saludable en los seres humanos si sus propiedades fisicoquímicas se encuentran dentro de los valores normales.

Sin embargo la contaminación de las cuencas hidrográficas alteran los parámetros físico químicas del agua que es el componente principal en la producción de aguas embotelladas de consumo humano pueden estar implicado con concentraciones de cloruros mayores a los valores normales por lo cual se ponen en riesgo la salud pública.

Debido a esto nos remitimos a las Normas de DIGESA D.S. 03-2010-SA esta norma establece los límites máximo permisibles que deben cumplir las aguas embotelladas para consumo humano como también los métodos de ensayo para la determinación de cloruros.

Estos son los motivos por la que se realiza la presente investigación con el fin de identificar cloruros en aguas

embotelladas para consumo humano como también concientizar a las autoridades de Digesa sobre este tema.

### **1.5.2 Importancia de la Investigación**

Este trabajo de investigación es de gran interés, por lo que se contribuirá a que las autoridades competentes (DIGESA) tomen en cuenta los resultados de este análisis.

Cualquiera sea la fuente de provisión del agua, natural o potable para la producción de aguas embotelladas para consumo humano es necesario conocer la concentración de cloruros que contienen estos productos.

Un exceso de la ingesta de cloruros el cual es consumido a través de las aguas embotelladas de consumo humano puede ocasionar toxicidad y alteraciones metabólicas.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Antecedentes de la Investigación

##### 2.1.1 Antecedentes Nacionales.

Estudio de investigación realizados en la Universidad de Piura. En la facultad de Ingeniería Sanitaria 2011. Por Dante Guerrero; Eduardo Cáceres; Jhandir Artadi; Alessandra Caminati; Rocío Caqui; Martín Estrada; Pierre Gutiérrez. (2012)<sup>1</sup>Realizaron una **“Evaluación Comparativa de Dos Sistemas de Purificación de Agua para Consumo en la Universidad de Piura”**. El Laboratorio de Ingeniería Sanitaria realizó una serie de ensayos para analizar la calidad del agua del pozo de la universidad. Para ello se usaron 2 muestras, una de ellas obtenidas del mismo pozo de agua de la universidad y la otra muestra del agua de los grifos, exactamente del mismo laboratorio de Ingeniería Sanitaria. Ésta última muestra se determinó con la finalidad de verificar que no exista contaminación adicional del agua del pozo una vez que pasa por las tuberías. Debido a las características geológicas de los acuíferos subterráneos de la ciudad de Piura, el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, analizó solo parámetros mencionados a continuación, por ser los más relevantes en cuanto al estudio de la calidad el agua del pozo. Los parámetros analizados fueron Temperatura del agua, Temperatura del ambiente, pH, Conductividad eléctrica, Sólidos Disueltos Totales , Recuento Total de bacterias heterotróficas , Coliformes termotolerante, Coliformes totales y cloruros ,el método utilizado 2510B.

Métodos Estándar los resultados obtenidos para conductividad fueron de 2310  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El método utilizado 4500Cl.B . Métodos Estándar para cloruros fue de 609 mg/L ( $\text{Cl}^-$ ) donde se observa el no cumplimiento con los indicadores de calidad de agua relacionados con el contenido de sales, tales como Conductividad eléctrica y Cloruros

Como dice Zavalaga Talledo, Erika Noelia. (2012)<sup>2</sup> En su investigación **“Calidad Microbiológica y fisicoquímica del Agua Embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna”**. La investigación tuvo como objetivo evaluación microbiológica y fisicoquímica de la calidad del agua embotellada sin gas de 11 marcas, expandidas en 4 distritos de la ciudad de Tacna. Los parámetros analizados (E. coli, coliformes totales, Pseudomonas aeruginosa, pH, turbidez, color, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza total, sodio, aluminio, arsénico, hierro, manganeso y boro) se compararon con los límites establecidos en la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01 del 2008 (“Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”) y el DS N° 031-2012-SA del 2 011 (“Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” - Perú). Determinación de la Conductividad por el método de laboratorio (APHA, 2005) y Determinación de cloruros por el método Argentométrico (APHA,2005) La investigación arrojó los siguientes resultados la marca de agua embotellada MS-04 no cumplió con el límite máximo permisible para la conductividad presentando un valor de 2440 $\mu\text{S}/\text{cm}$  teniendo como límite 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Sin embargo si hablamos de cloruros, ninguna de las muestra tomadas

sobrepasa los límites requeridos (250 mg/L) por lo tanto las aguas embotelladas si son aceptables para el consumo humano en la ciudad de Tacna.

### **2.1.2 Antecedentes Internacionales.**

Un estudio de investigación realizados en Cuba por María Lina Jiménez Pardo ,Orelis Corona Araña,Mariano Cobo Hernandez,Odalís Perdigon Ruiz.(2010)<sup>3</sup>

Se analizó el agua mineral embotellada en la localidad: La Palma perteneciente a la provincia de Ciego de Ávila, con el objetivo de conocer las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas de ésta.

Para el estudio se procesaron 100 muestras de agua obtenidas después del embotellamiento en la unidad La Palma en el Municipio Ciego de Ávila; de estas muestras, 50 eran de agua mineral natural y 50 de agua mineral natural carbonatada, estas muestras fueron tomadas en diferentes épocas del año.

En el análisis físico-químico se determinó bicarbonato, calcio, sulfato, cloruros, magnesio, sodio + potasio, sílice, PH, y mineralización total. En los análisis realizados sobre la cantidad de minerales presentes, observamos que es un agua altamente mineralizada, esto avala la calidad del agua y las posibilidades de utilizarla desde el punto de vista comercial incluso como sustituta de aguas de importación, las cuales encarecen la industria del turismo, que a continuación se indican: Bicarbonato 515, Calcio 128, Sulfato 107, Cloruros 286, Magnesio 39, Sodio + Potasio 231, Sílice 25, Unidades (mg/L)

Como dice Simanca, Álvarez y Paternina (2010)<sup>4</sup> En su investigación **Calidad física, química y bacteriológica del agua envasada en el Municipio de Montería**. Tuvo como objetivo evaluar los parámetros físicos: pH, color, olor, turbiedad, sólidos totales y conductividad; las características químicas: alcalinidad, sulfatos, dureza total, hierro total, aluminio, cloruros y cloro residual; los resultados obtenidos de concentración de cloruros están entre 8,7 y 23,8 mg/L , los cuales están dentro de los límites máximos permisibles

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Definición de Agua**

El agua es el líquido más abundante de la corteza y uno de los pocos líquidos naturales. No es de extrañar entonces que el agua sea una sustancia esencial en los seres vivos. El agua es el componente más abundante en los medios orgánicos, los seres vivos contienen por término medio un 70% de agua. No todos tienen la misma cantidad, los vegetales tienen más agua que los animales y ciertos tejidos (por ejemplo: el tejido graso) contienen menos agua tiene entre un 10% a un 20% de agua que otros como, por ejemplo: el nervioso, con un 90% de agua.<sup>5</sup>

El agua en los seres vivos se encuentra tanto intra como extracelularmente. La mayor parte del agua (2/3) se encuentra dentro de las células. Este compartimento se llama líquido intracelular (LIC). El 1/3 restante se encuentra fuera de las células. Este compartimento recibe el nombre de líquido extracelular (LEC) o medio interno. Este espacio, a su vez, comprende los compartimentos líquidos intersticial e intravascular.<sup>6</sup>

En el caso de los animales, el agua facilita el transporte de nutrientes que se obtienen del alimento y ayuda a remover los materiales de desecho a través de la sangre. De esta manera, la sangre recibe del intestino las sustancias nutritivas que se producen en la digestión, así como el oxígeno de los pulmones o las branquias, y lleva esas sustancias hacia el resto de los órganos del cuerpo. Asimismo, la sangre retira de los órganos del cuerpo el dióxido de carbono y los desechos del metabolismo de las células durante la respiración, el dióxido de carbono de la sangre se elimina en los pulmones, los desechos se filtran en los riñones y finalmente se eliminan por medio de la orina.<sup>7</sup>

Los primeros organismos vivos del tipo unicelular (integrados por una sola célula) se desarrollaron en el agua. Sin agua no existiría la vida, porque las plantas y los cultivos se alimentan con los minerales que tiene el suelo, pero para poder assimilarlos deben estar disueltos. Los vegetales absorben el agua con los minerales disueltos, a través de las raíces y mediante el proceso de fotosíntesis los transforman en sustancias alimenticias<sup>8</sup>

El agua es fundamental para la vida de la tierra. Para que los grupos humanos y los ecosistemas puedan prosperar, esa agua debe ser limpia. Permanecer limpia y, más importante aún, debe de estar al alcance de todos<sup>9</sup>

### 2.2.2 Tipos de Agua

**Agua potable:** Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales garantizando la trazabilidad de los procesos y la consecución de la exactitud requerida en cada caso; empleando para ello instrumentos, métodos y medios apropiados.<sup>10</sup>

**Agua salada:** El agua de mar es una solución basada en agua que compone los océanos y mares de la Tierra. Es salada por la concentración de sales minerales disueltas que contiene. “Cloruro Sódico (NaCl) con un 78,0% y Cloruro de Magnesio (MgCl<sub>2</sub>) con un 10,5%, de manera que entre las dos representan un 88,5% del total de las sales disueltas”<sup>12</sup>

**Agua salobre:** es agua que tiene una mayor salinidad que el agua dulce, pero no tanto como el agua de mar. La salinidad expresa la cantidad de sal disuelta o el contenido de sal de una determinada cantidad de agua. Técnicamente, el agua salobre contiene entre 500 y 30.000 ppm de sal o en porcentaje: 0,05 - 3,0%<sup>13</sup>

**Agua dulce:** Agua natural con una baja concentración de sales, o generalmente considerada adecuada, previo tratamiento, para producir agua potable. El agua dulce que todos los seres humanos necesitan para crecer y desarrollarse representa sólo

el 2,75% del agua de todo el planeta. Además se encuentra distribuida en forma inequitativa, concentrándose más del 90 por ciento de la misma en los casquetes polares, glaciares y masas de hielo.

Se calcula que en la Tierra hay unos 1.400 millones de km<sup>3</sup> de agua. El agua dulce se puede encontrar en ríos, lagos, manantiales, lagunas, cascada<sup>13</sup>

**Agua dura:** se entiende por ella como agua que contiene más minerales que agua normal, en especial minerales de calcio y magnesio. El grado de dureza del agua será mayor cuanto más magnesio y calcio hay disuelto; ambos son iones positivamente cargados y debido a su presencia, otros iones con las mismas características se disolverán de forma menos sencilla en el agua, un ejemplo claro es el jabón, éste no puede disolverse en agua dura.<sup>13</sup>

**Agua blanda:** El agua blanda puede definirse como agua con menos de 0,5 partes por mil de sal disuelta. Los cuerpos de agua dulce (o agua blanda) incluyen lagos, ríos, glaciares, cuerpos de agua subterránea. La fuente de agua dulce es la precipitación de la atmósfera en forma de lluvia, nieve. Se caracteriza por tener una concentración de cloruro de sodio ínfima y una baja cantidad de iones de calcio y magnesio. Se la utiliza en las centrales hidroeléctricas, en la producción de energía nuclear y en muchos procesos industriales.

Como el agua que se utiliza para las calderas, esta tiene que ser blanda debido a que la solubilidad de algunas sales como las de sodio y magnesio disminuye con la temperatura, lo que ocasionaría que se fuera acumulando un sedimento en las tuberías de estas y produciría un efecto de bloqueo en los

ductos (similar al efecto del colesterol en las arterias), lo que generaría a la larga un incremento en la presión de operación de la caldera, convirtiéndola en una bomba de tiempo.

Para determinar que tan dura o blanda es un agua, se realiza un ensayo de laboratorio, el cual es "determinación de dureza del agua por complexometria mediante EDTA disodico"<sup>13</sup>

**Aguas residuales:** El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido produce graves problemas de contaminación<sup>13</sup>

### 2.2.3 Estructura Química del Agua

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. En el agua existen también los productos resultantes de la disociación de algunas de sus moléculas: el ion  $H_3O^+$  y el  $OH^-$ . En la molécula de  $H_2O$  los enlaces covalentes entre el oxígeno y los dos átomos de hidrógeno forman un ángulo de 105. Además, el átomo de oxígeno atrae hacia sí los electrones del enlace covalente. Esto hace que la molécula presente un exceso de carga negativa en las proximidades del átomo de oxígeno y un exceso de carga positiva en los átomos de hidrógeno. Por lo tanto, cada molécula de agua es un dipolo eléctrico<sup>14</sup>.

#### **2.2.4 Características Físico Químicas del Agua**

El agua pura es un líquido incoloro, inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad. A una presión atmosférica de 760 mm de mercurio, el punto de congelación del agua es de 0° C y su punto de ebullición de 100°C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C y se expande al congelarse. Los parámetros del agua son características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua, la razón principal de este problema es su estructura molecular que es dipolar, con una constante dieléctrica muy alta superior a cualquier otro líquido. Algunos de estos se utilizan en el control de los procesos de tratamiento realizando mediciones de forma continua o discreta.

La presencia de sustancias orgánicas en el agua puede causar enfermedades, además de producir olores, colores, sabores y espuma. Las sustancias inorgánicas pueden causar envenenamiento cáncer, asfixia, vómitos, náuseas, dolores, contracciones musculares, desórdenes psíquicos. Algunos contaminantes provienen de la erosión de formaciones de rocas naturales. Otros contaminantes son sustancias descargadas de las fábricas o que se aplican a terrenos agrícolas, o que se usan ya sea por consumidores en sus casas y jardines.

La EPA ha establecido estándares de seguridad para más de 80 contaminantes que pueden encontrarse en el agua potable y presentan un riesgo a la salud humana. Estos contaminantes se pueden dividir en dos grupos de acuerdo a los efectos a la

salud que pudiesen causar. Los efectos agudos ocurren dentro de unas horas o días posteriores al momento en que la persona consume un contaminante. Aunque casi todos los contaminantes pudiesen tener un efecto agudo si el mismo se consume en niveles extraordinariamente altos en el agua potable.

Los contaminantes más probables que causen efectos agudos son los bacteriológicos, si los mismos se encuentran en niveles suficientemente altos. Los efectos crónicos ocurren después que las personas consumen un contaminante a niveles sobre los estándares de seguridad de EPA.

Los contaminantes en el agua potable que pudiesen causar efectos crónicos son los químicos (como solventes y plaguicidas), radionucléidos (como el radio) y minerales (como el arsénico). Entre los ejemplos de efectos crónicos producidos por contaminantes del agua potable, están el cáncer, problemas del hígado o riñones o dificultades en la reproducción.<sup>15</sup>

## **2.2.5 Métodos de Purificación del Agua**

### **Método de Ozonización**

El ozono fue descubierto en 1785 por Van Mauten y es en 1857 cuando Werner von Siemens diseña un generador de ozono. En 1893 se usó por primera vez para desinfección del agua en Holanda, y 1906 se aplica en una planta de tratamiento en Niza

Para que el agua a ser envasada alcance el grado de pureza requerido ésta debe pasar por los siguientes elementos de

purificación: El ciclo se inicia en el momento de almacenamiento el mismo que puede ser una cisterna o un tanque donde el agua es tratada con Hipoclorito de Sodio en concentraciones de 3 a 4 ppm; ésta cloración impide la formación de microorganismos en el agua almacenada; en ésta etapa el agua debe permanecer mínimo 2 horas. Luego, mediante el uso de bombas el agua pasa a filtros de arena y grava en los que se detienen los sólidos en suspensión o partículas más grandes; el agua filtrada es ahora obligada a pasar por un filtro de carbón activado el cual elimina los olores y sabores presentes en el agua producidos por la materia orgánica y el cloro presente. En estas condiciones el agua es conducida a los filtros pulidores que son elementos de cartuchos sintéticos con micro perforaciones que retienen cualquier partícula de carbón presente en el agua. El siguiente paso consiste en hacer pasar el agua a través de una Lámpara Ultravioleta que inhibe la capacidad de reproducción de las bacterias que pudiera haber en los procesos anteriores, quedando el agua totalmente pura.

Finalmente para mantener el agua en su estado de pureza e impedir la formación de microorganismos contaminantes se aplica al agua una fuente de ozono es decir, el agua ingresa a un tanque mezclador en la que también se inyecta O<sub>3</sub> el cual tiene propiedades bactericidas, la misma que ayuda a que el agua continúe pura hasta su paso por un tanque pulmón.<sup>16</sup>

**Osmosis Inversa (OI)** Osmosis es el fenómeno que consiste en el paso recíproco de líquidos de distinta densidad a través de una membrana semipermeable que los separa. El osmosis inversa se inventó en 1959 y es uno de los más importantes

métodos de purificación; forma parte del tipo de membranas de filtrado con flujo cruzado. Este es un proceso en que se remueven tanto los compuestos orgánicos disueltos como las sales, usando un mecanismo diferente del intercambio iónico o el carbón activado.

OI remueve la mayoría de los compuestos orgánicos y hasta el 99% de todos los iones. También elimina el 99.9% de virus, bacterias y pirógenos. Para entender el proceso de la ósmosis inversa, cabe recordar la ósmosis natural como un mecanismo de transferencia de nutrientes en las células de los seres vivos a través de las membranas que las recubren. En tal sentido, cuando se ponen en contacto dos soluciones de diferentes concentraciones de un determinado soluto (por ejemplo sales), se genera un flujo de solvente (por ejemplo agua) desde la solución más diluida a la más concentrada, hasta igualar las concentraciones de ambas. Si se pone en contacto, a través de una membrana, agua salada y agua destilada se obtendrá un equilibrio entre ambas y quedarán moderadamente saladas. El agua que atraviesa la membrana es "empujada" por la presión osmótica de la solución más salada y el equilibrio del proceso se alcanza cuando la columna hidrostática iguala dicha presión osmótica.

El proceso de la ósmosis inversa utiliza una membrana semipermeable para separar y quitar los sólidos disueltos, los orgánicos, los pirógenos, la materia coloidal < 1 micra, organismos, virus y bacterias del agua. La ósmosis inversa es capaz de quitar el 95%-99% de los sólidos disueltos totales (SDT) y el 99% de todas las bacterias, proporcionando un agua segura y pura. La membrana de ósmosis inversa tiene un área

"microporosa" que rechaza las impurezas y que no impide el paso del agua.

De un modo genérico, puede definirse a la ósmosis (natural o directa) como un fenómeno físico que consiste en el paso del solvente de una disolución desde una zona de baja concentración de soluto a una de alta concentración, separadas por una membrana semipermeable

En el fenómeno de ósmosis, "la fuerza impulsora que provoca el movimiento del agua es el gradiente de concentración de soluto, el cual presenta un sentido inverso al del flujo de agua, es decir que el agua se mueve hacia el lado de la membrana donde se encuentra la solución concentrada"<sup>17</sup>

### **Luz Ultravioleta (UV)**

La desinfección de agua por radiación UV, es un procedimiento físico que no altera ni la composición química, ni el sabor ni el olor del agua. La seguridad de la desinfección por UV está probada científicamente y constituye una alternativa segura, eficaz, económica y ecológica frente a otros métodos de desinfección del agua, como por ejemplo la cloración.

La radiación UV constituye una de las franjas del espectro electromagnético y posee mayor energía que la luz visible. La irradiación de los gérmenes presentes en el agua con rayos UV provoca una serie de daños en su molécula de ADN, que impiden la división celular y causan su muerte.

La radiación más germicida es aquella con una longitud de onda de 254 nanómetros. El ADN expuesto a esta energía presenta un máximo de absorción, produciéndose una

inactivación irreversible en el crecimiento de los gérmenes. Así se pueden eliminar microorganismos que se encuentren en el agua, tales como algas, parásitos, hongos, bacterias y virus.

No presenta efectos secundarios peligrosos, como la utilización de desinfectantes químicos o generación de inmunoresistencia como los antibióticos. Los rayos ultravioleta tampoco alteran el pH y sólo los organismos que pasan por el esterilizador son eliminados.

Los sólidos suspendidos o partículas causan un problema porque los microbios se esconden tras la coraza de los sólidos y así pueden pasar a través de los esterilizadores sin tener una penetración directa de la UV.

El único método positivo de asegurar que la UV esté funcionando correctamente para lo que se diseñó, es obtener pruebas microbiológicas del agua de alimentación. Aunque la lámpara este encendida y parezca que está funcionando, factores como la calidad del agua, el tiempo de vida de la lámpara y la transmisión real de la misma pueden afectar la producción real de UV. Se recomienda pruebas de agua periódicamente para asegurar que se está recibiendo agua biológicamente segura. También es importante seguir los lineamientos del fabricante en procedimientos de calidad de agua y operación.<sup>18</sup>

### **2.2.6 Agua Embotellada**

Hay amplia disponibilidad de agua embotellada tanto en países industrializados como en desarrollo<sup>8</sup>. Los consumidores pueden comprar agua envasada por diversos motivos, por su sabor, por

la comodidad o por moda; no obstante, para muchos consumidores son importantes su inocuidad y posibles propiedades saludables (OMS, 2006).<sup>19</sup>

La fácil disponibilidad de agua corriente incita a especular sobre la popularidad del agua embotellada, ya que el volumen de agua que se consume de esta forma es muy grande y muestra un crecimiento estable en muchos países. El consumo de agua embotellada en diferentes partes del mundo está impulsado por situaciones tanto históricas como geográficas y por el incremento de la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua debido a las acciones del hombre en la agricultura e industria. En Europa, el consumo de agua embotellada ha sido sustancial debido a que hay una historia de fuentes de agua de fácil disponibilidad que ofrecen, normalmente, un agua mineral natural de excelente calidad al compararse con el agua de suministro público (Senior, 1998). Una interesante observación sobre la naturaleza humana es que el agua en botella es percibida como de mayor calidad que el agua proveniente del grifo. Esto es cierto en el caso de las aguas embotelladas de mayor estándar (aguas minerales naturales). Es mucho menos cierto para otras aguas<sup>20</sup>

#### **2.2.6.1 Seguridad del Agua Embotellada**

El agua se envasa para consumo en diversos tipos de recipientes, entre los que se incluyen latas, cajas de materiales laminados y bolsas de plástico; sin embargo, los tipos de envase más comunes son las botellas de vidrio o plástico. Además, hay diversos tamaños de botellas de agua, desde las

de una sola porción de consumo a grandes garrafas de hasta 80 litros de capacidad (OMS, 2006). El control de algunas sustancias puede ser más difícil en el agua embotellada que en el agua de grifo. Algunos peligros pueden deberse a la naturaleza del producto (por ejemplo, trozos de cristal y fragmentos metálicos) y pueden surgir otros problemas debidos al almacenamiento del agua embotellada durante periodos largos y a temperaturas más altas que las del agua distribuida por tuberías, o por la reutilización de botellas y otros recipientes sin haberlos limpiado o desinfectado adecuadamente. Es, por consiguiente, particularmente importante el control de los materiales de los recipientes y cierres del agua embotellada. Algunos microorganismos cuya importancia para la salud pública es normalmente escasa o nula pueden alcanzar concentraciones más altas en el agua embotellada. Esta proliferación se produce, al parecer, con menor frecuencia en el agua con gas y el agua embotellada en recipientes de vidrio que en el agua sin gas y el agua embotellada en recipientes de plástico. No se conoce todavía con certeza qué importancia tiene esta proliferación microbiana para la salud pública, sobre todo para personas vulnerables, como los lactantes alimentados con biberón y las personas con inmunodeficiencia. En cuanto a la alimentación de lactantes con biberón, como el agua embotellada no es estéril, debe desinfectarse, por ejemplo: hirviéndola, antes de utilizarla en la elaboración de preparados para lactantes (OMS, 2006)<sup>19</sup>

#### **2.2.6.2 Efectos Saludables del Agua Embotellada**

Algunos consumidores creen que las aguas minerales naturales poseen propiedades medicinales u otros efectos saludables.

Estas aguas normalmente poseen un contenido alto de minerales, a veces significativamente mayor que las concentraciones aceptadas normalmente en el agua de consumo. Suelen tener una larga tradición de consumo y se aceptan con frecuencia por considerarse alimentos más que agua para “beber” en sentido estricto. Aunque determinadas aguas minerales pueden ser útiles por proporcionar micronutrientes esenciales, como calcio (OMS, 2006 de minerales muy bajo, como las aguas destiladas o desmineralizadas. Algunas poblaciones consumen agua de lluvia, cuyo contenido de minerales es similarmente bajo, sin efectos adversos manifiestos para la salud. No hay información científica suficiente sobre los efectos saludables o los peligros asociados al consumo regular de estos tipos de aguas embotelladas (OMS, 2006)<sup>19</sup>

### **2.2.6.3 Tipos de Productos**

Hay dos tipos principales de aguas embotelladas: con gas y sin gas. El agua con gas normalmente se obtiene mediante la disolución en la misma del gas dióxido de carbono, aunque puede obtenerse carbonatada de forma natural a partir de algunos manantiales, mientras que el agua sin gas es sin carbonatar (Senior, 1 998). Según Senior, autor del libro “Tecnología del agua embotellada”, nos da la siguiente clasificación: Con independencia de si los productos son carbonatados o no, las aguas presentes pueden incluirse dentro de alguna de las siguientes categorías.<sup>20</sup>

#### **a. Aguas de mesa o purificadas**

Esta categoría de aguas es, con toda probabilidad, la menos controlada en términos correspondientes a su calidad. En

muchos países, no hay ningún mecanismo para evitar que ciertos individuos sin escrúpulos embotellen agua prácticamente de cualquier calidad y se la vendan a incautos.

#### **b. Aguas de manantial**

La descripción de “aguas de manantial” se aplica a una amplia variedad de aguas. De forma normal, no existe una definición legal relevante y se acepta generalmente que las aguas de manantial provienen de cualquier fuente y son procesadas antes de su embotellado. Algunos países tienen un código de prácticas o una normativa similar acerca de lo que puede constituir un agua con esta descripción.

#### **c. Aguas minerales naturales**

En muchos lugares del mundo, es una denominación reservada, reflejada en un estatuto legal, para las fuentes subterráneas de agua de la más alta calidad.

#### **d. Aguas minerales**

El término agua mineral se refiere a un agua que contiene cantidades significativas de minerales disueltos (sales minerales). Este tipo de aguas, puede caer fuera de los criterios generales requeridos para las bebidas y no cumplir los estrictos criterios de las aguas minerales naturales. Algunos países pueden tener una categoría particular para este tipo de productos

## **2.2.7 Normas relativas al Agua Embotellada**

### **2.2.7.1 Normas Nacionales**

En Perú las normas que establecen los requisitos que deben cumplir las aguas embotelladas para el consumo humano, no son claras, por ello se consultó a la Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA, que es el Órgano Técnico-Normativo en los aspectos relacionados al Saneamiento Básico, Salud Ocupacional, Higiene Alimentaria, Zoonosis y Protección del Ambiente; la normatividad usada actualmente relacionada al agua envasada, siendo la NTS N° 071 – MINS/DIGESA-V.01 del 27 de agosto del 2008, “Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de Consumo Humano”, la consultada en el caso de los parámetros microbiológicos, ya que establece las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o 23 procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano. Pero existe en el Perú un vacío en cuanto a normas relacionadas a la calidad fisicoquímica que deben cumplir esta clase de alimentos; sin embargo la calidad fisicoquímica del agua embotellada es considerada como uno de los requisitos para el otorgamiento del Registro Sanitario, por ellos se toman los parámetros fisicoquímicos del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031-2010-SA/ Ministerio de Salud. Dirección de Salud Ambiental – Lima, 2011, utilizado para agua potable; cubriendo así el vacío legal que existe en cuanto a estos parámetros; cabe señalar que la OMS en “Guías para la Calidad del Agua Potable”, señala que estas guías son aplicables al agua envasada

destinada al consumo humano, por ser un requisito lógico que toda agua envasada debe cumplir obligatoriamente con los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que rigen al agua potable.<sup>21</sup>

### **2.2.7.2 Normas Internacionales**

Las Guías para la Calidad del Agua Potable de la OMS sirven de base para la elaboración de normas para todas las aguas envasadas. Como en el caso de otras fuentes de agua de consumo, la inocuidad se logra mediante una combinación de medidas de gestión, normas sobre la calidad de los 21 productos terminados y actividades de análisis. La Comisión del Codex Alimentarius (CAC) de la OMS y la FAO provee el marco internacional para la reglamentación del agua envasada: ha elaborado una Norma para las aguas minerales naturales y un código de prácticas asociado. La norma describe el producto y sus parámetros de composición y calidad, establece límites para determinadas sustancias químicas, y aborda aspectos relativos a la higiene, el envasado y el etiquetado. La CAC ha elaborado también una Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas distintas de las aguas minerales naturales. (OMS, 2 006). La actual Norma para las aguas minerales naturales de la CAC y el código de prácticas asociado establecen requisitos estrictos para las aguas minerales naturales, como que debe extraerse de una fuente natural, como un manantial o pozo, y que debe embotellarse sin tratamiento adicional. En cambio, la Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas distintas de las aguas minerales naturales de la CAC incluye aguas de otras fuentes, además de los manantiales y pozos, y permite el tratamiento del agua para mejorar su inocuidad y calidad. Las diferencias entre estas 22 normas son especialmente importantes en regiones con una larga historia de consumo de aguas minerales naturales (OMS, 2 006)

## **2.2.8 Aniones y Cationes en Aguas Embotelladas**

### **2.2.8.1 Cloruros**

El cloruro presente en el agua de consumo procede de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. La fuente principal de exposición de las personas al cloruro es la adición de sal a los alimentos y la ingesta procedente de esta fuente generalmente excede en gran medida a la del agua de consumo. Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en los sistemas de distribución, aunque variará en función de la alcalinidad del agua, lo que puede hacer que aumente la concentración de metales en el agua.

No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo. No obstante, las concentraciones de cloruro que excedan de unos 250 mg/L pueden conferir al agua un sabor perceptible.

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que concentraciones de cloruro superiores a 600 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 conservaron este valor como concentración máxima admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció un valor de referencia de 250 mg/L para el cloruro, basado en consideraciones gustativas. En las Guías de 1993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo, aunque se confirmó que concentraciones de cloruro

superiores a unos 250 mg/L pueden conferir al agua un sabor perceptible<sup>22</sup>

#### **2.2.8.2 Sodio**

El umbral gustativo del sodio en el agua depende del anión asociado y de la temperatura de la solución. A temperatura ambiente, el umbral gustativo promedio del sodio es de 200 mg/L aproximadamente. No se ha calculado ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. Las sales de sodio (por ejemplo, el cloruro sódico) se encuentran en casi todos los alimentos (la principal fuente de exposición diaria) y en el agua de consumo. Aunque las concentraciones de sodio en el agua potable normalmente son inferiores a 20 mg/L, en algunos países pueden superar en gran medida esta cantidad. Se debe señalar que algunos ablandadores del agua pueden incrementar notablemente el contenido de sodio del agua de consumo. No se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Por consiguiente, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. No obstante, si las concentraciones rebasan los 200 mg/L, el agua podría tener un gusto inaceptable (OMS, 2006). Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958, 1963 y 1971 no hicieron referencia al sodio. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se concluyó que no había pruebas suficientes para justificar el establecimiento de un valor de referencia para el sodio en el agua basándose en consideraciones relativas al riesgo para la salud, pero se señaló que la ingesta de sodio en el agua de consumo puede afectar más a las personas que

requieren una dieta baja en sodio y a los lactantes alimentados con biberón. Se estableció un valor de referencia para el sodio de 200 mg/L, basado en consideraciones gustativas. En las Guías de 1993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el sodio, no obstante, si las concentraciones rebasan los 200 mg/L, el agua podría tener un gusto inaceptable<sup>23</sup>

### 2.2.8.3 Calcio

Elemento muy frecuente, normalmente forma sales solubles con muchos aniones (bicarbonato, sulfato, cloruro, fluoruro etc) lo que convierte en el catión mayoritario en las aguas, superando como media, la veintena de mg/ L. El Ca pasa al agua por dos vías:

- a) Disolución cuando proviene de sulfatos y silicato;
- b) Por la acción agresiva del CO<sub>2</sub> disuelto en el agua cuando se trata de Ca presente en calizas, margas y dolomitas (esto mismo puede decirse del magnesio).

En aguas, el denominado “equilibrio carbónico” establece una relación entre el bicarbonato calcio (soluble) de un agua y el carbonato de calcio, (poco soluble) que se solubiliza por medio del CO<sub>2</sub> disuelto en aquella. El proceso químico se puede esquematizar como:



Las concentraciones de Ca en aguas varían mucho, estando asociadas al nivel de mineralización; por esto mismo, las aguas

subterráneas presentan comúnmente más altos contenidos que las superficiales. La presencia de Ca en agua potable la dota de “sabor” que dependerá del anión mayoritario presente. Así mismo, este metal posee un papel fisiológico importante en la construcción del tejido óseo y en la transmisión nerviosa como neurotransmisor celular. Además, parecen existir correlaciones negativas entre consumo de aguas con contenidos elevados en Ca y menor aparición de enfermedades cardiovasculares.<sup>23</sup>

#### 2.2.8.4 Magnesio

Elemento frecuente bajo forma de carbonatos, sulfatos y cloruros, así como en silicatos. En aguas salobres puede alcanzar hasta los 1.3 g/L, mientras sus concentraciones medias en agua no marinas se sitúan alrededor de 20-40 mg/L(segundo catión mayoritario tras el Ca). En ríos, la concentración del metal suele aumentar desde el nacimiento hasta la desembocadura por disolución de rocas minerales del terreno.

También el Mg (como el Ca) está involucrado en un equilibrio “carbonato insoluble – bicarbonato soluble” responsable de procesos de incrustación y agresión en tuberías de aguas:



Además, la descomposición térmica del bicarbonato de magnesio genera hidróxido insoluble y desprende CO<sub>2</sub> particularmente agresivo frente a diversos materiales metálicos y no metálicos

El Mg (fundamental para la fotosíntesis como integrante de la clorofila) es también importante en ciertos sistemas enzimáticos

e interviene en la formación de los huesos. Parece que el consumo de aguas con bajos niveles de metal (< 15 mg/L) se relaciona con altas tasas de enfermedades coronarias. Por otro lado, el contenido elevado de Mg en aguas de bebida puede provocar efectos laxantes y sabor amargo<sup>23</sup>

#### **2.2.8.5 Sulfato**

La presencia de sulfato en el agua de consumo puede generar un sabor apreciable y en niveles muy altos provocar un efecto laxante en consumidores no habituados. El deterioro del sabor varía en función de la naturaleza del catión asociado; se han determinado umbrales gustativos que van de 250 mg/L, para el sulfato de sodio, a 1000 mg/L, para el sulfato de calcio. Por lo general, se considera que el deterioro del sabor es mínimo cuando la concentración es menor que 250 mg/L. No se ha calculado ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el sulfato. Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua, procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales. En general, la ingesta diaria media de sulfato procedente del agua de consumo, el aire y los alimentos es de aproximadamente 500 mg/L, siendo los alimentos la principal fuente. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen 73 mg/L de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta. Los datos existentes no permiten determinar la concentración de sulfato en el agua de consumo que probablemente ocasiona efectos adversos para la salud de

las personas. Los datos de un estudio en lechones con una dieta líquida y estudios con agua de grifo en voluntarios muestran un efecto laxante con concentraciones de 1000 a 1200 mg/L, pero sin aumento de la diarrea, la deshidratación o la pérdida de peso (OMS, 2006). No obstante, debido a los efectos gastrointestinales de la ingestión de agua de consumo con concentraciones altas de sulfato, se recomienda notificar a las autoridades de salud las fuentes de agua de consumo en las que las concentraciones de sulfato rebasen los 500 mg/L (OMS,2006).<sup>19</sup>

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que concentraciones de sulfato mayores que 400 mg/L afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 mantuvieron este valor como concentración máxima admisible 74 mg/L

Las dos primeras ediciones de las Normas internacionales también sugirieron que concentraciones de magnesio y sulfato de sodio mayores que 1000 mg/L afectarían notablemente a la potabilidad del agua de consumo. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció un valor de referencia para el sulfato de 400 mg/L, basado en consideraciones gustativas. La presencia de sulfato en el agua de consumo también puede producir un sabor apreciable en concentraciones mayores que 250 mg/L<sup>22</sup>

#### **2.2.8.6 Potasio**

Se trata de uno de los cationes mayoritarios en aguas naturales, en consonancia con su amplia difusión en la naturaleza bajo forma de cloruro, sulfato, fluoruro y fosfatos, así como en arcillas y micas (en forma de Potasio

interlaminar). Pese a las oscilaciones en su concentración, en general, las aguas no suelen presentar contenidos superiores a unos 15 mg/L en este elemento. Es interesante señalar que el contenido relativo de Potasio a lo largo de un río suele disminuir a la vez que el de Na se incrementó a consecuencia de la tendencia del potasio a sustituir al sodio contenido en arcillas. Debe indicarse así mismo, la existencia de un isótopo radiactivo natural del potasio que contribuye a la radiactividad de fondo detectada en la corteza terrestre.

Al igual que en el anterior caso, la determinación rutinaria suele ser por emisión atómica con llama (aire-acetileno), operando a 766.5nm. Opcionalmente puede relajarse con absorción atómica.<sup>24</sup>

## **2.2.9 Determinación de Cloruros y Conductividad en Muestras de Aguas Embotelladas**

### **2.2.9.1 Método de Mohr**

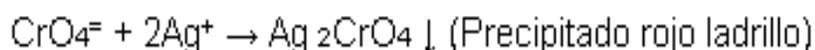
El método de Mohr es un procedimiento clásico en volumetría que se engloba en las llamadas argentometrías. Son procedimientos de titulación que se basan en la formación de una sal de plata relativamente insoluble. Para ello se procede a la valoración de la muestra con una disolución contrastada de nitrato de plata que conlleva (en nuestro caso) a la formación de cloruro de plata, un precipitado blanco insoluble. El punto final de la valoración de cloruros con nitrato de plata puede ser establecido de diferentes maneras cada una de las cuales da lugar a un método distinto.

El método de Mohr, se basa en añadir a la disolución a valorar una pequeña cantidad de cromato de potasio, estableciéndose

el punto final de la valoración cuando aparezca en la disolución un precipitado rojo de cromato de plata, sustancia que empieza a precipitar cuando prácticamente todo el cloruro ya ha precipitado como cloruro de plata.

Todo lo que aumente la solubilidad de la sustancia indicadora del punto final, el cromato de plata, disminuye la sensibilidad del método. Uno de los factores a controlar es el pH. Si la disolución a valorar es ácida, aunque sea ligeramente, la concentración de hidrogeniones puede hacer que el equilibrio correspondiente a la segunda ionización del ácido crómico<sup>25</sup>

La valoración se hace con solución patrón de  $\text{AgNO}_3$ . El indicador es el ion cromato  $\text{CrO}_4^{=}$ , que comunica a la solución en el punto inicial una coloración amarilla y forma en el punto final un precipitado rojo ladrillo de cromato de plata,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Las reacciones que ocurren en la determinación de iones cloruro son:



### **2.2.9.2 Conductividad del Agua**

Al determinar la conductividad se evaluará la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio).

La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro. La conductividad es una medida generalmente útil como indicador de la calidad de aguas dulces. Cada cuerpo de

agua tiene un rango relativamente constante de conductividad, que una vez conocido, puede ser utilizado como línea de base para comparaciones con otras determinaciones puntuales. Cambios significativos pueden ser indicadores eventos puntuales de contaminación.

La conductividad puede relacionarse a:

La pureza química del agua (mientras más pura es el agua, menor es la concentración de electrolitos en el agua y por ende, mayor es la resistencia del medio a la transmisión de una corriente eléctrica).

- La cantidad de sólidos disueltos en una solución y a la eficiencia de procesos de tratamiento de agua.
- La concentración de sales en una salmuera o salar.
- La concentración de sólidos disueltos (mg/L), multiplicando la conductividad ( $\mu\text{homs/cm}$ ) por un factor empírico.

La conductividad del agua potable oscila entre 50 y 1500  $\mu\text{mhos/cm}$ . La conductividad de aguas usadas de origen doméstico puede tener valores muy cerca de los valores que presentan las fuentes de aguas locales.

La conductividad será determinada mediante la utilización de un conductímetro electrónico, el que genera una diferencia de voltaje entre dos electrodos sumergidos en agua. La caída en el voltaje debida a la resistencia del agua es utilizada para calcular la conductividad por centímetro.<sup>26</sup>

## 2.3 Definición de Términos Básicos

**Agua cruda:** Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano<sup>27</sup>

**Agua tratada:** Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano<sup>27</sup>.

**Agua de consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal<sup>27</sup>.

**Cloro residual libre:** Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácidohipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.<sup>27</sup>

**Inocuidad:** Que no hace daño a la salud humana<sup>27</sup>.

**Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.<sup>27</sup>

**Monitoreo:** Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.<sup>27</sup>

**Parámetros microbiológicos:** Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.<sup>27</sup>

**Parámetros organolépticos:** Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.<sup>28</sup>

**Parámetros inorgánicos:** Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizado en el agua de consumo humano.<sup>29</sup>

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de Investigación

Se llevó a cabo una investigación de carácter:

**Básico:** por el grado de profundidad con que se aborda el objeto de estudio, siendo univariada donde la variable solo se mide.

##### 3.1.1 Nivel

Es una investigación en un primer momento descriptivo finalmente comparativo.

**Descriptivo:** En esta investigación se siguieron por todos los pasos para la selección del problema, muestra y determinación de la misma y describiendo así los resultados obtenidos y comparar dichos resultados con la Norma de DIGESA D.S. 031-2010-SA que establece los valores fisicoquímicos para dichas aguas.

##### 3.1.2 Método

A.- Determinación de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano por el Método de Mohr.

Fundamento:

La técnica de titulación por complexometría, utilizando el Método de Mohr, un método analítico muy importante para determinar el contenido de cloruros en las muestras de aguas, para ello se evaluó los métodos clásicos como la titulación con formación de complejos coloreados y los métodos

instrumentales como los electroquímicos, que involucran la titulación del cloruro con una solución valorada de nitrato de plata, empleando una sal de un cromato soluble; como el cromato de potasio como indicador.

B.- Determinación de conductividad eléctrica en aguas embotelladas para consumo humano por el Método de Eléctrométrico (APHA 2005)

#### Fundamento

La conductividad es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones disueltos, sus concentraciones absolutas y relativas, su movilidad y su valencia y de la temperatura y la viscosidad de la solución. Este parámetro sirve para estimar el contenido total de constituyentes iónicos. La medición física practicada en una determinación en el laboratorio suele ser de resistencia medida en ohmios. En el Sistema Internacional de Unidades el recíproco del ohmio es el siemens (S) y la conductividad se expresa en mS/m, siendo la correspondencia  $1\text{mS/m}=10\ \mu\text{mhos/cm}$ . La salinidad que es adimensional, se concibió inicialmente como la determinación de la masa de sales disueltas en una masa dada de solución, pero esta determinación experimental mediante desecación, presenta dificultades a causa de las pérdidas de algunos componentes. La única manera real de determinar la salinidad real o absoluta de un agua natural es realizar un costoso análisis químico completo, cuya precisión no siempre es satisfactoria. Así, se optó por determinarla indirectamente a través de diferentes

métodos, entre ellos, la conductividad. Este presenta la mayor precisión pero responde sólo a solutos iónicos.

### **3.1.3 Diseño**

Tiene un diseño transversal ya que la variable de estudio de la determinación de cloruros y la conductividad se medirán en un momento y tiempo definido.

## **3.2 Población y Muestra de la Investigación**

### **3.2.1 Población**

Todas las marcas de aguas embotelladas para consumo humano disponibles en el mercado local de origen natural y con tratamiento de mayor demanda en el mercado limeño.

### **3.2.2 Muestra**

Muestreo de cuatro marcas y presentaciones en el mercado local, Se adquirió una muestra de cada marca de agua presente en el mercado, por espacio de tres meses para asegurar distintos lotes de producción y se recopiló información de las distintas etiquetas y marcas de aguas embotelladas.

#### **A. Criterio de Inclusión**

- ❖ Las aguas embotelladas para consumo humano de marcas diferentes que se han vendido en los meses de junio a setiembre del año 2016.
- ❖ Las aguas embotelladas para consumo humano comercializados en Lima Metropolitana.

#### **B. Criterio de Exclusión**

- ❖ Las aguas embotelladas para consumo humano de diferentes marcas que se venden después de setiembre 2016.
- ❖ Las aguas embotelladas para consumo humano que se han comercializados en provincias y fuera del país.

### 3.3 Variables e Indicadores

#### 3.3.1 Variable Independiente(x)

Cloruros en aguas embotelladas para consumo humano

#### 3.3.2 Indicadores

Sales	DIGESA Niveles Máximos Admisibles (mg/L)
Cloruros	250 mg/L
Conductividad	1500 $\mu$ S/cm

### 3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

#### 3.4.1 Técnicas

##### A.- Determinación de Cloruros

La determinación de cloruros.- En muestras de aguas embotelladas para consumo humano fueron procesadas por el Método de Mohr.

## **B.- Determinación de la Conductividad**

La determinación de la conductividad eléctrica.- en muestras de aguas embotelladas para consumo humano fueron procesadas por el Método Electrométrico.

### **3.4.2 Instrumentos y Equipos**

- ❖ Balanza digital Sartorius
- ❖ Equipo para agua ultrapura Nanopure
- ❖ Refrigeradora
- ❖ Soporte Universal
- ❖ Equipo de conductividad HANNA INSTRUMENT modelo HI2300

### **3.4.3 Reactivos y Materiales**

- ❖ Agua ultra pura Tipo I
- ❖ Pipetas de 50 ml
- ❖ Erlen Meyer de 250 ml
- ❖ Cromato de Potasio al 5% (p/v)
- ❖ Nitrato de Plata de 0,006N
- ❖ Bureta
- ❖ Pipeta de doble aforo de 10 ml
- ❖ Vaso de precipitación
- ❖ Embudo para bureta
- ❖ Muestra que contenga cloruro

### **3.4.4 Procedimiento**

#### **A.- Procedimiento para la determinación de Cloruros**

Se procedió según Método Mohr

Para la determinación de cloruros se realizó mediante la técnica de titulación por complexometria utilizando el método de Mohr en donde se midió con pipeta de 50mL una muestra y se descargó en un Erlenmeyer, se agregó 6 gotas de  $K_2CrO_4$  al 5%, se llevó aproximadamente a 100mL con agua destilada, para tener mayor volumen y observar mejor el punto final.

Luego se cargó bureta con  $AgNO_3$  0.006N y agitando por rotación, se dejó gotear el  $AgNO_3$  hasta color anaranjado rojizo. Se observó cuanto fue el gasto y se calculó la concentración de cloruro

#### **B.- Procedimiento para la determinación de la Conductividad**

Se procedió según Método Eléctrométrico

Se realizó mediante la técnica instrumental por electrodo para ello se utilizó un equipo marca HANNA INSTRUMENT modelo HI2300 para la lectura de las conductividades en las muestras obtenidas, el procedimiento consiste en realizar primero una calibración del equipo, para ello se emplearon dos soluciones de calibración de  $83 \mu S/cm$  y otra de  $1413 \mu S/cm$ , es decir una de baja y una de alta conductividad de tal manera de cubrir todo el rango de conductividades.

Antes de su uso se extrajo los electrodos de la solución de conservación, se lavó y secó con un paño suave. Luego se agitó la muestra para homogenizar, se colocó los electrodos en la muestra y se agitó para asegurar la homogeneidad

## CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados

Los resultados de concentración de cloruros de las aguas embotelladas para consumo humano se muestran en la tabla N°: 1 y 2 y la conductividad de las aguas se muestran en la tabla N°:3 y 4 .

#### Cálculos

#### Formula

$$\text{ppm Cl}^- = \frac{(V_{\text{AgNO}_3})(N_{\text{AgNO}_3})(P_{\text{eqCl}})(1000)}{V \text{ muestra}}$$

#### Reemplazando gastos

#### San mateo

$$\text{ppm Cl}^- = \frac{(12.75)(0.006)(35.5)(1000)}{50\text{ml}} = 54$$

**Agua Cielo**

$$\text{ppm Cl}^- = \frac{(8)(0.006)(35.5)(1000)}{50\text{ml}} = 34$$

**Agua Vida**

$$\text{ppm Cl}^- = \frac{(22.9)(0.006)(35.5)(1000)}{50\text{ml}} = 98$$

**Agua San Luis**

$$\text{ppm Cl}^- = \frac{(1.8)(0.006)(35.5)(1000)}{10\text{ml}} = 38$$

Todas las muestras de aguas embotelladas para consumo humano que se expendan en Lima recolectados para esta investigación contiene cloruros, dichos valores son comparados con la Norma Técnica de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.

**Tabla N° 1**

Titulación con Nitrato de Plata.

Marca de Agua Embotellada	Volumen Gastado de titulante $\text{AgNO}_3$ 0.006N		Volumen Promedio (mL)	Alícuota muestra mL	Normalidad muestra (N)	Concentración de cloruros en la muestra (mg/L)
<b>San Mateo</b>	13.00	12.50	12.75	50	0.0015	54
<b>Cielo sin gas</b>	8.00	8.00	8.00	50	0.0010	34
<b>Vida sin gas</b>	22.9	22.9	22.9	50	0.0027	98
<b>San Luis</b>	1.75	1.85	1.8	10	0.0011	38

Fuente: Elaboración propia

Se muestra los resultados de la titulación con  $\text{AgNO}_3$  para la determinación de cloruros para las muestras de aguas embotelladas, así como la concentración de cloruros.

**Tabla N° 2**

Comparación de los resultados de las Concentraciones de cloruros con los indicadores dados por la Norma Técnicas de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.

<b>Marcas de Aguas Embotelladas</b>	<b>Concentración de cloruros en la muestra (mg/L)</b>	<b>Concentración MÁX (mg/L)</b>
San Mateo	54	250 mg/L
Cielo sin gas	34	250 mg/L
Vida sin gas	98	250 mg/L
San Luis	38	250 mg/L

Fuente: Normas Técnicas de Digesa D.S. 031-2010 – S.A.

#### Interpretación

Describe las concentraciones de cloruros hallados en 4 muestras analizadas de aguas embotelladas para consumo humano, las mismas que no superan el “valor máximo permisible proporcionado por la Norma Técnica de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.” Siendo la menor concentración hallada 34 mg/L y la mayor concentración 98 mg/L.

**Tabla N°3**

Conductividad de las muestras de aguas

<b>Marcas de aguas embotelladas</b>	<b>Conductividad (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>
San Mateo	813
Cielo sin gas	608
Vida sin gas	1230
San Luis	655

Fuente: Elaboración propia

Se muestra los resultados de conductividad de las cuatro muestras de aguas embotelladas para consumo humano

**Tabla N°4**

Comparación de los resultados de la Conductividad con los indicadores dados por la Norma Técnica de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.

<b>Marcas de aguas embotelladas</b>	<b>Conductividad (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>	<b>LMP (<math>\mu\text{S/cm}</math>) DIGESA (D.S.031-2010)</b>
San Mateo	813	1500
Cielo sin gas	608	1500
Vida sin gas	1230	1500
San Luis	655	1500

Fuente: Norma Técnica de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.

#### Interpretación

Describe las conductividades hallados en 4 muestras analizadas de aguas embotelladas para consumo humano, las mismas que no superan el “valor máximo permisible proporcionado por la Norma Técnica de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.” Siendo la menor concentración hallada 608  $\mu\text{S/cm}$  y la mayor concentración 1230  $\mu\text{S/cm}$ .

## 4.2 Análisis e Interpretación de Resultados

### A.-Discusión

En el presente trabajo de investigación, la determinación de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano, que se expenden en Lima Metropolitana, se realizó considerando la contaminación de las fuentes naturales o potables del agua como un problema de salud pública que afecta a los consumidores de nuestra capital.

Los valores obtenidos en este trabajo de investigación indican que la concentración de los iones de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano realizados en los meses de junio – setiembre 2016.

Primera marca, San Mateo 54mg/L, segunda marca Cielo sin gas 34mg/L, tercera marca Vida sin gas 98mg/L y cuarta marca San Luis 38mg/L.

Estos valores de concentración en comparación con los valores de la concentración de cloruros realizados en el Norte y Sur del Perú y otros países son:

1.- Piura “Evaluación Comparativa de Dos Sistemas de Purificación de Agua para Consumo en la Universidad de Piura” (2011) los resultados obtenidos de las dos muestras extraídas tanto del pozo de la universidad como del grifo del mismo laboratorio los resultados estaban muy elevados siendo el de mayor concentración de cloruros 609 mg/L que sobrepasan los límites máximos permisibles y comparando con los resultados del presente trabajo se concluye que todo tipo de agua deben pasar por un proceso de desmineralización.

2.- Tacna “Calidad Microbiológica y fisicoquímica del Agua Embotellada, Comercializada en la Ciudad de Tacna”(2012). Se realizó un estudio microbiológica y fisicoquímica de la calidad del agua embotellada sin gas de 11 marcas, los resultados mostraron que ninguna de las muestra tomadas en la determinación de cloruros sobrepasa los límites requeridos de 250 mg/L, y comparando con los resultados del presente trabajo podemos decir que las aguas embotelladas si son aceptables para el consumo humano en la ciudad de Tacna como también en la ciudad de Lima.

3.- Cuba en la localidad la Palma se realizó el “Estudio del Agua Mineral Embotellada La Palma”; ( 2010 ) En el análisis físico-químico para, Cloruros obtuvo una concentración 286 mg/L donde menciona que es una agua altamente mineralizada y que es apta para el consumo humano a pesar que esta no está dentro del límite máximo permisible a comparación del presente trabajo de investigación que todos están dentro de los límites máximos permisibles que es 250 mg/L siendo el agua Cielo el de menor concentración 34 mg/L y Vida el de mayor concentración 98 mg/L.

4.- Colombia en la localidad de Montería se realizó la investigación “Calidad física, química y bacteriológica del agua envasada en el Municipio de Montería”. Tuvo como objetivo evaluar los parámetros físicos y químicos donde los resultados obtenidos de concentración de cloruros están entre 8,7 y 23,8 mg/L y comparando los resultados con el presente trabajo se observa que están dentro de los límites máximos pero se nota una gran diferencia entre la mayor concentración de 23,8 mg/L con el trabajo de investigación que es de 98 mg/L.

5.- Se ha observado que en todas los trabajos de investigación realizados a nivel nacional e internacional, la presencia de cloruros en aguas para consumo humano en unas es más y en otras es menos; esto puede deberse a diferentes factores como: lugar de origen donde se extrae el agua, contaminación por actividad industrial y tratamiento inadecuado del agua antes de ser envasado para su consumo, afectando en si el sabor del agua. El valor límite establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. y el valor referencial establecido por la OMS; los cuales establecen como valor límite el de 250mg/L este valor se estableció más por razones de sabor, que por razones sanitarias.

## **B.-Conclusiones**

Se analizaron 4 muestras de aguas embotelladas para consumo humano de marcas diferentes que se expenden en Lima, la cuantificación mediante el Método de Mohr y la conductividad por el Método Electrométrico dieron los siguientes resultados :

1.- Queda demostrado que los niveles de cloruros hallados en las muestras de aguas embotelladas para consumo humano, el 100% del total de las muestras analizadas no sobrepasaron los límites máximos permisibles según la Norma Técnica de DIGESA D.S. 031-2010 – S.A.

2.- Queda demostrado que el método analítico de Mohr es un método eficaz en la cuantificación de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano. Siendo la menor concentración hallada 34 mg/L y la mayor concentración 98 mg/L.

3.- La conductividad hallada en aguas embotelladas para consumo humano, indica los iones de cloruros disueltos. Siendo la menor concentración hallada 608  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y la mayor concentración 1230  $\mu\text{S}/\text{cm}$

4.- En tanto se concluye que estas aguas embotelladas para consumo humano de diferentes marcas que se expenden en Lima que no sobrepasaron los límites máximos permisibles, por lo tanto son aptas para consumo humano directo.

## **C.- Recomendaciones**

1.-Se recomienda realizar estudios, considerando mayor tiempo de muestreo para abarcar mayor número de lotes y cuantificar el contenido de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano.

2.-Realizar una comparación de metodologías analíticas para determinar el grado de sensibilidad entre dos métodos, tales como el método de Mohr que se empleó en el presente estudio y el método de cromatografía iónica el cual es un método automatizado para analizar aniones como los cloruros.

3.-Realizar un estudio para determinar los niveles de sodio en las muestras de aguas embotelladas para consumo humano y comparar con los niveles recomendados por la Norma Técnica de Digesa D.S. 031-2010 – S.A. pues el sodio es muy importante en la dieta de las personas y no debe haber un sobreconsumo del mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**1.- Dante Guerrero; Eduardo Cáceres; Jhandir Artadi; Alessandra Caminati; Rocío Caqui; Martín Estrada; Pierre Gutiérrez** “Evaluación Comparativa de Dos Sistemas de Purificación de Agua para Consumo en la Universidad de Piura”. PIRHUA [en línea]. 2012. [fecha de acceso 30 de octubre de 2016]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/.../PYT\\_Informe\\_final\\_agua\\_UDEP.pdf?...4](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/.../PYT_Informe_final_agua_UDEP.pdf?...4)

**2. Zavalaga Talledo, Erika Noelia** “Calidad Microbiológica y fisicoquímica del Agua Embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna”. [Tesis Biólogo Microbiólogo]. Tacna: Servicios de publicaciones e Intercambio Científico, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna. [en línea]. [fecha de acceso 02 de noviembre de 2016]. disponible en: <http://tesis.unjbg.edu.pe:8080/handle/unjbg/135>.

**3.-María Lina Jiménez Pardo, Orelis Corona Araña, Mariano Cobo Hernández, Odalis Perdigón Ruíz.** “Estudio del Agua Mineral Embotellada” La Palma Provincia de Ciego de Ávila – Cuba. [Sitio en internet]. Disponible en: [bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol5\\_02\\_99/articulos/a4\\_v5\\_0299.htm](https://bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol5_02_99/articulos/a4_v5_0299.htm). Consultado: 25 de octubre 2016.

**4. Mónica M. Simanca , Beatriz E. Álvarez y Roberth Paternina** “Calidad física, química y bacteriológica del agua envasada en el Municipio de Montería” Temas Agrarios 2010;

15(1):71-83 [en línea]. [fecha de acceso 04 de noviembre de 2016]. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3724599>

5.- **J. L. Sánchez Guillén** Importancia del Agua para los Seres Vivos [en línea]. [Fecha de acceso 05 de noviembre de 2016]. Disponible en:

[www.lourdes-luengo.org/unidadesbio/biomoleculas/02agua.pdf](http://www.lourdes-luengo.org/unidadesbio/biomoleculas/02agua.pdf)

6.- **María Eugenia Victoria Bianchi**. Fisiología [en línea]. [Fecha de acceso 06 de noviembre de 2016]. Disponible en:

<https://med.unne.edu.ar/enfermeria/catedras/fisio/2010/ut1-medio2.pdf>

7.- **El agua en los seres vivos**[sitio en internet ]Disponible.:

<https://www.agua.org.mx/educadores/wp-content/.../El-agua-en-los-seres-vivos.pdf>

8 **Miguel Auge** AGUA FUENTE DE VIDA La Plata 2007  
tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/AguaFuenteVida.pdf  
Universidad de Buenos Aires

9.- **Fernández Surribas** “H<sub>2</sub>O Elixir de vida Elemental” [sitio en internet]. **Disponible**

[www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%201b.pdf](http://www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%201b.pdf)

10.-**Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas Mayabeque**. “Agua y Salud” Boletín Especial [ sitio en internet].2013 [ fecha de acceso 08 de octubre de 2016]; número Disponible en:  
[http://www.cpicmha.sld.cu/BoletinEsp/bes02\\_13.pdf](http://www.cpicmha.sld.cu/BoletinEsp/bes02_13.pdf)

**11.- Jonathan Mauricio conforme Montoya** “Evaluación del Impacto Económico que tendrá la Planta de Tratamiento de Agua Potable en los Habitantes de la Parroquia Velasco Ibarra - Cantón el empalme, año 2012.” [Tesis de grado Economista]. QUEVEDO-LOS RÍOS-ECUADOR: Servicios de publicaciones e Intercambio Científico, UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO; 2015 [sitio en internet]. 2015 [fecha de acceso 08 de octubre de 2016]; Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/768/1/T-UTEQ-0011.pdf>

**12 .Julen Cabero García** “Proceso de Desalacion de Agua de Mar Mediante un sistema de osmosis inversa de muy alta Conversión en tres Etapas con Recirculación de Permeado y Doble sistema de Recuperación de Energía” [ Tesis doctoral]. Bilbao: Servicios de publicaciones e Intercambio Científico, Universidad del País Vasco; 2015 [ sitio en internet]. 2015 [fecha de acceso 09 de octubre de 2016]; Disponible en: [https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/18530/TESIS\\_CABERO\\_GARCIA\\_JULEN.pdf;jsessionid=ED26B190ABE8A63D5D555A124B9767A8?sequence=](https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/18530/TESIS_CABERO_GARCIA_JULEN.pdf;jsessionid=ED26B190ABE8A63D5D555A124B9767A8?sequence=)

**13.-Tipos de Aguas**[sitio en internet].  
**Disponible.**<http://conocimientosgeneralesdelagua.blogspot.pe/>

**14 Luis Concha Valenzuela** “ La Química del Agua” [sitio en internet]. Disponible: en [www.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/la\\_quimica\\_del\\_agua.pdf](http://www.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/la_quimica_del_agua.pdf)

**15.-Angeles Carbajal Azcona y María González Fernández** Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid[sitio en internet]. Disponible: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>

**16- David Casero Rodríguez** “Potabilización del Agua” [sitio en internet]. Disponible:[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45471/componente45469.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45471/componente45469.pdf)

**17-Emanuel Cabezas.** “Externalidades Ambientales en la Aplicación de Osmosis Inversa para Potabilización de Agua solo para Ingesta. Análisis de Caso” [sitio en internet]. **Disponible** [http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/tesis\\_emmanuel\\_cabezas\\_frbb.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/tesis_emmanuel_cabezas_frbb.pdf)

**18.- Francisco Díaz Díaz M.** y Liliana Serrano “Desinfección del Agua con luz ultra violeta” [sitio en internet]. **Disponible** <http://www.oocities.org/mx/ionopura/3-4-02diaz.p>

**19.-OMS** “Guías para la Calidad del Agua Potable”. Primer apéndice a la tercera edición. Volumen1.p.263. [Sitio en internet]. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/qdwq3rev/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/qdwq3rev/es/). Consultado: 21 de octubre 2016.

**20.-SENIOR, DOROTHY A.G.; P.R., ASHURST.** 2001. Tecnología del Agua Embotellada. De la edición en lengua española. Editorial Acriba, S.A. Zaragoza-España. [sitio en internet].

**21.-Dirección General de Salud Ambiental. (2010). DIGESA.**  
[sitio en internet]. **Disponible**  
:[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPNinformes\\_tecnicos/GRUP0%20DE%20US0%20I.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPNinformes_tecnicos/GRUP0%20DE%20US0%20I.pdf)

**22.-ANALISIS DE AGUAS** [sitio en internet]. **Disponible**  
[https://www.upct.es/~minaees/analisis\\_aguas.pdf](https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf)

**23.-Ángeles Martínez-Ferrer Pilar Peris Raquel Reyes, Núria Guañabens.** Aporte de calcio, magnesio y sodio a través del agua embotellada y de las aguas de consumo público: implicaciones para la salud. [sitio en internet].Disponible  
<http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-aporte-calcio-magnesio-sodio-traves-13128721>

**24.- QUIMICA DEL AGUA.** [sitio en internet].Disponible  
<http://quimicadelagua.com/Otros.Potasio.html>

**25- Jorge Eduardo García Mompotes; Andres Fernando Sarria; Charlot Brigitt.**

**“DETERMINACIÓN DE CLORUROS POR LOS MÉTODOS DE MOHR, FAJANS Y VOLHARD”** Facultad de ciencias básicas, Programa de Química, Universidad Santiago de Cali Septiembre de 2014[sitio en internet].

Disponible

<https://es.scribd.com/document/243134706/DETERMINACION-DE-CLORUROS-POR-LOS-METODOS-DE-MOHR-FAJANS-Y-VOLHARD-docx>

**26.- Guillermo Goyenola** Guía para la utilización de las Valijas Viajeras Conductividad[sitio en internet]. DISPONIBLE [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curs\\_o\\_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curs_o_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf)

**27.- DIGESA D.S. N° 031-2010-SA** “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.p.39. [Sitio en internet]. Disponible en: [www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento\\_calidad\\_agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf). Consultado: 20 de octubre 2016

**28.-María Isabel Alvarez Lozano** “CALIDAD DEL AGUA”: Parámetros microbiológicos .Disponible <https://prezi.com/jozpgkn-vaif/calidad-del-agua-parametros-microbiologicos/>

**29.-Bernardo Borelli, Jetro Gómez, Luis Gómez y María Cabrera**

QUÍMICA DEL AGUA: PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS

Profesor: Ing. Ruben Cantero. Grupo BD. 29-08-2013Laboratorio de Química Ambiental, Universidad de la Costa, Barranquilla Disponible

<https://es.scribd.com/document/167855306/QUIMICA-DEL-AGUA-PARAMETROS-ORGANOLEPTICOS>

## ANEXO I

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### “CLORUROS EN AGUAS EMBOTELLADAS PARA CONSUMO HUMANO”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	METODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿Cumplirán las aguas embotelladas para consumo humano los parámetros establecidos de concentración de cloruros en las Normas vigente DIGESA D.S. 031-2010-SA?</p> <p><b>P.E.1</b> ¿Cual es la concentración de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano mediante el método analítico de Mohr?</p> <p><b>P.E.2</b> ¿Cual es la concentración de iones de cloruros de las aguas embotelladas para consumo humano mediante la determinación de la conductividad?</p>	<p>Comparar los valores de cloruros hallados en aguas embotelladas para consumo humano con las Normas de DIGESA D.S. 031- 2010-SA</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p><b>O.E.1</b> Determinar la concentración de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano mediante el método analítico de Mohr.</p> <p><b>O.E.2</b> Determinar la concentración de iones de cloruros en aguas embotelladas para consumo humano mediante la conductividad.</p>	<p>Las aguas embotelladas para consumo humano superan los parámetros establecidos de concentración de cloruros en las Normas vigente DIGESA D.S. 031-2010-SA.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p><b>H.E.1</b> Los valores de cloruros hallados en aguas embotelladas para consumo humano mediante el método analítico de Mohr superan a lo establecido por la Norma de DIGESA D.S. 03-2010-SA.</p> <p><b>H.E.2</b> Los valores de iones de cloruros hallados en aguas embotelladas para consumo humano mediante la conductividad superan a lo establecido por la Norma de DIGESA D.S. 03-2010-SA.</p>	<p><b>Tipo de Investigación :</b> Básico</p> <p><b>Nivel de Investigación :</b> Descriptivo</p>	<p><b>Método de la Investigación:</b> Método de Mohr, método analítico para determinación de cloruros.</p> <p>Método conductímetro electrónico para determinación de la conductividad.</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> Transversal</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Cloruros en aguas embotelladas para consumo humano.</p> <p><b>Indicadores:</b> Normas de DIGESA D.S. 031 – 2010 SA</p> <p>-Cloruros 250mg/L</p> <p>-Conductividad 1500µS/cm</p>	<p><b>Población:</b> Todas las marcas de aguas embotelladas para consumo humano disponibles en el mercado local de Lima Metropolitana.</p> <p><b>Muestras:</b> Muestreo de cuatro muestras y presentaciones en el mercado local de Lima.</p>

**ANEXO II**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE**  
**CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniacó	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**FUENTE:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano