

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias

Escuela Académico Profesional de Biología – Microbiología

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DEL AGUA
EMBOTELLADA, COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE
TACNA.**

TESIS

Presentada por:

Bach. Erika Noelia Zavalaga Talledo

Para optar el Título Profesional de:

Biólogo Microbiólogo

**Tacna – Perú
2012**

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"

FACULTAD DE CIENCIAS

Escuela Académico Profesional de Biología – Microbiología

Tesis N° 181

TÍTULO PROFESIONAL DE:
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

El secretario Académico Administrativo de la Facultad de Ciencias, certifica que por resolución de Facultad N°7216-2012-FACI/UNJBG, el consejo de facultad designó como jurado calificador para la sustentación de la tesis: **Calidad Microbiológica y Físicoquímica del Agua Embotellada, Comercializada en la Ciudad de Tacna.**

El mismo que estuvo conformado por:

Presidente : MSc. César Efraín Rivasplata Cabanillas
Secretario : Mgr. Isabel Ancco Oliva
Vocal : Mgr. Walter Flores Ponce De León

Para examinar y calificar la sustentación del informe de tesis en acto público, en el auditorio de la Facultad de Ciencias de la UNJBG, el día 15 de Noviembre del 2012 a las 10:00 horas. Presentada por la **Bachiller Erika Noelia Zavalaga Talledo**, de la Escuela Académico Profesional de Biología – Microbiología.

El jurado calificador en forma secreta e individual se pronunció acerca de su calificativo sobre el informe expuesto y procedió a emitir el siguiente veredicto: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** y con el calificativo de **BUENO** con nota **16/20**.

Para ratificar lo detallado firman:


MSc. César Efraín Rivasplata
Presidente


Mgr. Isabel Ancco Oliva
Secretario


Mgr. Walter Flores Ponce
Vocal

DEDICATORIA

A mi Madre, porque me enseñaste a ser una mujer fuerte y amorosa a la vez, como tú.

A mi Hermana, porque eres la luz que siempre ilumina mi camino.

A Julio, por ser mi apoyo incondicional, ser bueno es tu virtud.

A Atila, mi protectora y compañera.

Los amo.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos, por su apoyo y voz de aliento incansable, en particular a mi Asesor de Tesis, M. Sc. César Julio Cáceda Quiroz, Docente Principal a D. E. del Dpto. Académico de Biología, por darme las facilidades para realizar los análisis microbiológicos, por su paciencia y tiempo dedicados a este trabajo.

Quisiera expresar mi agradecimiento a la Entidad Prestadora de Servicios y Saneamiento (EPS-Tacna) por permitirme utilizar sus instalaciones, en especial al la División de Operaciones, al Ing. Alberto Franco Vildoso (Co-asesor), Analista de control de calidad, del laboratorio de análisis fisicoquímicos y al Blgo. Giancarlo Manuel Franco Díaz (Co-asesor), Experto en control de calidad, del laboratorio de análisis microbiológico, por darme su apoyo y ayuda en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Gracias al Laboratorio de Microbiología, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre G. y también al CITE Agroindustrial de Tacna, por permitirme usar sus instalaciones.

INDICE

	Pág.
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCION.....	3
III. ANTECEDENTES.....	5
3.1 Historia del agua.....	5
3.2 Importancia del agua.....	7
3.3 Agua embotellada.....	8
3.4 Seguridad del agua embotellada.....	9
3.5 Posibles efectos saludables del agua embotellada...	11
3.6 Consumo de agua embotellada.....	12
3.7 Producción de agua embotellada en Perú.....	14
3.8 Tipos de productos.....	18
3.9 Normas Internacionales relativas al agua embotellada.....	20
3.10 Normas Nacionales relacionadas al agua embotellada.....	22
3.11 Marco legal base para esta investigación.....	24
3.12 Contaminación de las fuentes de agua.....	25
3.13 Calidad Microbiológica y Fisicoquímica del agua embotellada.....	27
3.14 Contaminantes microbiológicos.....	30
3.15 Contaminantes de origen químico.....	44
3.16 Proceso de producción de agua embotellada	77
3.17 Enunciado del problema científico.....	81
3.18 Definición y delimitación del problema.....	81

3.19	Justificación del problema.....	85
3.20	Hipótesis.....	87
3.21	Objetivos.....	88
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	89
4.1	Metodología de campo.....	89
4.1.1	Zona de muestreo.....	89
4.1.2	Población de la muestra.....	89
4.1.3	Metodología de campo.....	91
4.1.4	Tipo de estudio, tamaño de la muestra y recolección de datos.....	91
4.2	Metodología de laboratorio.....	95
4.2.1	Análisis microbiológicos.....	95
4.2.2	Análisis fisicoquímicos.....	99
4.2.3	Análisis estadístico.....	106
V.	RESULTADOS.....	107
5.1	Análisis Microbiológicos.....	108
5.2	Análisis Fisicoquímicos.....	122
5.3	Análisis del cumplimiento de los Parámetros Microbiológicos y Fisicoquímicos.....	174
5.4	Análisis Estadístico.....	179
VI.	DISCUSIÓN.....	186
VII.	CONCLUSIONES.....	210

VIII. RECOMENDACIONES.....	211
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	212
X. ANEXOS.....	218

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01: Información adicional sobre el arsénico.....	45
Cuadro 02: Información adicional sobre el Boro.....	52
Cuadro 03: Información adicional sobre el manganeso.....	65
Cuadro 04: Diagrama de flujo del proceso de producción de agua embotellada.....	77
Cuadro 05: Códigos designados a las marcas analizadas.....	90
Cuadro 06: Fechas de los muestreos realizados.....	94
Cuadro 07: Resumen de los análisis microbiológicos realizados.....	109
Cuadro 08: Resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de Coliformes totales.....	110
Cuadro 09: Resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de <i>Escherichia coli</i>	115

Cuadro 10: Resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	119
Cuadro 11: Resumen de los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas.....	124
Cuadro 12: Resultados del análisis fisicoquímico de pH.....	126
Cuadro 13: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de turbidez.....	130
Cuadro 14: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la conductividad.....	133
Cuadro 15: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de sólidos totales disueltos.....	137
Cuadro 16: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de cloruros.....	141
Cuadro 17: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de sulfatos.....	144
Cuadro 18: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de dureza total.....	148
Cuadro 19: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de sodio.....	152
Cuadro 20: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de aluminio.....	155
Cuadro 21: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de arsénico.....	158

Cuadro 22: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de hierro.....	162
Cuadro 23: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de manganeso.....	165
Cuadro 24: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de boro.....	168
Cuadro 25: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de color.....	171
Cuadro 26: Marcas de agua embotellada que NO cumplen con ambas normas.....	175
Cuadro 27: Resultados estadísticos.....	179

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Resultados en porcentajes del análisis de Coliformes totales.....	112
Figura 02: Porcentajes de marcas que cumplen con la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 para Coliformes totales en agua embotellada.....	113
Figura 03: Resultados en porcentajes del análisis de <i>E. coli</i>	116

- Figura 04:** Porcentajes de marcas de agua embotellada que cumplen la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 para *E. coli*.....117
- Figura 05:** Resultados en porcentajes del análisis de *Pseudomonas aeruginosa*.....120
- Figura 06:** Porcentajes de marcas de agua embotellada que cumplen la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 *Pseudomonas aeruginosa*.....121
- Figura 07:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el pH127
- Figura 08:** Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para el pH.....128
- Figura 09:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para la turbidez.....131
- Figura 10:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las

diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para la conductividad.....134

Figura 11: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para la conductividad.....135

Figura 12: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para sólidos totales.....138

Figura 13: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para solidos toales disueltos.....139

Figura 14: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para cloruros.....142

Figura 15: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para sulfatos.....145

- Figura 16:** Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para sulfatos.....146
- Figura 17:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para la dureza total.....149
- Figura 18:** Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para la dureza total.....150
- Figura 19:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el sodio.....153
- Figura 20:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el aluminio.....156
- Figura 21:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-

SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el arsénico.....159

Figura 22: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para el arsenico.....160

Figura 23: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el hierro.....163

Figura 24: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el manganeso.....166

Figura 25: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el boro.....169

- Figura 26:** Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímicos realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS- Tacna para el color.....172
- Figura 27:** Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para el color.....173
- Figura 28:** Porcentaje de marcas que NO cumplen los parámetros Microbiológicos de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071 – MINS/DIGESA-V.01).....176
- Figura 29:** Porcentaje de marcas que NO cumplen los parámetros Fisicoquímicos del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.....177
- Figura 30:** Porcentaje de marcas que NO cumplen los parámetros Microbiológicos y Fisicoquímicos.....178

I. RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue la evaluación microbiológica y fisicoquímica de la calidad del agua embotellada sin gas de 11 marcas, expandidas en 4 distritos de la ciudad de Tacna, las que fueron seleccionadas por ser las de mayor consumo y publicidad. 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 2011 (“Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”).

La recolección de las muestras se llevó a cabo en 4 distritos seleccionados (Distrito de Tacna, Distrito Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa, Distrito de Ciudad Nueva y Distrito de Pocollay) y en diferentes fechas a través de un muestreo al azar. Se analizó parámetros fisicoquímicos y

microbiológicos relevantes para la salud humana y exigida por normas existentes.

Los resultados indicaron que el 63,63% de las marcas analizadas no cumplen con la calidad requerida para este tipo de productos; por lo que se recomienda que el Ministerio de Salud (DIGESA) no sólo elabore y apruebe una norma de calidad para las aguas envasadas según la realidad actual, sino también amplíe los requisitos que se piden para el registro de estos productos como son los parámetros fisicoquímicos y así asegurar la calidad del agua embotellada que consume la población de Tacna.

II. INTRODUCCIÓN

La mitad del planeta bebe agua insalubre o contaminada. La otra mitad derrocha y menosprecia el líquido de sus grifos. En ambos mundos, las empresas del agua embotellada quieren sacar provecho. Y, a pesar del gran coste comparativo que supone frente al agua corriente, su consumo crece en algunos países en desarrollo, como Perú, México, España, hasta un 15% anual.

El presente tema de investigación tiene la finalidad de dar a conocer la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua embotellada en la ciudad de Tacna, esta investigación nace de la inquietud que muchas veces tenemos los consumidores por saber el estado real de las aguas embotelladas que son vendidas como libres de microorganismos y con valores de minerales 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 con las expectativas de los consumidores y con los requisitos que debe

obedecer el producto de acuerdo a la normatividad vigente en el país.

La mejora de los ingresos de la población y el aumento de la temperatura incrementarán la producción de agua embotellada, que este año crecerá 15 % con respecto a lo registrado el año anterior, informó la consultora Maximixe **(Andina, 2012)**. El incremento del consumo también se basa en la continua búsqueda de productos que permitan una mejor calidad de vida a sus consumidores y la débil confianza en la calidad del agua de la red pública.

El consumo per cápita de agua embotellada en el Perú asciende a 14 litros, mientras que en México el consumo llega a 1 560 litros per cápita **(Andina, 2012)**.

III. ANTECEDENTES

3.1 Historia del agua

Es importante destacar que según Hurst. C.J. (1 997), en su investigación acerca del Water Microbiology in Public Health, dice que el tratamiento del agua no es un concepto nuevo; la evidencia de esfuerzos de descontaminación de agua data de antes del año 2 000 AC en los escritos sánscritos en los que se aconsejaba que el agua debía ser hervida y filtrada. En el año 400 AC, Hipócrates escribió sobre las contribuciones del agua a la mala salud y la necesidad de hervirla y colarla. A principios del siglo XVIII, se describe el uso de una variedad de métodos de tratamiento tales como la filtración con piedras, ácidos y aceites para purificar el agua. Es importante indicar que desde 1 732, la práctica de sedimentación y filtración con arena era un método popular en los hogares; los suministros de agua municipal empezaron a utilizar la filtración con arena de una manera amplia en 1 832 (**Hernández, 2009**).

De 1 880 a 1 890, se estaban patentando métodos de coagulación química y filtración rápida con arena, adaptando la filtración a fuentes de agua más turbias. En el año de 1907, la

instalación de un filtro de arena para el agua que servía a la ciudad de Lawrence, Massachussets, correspondió a la reducción de 79 % en el número de muertes causadas por la fiebre tifoidea. A pesar de que la filtración fue un gran avance en los tratamientos de agua a principios del siglo XX, el avance más reciente de la época fue la cloración; hay evidencias que indican que el uso de un desinfectante para mejorar la calidad del agua data de décadas anteriores, pero fue hasta 1908 que se adoptó el uso de desinfectantes de cloro. Desde tiempos muy remotos ya se hablaba de calidad de agua y de los tratamientos bajo los que debía someterse para cumplir con las necesidades de los consumidores. En este sentido Gurrola. G. (1 995), menciona que “el agua es un líquido incoloro e insaboro que puede encontrarse en la naturaleza en sus tres estados físicos (sólido, líquido y gaseoso), entre los aspectos más importantes del agua, es ser el origen de la vida, cubrir tres cuartas partes de la tierra y además es el solvente universal” **(Hernández, 2009)**.

3.2 Importancia del agua

El agua representa el 60% de todo el peso corporal, siendo un 26% extracelular y un 34% intracelular **(Millán, 2009)**. Podemos sobrevivir meses sin comer. Sin agua nos moriríamos en 12 días. A parte del aire, el agua es el único elemento que entra en nuestro organismo todos los días de nuestra vida. Está presente en cada célula y tejido de nuestro cuerpo y juega un papel vital en casi todos los procesos biológicos incluyendo la digestión, absorción, circulación y excreción **(www.aguapuraysana.com)**.

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 **(Chaidez, 2002)**. Las enfermedades causadas por la mala calidad del agua de consumo humano son frecuentes en todo el mundo, ellas ocurren por diferentes causas como la falta de un tratamiento correcto del agua o por contaminación en las redes de distribución. La contaminación microbiológica en el agua envasada se ha reportado por diferentes autores alrededor del mundo **(Vidal, 2009)**.

3.3 Agua embotellada

Hay amplia disponibilidad de agua embotellada tanto en países industrializados como en desarrollo. 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)**.

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 envasadas (**Senior, 1998**).

3.4 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)**.

3.5 Posibles 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)**.

También se consumen aguas envasadas con contenido 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)**.

3.6 Consumo de agua embotellada

El comercio de las aguas envasadas (AE) experimentó, en las últimas 2 décadas, un crecimiento acelerado en su consumo, pasando de 84 millones de litros en 1994 a 139,5 millones en el 2 002, e incrementándose a 188,8 millones en el 2 007. En el año 2 008 este crecimiento sufrió una desaceleración, debido a la crisis económica mundial. En el contexto global, el mayor consumo per cápita de AE lo encabeza los Emiratos Árabes con 259,7 L/persona/año, seguido por Italia con 180,6 y México con 179; no obstante este último país ha superado a Emiratos Árabes e Italia a partir del año 2 008. El aumento en el consumo de AE se fundamenta en la agresiva publicidad, enfocada en la calidad del agua y el aporte a la nutrición; sin embargo, a nivel mundial, existen estudios que demuestran que las AE tienen una calidad semejante al agua suministrada por cañería, y que las aguas tratadas por ósmosis reversa prácticamente no aportan nada a la nutrición del consumidor **(Mora, 2 010)**.

Los hábitos bajo el concepto de una vida sana acompañados de mejores ingresos de la población por un crecimiento sostenido de la actividad económica del país han

originado que se incremente el consumo de agua embotellada en el Perú, así la categoría de agua ha ido ganando terreno a categorías como la de gaseosas. Lo anterior se evidencia en la tendencia al alza en el consumo de agua, así el consumo per cápita de agua embotellada pasó de 4,9 litros por habitante en el 2 004 a 11,7 L. por habitante el 2 010, lo que representa una tasa de crecimiento media anual de 15,6%, y respecto al 2009 creció 16,1%. Las ventas de la categoría de agua embotellada tienen gran margen para crecer en los sub siguientes años en el mercado peruano, debido a que su consumo per cápita es aún pequeño, situándose por debajo de varios países de la región, así, el consumo por persona en Colombia es de 15,5 litros y en Brasil es de 25 litros, aproximadamente (www.maximixe.com).

En otros países, la producción y consumo de agua embotellada también ha sido bien recibida, lo cual se refleja en el aumento considerable en sus ventas. Debido a esto, día a día, un gran número de empresas ha manifestado su interés en la producción de agua embotellada. Paralelo al aumento del consumo, se encuentra la preocupación por la calidad

microbiológica de este producto. Esto es debido a que la información al respecto es muy limitada **(Chaidez, 2002)**.

3.7 Producción de agua embotellada en Perú

La mejora de los ingresos de la población y el aumento de la temperatura incrementarán la producción de agua embotellada, que este año crecerá 15 % con respecto a lo registrado el año anterior, informó la consultora Maximixe. **(Andina, 2 012)**.

La producción total de agua embotellada pasó de **78 millones de litros en el año 2 000 a 320 millones** de litros en el período enero-noviembre **del 2 010**, lo que representa un crecimiento del **310%**, según el reporte sectorial de Industria de Agua Embotellada del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la **Sociedad Nacional de Industrias (SNI)** **(biznews.pe, 2 011)**.

Agregó que el incremento del consumo también se basará en la continua búsqueda de productos que permitan una mejor calidad de vida a sus consumidores y la débil confianza en la

calidad del agua de la red pública. La mayor parte de las ventas de esta industria se realizan en las estaciones de primavera y verano. La mayor parte de las ventas de esta industria se realizan en las estaciones de primavera y verano. Entre enero y noviembre del 2 011 la producción de agua embotellada fue de 385,5 millones de litros, cifra mayor en 20,5 % a la registrada el 2 010 en Perú **(Andina, 2 012)**.

Por tipo de presentación, correspondió al agua embotellada de mesa 344,7 millones de litros (22,4 % de crecimiento) y al agua en botellones 40,9 millones de litros (19.5 % de crecimiento) **(Andina, 2 012)**.

En el mercado de bebidas no alcohólicas embotelladas, excepto los jugos de fruta, tiene una participación de apenas 18,6 %, si bien ha aumentado respecto al 16,5 % del 2 010, revelando así una tendencia ascendente, en cambio las gaseosas bajaron de 79 % en el 2 010 a 76,4 % en el 2 011 **(Andina, 2 012)**.

Respecto a la participación en el mercado nacional, según la revista Biznews, éste es dominado en **90% sólo por dos empresas** que son Corporación José R. Lindley S.A. con su

marca San Luis, y Ajeper S.A. con Cielo, aunque hay otras marcas como Agua Demesa de Embotelladora Demesa S.A., Agua Vida de Embotelladora Don Jorge S.A.C., Agua San Mateo y Cristalina de Corporación Backus, y Agua San Carlos de PepsiCo Inc., entre otras **(biznews.pe, 2 011)**.

En cuanto a las exportaciones, entre enero y noviembre del 2 011 éstas ascendieron a 4,584 litros, lo que representó un crecimiento interanual de 8,1 %. El principal exportador fue Embotelladora San Miguel del Sur (99,8 % de participación), en tanto las importaciones retrocedieron a 554,8 mil litros (3,3 % de caída) debido al menor envío de agua mineral natural **(Andina, 2 012)**.

Por otro lado, la comercialización de este próspero negocio está a cargo de multinacionales como Nestlé, Coca Cola, Pepsi Cola, Danone a nivel mundial **(Mora, 2 010)**.

El reporte de la SNI también da cuenta que el sector agua embotellada es un negocio con **alto potencial de crecimiento y rentabilidad**, pues en los últimos años ha reportado tasas de crecimiento superiores a las bebidas gaseosas y otras bebidas **(biznews.pe, 2 011)**.

Así, entre los años 2 005 y 2 010, el volumen producido de bebidas **gaseosas creció a una tasa promedio de 4,5%** mientras que la de agua embotellada ha crecido en promedio a **18% anual**.

Según información del Ministerio de la Producción, la **participación de agua embotellada** en la categoría de bebidas (gaseosas, agua embotellada, energizantes) ha pasado de representar el **6,3% del mercado el año 2000 a 16,6%** el año 2 010. Se espera que su consumo continúe aumentando en los próximos años contra un comportamiento relativamente estable para las bebidas carbonatadas. **(biznews.pe, 2011)**.

El mercado de las aguas embotelladas así como el de las otras bebidas, es una **industria estacional**, un porcentaje importante de sus ventas se produce en los últimos meses del año y durante **el verano**. Su producción es más dinámica en el último y primer trimestre de cada año, donde se concentra casi el **60% de su producción anual (biznews.pe, 2 011)**.

El agua embotellada es **agua potable envasada en botellas individuales** de consumo para su venta al por menor

en diversas presentaciones; y puede ser gaseada o sin gasear. Se expende también en **botellones**. De acuerdo al tratamiento puede ser **agua mineral de manantial** envasada en su fuente de origen o agua purificada obtenida del subsuelo (**biznews.pe, 2011**).

3.8 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, 1 998 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:

- Aguas de mesa (o purificadas)

- Aguas de manantial
- Aguas minerales naturales
- Aguas minerales

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.

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.

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.

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.

3.9 Normas internacionales relativas al agua embotellada

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

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

normas son especialmente importantes en regiones con una larga historia de consumo de aguas minerales naturales (**OMS, 2 006**).

3.10 Normas nacionales relacionadas al agua embotellada

En Perú las normas que establecen los requisitos que deben cumplir las aguas embotelladas para el consumo humano, no son claras, por ello se consulto 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 – MINSA/DIGESA-V.01 del 27 de agosto del 2 008, “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

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.

3.11 Marco Legal base para esta investigación

De acuerdo a lo explicado en el punto 3.10, se siguió la siguiente normativa para la realización de esta investigación:

- NTS N° 071–MINS/DIGESA-V.01 del 27 de agosto del 2 008, “Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de Consumo Humano” para los parámetros microbiológicos.
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031- 2010-SA/ Ministerio de Salud. Dirección de Salud Ambiental–Lima: Ministerio de Salud, 2 011, para los parámetros fisicoquímicos.

Como guías de referencias las siguientes:

- Decreto Supremo N° 007-98-SA17 Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, para la evaluación de la información al consumidor y registro sanitario.
- ITINTEC 214.024, AGUA MINERAL, Octubre, 1 988.
- ITINTEC 214.004, AGUA DE MESA, Junio, 1 984.
- Guías para la Calidad del Agua Potable, OMS 2 006.

- Normas del CODEX para Agua y Códigos de Prácticas de Higiene:
 - ✓ CODEX STAN 108 – 1 981, Norma Codex para las aguas minerales naturales.
 - ✓ CODEX STAN 227 – 2 001, Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas (Distintas de las Aguas Minerales Naturales).
 - ✓ CAC/RCP 48 – 2 001, Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas (Distintas de las Aguas Minerales Naturales).
 - ✓ CAC/RCP 33 – 1 985, Código internacional recomendado de prácticas de higiene para la captación, elaboración y comercialización de las aguas minerales naturales.

3.12 Contaminación de las fuentes de agua

El agua tomada de las fuentes naturales contiene pequeñas porciones de materia orgánica. Esta porción orgánica básicamente consiste de flora bacteriana tales como *Pseudomonas*, junto con especies de *Acinetobacter*,

Achromobacter, *Flavobacterium* y otras formas Gram-negativos. La presencia de *Pseudomonas aeruginosa* usualmente indica la contaminación por plantas en las fuentes de agua, pero la presencia de *Burkholderia cepacia* y *Stenotrophomonas maltophilia* se les señala como productores de infecciones secundarias (fibrosis quística, infecciones clínicas, respectivamente); también se han detectado en algunas fuentes de agua. En el agua embotellada, las bacterias pueden tener su origen natural de la fuente de agua o puede ser introducida durante el proceso de procesado y embotellamiento. También se ha establecido que el número de bacterias puede incrementarse durante el proceso de almacenaje hasta que es consumida. Patógenos como *Escherichia coli*, *Pseudomonas spp.* y *Salmonella spp.* se ha demostrado que sobreviven y se multiplican en el agua embotellada con un riesgo potencial de desarrollo de enfermedades en los consumidores (Díaz, 2 007).

Los europeos tienden a disfrutar de aguas minerales, que contienen concentraciones diversas de sustancias como el sulfato, el carbonato, el magnesio, el calcio, y el sodio. En Alemania en particular, hay un mercado considerable para

"Heilwasser", el agua de primavera con calidades aparentemente salubres debido a su alto contenido mineral. Se recomiendan para desórdenes de riñón, así como para problemas urinarios y de corazón. Por lo que, típicamente esta es consumida por individuos inmunodeprimidos para quienes la ingestión de bacterias oportunistas no parece aconsejable (Díaz, 2 007).

3.13 Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua embotellada

El agua embotellada puede ser cualquier fuente de agua potable que recibe tratamientos físicos y químicos, y que está libre de agentes infecciosos. Las fuentes pueden ser pozos profundos, deshielos de las montañas o bien el suministro municipal de agua. Como cualquier otro producto alimenticio, debe ser procesada, empacada y almacenada de manera sanitaria y libre de contaminación. Además de su uso general, ésta puede ser utilizada para la preparación de formulas infantiles, en los asilos de ancianos y para reconstituir alimentos en hospitales, o además, para la limpieza de lentes

de contacto y el llenado de los humidificadores del ambiente. Como casi todos los productos alimenticios, el agua embotellada no es un producto libre de microorganismos, específicamente de bacterias que se encuentra en forma natural en los suministros de agua **(Chaidez, 2 002)**.

Se tiene la percepción de que una vez que el agua es embotellada, el producto es estéril, pero en realidad, el agua que es usada para envasado puede contener grandes cantidades de cuenta total bacteriana, que puede alcanzar números de hasta 10^5 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) **(Chaidez, 2 002)**.

Si no se toman las precauciones sanitarias adecuadas, el agua embotellada puede contener bacterias, las cuales originan antes del envasado, y que después de haberse envasado, éstas se reproducen a concentraciones que podrían representar un riesgo a la salud. Se ha demostrado que las fuentes de agua pueden contener niveles de hasta 10^5 a 10^7 UFC/ml **(Chaidez, 2 002)**.

Algunas empresas utilizan agua potable como fuente principal, y las bacterias que residen en el agua pueden

aparecer en el producto final una vez que el agua es procesada. Además, las prácticas higiénicas deficientes del personal que participa en el procesamiento del agua, aunado al manejo inadecuado de los envases, dan como resultado un aumento de la población bacteriana en el producto final **(Burgos, 2 011)**.

Las fuentes de agua embotellada generalmente contienen una microflora muy variada, que incluye las siguientes especies: *Achromobacter spp.*, *Aeromonas spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Alcaligenes spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Cytophaga spp.*, *Moraxella spp.*, y *Pseudomonas spp.* Estas bacterias se encuentran en pequeñas cantidades, pero pueden multiplicarse rápidamente durante el envasado y almacenamiento del agua. Existe mucha controversia sobre el efecto que pueda tener la microflora del agua para consumo humano. La mayoría de estos organismos no son patogénicos en condiciones normales, pero han sido responsables de infecciones oportunistas en pacientes hospitalizados, siendo los de más alto riesgo aquellos con tratamiento de antibióticos e inmunodeprimidos. La presencia de bacterias oportunistas patógenas en agua para consumo está bien documentada.

Slade y colaboradores (1 986) encontraron que 43% de las muestras de agua embotellada analizadas contenían *Aeromonas hydrophila*, y Warburton y colaboradores (1 994) mostraron que esta bacteria puede sobrevivir y reproducirse en agua a niveles de 10^5 UFC/100 ml en agua almacenada **(Chaidez, 2 002)**.

La presencia de bacterias oportunistas patógenas en agua de consumo humano, representa un problema latente a la población en general. Sin embargo, los más afectados son los inmunodeficientes, recién nacidos y personas de la tercera edad **(Burgos, 2 011)**.

3.14 Contaminantes microbiológicos

3.14.1 Microorganismos indicadores e índices

Los análisis microbiológicos incluidos en el monitoreo operativo y de verificación (incluida la vigilancia) se limitan habitualmente a la detección de microorganismos indicadores, ya sea para medir la eficacia de las medidas de control o como índices de contaminación fecal **(OMS, 2 006)**.

El uso de la presencia de microorganismos indicadores como indicio de contaminación fecal es una práctica bien establecida en la evaluación de la calidad del agua de consumo. Se determinó que estos indicadores, además de no ser patógenos, debían cumplir los criterios siguientes:

- Estar universalmente presentes, en grandes concentraciones, en las heces de personas y animales.
- No proliferar en aguas naturales.
- Tener una persistencia en agua similar a la de los agentes patógenos fecales.
- Estar presentes en concentraciones mayores que las de los agentes patógenos fecales.
- Responder a los procesos de tratamiento de forma similar a los agentes patógenos fecales.
- Poder detectarse fácilmente mediante métodos sencillos y baratos.

Estos criterios dan por supuesto que el mismo microorganismo indicador puede utilizarse como índice de contaminación fecal y como indicador de la eficacia de un tratamiento o proceso. No obstante, se ha comprobado que un

solo indicador no puede cumplir ambas funciones. Se ha prestado una creciente atención a las limitaciones de los indicadores tradicionales, como *E. coli*, como indicadores indirectos de la presencia de protozoos y virus entéricos, y se ha sugerido el uso de otros indicadores para estos agentes patógenos, como bacteriófagos y esporas bacterianas. Además, se asigna una creciente fiabilidad a parámetros que pueden utilizarse como indicadores de la eficacia de los tratamientos y procesos diseñados para eliminar agentes patógenos fecales, como bacterias, virus, protozoos y helmintos **(OMS, 2 006)**.

Es importante distinguir entre los análisis microbiológicos realizados para detectar la presencia de agentes patógenos fecales y los que miden la eficacia de tratamientos o procesos. Como primer paso, se ha propuesto el uso de dos términos diferentes: índice e indicador, que se definen así:

- Un microorganismo índice es el que señala la presencia de microorganismos patógenos; por ejemplo, como índice de agentes patógenos fecales.

- Un microorganismo indicador es el que se utiliza para medir la eficacia de un proceso; por ejemplo, un indicador de proceso o un indicador de desinfección.

Estos términos pueden aplicarse también a parámetros no microbiológicos; así, la turbidez puede utilizarse como indicador de filtración **(OMS, 2 006)**.

3.14.2 Cepas patógenas de *Escherichia coli*

Descripción general

Escherichia coli está presente en grandes concentraciones en la microflora intestinal normal de las personas y los animales donde, por lo general, es inocua. Sin embargo, en otras partes del cuerpo *E. coli* puede causar enfermedades graves, como infecciones de las vías urinarias, bacteriemia y meningitis. Un número reducido de cepas enteropatógenas pueden causar diarrea aguda. Se han determinado varios tipos de *E. coli* enteropatógenas, basándose en diferentes factores de virulencia: *E. coli* enterohemorrágica (ECEH), *E. coli* enterotoxígena (ECET), *E. coli* enteropatógena (ECEP), *E. coli*

enteroinvasiva (ECEI), *E. coli* enteroagregativa (ECEA) y *E. coli* de adherencia difusa (ECAD) **(OMS, 2 006)**.

Efectos sobre la salud humana

Los serotipos de ECEH, como *E. coli* O157:H7 y *E. coli* O111, producen diarrea que puede ser desde leve y no hemorrágica hasta altamente hemorrágica, siendo esta última indistinguible de la colitis hemorrágica. Entre el 2% y el 7% de los enfermos desarrollan el síndrome hemolítico urémico (SHU), que puede ser mortal y se caracteriza por insuficiencia renal aguda y anemia hemolítica. Los niños menores de cinco años son los que tienen más riesgo de desarrollar el SHU. La infectividad de las cepas ECEH es sustancialmente mayor que la de otras cepas: tan solo 1 000 bacterias pueden causar una infección. ECET produce enterotoxinas de *E. coli* termolábiles o termoestables, o ambas simultáneamente, y es una causa importante de diarrea en países en desarrollo, sobre todo en niños de corta edad. Los síntomas de la infección por ECET son diarrea acuosa ligera, cólicos, náuseas y cefalea **(OMS, 2006)**.

La infección por ECEP se ha asociado con diarrea no hemorrágica crónica e intensa, vómitos y fiebre en los lactantes. Las infecciones por ECEP son poco frecuentes en países desarrollados, pero comunes en países en desarrollo, donde produce desnutrición, pérdida de peso y retraso del crecimiento en los lactantes. ECEI produce diarrea acuosa y, en ocasiones hemorrágica; estas cepas invaden las células del colon mediante un mecanismo patógeno similar al de *Shigella* (OMS, 2 006).

Fuentes y prevalencia

Las *E. coli* enteropatógenas son microorganismos entéricos y las personas son el reservorio principal, sobre todo de las cepas de ECEP, ECET y ECEI. El ganado, como las vacas y ovejas y, en menor medida, las cabras, los cerdos y los pollos, son una fuente importante de cepas de ECEH, las cuales también se han asociado con hortalizas crudas, como los brotes de frijoles. Estos agentes patógenos se han detectado en diversos ambientes acuáticos (OMS, 2 006).

Vías de exposición

La infección se asocia con la transmisión de persona a persona, el contacto con animales, los alimentos y el consumo de agua contaminada. La transmisión de persona a persona es particularmente frecuente en comunidades donde hay personas en proximidad estrecha, como en residencias y guarderías **(OMS, 2 006)**.

Relevancia de su presencia en el agua de consumo

La transmisión de cepas patógenas de *E. coli* por medio de aguas recreativas y de agua de consumo contaminada está bien documentada. Recibió gran atención el brote de transmisión por el agua de la enfermedad causada por *E. coli* 0157:H7 (y *Campylobacter jejuni*) en la población agrícola de Walkerton, en Ontario, Canadá. El brote tuvo lugar en mayo de 2 000 y ocasionó siete muertes y más de 2 300 casos de enfermedad. El agua de consumo se contaminó por agua de escorrentía que contenía excrementos de ganado. En un PSA, pueden aplicarse las siguientes medidas de control para hacer frente al riesgo potencial de *E. coli* enteropatógenas: protección de las fuentes de agua bruta de los residuos humanos y animales, tratamiento adecuado y protección del agua durante su distribución. No hay ningún indicio de que la respuesta de

las cepas enteropatógenas de *E. coli* a los procedimientos de tratamiento y desinfección del agua sea diferente de la de otras cepas de *E. coli*. Por lo tanto, los análisis convencionales de *E. coli* (o bien de bacterias coliformes termotolerantes) son un índice adecuado de la presencia de serotipos enteropatógenos en el agua de consumo. Esto es cierto, a pesar de que los análisis normales generalmente no detectan las cepas de ECEH (OMS, 2 006).

Usando la técnica de agar en placa sumada a la de microscopía electrónica, Hamilton y Rosenberg (1 991) mostraron que la bacteria *E. coli* adherida en los bidones de agua embotellada comprados en supermercados, siguió el aumento de números en el biofilm. De la misma manera, cuando estos contenían el agua, presentaron un aumento rápido de cuentas bacteriales. Este aumento sigue un crecimiento típico, que declina hasta que el material orgánico se ha agotado. Si el agua es almacenada a temperatura ambiente, como es común en supermercados y a menudo en la casa, esto no tomará más que unos días para que las concentraciones sean tan altas como 10^4 a 10^5 CFU/mL (CFU

= Colony Forming Unit/millilitre, unidad formadora de colonia / mililitro). La refrigeración retarda este proceso **(Díaz, 2 007)**.

3.14.3 Total de bacterias coliformes

Descripción general

El “total de bacterias coliformes” o “coliformes totales” incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes son un subgrupo del grupo de los coliformes totales que pueden fermentar la lactosa a temperaturas más altas. Los coliformes totales producen, para fermentar la lactosa, la enzima β -galactosidasa **(OMS, 2 006)**.

Tradicionalmente, se consideraba que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros como *Serratia* y *Hafnia*. El grupo de los coliformes totales incluye especies fecales y ambientales **(OMS, 2 006)**.

Valor como indicador

El grupo de los coliformes totales incluye microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua. Por consiguiente, no son útiles como índice de agentes patógenos fecales, pero pueden utilizarse como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas. No obstante, hay mejores indicadores para estos fines **(OMS, 2 006)**.

El análisis de los coliformes totales, como indicador de desinfección, es mucho más lento y menos fiable que la medición directa de la concentración residual de desinfectante. Además, los coliformes totales son mucho más sensibles a la desinfección que los protozoos y virus entéricos **(OMS, 2 006)**.

Fuentes y prevalencia

Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes totales (excluida *E. coli*) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Algunas de estas bacterias se excretan en las heces de personas y animales, pero muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. Los coliformes

totales pueden también sobrevivir y proliferar en sistemas de distribución de agua, sobre todo en presencia de biopelículas **(OMS, 2 006)**.

Aplicación en la práctica

Los coliformes totales se miden generalmente en muestras de 100 ml de agua. Existen diversos procedimientos relativamente sencillos basados en la producción de ácido a partir de la lactosa o en la producción de la enzima β -galactosidasa. Los procedimientos incluyen la filtración del agua con una membrana que después se incuba en medios selectivos a 35–37 °C; transcurridas 24 h, se realiza un recuento de colonias. Otros métodos son los procedimientos de «número más probable» en los que se utilizan tubos de ensayo o placas de microvaloración y pruebas de presencia/ausencia (P/A) **(OMS, 2 006)**.

Relevancia de su presencia en el agua de consumo

Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. La presencia de coliformes totales en reservas de agua

almacenada puede revelar una reproblicación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas **(OMS, 2 006)**.

3.14.4 *Pseudomonas aeruginosa*

Descripción general

Pseudomonas aeruginosa pertenece a la familia *Pseudomonadaceae* y es un bacilo gramnegativo aerobio con un flagelo polar. Cuando se cultiva en medios adecuados produce piocianina, un pigmento azulado no fluorescente. Muchas cepas producen también el pigmento verde fluorescente pioverdina. *Pseudomonas aeruginosa*, al igual que otras *Pseudomonas* fluorescentes, produce catalasa y oxidasa, así como amoníaco a partir de la arginina, y puede utilizar citrato como única fuente de carbono **(OMS, 2 006)**.

Efectos sobre la salud humana

Pseudomonas aeruginosa puede causar diversos tipos de infecciones pero rara vez causa enfermedades graves en personas sanas sin algún factor predisponente. Coloniza predominantemente partes dañadas del organismo, como

quemaduras y heridas quirúrgicas, el aparato respiratorio de personas con enfermedades subyacentes o las lesiones físicas en los ojos. Desde estos lugares puede invadir el organismo y causar lesiones destructivas o septicemia y meningitis. Las personas con fibrosis quística o inmunodeprimidas son propensas a la colonización por *P. aeruginosa*, que puede conducir a infecciones pulmonares progresivas graves. Las foliculitis y las otitis relacionadas con el agua se asocian con ambientes húmedos y cálidos como las piscinas y bañeras de hidromasaje. Muchas cepas son resistentes a diversos antibióticos, lo que puede aumentar su relevancia en el ámbito hospitalario **(OMS, 2 006)**.

Fuentes y prevalencia

Pseudomonas aeruginosa es un microorganismo común en el medio ambiente y puede encontrarse en las heces, el suelo, el agua y las aguas residuales. Puede proliferar en ambientes acuáticos, así como en la superficie de materias orgánicas propicias en contacto con el agua. *Pseudomonas aeruginosa* es una fuente conocida de infecciones intrahospitalarias y puede producir complicaciones graves. Se han aislado en gran variedad de ambientes húmedos, como fregaderos, baños de

agua, sistemas de distribución de agua caliente, duchas y bañeras de hidromasaje **(OMS, 2 006)**.

La presencia de *Pseudomonas* oportunistas en el agua es un problema potencial para una población inmunodeficiente. La *P. aeruginosa* no se encuentra con frecuencia en el agua embotellada, cuando esto ocurre generalmente es un indicador de la contaminación durante el proceso de embotellado **(Díaz, 2 007)**

Relevancia de su presencia en el agua de consumo

Aunque la presencia de *P. aeruginosa* puede ser significativa en algunos entornos como en centros sanitarios, no hay evidencia de que los usos normales del agua de consumo sean una fuente de infección para la población general. No obstante, puede asociarse la presencia de concentraciones altas de *P. aeruginosa* en el agua potable, especialmente en el agua envasada, con quejas sobre su sabor, olor y turbidez. *Pseudomonas aeruginosa* es sensible a la desinfección, por lo que una desinfección adecuada puede minimizar su entrada en el agua envasada **(OMS, 2 006)**.

3.15 Contaminantes de origen químico

3.15.1 Arsénico

El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. Los compuestos de arsénico se utilizan comercialmente y en la industria, principalmente como agentes de aleación en la fabricación de transistores, láseres y semiconductores. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales de origen natural. Excepto en las personas expuestas al arsénico por motivos laborales, la vía de exposición más importante es la vía oral, por el consumo de alimentos y bebidas. En ciertas regiones, las fuentes de agua de consumo, particularmente las aguas subterráneas, pueden contener concentraciones altas de arsénico. En algunas zonas, el arsénico del agua de consumo afecta significativamente a la salud, y el arsénico se considera una sustancia a la que debe darse una prioridad alta en el análisis sistemático de fuentes de agua de consumo. Con frecuencia, su concentración está estrechamente relacionada con la profundidad del pozo **(OMS, 2 006)**.

Cuadro 01: Información adicional sobre el Arsénico

Valor de referencia provisional	0,01 mg/l El valor de referencia se designa como provisional debido a la existencia de incertidumbres científicas.
Presencia	Las concentraciones en aguas naturales son generalmente de 1 a 2 µg/l, aunque pueden ser mayores (hasta 12 mg/l) en zonas con presencia de fuentes naturales de arsénico.
Método de cálculo del valor de referencia	Sigue habiendo incertidumbre considerable sobre los riesgos reales a concentraciones bajas, y los datos disponibles sobre el modo de acción no proporcionan una base biológica para la extrapolación lineal o no lineal. Dadas las incertidumbres significativas en torno a la evaluación de riesgos relativos a la capacidad cancerígena del arsénico, el límite práctico de cuantificación, del orden de 1-10 µg/l, y las dificultades prácticas para eliminar el arsénico del agua de consumo, se mantiene el valor de referencia de 10 µg/l. El valor de referencia se designa como provisional debido a la existencia de incertidumbres científicas.
Límite de detección	0,1 µg/l mediante ICP/MS; 2 µg/l mediante AAS o FAAS con generación de hidruros
Concentración alcanzable mediante tratamiento	Es factible técnicamente reducir la concentración de arsénico hasta 5 µg/l o menos mediante cualquiera de varios métodos de tratamiento posibles; no obstante, es preciso para ello una cuidadosa optimización y control de los procesos, y es más razonable la expectativa de alcanzar 10 µg/l mediante tratamientos convencionales, como la coagulación.
Observaciones adicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un documento de orientación sobre la gestión del arsénico. • En muchos países, este valor de referencia puede no ser alcanzable. En tales casos, debe ponerse el máximo empeño en mantener las concentraciones en los niveles más bajos que sea posible.

Fuente: OMS, 2 006.

Reseña toxicológica

No se ha demostrado que el arsénico sea esencial en el ser humano. Es un contaminante importante del agua de consumo, ya que es una de las pocas sustancias que se ha demostrado que producen cáncer en el ser humano por consumo de agua. Hay pruebas abrumadoras, de estudios epidemiológicos, de que el consumo de cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado causalmente con el desarrollo de cáncer en varios órganos, en particular la piel, la vejiga y los

pulmones. En varias partes del mundo, las enfermedades producidas por el arsénico, como el cáncer, constituyen un problema significativo de salud pública. Dado que la reactividad y toxicidad del arsénico inorgánico trivalente son mayores que las del arsénico inorgánico pentavalente, se cree generalmente que la forma trivalente es la cancerígena. No obstante, sigue habiendo considerable incertidumbre y controversia tanto sobre el mecanismo de la acción cancerígena como sobre la forma de la curva de dosis-respuesta para ingestas bajas. El CIIC clasifica los compuestos inorgánicos de arsénico en el Grupo 1 (cancerígenos para el ser humano) basándose en la existencia de pruebas suficientes de su capacidad cancerígena en seres humanos y de pruebas limitadas en animales **(OMS, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958 recomendaron una concentración máxima admisible de arsénico de 0,2 mg/l, basándose en sus posibles efectos perjudiciales para la salud.

En las Normas internacionales de 1 963 se redujo este valor a 0,05 mg/l, el cual se mantuvo como límite superior

provisional de concentración en las Normas internacionales de 1 971. El valor de referencia de 0,05 mg/l también se mantuvo en la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984. En las Guías de 1 993 se fijó un valor de referencia provisional para el arsénico en el límite práctico de cuantificación de 0,01 mg/l, basándose en la preocupación por su capacidad cancerígena en el ser humano **(OMS, 2 006)**.

3.15.2 Aluminio

El aluminio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos. Este uso puede incrementar la concentración de aluminio en el agua tratada; una concentración residual alta puede conferir al agua color y turbidez no deseables. La principal vía de exposición al aluminio de la población general es el consumo de alimentos, sobre todo de los que contienen compuestos de aluminio

utilizados como aditivos alimentarios. La contribución del agua de consumo a la exposición total por vía oral al aluminio suele ser menor que el 5% de la ingesta total **(OMS, 2 006)**.

Al parecer, el ser humano absorbe mal el aluminio y sus compuestos, aunque la tasa y grado de absorción no se han estudiado adecuadamente para todos los sectores de la población. El grado de absorción del aluminio es función de varios parámetros, como el tipo de sal de aluminio administrada, el pH (que influye en la especiación y solubilidad del aluminio), la biodisponibilidad y factores nutricionales. Estos parámetros deben tenerse en cuenta en la dosimetría de tejidos y evaluación de la respuesta. Debido a estas consideraciones específicas acerca de la toxicocinética y toxicodinámica del aluminio, no es adecuado determinar un valor de referencia basado en los estudios con animales disponibles actualmente **(OMS, 2 006)**.

Hay escasos indicios de que la ingestión de aluminio por vía oral produzca toxicidad aguda en el ser humano, a pesar de la frecuente presencia del elemento en alimentos, agua de consumo y numerosos antiácidos. Se ha sugerido la hipótesis de que la exposición al aluminio es un factor de riesgo para el

desarrollo o aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano. La monografía de la OMS de 1 997 sobre el aluminio de la serie Criterios de Salud Ambiental (CSA) concluye que: En definitiva, la correlación positiva entre el aluminio del agua de consumo y la enfermedad de Alzheimer, detectada en varios estudios epidemiológicos, no se puede descartar totalmente. No obstante, es preciso plantear reservas importantes respecto de la inferencia de una relación causal, dado que estos estudios no han tenido en cuenta factores de confusión demostrados ni la ingesta total de aluminio de todas las fuentes **(OMS, 2 006)**.

En su conjunto, los riesgos relativos de enfermedad de Alzheimer por exposición a concentraciones de aluminio en el agua de consumo mayores que 100 µg/l, según determinan estos estudios, son bajos (menores que 2,0). Pero, dado que las estimaciones del riesgo son imprecisas, por diversos motivos de tipo metodológico, no se puede calcular con precisión un riesgo atribuible poblacional. Estas predicciones imprecisas pueden, no obstante, ser útiles para adoptar decisiones relativas a la necesidad de controlar la exposición al aluminio de la población general **(OMS, 2 006)**.

Debido a las limitaciones de los datos de estudios con animales como modelo para el ser humano y la incertidumbre a la que están sujetos los datos de estudios con personas, no puede calcularse actualmente un valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el aluminio **(OMS, 2 006)**.

Se reconocen los efectos beneficiosos del uso de aluminio como coagulante en el tratamiento del agua. Teniendo esto en cuenta, y también los posibles efectos perjudiciales para la salud del aluminio (es decir, su posible neurotoxicidad), se calcula una concentración factible, basada en la optimización del proceso de coagulación en plantas de tratamiento de agua de consumo que utilizan coagulantes que contienen aluminio, para reducir al mínimo las concentraciones de aluminio en aguas tratadas **(OMS, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958, 1 963 y 1 971 no hicieron referencia al aluminio. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984, se estableció un valor de referencia de 0,2 mg/l para el aluminio, basado en

consideraciones relativas a las características organolépticas del agua (como valor de compromiso, teniendo en cuenta la utilidad del uso de compuestos de aluminio en el tratamiento del agua y el objetivo de evitar la coloración del agua que puede observarse si quedan concentraciones superiores a 0,1 mg/l en el agua distribuida) **(OMS, 2 006)**.

3.15.3 Boro

Los compuestos de boro se utilizan en la fabricación de vidrio, jabones y detergentes, y también como ignífugos. La mayor exposición al boro de la población general es mediante el consumo de alimentos, ya que se encuentra naturalmente en muchas plantas comestibles. El boro se encuentra de forma natural en aguas subterráneas, pero su presencia en aguas superficiales con frecuencia es consecuencia del vertido en aguas superficiales de efluentes de aguas residuales tratadas (a las que accede por su utilización en ciertos detergentes) **(OMS, 2 006)**.

Cuadro 02: Información adicional sobre el Boro

Valor de referencia provisional	0,05 mg/l Este valor de referencia se designa como provisional porque con las técnicas de tratamiento disponibles será difícil alcanzarlo en zonas con concentraciones naturales de boro elevadas.
Presencia	Las concentraciones varían mucho en función de la geología de la zona y de los vertidos de aguas residuales. Se estima que la concentración de boro en el agua de consumo, en la mayor parte del mundo, es de 0,1 a 0,3 mg/l.
IDT	0,16 mg/kg de peso corporal, basada en una DSEAO de 9,6 mg/kg de peso corporal al día para embriotoxicidad (disminución del peso de fetos de ratas) y aplicando un factor de incertidumbre de 60 (10 para la variación interespecífica y 6 para la intraspecífica).
Límite de detección	0,2 µg/l mediante ICP/MS; 6-10 µg/l mediante ICP/AES
Concentración alcanzable mediante tratamiento	Los tratamientos convencionales del agua (coagulación, sedimentación y filtración) no eliminan cantidades significativas de boro, por lo que es necesario utilizar métodos especiales para eliminarlo de las aguas que tengan concentraciones altas. Mediante tratamientos de intercambio iónico y de ósmosis inversa puede conseguirse una disminución sustancial, pero su coste suele resultar prohibitivo. Posiblemente, el único método económico para disminuir la concentración de boro en aguas con concentraciones altas sea la mezcla con aguas con concentraciones bajas de boro.
Cálculo del valor de referencia	10% de la IDT
• asignación al agua	adulto de 60 kg
• peso	2 litros al día
• consumo	

Fuente: OMS, 2 006

Reseña toxicológica

Las exposiciones tanto breves como prolongadas de animales de laboratorio al ácido bórico o al bórax por vía oral han demostrado, invariablemente, su toxicidad para el aparato reproductor masculino. Se han observado lesiones testiculares en ratas, ratones y perros a los que se suministró ácido bórico o bórax en los alimentos o en el agua de consumo. Se ha demostrado experimentalmente su embriotoxicidad en ratas, ratones y conejos. Los resultados negativos de numerosas pruebas de mutagenia indican que el ácido bórico y el bórax no

son genotóxicos. En estudios a largo plazo en ratones y ratas, el ácido bórico y el bórax no aumentaron la incidencia de tumores **(OMS, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958, 1 963 y 1 971 no hicieron referencia al boro. La primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984, concluyó que no era preciso adoptar medidas con respecto al boro. En las Guías de 1 993 se estableció un valor de referencia basado en efectos sobre la salud de 0,3 mg/l para el boro, y se señaló que la eliminación del boro mediante el tratamiento del agua de consumo parece ser deficiente. Este valor de referencia se aumentó a 0,5 mg/l en el apéndice a las Guías publicado en 1 998 y se designó como provisional porque, con la tecnología de tratamiento disponible, será difícil alcanzarlo en zonas con concentraciones naturales de boro altas **(OMS, 2 006)**.

3.15.4 Cloruro

Las altas concentraciones de cloruro confieren un sabor salado al agua y las bebidas. Hay diversos umbrales gustativos para el anión cloruro en función del catión asociado: los correspondientes al cloruro sódico, potásico y cálcico están en el intervalo de 200 a 300 mg/l. A concentraciones superiores a 250 mg/l es cada vez más probable que los consumidores detecten el sabor del cloruro, pero algunos consumidores pueden acostumbrarse al sabor que produce en concentraciones bajas. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo **(OMS, 2 006)**.

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 **(OMS, 2 006)**.

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 **(OMS, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958 sugirieron que concentraciones de cloruro superiores a 600 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1 963 y 1 971 conservaron este valor como concentración máxima admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984, se estableció un valor de referencia de 250 mg/l para el cloruro, basado en consideraciones gustativas. En las Guías de 1 993 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 **(OMS, 2 006)**.

3.15.5 Color

Idóneamente, el agua de consumo no debe tener ningún color apreciable. Generalmente, el color en el agua de consumo se debe a la presencia de materia orgánica coloreada (principalmente ácidos húmicos y fúlvicos) asociada al humus del suelo. Asimismo, la presencia de hierro y otros metales, bien como impurezas naturales o como resultado de la corrosión, también tiene una gran influencia en el color del agua. También puede proceder de la contaminación de la fuente de agua con vertidos industriales y puede ser el primer indicio de una situación peligrosa **(OMS, 2 006)**.

La mayoría de las personas puede percibir niveles de color mayores que 15 unidades de color verdadero (UCV) en un vaso de agua. Los consumidores suelen considerar aceptable niveles de color menores que 15 TCU, pero la aceptabilidad puede variar. Un nivel de color alto también puede indicar una

gran propensión a la generación de subproductos en los procesos de desinfección. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el color en el agua de consumo **(OMS, 2 006)**.

3.15.6 Dureza

La dureza del agua, derivada de la presencia de calcio y magnesio, generalmente se pone de manifiesto por la precipitación de restos de jabón y la necesidad de utilizar más jabón para conseguir la limpieza deseada. La aceptabilidad por la población del grado de dureza del agua puede variar en gran medida de una comunidad a otra, en función de las condiciones locales. Los consumidores, en particular, notarán probablemente los cambios de la dureza del agua **(OMS, 2006)**.

El valor del umbral gustativo del ión calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/l, dependiendo del anión asociado, mientras que el del magnesio es probablemente menor que el del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l **(OMS, 2 006)**.

El agua con una dureza mayor que aproximadamente 200 mg/l, en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede provocar la formación de incrustaciones en las instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución, y las tuberías y depósitos de los edificios. Otra consecuencia será el consumo excesivo de jabón y la consiguiente formación de restos insolubles de jabón. Las aguas duras, al calentarlas, forman precipitados de carbonato cálcico. Por otra parte, las aguas blandas, con una dureza menor que 100 mg/l, pueden tener una capacidad de amortiguación del pH baja y ser, por tanto, más corrosivas para las tuberías **(OMS, 2 006)**.

Varios estudios epidemiológicos ecológicos y analíticos han demostrado la existencia de una relación inversa estadísticamente significativa entre la dureza del agua de consumo y las enfermedades cardiovasculares. Existen algunos indicios de que las aguas muy blandas pueden producir un efecto adverso en el equilibrio mineral, pero no se disponía de estudios detallados para su evaluación **(OMS, 2006)**.

No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la dureza. No obstante, el grado de

dureza del agua puede afectar a su aceptabilidad por parte del consumidor en lo que se refiere al sabor y a la formación de incrustaciones **(OMS, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958 y 1 963 no hicieron referencia a la dureza. Las Normas internacionales de 1 971 señalaron que el grado máximo permisible de dureza del agua de consumo era de 10 mg/l (500 mg de carbonato cálcico por litro), basado en la aceptabilidad del agua para el uso doméstico. La primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicadas en 1 984, concluyó que no existían pruebas sólidas de que el consumo de agua dura provocara efectos adversos en la salud de las personas y que, por tanto, no era necesaria ninguna recomendación relativa a la restricción del ablandamiento de las aguas municipales ni al mantenimiento de una concentración residual mínima de calcio o magnesio. Se estableció un valor de referencia de 500 mg/l (como carbonato cálcico) para la dureza, basado en consideraciones sobre el sabor y el uso doméstico. En las Guías de 1 993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la

salud para la dureza aunque, si ésta se encontraba por encima de 200 mg/l aproximadamente, podía provocar la formación de incrustaciones en el sistema de distribución. La aceptabilidad por parte de la población del grado de dureza puede variar considerablemente de una comunidad a otra, según las condiciones locales; los consumidores toleran, en algunos casos, el sabor del agua con una dureza mayor que 500 mg/l **(OMS, 2 006)**.

3.15.7 Hierro

En las aguas subterráneas anaerobias puede haber concentraciones de hierro ferroso de hasta varios miligramos por litro sin que se manifieste alteración alguna del color ni turbidez al bombearla directamente desde un pozo. Sin embargo, al entrar en contacto con la atmósfera, el hierro ferroso se oxida a férrico, tiñendo el agua de un color marrón rojizo no deseable **(OMS, 2 006)**.

El hierro también potencia la proliferación de bacterias ferruginosas, que obtienen su energía de la oxidación del hierro ferroso a férrico y que, en su actividad, depositan una capa

viscosa en las tuberías. En niveles por encima de 0,3 mg/l, el hierro mancha la ropa lavada y los accesorios de fontanería. Por lo general, no se aprecia ningún sabor en aguas con concentraciones de hierro menores que 0,3 mg/l, aunque pueden aparecer turbidez y coloración. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el hierro **(OMS, 2 006)**.

El hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/l. También puede haber hierro en el agua de consumo debido a la utilización de coagulantes de hierro o a la corrosión de tuberías de acero o hierro colado durante la distribución del agua **(OMS, 2 006)**.

El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana. Las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro, y oscilan entre 10 y 50 mg/día. En 1983, el JECFA estableció una MIDTP de 0,8 mg/kg de peso corporal para prevenir la acumulación excesiva de hierro en el organismo, aplicable al hierro de todas las fuentes excepto a los óxidos de hierro utilizados como colorantes y a los

complementos de hierro que se toman durante el embarazo y la lactancia o por necesidades clínicas concretas. Si se asigna un 10% de la MIDTP al agua de consumo, se obtiene un valor de unos 2 mg/l, que no supone un peligro para la salud. A concentraciones inferiores se verán afectados generalmente el sabor y aspecto del agua de consumo. No se propone ningún valor de referencia para el hierro en el agua de consumo **(OMS, 2006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958 sugirieron que concentraciones de hierro superiores a 1,0 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1 963 y 1 971 conservaron este valor como concentración máxima admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984, se estableció un valor de referencia de 0,3 mg/l para el hierro como valor de compromiso entre su utilización para el tratamiento del agua y consideraciones relativas a las características organolépticas. En las Guías de 1 993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el hierro en el

agua de consumo, pero se mencionó que puede calcularse un valor de unos 2 mg/l a partir de la MIDTP establecida por la JECFA en 1 983 para prevenir la acumulación excesiva de hierro en el organismo. El hierro mancha la ropa lavada y los accesorios de fontanería en concentraciones mayores que 0,3 mg/l; concentraciones de hierro inferiores a 0,3 mg/l generalmente no confieren sabor apreciable al agua, y concentraciones de 1-3 mg/l pueden resultar aceptables para quienes beben agua de pozos anaerobios **(OMS, 2 006)**.

3.15.8 Manganese

La presencia de manganese a concentraciones mayores que 0,1 mg/l en sistemas de abastecimiento de agua produce un sabor no deseable en bebidas y mancha la ropa lavada y los aparatos sanitarios. Al igual que sucede con el hierro, la presencia de manganese en el agua de consumo puede dar lugar a la acumulación de depósitos en el sistema de distribución. Las concentraciones menores que 0,1 mg/l suelen ser aceptables para los consumidores. Incluso en una concentración de 0,2 mg/l, el manganese formará con

frecuencia una capa en las tuberías, que puede desprenderse en forma de precipitado negro. El valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el manganeso es cuatro veces mayor que el mencionado umbral de aceptabilidad de 0,1 mg/l **(OMS, 2 006)**.

El manganeso es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Se utiliza principalmente en la fabricación de aleaciones de hierro y acero, como oxidante para la limpieza, el blanqueado y la desinfección en forma de permanganato potásico, y como ingrediente de diversos productos. Más recientemente, se ha utilizado en América del Norte en un compuesto orgánico, el MMT, como potenciador del octanaje de la gasolina. En algunos lugares se utilizan arenas verdes de manganeso para el tratamiento del agua potable. El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales y está presente de forma natural en muchos alimentos. Los estados de oxidación más importantes para la biología y el medio ambiente son el Mn^{2+} , el Mn^{4+} y el Mn^{7+} . Hay manganeso de origen natural en muchas fuentes de aguas superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones

anaerobias o de microoxidación, y es la fuente más importante de manganeso en el agua de consumo, aunque la mayor exposición proviene, habitualmente, de los alimentos (OMS, 2006).

Cuadro 03: Información adicional sobre el Manganeso

Valor de referencia	0,4 mg/l
Presencia	Las concentraciones en el agua dulce varían habitualmente entre 1 y 200 µg/l, aunque se han descrito concentraciones de hasta 10 mg/l en aguas subterráneas ácidas y niveles aún más altos en aguas aerobias, habitualmente asociados a contaminación industrial
IDT	0,06 mg/kg de peso corporal, basada en el valor máximo del intervalo de ingesta de manganeso, 11 mg/día, determinado mediante estudios sobre la alimentación, para el que no se observan efectos adversos (es decir, se considera una DSEAO), aplicando un factor de incertidumbre de 3 para tener en cuenta la posiblemente mayor biodisponibilidad del manganeso presente en el agua
Límite de detección	0,01 µg/l mediante AAS; 0,05 µ/l mediante ICP/MS; 0,5 µg/l mediante ICP/espectroscopia de emisión óptica; 1 µg/l mediante EAAS; 10 µg/l mediante FAAS
Concentración alcanzable mediante tratamiento	La concentración debería poderse reducir hasta 0,05 mg/l mediante oxidación y filtración.
Cálculo del valor de referencia	20% de la IDT (debido a que el manganeso es un oligoelemento esencial)
• asignación al agua	adulto de 60 kg
• peso	2 litros al día
• consumo	
Observaciones adicionales	La presencia de manganeso en el agua de consumo será rechazada por los consumidores si se deposita en los conductos de agua y ocasiona la coloración del agua. Los consumidores suelen aceptar concentraciones inferiores a 0,05-0,1 mg/l; estas concentraciones pueden a veces producir sedimentos negros en los conductos de agua tras periodos prolongados, pero esto puede variar en función de las circunstancias locales.

Fuente: OMS, 2 006.

Reseña toxicológica

El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales. Tanto la carencia como la sobreexposición pueden causar efectos adversos. Se sabe que el manganeso produce efectos neurológicos tras la exposición por inhalación,

especialmente de tipo laboral, y hay estudios epidemiológicos que han notificado efectos neurológicos adversos tras la exposición prolongada a concentraciones muy altas en el agua de consumo. Sin embargo, en esos estudios hay varios posibles factores de confusión significativos y en otros varios estudios no se han observado efectos adversos tras la exposición por el agua de consumo. Los datos de estudios en animales, especialmente los de roedores, no son convenientes para la evaluación de riesgos en las personas debido a que las necesidades orgánicas de manganeso varían entre las especies. Además, el valor de los roedores para la evaluación de efectos neuroconductuales es limitado, debido a que los efectos neurológicos observados en los primates (como los temblores o los trastornos de la marcha) a menudo van precedidos o acompañados de síntomas psíquicos (como irritabilidad o inestabilidad emocional) que no se observan en los roedores. La utilidad para una evaluación cuantitativa de riesgos del único estudio en primates es limitada, debido a que se estudió una sola dosis en un número reducido de animales y no se informó del contenido de manganeso en la alimentación de base **(OMS, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958 sugirieron que concentraciones de manganeso superiores a 0,5 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1 963 y 1 971 conservaron este valor como concentración máxima admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984, se estableció un valor de referencia de 0,1 mg/l para el manganeso basado en sus propiedades colorantes.

Las Guías de 1 993 concluyeron que, a pesar de que ningún estudio es adecuado por sí solo para el cálculo de un valor de referencia, el conjunto de las pruebas de estudios de la ingesta diaria real y de toxicidad en animales de laboratorio a los que se suministró manganeso en el agua de bebida, un valor de referencia provisional basado en efectos sobre la salud de 0,5 mg/l debería ser adecuado para proteger la salud pública. También se señaló que los consumidores suelen considerar aceptable el agua con concentraciones inferiores a 0,1 mg/l, aunque esto puede variar en función de las circunstancias locales (**OMS, 2 006**).

3.15.9 pH

Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua. Se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias. Para que la desinfección con cloro sea eficaz, es preferible que el pH sea menor que 8; no obstante, el agua con un pH más bajo será probablemente corrosiva. Si no se reduce al mínimo, la corrosión puede provocar la contaminación del agua de consumo y efectos adversos en su sabor y aspecto. El pH óptimo necesario variará en distintos sistemas de abastecimiento en función de la composición del agua y la naturaleza de los materiales empleados en el sistema de distribución, pero suele oscilar entre 6,5 y 8 **(OMS, 2 006)**.

Pueden producirse valores de pH extremos como consecuencia de vertidos accidentales, averías de las instalaciones de tratamiento, y del revestimiento de tuberías con mortero de cemento poco curado o la aplicación del revestimiento cuando la alcalinidad del agua es baja. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre

la salud para el pH. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua **(OMS, 2006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958 sugirieron que un pH inferior a 6,5 o superior a 9,2 afectaría notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1 963 y 1 971 mantuvieron el intervalo 6,5-9,2 del pH como intervalo admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984, se estableció como valor de referencia para el pH un intervalo de 6,5 a 8,5, basado en consideraciones relativas a las características organolépticas del agua. Se señaló que el intervalo aceptable de pH podría ser más amplio en ausencia de un sistema de distribución. En las Guías de 1 993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, siendo su valor óptimo generalmente de 6,5 a 9,5 **(OMS, 2006)**.

3.15.10 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, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958, 1 963 y 1 971 no hicieron referencia al sodio. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1 984, 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 1 993 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 **(OMS, 2 006)**.

3.15.11 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 1 000 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, siendo los alimentos la principal fuente. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen

concentraciones altas 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 1 000 a 1 200 mg/l, pero sin aumento de la diarrea, la deshidratación o la pérdida de peso **(OMS, 2 006)**.

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, 2 006)**.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1 958 sugirieron que concentraciones de sulfato mayores que 400 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1 963 y 1 971 mantuvieron este valor como concentración máxima admisible

o permisible. Las dos primeras ediciones de las Normas internacionales también sugirieron que concentraciones de magnesio y sulfato de sodio mayores que 1 000 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 1 984, 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 (**OMS, 2 006**).

3.15.12 Turbidez

La turbidez en el agua de consumo está causada por la presencia de partículas de materia, que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a la resuspensión de sedimentos en el sistema de distribución. También puede deberse a la presencia de partículas de materia inorgánica en algunas aguas subterráneas o al desprendimiento de biopelículas en el sistema de distribución. El aspecto del agua con una turbidez

menor que 5 UNT suele ser aceptable para los consumidores, aunque esto puede variar en función de las circunstancias locales. Las partículas pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y pueden estimular la proliferación de bacterias. Siempre que se someta al agua a un tratamiento de desinfección, su turbidez debe ser baja, para que el tratamiento sea eficaz **(OMS, 2 006)**.

Además, la turbidez también es un parámetro operativo importante en el control de los procesos de tratamiento, y puede indicar la existencia de problemas, sobre todo en la coagulación y sedimentación y en la filtración.

No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la turbidez; idóneamente, sin embargo, la turbidez mediana debe ser menor que 0,1 UNT para que la desinfección sea eficaz, y los cambios en la turbidez son un parámetro importante de control de los procesos **(OMS, 2 006)**.

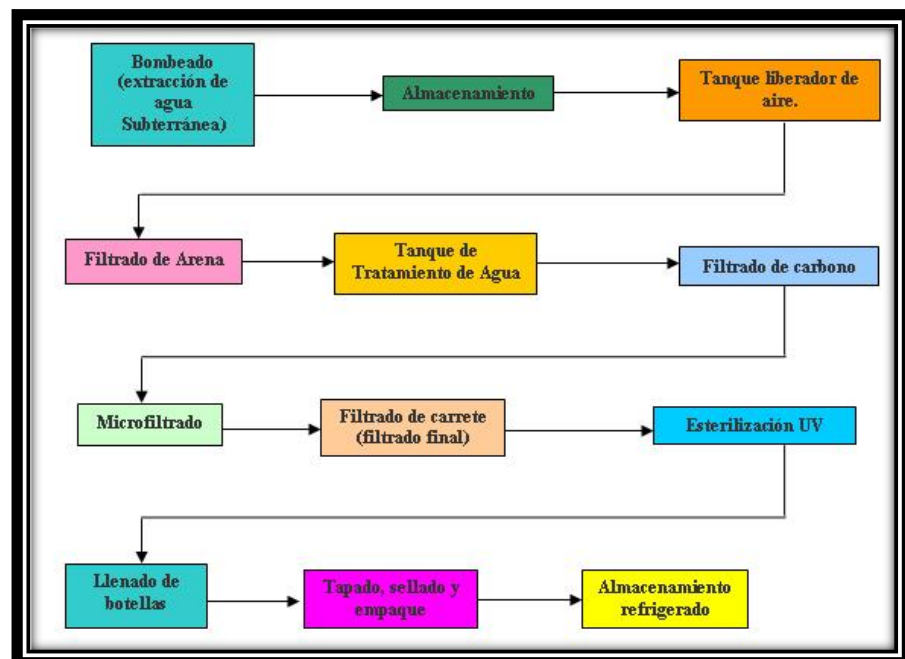
3.15.17 Sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica

El agua es muy efectiva para disolver sales y algún tipo de materia orgánica debido a la naturaleza de polarización eléctrica de la molécula del agua y su tendencia a disociarse en sus iones constituyentes. Estos iones cargados positiva y negativamente son extremadamente eficaces para su unión a iones minerales de carga contraria para dar iones hidratados, y así disolverlos.

La cantidad de materia disuelta en una muestra de agua se denomina Sólidos Totales disueltos (STD). Los STD se determinan sometiendo a calentamiento a la muestra hasta 180° C de manera que se evapore el agua, dejando un residuo seco que pueda ser pesado. Como estos componentes disueltos se encuentran principalmente en forma iónica las disoluciones de agua son unos conductores de la electricidad (determinada como conductividad eléctrica (CE) en microsiemens por centímetro $\mu\text{S/cm}$). Como la CE del agua aumenta con un incremento en el contenido iónico, la CE es aproximadamente proporcional a los STD. La CE es una medida de campo útil del grado de mineralización del agua **(Senior, 1 998)**.

3.16 Proceso de producción de agua embotellada

Cuadro 04: Diagrama de flujo del proceso de producción de agua embotellada.



Fuente: Taiwan Turnkey Project Association

Descripción del Proceso

1. El agua es extraída del subsuelo por un motor con turbinas de bombeo y llevada a los reservorios de almacenamiento. El material contaminante coloidal y suspendido en el agua es removido añadiendo coagulantes químicos. Luego, esta es esterilizada con cloro o con un químico compatible para

eliminar gran parte de las bacterias y microorganismos del agua.

2. Después de ser almacenado por mucho tiempo, uno puede notar que el color y las bacterias comienzan a reducirse. Algunas sustancias suspendidas son obtenidas por un proceso de sedimentación.
3. Luego, el agua es bombeada hacia el tanque liberador de aire. El aire liberado incrementa la obtención de algunos químicos no necesarios y también reduce los olores causados por la materia orgánica descompuesta y los microorganismos.
4. El agua es filtrada a través de estratos o capas de diversas profundidades de arena. El tamaño del grano que forma la cama de arena podría ser seleccionado cuidadosamente con la finalidad de retener la gran cantidad de sólidos suspendidos excepto las partículas relativamente pequeñas. Esta filtración lenta da buenos resultados de purificación ya que el agua pierde una gran cantidad de sólidos suspendidos.
5. Luego, el agua es pasada a través de un filtro de carbón activado. Este proceso es actualmente uno de los métodos más seguros para purificar el agua de beber y el agua mineral. El carbón activado absorbe la mayoría de contaminantes

disueltos en el agua. El mecanismo fundamental de absorción de agua a través del carbón activado es el Van der Waal's de fuerza de atracción electrostática entre el absorbente y el absorbido. El agua purificada a través de este proceso también mejora su olor y su sabor.

6. Luego, el agua es pasada a través de un microfiltrador para eliminar los microcontaminantes y las sustancias microtóxicas.
7. El filtro de cartucho es usado frecuentemente como un filtrado final seguro a fin de eliminar cualquier sustancia libre que haya podido escapar desde los tratamientos anteriores. Los cartuchos pueden ser producidos de papel doblado o planos hechos de celulosa o fibras de asbesto. Las partículas extremadamente finas de sólo unos cuantos micrones son removidas a través de este tratamiento.
8. Luego, el agua tratada es descargada dentro del sistema de esterilización ultravioleta para su esterilización. Este proceso destruye cualquier bacteria o microorganismo productora de enfermedades que puede existir en el agua mineral, así su producción es más higiénica y segura.

9. Finalmente, el agua mineral es bombeada hacia la máquina llenadora. La máquina llenadora de alta velocidad, sella y pone la fecha a las cajas de cartón automáticamente.
10. Las cajas de cartón selladas son colocadas en el almacén de refrigeración por medio de una correa transportadora donde permanecerán hasta su comercialización.

3.17 Enunciado del Problema Científico

¿Cumplirán las aguas embotelladas, que se consumen en la ciudad de Tacna, los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos en las Normas vigentes?

3.18 Definición y Delimitación del Problema

La producción, en el Perú, total de agua embotellada pasó de 78 millones de litros en el año 2 000 a 320 millones de litros en el período enero-noviembre del 2 010, lo que representa un crecimiento del 310%, según el reporte sectorial de Industria de Agua Embotellada del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) (**Biznews.pe, 2 011**).

Según un estudio realizado por científicos canadienses (Warburton, D.W., J.K. McCormick y B. Bowen) el agua embotellada puede contener más bacterias que el agua del grifo, las cuales se originan antes del envasado, y que después de haberse envasado, éstas se reproducen a concentraciones que podrían representar un riesgo a la salud. Se ha demostrado que

las fuentes de agua pueden contener niveles de hasta 10^5 a 10^7 UFC/ml. **(Burgos, 2 011)**

El agua que se toma de nacientes en diversos lugares del mundo y que es embotellada, comúnmente no tiene potenciales agentes patógenos, a menos que existan problemas de contaminación que están presentes en el proceso mismo de envasado. Sin embargo, la presencia de *Pseudomonas* oportunistas en el agua es un problema potencial para una población inmunodeficiente. La *P. aeruginosa* no se encuentra con frecuencia en el agua embotellada; cuando esto ocurre generalmente es un indicador de la contaminación durante el proceso de embotellado. Hamilton y Rosenberg (1 991) mostraron que la bacteria *E. coli* adherida en los bidones de agua embotellada comprados en supermercados, siguió el aumento de números en el biofilm. De la misma manera, cuando estos contenían el agua, presentaron un aumento rápido de cuentas bacteriales. Este aumento sigue un crecimiento típico, que declina hasta que el material orgánico se ha agotado. Si el agua es almacenada a temperatura ambiente, como es común en supermercados y a menudo en la casa, esto no tomará más

que unos días para que las concentraciones sean tan altas como 10^4 a 10^5 CFU/mL (**Díaz, 2 007**).

Algunas empresas utilizan agua potable como fuente principal, y las bacterias que residen en el agua pueden aparecer en el producto final una vez que el agua es procesada. Además, las prácticas higiénicas deficientes del personal que participa en el procesamiento del agua, aunado al manejo inadecuado de los envases, dan como resultado un aumento de la población bacteriana en el producto final. (**Burgos, 2 011**).

Gran número de bacterias puede ser encontrado en los reservorios de los dispensadores de agua, que se usan con frecuencias en las oficinas. Comúnmente estos suplidores de agua contienen un volumen de enfriamiento (aprox. 5L) que aun, cuando con frecuencia se cambia el embase de agua (comúnmente de la misma empresa distribuidora), este retiene muchos microorganismos, como resultado de la formación de un biofilm. Cada vez que es cambiado un contenedor, este sirve de fuente de material orgánico, que es accesible a los organismos residuales (**Díaz, 2 007**).

Estas bacterias se encuentran en pequeñas cantidades, pero pueden multiplicarse rápidamente durante el envasado y almacenamiento del agua. Existe mucha controversia sobre el efecto que pueda tener la microflora del agua para consumo humano. La mayoría de estos organismos no son patogénicos en condiciones normales, pero han sido responsables de infecciones oportunistas en pacientes hospitalizados, siendo los de más alto riesgo aquellos con tratamiento de antibióticos e inmunodeprimidos **(Burgos, 2 011)**.

La presencia de bacterias oportunistas patógenas en agua de consumo humano, representa un problema latente a la población en general. Sin embargo, los más afectados son los inmunodeficientes, recién nacidos y personas de la tercera edad. **(Burgos, 2 011)**

Es importante diferenciar el problema principal, ya que los procesos de purificación en sí, no son deficientes, si no el envasado, transporte, mala calidad del manejo y pobres estándares de producción por parte de las empresas; estos han sido las causas de la presencia de bacterias en muestras de agua embotellada. Es decir, si una persona tomara el agua

inmediatamente después de la purificación del agua, seguramente sería más saludable a tomarla después de todo el proceso que hay entre la producción y el consumo. Se puede decir que el agua embotellada no es tan buena como su publicidad lo dice o su reputación lo avala, y que el simple hecho de que el agua este contenida en un recipiente o que contenga una marca conocida, no significa que sea agua de calidad superior. **(Burgos, 2 011)**

"No se espera que el agua embotellada esté totalmente libre de microorganismos, pero el nivel observado en los estudios es sorprendentemente alto... el consumidor asume que si el agua embotellada tiene un precio significa que es más pura y más segura. Dr. Azam de laboratorios Ccrest" **(Burgos, 2 011)**.

3.19 Justificación del Problema

El acceso a fuentes de agua de buena calidad sanitaria constituye un requisito básico para la preservación de la salud humana, es por esto que esta investigación cobra importancia debido a que los consumidores desconocen la calidad

microbiológica y fisicoquímica de las principales marcas de agua embotellada vendidas en la ciudad de Tacna.

Muchos de los microorganismos presentes en el agua envasada provienen de la fuente misma y estos no suele ser problema de salud pública. La presencia de potenciales agentes patógenos es de origen o se generan durante el proceso de embotellado y/o almacenamiento.

Debido a que en Tacna no se tiene la cultura de registrar la posible causa de una infección o enfermedad cuando se consulta a un médico, no se conocen casos de enfermedades relacionadas al consumo de agua envasada, además de ser poca la probabilidad de enfermedad causada por ingerir agua embotellada en mal estado, la percepción organoléptica del consumidor advertiría un mal estado del agua, si fuese el caso.

Además es necesario contar con información que sirva de base para programas permanentes de inspección de las mismas.

Si bien es cierto que los alimentos que van a ser consumidos por la población humana deben contar con registro sanitario, se

conoce que muchas de estas agua embotelladas no cumplen con este requisito y son expendidas inescrupulosamente.

Las contribuciones que se espera obtener con este trabajo es, ampliar el conocimiento sobre la poca información existente referida a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua embotellada y/o vendida en la ciudad de Tacna y proponer alternativas de preferencias basadas en ahorro económico, conservación de la salud y preservación del recurso agua.

3.20 Hipótesis

El agua de consumo humano embotellada no cumple con los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos por las Normas vigentes nacionales.

3.21 Objetivos

3.21.1 Objetivo General

- ❖ Evaluar los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en el agua embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna.

3.21.2 Objetivos Específicos

- ❖ Realizar el recuento microbiológico de las bacterias indicadoras de calidad (Coliformes totales, *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa*) que estén presentes en el agua embotellada.
- ❖ Determinar las características fisicoquímicas del agua embotellada analizada en este estudio.
- ❖ Comparar los resultados obtenidos del análisis microbiológico y fisicoquímico con los límites establecidos en la normatividad usada para esta investigación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Metodología de campo

4.1.1 Zona de muestreo

La provincia de Tacna se divide en 10 distritos: Tacna, Pocollay, Calana, Pachía, Palca, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Inclán, y Sama **(Anexo 01)**.

Se tomaron muestras de 4 distritos distintos de la provincia de Tacna, que fueron: Tacna, Pocollay, Ciudad Nueva y Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa, elegidos por ser los más poblados de la provincia **(INEI, 2 007) (Anexo 02)**.

4.1.2 Población de la muestra

Se realizó el análisis microbiológico y fisicoquímico de 11 marcas de agua embotellada sin gas en botellas plásticas, sobre la base que son las de mayor consumo y las más reconocidas, comercializadas en la ciudad de Tacna, las

cuales fueron codificadas para evitar susceptibilidades posteriores al análisis (Cuadro 05).

Cuadro 05: Códigos designados a las marcas analizadas

NºDE MUESTRA	MARCA	TIPO DE AGUA	EMBOTELLADORA	CODIGO
1	AGUA "CIELO"	Agua de Mesa (agua tratada ozonizada), Sin Gas	Embotelladora San Miguel del sur S.A.C. AJEPER S.A.	MC-01
2	AGUA "SAN MATEO"	Agua Mineral de Manantial, Sin Gas	Elaborada por cervecerías peruanas Backus S.A.A.	MM-02
3	AGUA "SAN LUIS"	Agua de Mesa (agua tratada), Sin Gas	Corporación José R. Lindley S.A.	ML-03
4	AGUA "SOCOSANI"	Autentica agua mineral, sin gas	Embotelladora Socosani S.A. fundo Socosani.	MS-04
5	AGUA "VIDA"	Agua de mesa (agua tratada), sin gas	Don Jorge	MV- 05
6	AGUA "VIVANT"	Agua Pura Natural(tratada purificada),Sin Gas	Bebidas Interandinas S.A.C.	MI-06
7	AGUA "PURITAIN"	Agua de manantial (agua mineral natural), sin gas	Agroindustrias Cuneo S.R.LTDA.	MP-07
8	AGUA "AQUAXANA"	Agua de mesa, sin gas	Embotelladora RikaKola S.A.C.	MQ-08
9	AGUA "EVIAN"	Agua Natural de Manantial de los Alpes franceses	Envasado en SOURCE CACHAT S.A.E.M.E.	ME-09
10	AGUA "GAVIOTA"	Agua de mesa, sin gas	Fabricado por ANPAY PERU S.A.	MG-10
11	AGUA "D'LUNA"	Agua natural de mesa Ozonizada, sin gas	Embotellado por agroindustrias Olive Robles E.I.R.L.	MD-11

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Metodología de campo

El estudio se realizó entre noviembre de 2 011 y agosto de 2012 en la ciudad de Tacna, al sur de Perú. La ciudad tiene cerca de 262,731 habitantes **(INEI, 2 007)**. La población objeto de este estudio fue el agua sin gas, envasada en botellas plásticas, de las marcas más conocidas y consumidas, producidas y/o comercializadas en la ciudad de Tacna.

En la ciudad de Tacna se expenden más de 17 diferentes marcas de agua embotellada sin gas, de las cuales aproximadamente 7 son producidas en la Provincia de Tacna; se trabajó con 11 marcas de agua, 7 de las marcas fueron nacionales, 1 importada del extranjero y 3 producidas en la Provincia de Tacna **(Anexo 03)**.

4.1.4 Tipo de estudio, tamaño de la muestra y recolección de datos

El tipo de muestreo fue no probabilístico o dirigido, por lo que se utilizó un procedimiento de selección al azar según Hernández, 2 003.

Se obtuvieron las 44 muestras al azar de los cuatro distritos elegidos en fechas distintas indicadas en el Cuadro 06, los lugares de expendio más concurridos por los pobladores de cada distrito son los minimarkets, por lo que fueron estos los lugares de los que se tomaron las muestras, donde las posibles muestras estuvieron en constante circulación por su rápido consumo; en cada muestreo (4 muestreos en total) se tomó por cada muestra, dos botellas plásticas de agua de cada marca, pertenecientes al mismo lote, una para el análisis microbiológico y la otra para el análisis fisicoquímico.

Para obtener datos representativos se tomó en cuenta la cantidad de muestras y el número de muestreos realizados; de esta manera se estableció el siguiente método de muestreo:

1. Se realizó 4 muestreos (uno en cada distrito elegido) con un espacio de tiempo aproximado de 3 semanas entre uno y otro (Cuadro 06), con lo que se obtuvieron 11 muestras, que consistieron en 2 botellas de agua por cada muestra (22 botellas de agua en total por muestreo), obteniendo un total de 44 muestras (88 botellas plásticas de agua) en los cuatro muestreos.

2. Cada una de las dos botellas plásticas de agua sin gas de cada marca seleccionada, sirvieron, una para el análisis físico-químico y la otra para el análisis microbiológico, a la vez que se realizó cada análisis (microbiológico y fisicoquímico) por duplicado.
3. Las muestras fueron recolectadas en cajas isotérmicas (cooler) a temperatura ambiente (18 – 24 °C) para no alterar las características originales del producto, cada muestra fue etiquetada con la siguiente información: fecha y hora de toma de muestra, punto de recolección, N° de lote y N° de registro sanitario (si lo presentó), luego fueron trasladadas al laboratorio para su procesamiento respectivo.
4. Se realizaron, por duplicado los análisis microbiológicos y fisicoquímicos de todas las marcas de agua embotellada, sacando un promedio entre los dos valores, obteniendo al final un solo resultado por cada muestreo (4 muestreos).

Cuadro 06: Fechas de los muestreos realizados

Nº de Muestreo	1º Muestreo	2º Muestreo	3º Muestreo	4º Muestreo
Distrito	Distrito de Tacna	Dtto. Cnel. Gregorio Albarracín L.	Distrito de Ciudad Nueva	Distrito de Pocollay
Fecha	21/03/2012	25/04/2012	23/05/2012	20/06/2012

Fuente: Elaboración propia

4.2 Metodología de Laboratorio

4.2.1 Análisis microbiológicos

Para la estimación de organismos Coliformes totales, *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa* se utilizó la técnica de Filtración por Membrana y para la confirmación de *Pseudomonas aeruginosa* se usó Caldo Arginina, estos métodos están reconocidos por el APHA, 2 005.

Los medios de cultivo para la Técnica de Filtración por Membrana que se utilizó fueron: **Pseudomonas Broth Ampules (HACH)** para *Pseudomonas aeruginosa*, **Cultura Medium in Plastic Ampules m-Endo Total Coliform Broth (HACH)** para Coliformes totales y **m-ColiBlue24 Broth Plastic Ampules (HACH)** para *E. coli*.

4.2.1.1 Método de filtración por membrana (FM) (APHA, 2 005)

1. Se preparó el equipo de filtración por membrana que consistió en: soporte de vacío de acero inoxidable, embudos esterilizados y bomba al vacío.

2. Se esterilizó con llama la superficie superior del soporte de vacío de acero inoxidable.
3. Se inyectó la aguja de la jeringa en el tubo del soporte de vacío.
4. Con una pinza esterilizada, se colocó un filtro de membrana, con la rejilla hacia arriba, en el centro del soporte de vacío.
Nota: Para esterilizar las pinzas, sumérgalas en alcohol y quémelas en el alcohol o en un mechero de Bunsen. Deje enfriar antes de utilizar las pinzas.
5. Se abrió un paquete de embudos (comience desde el fondo del paquete). Se retiró un embudo (primero la base) del paquete.
6. Se colocó el embudo en el soporte de vacío. No toque el interior del embudo. Se presionó en forma uniforme el borde superior del embudo para encajarlo en el soporte de vacío.
7. Se agitó la muestra 25 veces aproximadamente y vertió la muestra (100 mL) en el embudo.
8. Se extrajo la muestra con la jeringa o por presión de la bomba al vacío, a través del aparato de filtrado.
9. Se retiró el embudo. Se presionó la palanca en el vástago del soporte de vacío para levantar el filtro de membrana de la superficie del soporte de vacío.

10. Se utilizó pinzas esterilizadas para retirar el filtro de membrana.
11. Se colocó el filtro de membrana en una caja Petri preparada con el medio respectivo y se incubó según la forma adecuada.

4.2.1.2 Técnica de filtración por membrana para *Pseudomonas aeruginosa*, Coliformes Totales y *E. coli* (UFC/100ml) (HACH, 2001)

Se utilizó caldo *Pseudomonas* para *Pseudomonas aeruginosa*, caldo m-Endo Total Coliform para Coliformes Totales y caldo m-ColiBlue24 para analizar *E. coli* del agua embotellada.

1. Se usó unas pinzas esterilizadas para colocar una almohadilla estéril, absorbente en una placa petri estéril. Se volvió a colocar la tapa en el plato.
2. Se invirtió las ampollas dos o tres veces para mezclar el caldo. Se rompió una ampolla de caldo *Pseudomonas*, caldo m-Endo Total Coliform ó m-ColiBlue24 caldo, dependiendo de la prueba. Se agregó el contenido de manera uniforme sobre la almohadilla absorbente. Se volvió a colocar la tapa petri.
3. Se agitó la muestra vigorosamente. Se vertió 100 ml de la muestra en el embudo. Se aplicó vacío y se filtró la muestra. Se

enjuagó el embudo tres veces con 20 a 30 mL de agua estéril tamponada dilución con agua.

4. Con un ligero movimiento de balanceo, se colocó la rejilla del filtro, en el pad absorbente. Se revisó si hay aire atrapado bajo el filtro y se aseguró de que el filtro tocó el colchón. Se volvió a colocar la tapa petri.
5. El resultado positivos para especies de *Pseudomonas* son todas las colonias presentes y para *P. aeruginosa* son colonias con un color verde azulado, verde o amarillas verdosas, para Coliformes Totales son colonias con color metálico verde amarillento (positivo), las colonias de color azul indica un resultado positivo para *E. coli*.

4.2.1.3 Confirmación de la especie *P. aeruginosa*

4.2.1.3.2 Determinación de *Pseudomonas aeruginosa* en caldo Arginina (Merck microbiology manual, 12th edition)

1. Se preparó caldo Arginina doble concentrado con 10 mL cada tubo.
2. Se adicionó 10 ml de la muestra y se incubó a 35 °C por 48h.
3. El medio original fue de color verde y el viraje a violeta es un resultado positivo para *Pseudomonas aeruginosa*.

4.2.2 Análisis fisicoquímicos

Cada parámetro se determinó por el método más adecuado y conocido, especificado a continuación.

4.2.2.1 Determinación de pH por el método electrométrico (APHA, 2 005)

Procedimiento

1. Antes del uso se extrajo los electrodos de la solución de conservación, se lavó y secó con un paño suave.
2. Se colocó en la solución tampón inicial pH 7, para calibrar.
3. Se extrajo los electrodos de la solución tampón, se lavó y secó con un paño suave de nuevo.
4. Se colocó en la segunda solución tampón pH 4, para calibrar.
5. Se extrajo los electrodos de la segunda solución tampón, se lavó y secó con un paño suave de nuevo.
6. Se colocó los electrodos en la muestra y se agitó para asegurar la homogeneidad. Se anotó la lectura de las unidades de pH.
7. Se calculó el promedio de las dos lecturas realizadas por cada muestra.

4.2.2.2 Determinación de la Conductividad por el método de laboratorio (APHA, 2 005)

Procedimiento

1. Se agitó la muestra para homogenizar.
2. Antes de su uso se extrajo los electrodos de la solución de conservación, se lavó y secó con un paño suave.
3. Se colocó los electrodos en la muestra y se agitó para asegurar la homogeneidad. Se anotó la lectura.
4. Se calculó el promedio de las dos lecturas realizadas por cada muestra.

4.2.2.3 Determinación de Turbidez por el Método Nefelométrico (APHA, 2 005)

Procedimiento

1. Se agitó la muestra para homogenizar.
2. Se ambientó la celda de medición con la muestra.
3. Se agregó 15 mL de muestra en la celda y se colocó en el turbidímetro.
4. Se leyó el valor mostrado por el equipo
5. Se repitió la medición con muestra nueva.

6. Se calculó el promedio de las dos lecturas realizadas por cada muestra.

4.2.2.4 Determinación del Color por el Método Espectrofotométrico. (APHA, 2 005)

Procedimiento

1. Se agitó la muestra para homogenizar.
2. Se ambientó la celda de medición con la muestra.
3. Se agregó 15 mL de muestra en la celda y se colocó en el espectrofotómetro.
4. Se leyó el valor mostrado por el equipo
5. Se repitió la medición con muestra nueva.
6. Se calculó el promedio de las dos lecturas realizadas por cada muestra.

4.2.2.6 Determinación de dureza por el método titulométrico con EDTA (APHA, 2 005)

Procedimiento

1. Se seleccionó un volumen de muestra que requirió menos de 15 mL de reactivo EDTA y se realizó la titulación en cinco minutos.

2. Se diluyó 25.0 mL de muestra hasta alrededor de 50 mL de agua destilada en erlenmeyer.
3. Se añadió entre 1 y 2 mL de solución tampón (cloruro de amonio-hidróxido de amonio. Por lo general 1 mL será suficiente para dar un pH de 10,0 a 10,1.
4. Se añadió una o dos gotas de solución indicadora de negro de eriocromo T.
5. Poco a poco, se fue añadiendo el titulante EDTA estándar, removiendo continuamente, hasta que desapareció los últimos matices rojizos. Se añadió las últimas gotas con intervalos de 3-5 segundos. En el punto final la coloración fue azul.

4.2.2.8 Determinación de cloruros por el método Argentométrico (APHA, 2 005)

Procedimiento

1. Se utilizó una muestra de 100 mL y se mezcló.
2. Se dejó sedimentar y se filtró.
3. Se Ajustó directamente las muestras a pH entre 7 y 10 (regulando con H_2SO_4 0,1N o NaOH 0,1 si no estuvieran en ese rango.)
4. Se añadió 1,0 mL de solución indicadora de K_2CrO_4 .

5. Se tituló con AgNO_3 0,1N previamente estandarizado hasta un punto final amarillo rosado.
6. Se estableció el valor del blanco por el método de titulación descrito anteriormente utilizando agua destilada.

4.2.2.9 Determinación de Boro por el Método del Carmín (APHA, 2 005)

Procedimiento

1. Se necesitó un sobre de reactivo en polvo de carmín.
2. En un frasco se midió 75 mL de SO_4H_2 concentrado y se agregó el sobre del reactivo de carmín, se agitó.
3. Se utilizó 8 celdas, en 7 se adicionó 1 mL de muestra y una se utilizó de blanco (solución estándar de sulfato SO_4).
4. Se adicionó del primer preparado 8, 75 mL a cada una de las celdas.
5. Se midió la absorbancia utilizando el blanco de referencia.

4.2.2.10 Determinación del Aluminio por el Método de Ericromo Cianina R (HACH, 2 000)

Procedimiento

Se siguió el método 8 326 / Método Cianina Ericromo R (pag.11) del manual de análisis de agua de HACH (Anexo 04).

4.2.2.11 Determinación de Hierro por el método de fenantrolina (HACH, 2 000)

Procedimiento

Se siguió el método 8 008 / Método FerroVer* (pag.144) del manual de análisis de agua de HACH (Anexo 05).

4.2.2.12 Determinación de Manganeso por el método PAN (HACH, 2 000)

Procedimiento

Se siguió el método 8 149 / Método PAN (pag.167) del manual de análisis de agua de HACH (Anexo 06).

4.2.2.13 Determinación de Sulfatos por el método turbidimétrico (HACH, 2 000)

Procedimiento

Se siguió el método 8 051 / Método SulfaVer 4 (pag.204) del manual de análisis de agua de HACH (**Anexo 07**).

4.2.2.14 Determinación de Arsénico por el método espectrométrico de absorción atómica. (APHA, 2005)

Procedimiento

Se siguió el método descrito en el APHA, 2005 (Análisis realizado en el laboratorio fisicoquímico de la EPS – Tacna) (**Anexo 08**).

4.2.2.16 Determinación de Sólidos totales disueltos

Procedimiento

Se siguió el método 2 540 C. / Sólidos totales disueltos secados a 180 °C (pág.4-81) del manual de análisis de agua del APHA (**Anexo 09**).

4.2.2.17 Determinación de Sodio

Procedimiento

Se siguió el método 3 500-Na/Método espectrométrico de absorción atómica (pág.3-167) del Manual de Análisis de Agua del APHA (**Anexo 10**).

4.2.3 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo (media, varianza, promedio, rangos y coeficiente de variabilidad) de los parámetros fisicoquímicos analizados y de esa manera se logró conocer el porcentaje de marcas de aguas envasadas que no cumplen los criterios microbiológicos; se utilizó una tabla de frecuencia.

Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 18.

V. RESULTADOS

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras indicadas, la tesista y sus colaboradores participantes declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.

La información obtenida de la investigación comprende los datos generales de las muestras, los resultados de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos, que se presentan en los siguientes Cuadros y Figuras.

5.1 Análisis microbiológicos

En el Cuadro 07 se presenta un resumen de todos los resultados microbiológicos obtenidos de los 4 muestreos realizados en los distritos elegidos (Distrito de Tacna, Distrito Cnel. Gregorio Albarracín L., Distrito de Ciudad Nueva y el Distrito de Pocollay), y los resultados de los 3 parámetros analizados, que fueron, Coliformes totales, Enumeración de *E. coli* e Investigación de *Pseudomonas aeruginosa* comparados con la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano **(NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01)** según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSa del 27 de agosto del 2008.

Según NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01 debe haber ausencia en 100 ml para Coliformes totales, y las marcas que no cumplieron con este parámetro fueron: **MC-01, MV-05, MP-07, MQ-08, MG-10** y **MD-11**; para la enumeración de *Escherichia coli* deber existir 0 UFC/100 ml según la norma, habiéndose encontrado 3 marcas con resultado positivo para este parámetro analizado que fueron: **MV-05, MQ-08** y **MG-10**; señala también la norma que la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* no debe existir (Ausencia/100 ml), no cumpliendo con esto las siguientes marcas: **MC-01, MS-04, MV-05, MP-07, MQ-08, MG-10** y **MD-11**.

Cuadro 07: Resumen de los promedios de los análisis microbiológicos realizados a las aguas embotelladas

Parámetros evaluados	Coliformes Totales				Enumeración de <i>E. coli</i>				Investigación de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
	Valores admisibles según : <i>Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01)</i>												
	Ausencia/100 ml				0 (UFC/100 ml) a 44,5°C				Ausencia/100 ml				
Distrito	DT	DGA	DCN	DP	DT	DGA	DCN	DP	DT	DGA	DCN	DP	
Códigos de Marcas de Aguas embotelladas	MC – 01	A	A	P	A	0	0	0	0	A	P	A	A
	MM – 02	A	A	A	A	0	0	0	0	A	A	A	A
	ML – 03	A	A	A	A	0	0	0	0	A	A	A	A
	MS – 04	A	A	A	A	0	0	0	0	A	A	P	A
	MV – 05	P	A	A	A	0	0	3	0	A	A	P	A
	MI – 06	A	A	A	A	0	0	0	0	A	A	A	A
	MP – 07	A	A	P	P	0	0	0	0	P	P	P	P
	MQ – 08	A	P	P	A	0	0	6	0	P	P	P	P
	ME – 09	A	A	A	A	0	0	0	0	A	A	A	A
	MG – 10	A	A	A	P	0	1	0	0	P	P	P	A
	MD - 11	A	P	A	P	0	0	0	0	P	P	P	P

Fuente: Elaboración Propia DT: Distrito de Tacna DGA: Distrito de Cnel. Gregorio A. L. DCN: Distrito de Ciudad N. DP: Distrito de Pocollay
A: Ausencia/100 ml P: Presencia

Coliformes totales

En el Cuadro 08 se observó la presencia de coliformes totales en el agua embotellada para el consumo humano en la ciudad de Tacna, en las marcas y distritos siguientes: en la marca **MC-01** hubo presencia de Coliformes totales en el agua embotellada que se compró en el Distrito de Ciudad Nueva; **MV-05** tuvo presencia de coliformes totales en el agua embotellada que fue comprada en el Distrito de Tacna; la marca **MP-07**, presentó Coliformes totales en las muestras analizadas compradas en los distritos de Ciudad Nueva y Pocollay; mientras que la marca **MQ-08** presentó coliformes totales en las aguas compradas en los Distritos de Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa y Ciudad Nueva; **MG-10** en el agua embotellada adquirida del Distrito de Pocollay dio resultado positivo también y por último la marca **MD-11** en los Distritos de Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa y Pocollay también dieron positivas las muestras que fueron recolectadas de estos distritos, siendo todas estas las marcas analizadas que no cumplieron con la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01) que indica Ausencia/100 ml de coliformes totales en aguas envasadas no carbonatadas.

Cuadro 08: Resultados obtenidos del análisis microbiológico de Coliformes totales

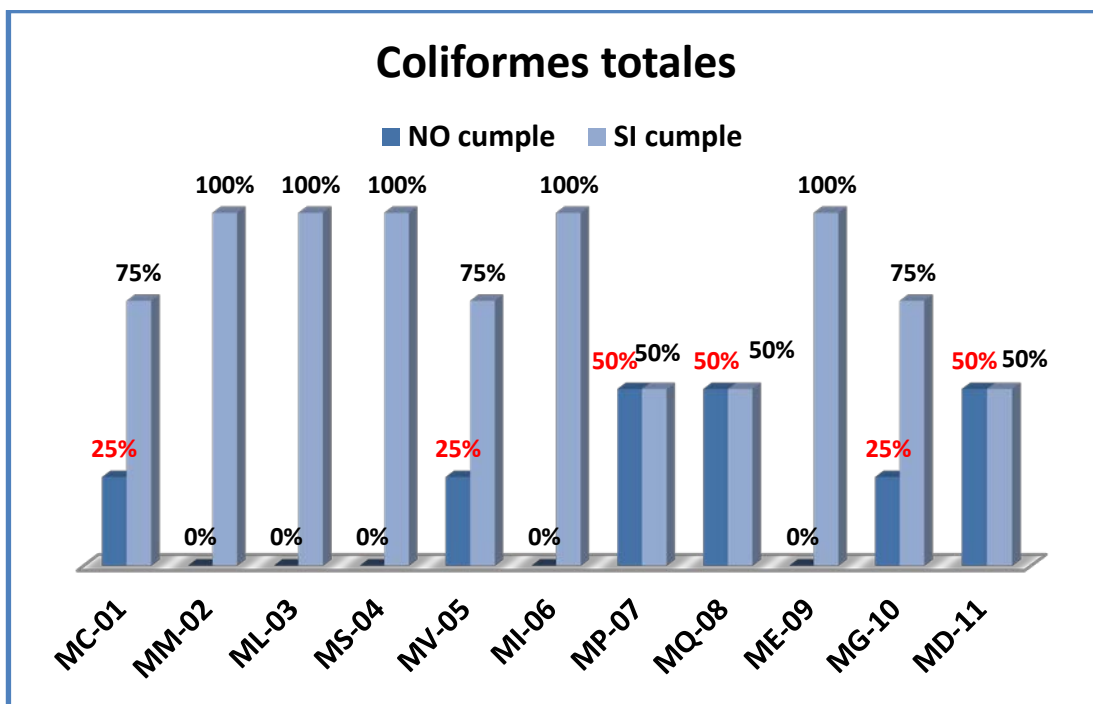
Marca	Norma	Dtto. Tacna	Dtto. Cnel. Gregorio Albarracín L.	Dtto. Ciudad Nueva	Dtto. Pocollay	Observaciones (*)
MC-01	Ausencia/100ml	A	A	P	A	No cumple
MM-02	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
ML-03	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
MS-04	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
MV-05	Ausencia/100ml	P	A	A	A	No cumple
MI-06	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
MP-07	Ausencia/100ml	A	A	P	P	No cumple
MQ-08	Ausencia/100ml	A	P	P	A	No cumple
ME-09	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
MG-10	Ausencia/100ml	A	A	A	P	No cumple
MD-11	Ausencia/100ml	A	P	A	P	No cumple

Fuente: Elaboración Propia

A: Ausencia **P:** Presencia

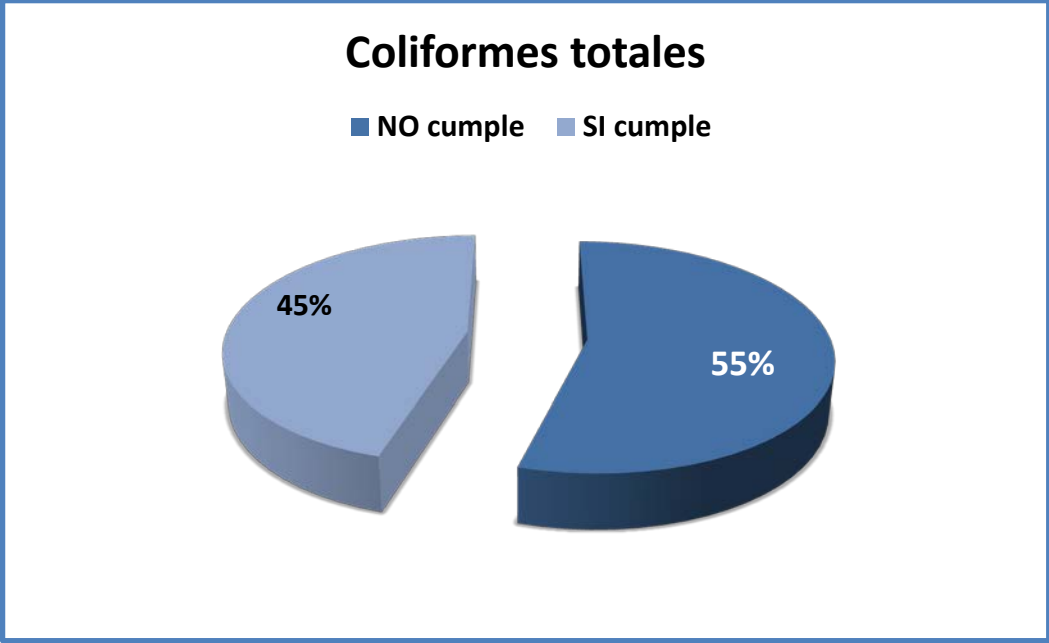
(*): Las observaciones se refieren al cumplimiento o no de la NTS N° 071

– MINSA/DIGESA-V.01 para el parámetro de Coliformes totales.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 01: Resultados en porcentajes del análisis de Coliformes totales en el agua embotellada analizada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 02: Porcentaje de marcas que No cumplen la NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01 para Coliformes totales en el agua embotellada analizada.

Escherichia coli

En el Cuadro 09 se observa la presencia de *E. coli* en el agua embotellada con destino al consumo humano en la ciudad de Tacna, en las marcas y distritos siguientes: la marca **MV-05** presentó *E. coli* en el agua embotellada que se compró en el Distrito de Ciudad Nueva; mientras que la marca **MQ-08** presentó 6 UFC/100ml en el agua comprada en el Distrito de Ciudad Nueva y **MG-10** en el agua embotellada adquirida del Distrito de Cnel. Gregorio Albarracín L. dio resultado positivo también para la enumeración de *E. coli*, siendo todas estas las marcas analizadas que no cumplieron con la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01) que indica 0 UFC/100ml a 44,5°C de *E. coli* en agua para consumo humano.

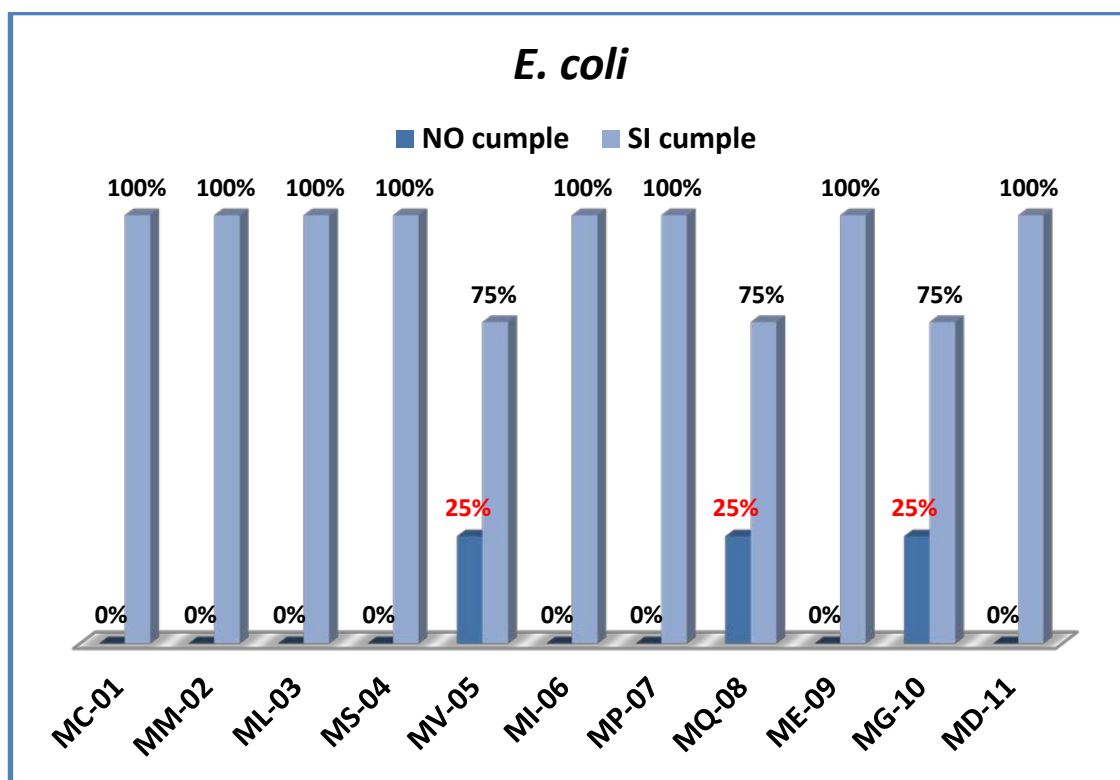
Cuadro 09: Resultados del análisis microbiológico de *E. coli*

Marca	Norma	Dtto. Tacna	Dtto. Cnel. Gregorio Albarracín L.	Dtto. Ciudad Nueva	Dtto. Pocollay	Observaciones
MC-01	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple
MM-02	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple
ML-03	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple
MS-04	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple
MV-05	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	3	0	No cumple
MI-06	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple
MP-07	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple
MQ-08	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	6	0	No cumple
ME-09	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple
MG-10	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	1	0	0	No cumple
MD-11	0 (UFC/100ml) a 44,5°C	0	0	0	0	Si cumple

Fuente: Elaboración Propia

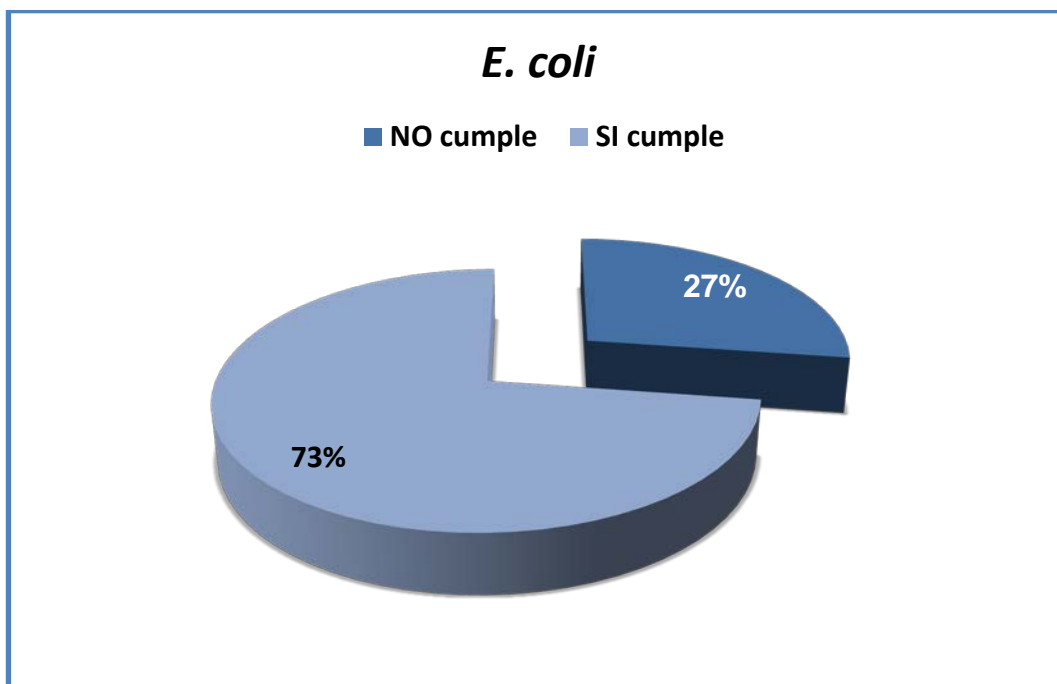
(*): Las observaciones se refieren al cumplimiento o no de la NTS N° 071

– MINSA/DIGESA-V.01 para el parámetro de *E. coli*.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 03: Resultados en porcentajes del análisis de *E. coli* en el agua embotellada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 04: Porcentajes de marcas de agua embotellada que cumple la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01 para *E. coli*

Pseudomonas aeruginosa

En el Cuadro 10 se observa la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en el agua embotellada con destino al consumo humano en la ciudad de Tacna, en las marcas siguientes: en el Distrito de Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa la marca **MC-01**, en el Distrito de Ciudad Nueva las marcas **MS-04** y **MV-05**, **MG-10** presentó esta bacteria en las aguas embotelladas compradas en los Distritos de Tacna, Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa y Ciudad Nueva y las marcas **MP-07**, **MQ-08** y **MD-11** presentaron *Pseudomonas aeruginosa* en las muestras analizadas compradas en los 4 Distritos elegidos; siendo todas estas las marcas analizadas que no cumplieron con la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01) que indica Ausencia/100ml en aguas envasadas carbonatadas y no carbonatadas para *Pseudomonas aeruginosa*.

**Cuadro 10: Resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de
*Pseudomonas aeruginosa***

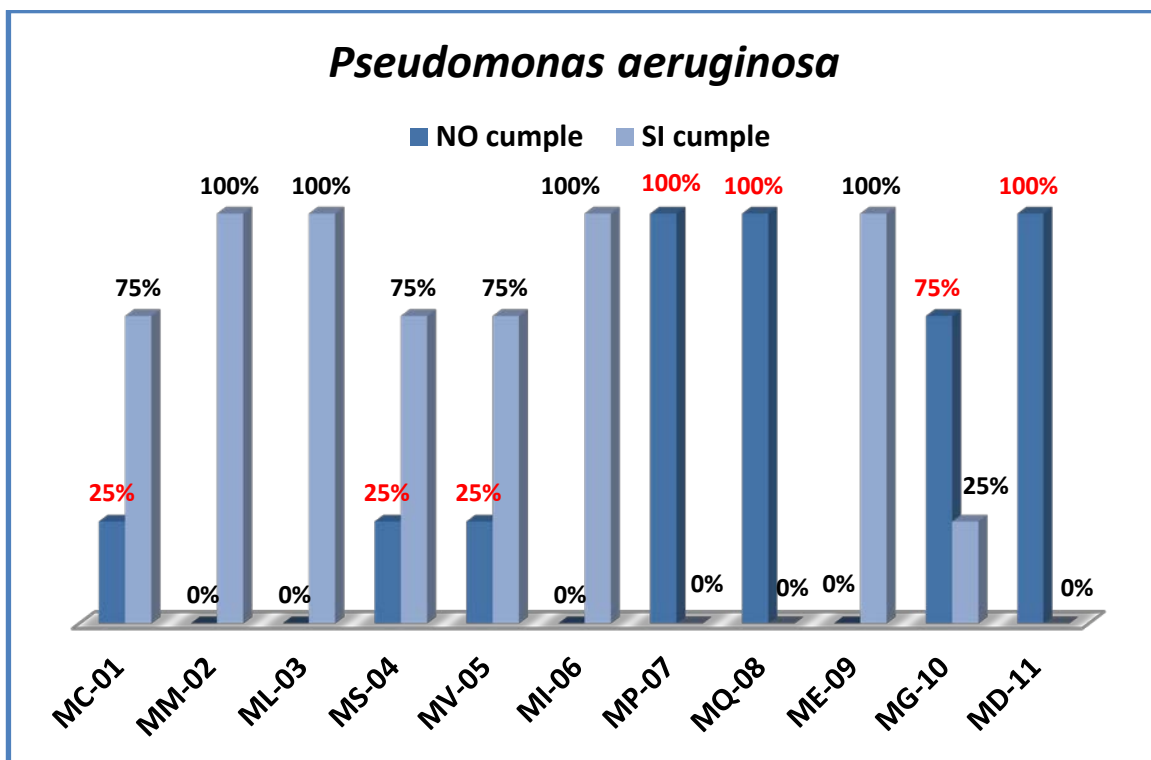
Marca	Norma	Dtto. Tacna	Dtto. Cnel. Gregorio Albarracín L.	Dtto. Ciudad Nueva	Dtto. Pocollay	Observaciones (*)
MC-01	Ausencia/100ml	A	P	A	A	No cumple
MM-02	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
ML-03	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
MS-04	Ausencia/100ml	A	A	P	A	No cumple
MV-05	Ausencia/100ml	A	A	P	A	No cumple
MI-06	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
MP-07	Ausencia/100ml	P	P	P	P	No cumple
MQ-08	Ausencia/100ml	P	P	P	P	No cumple
ME-09	Ausencia/100ml	A	A	A	A	Si cumple
MG-10	Ausencia/100ml	P	P	P	A	No cumple
MD-11	Ausencia/100ml	P	P	P	P	No cumple

Fuente: Elaboración Propia

A: Ausencia

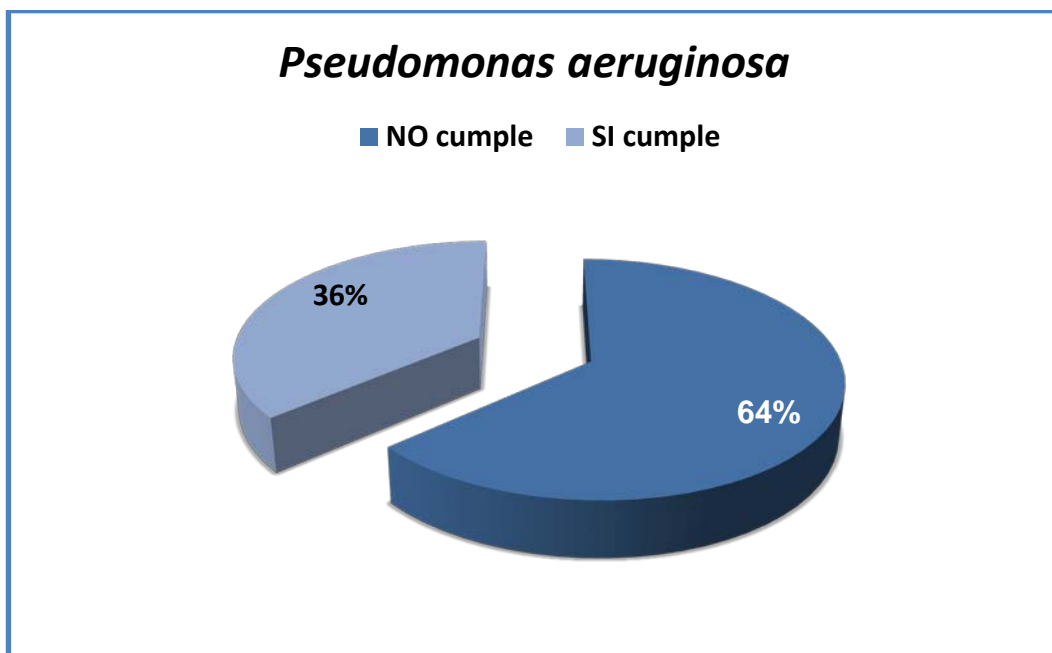
P: Presencia

(*): Las observaciones se refieren al cumplimiento o no de la NTS N° 071–MINS/DIGESA-V.01 para el parámetro de *Pseudomonas aeruginosa*.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 05: Resultados en porcentajes del análisis de *Pseudomonas aeruginosa* en el agua embotellada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 06: Porcentajes de marcas de agua embotellada que cumple la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 para *Pseudomonas aeruginosa*

5.2 Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos del agua embotellada que se realizaron fueron: pH, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, hierro, dureza total, sulfatos, sodio, aluminio, arsénico, manganeso, boro y color; siguiendo los métodos reconocidos por el APHA (2 005) cuyos resultados se presentan en el Cuadro 11, tomándose como valores referenciales el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031- 2010-SA/ Ministerio de Salud. Dirección de Salud Ambiental – Lima, 2 011.

En el Cuadro 11 se observó que la marca **MC-01** sobrepasó el límite que indica el Reglamento antes mencionado (valor de 6,5 a 8,5), registrándose un valor de pH de 8,76; la marca de agua embotellada **MS-04** no cumplió con el límite máximo permisible para la conductividad presentando un valor de 2 440 $\mu\text{mhos/cm}$ teniendo como límite 1 500 $\mu\text{mhos/cm}$, para sólidos totales disueltos también sobrepasa el límite establecido por la norma (1 000 mg/l) con 1 342 mg/l; la dureza que presentó esta marca es de 750 mg/l CaCO_3 sobrepasando nuevamente la norma que indica no más de 500 mg/l CaCO_3 y se encuentra en el límite máximo permisible para el boro con 1,5 mg/L de Boro.

La marca **MP-07** no cumplió con la norma para sulfatos, ya que presentó 320 mg/L SO_4^- y la norma pone como límite máximo permisible 250 mg/L SO_4^- , a la vez que también sobrepasó el límite máximo permisible para el arsénico con 0,0276 mg/L As, teniendo la norma 0,01 mg/L As como límite máximo permisible y la marca **MQ-08** presentó 0,01041 mg/L As, sobrepasando un poco a la norma también.

Para la marca **MG-10** se halló en el laboratorio un valor del parámetro de color de 18 UCV, sobrepasando así el límite máximo permisible que indica un valor no mayor a 15 UCV para el color.

Otra de las marcas que no cumplió con alguno de los parámetros fue la marca **MD-11** que presentó un valor para sulfatos de 315 mg/L SO_4^- , mientras que para arsénico se halló un valor de 0,026866 mg/L As no cumpliendo con esta norma también.

Cuadro 11: Resumen de los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas

ítem	PARÁMETRO	UNIDAD	NORMA (*)	MC-01	MM-02	ML-03	MS-04	MV-05	MI-06	MP-07	MQ-08	ME-09	MG-10	MD-11
01	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	8.76	7.65	6.6	6.47	7.63	6.6	7.748	7.2	7.85	7.098	7.27
02	TURBIDEZ	UNT	5	0.42	0.38	0.26	0.72	0.26	0.35	0.18	0.13	0.66	1.38	0.39
03	CONDUCTIVIDAD	µmho/cm	1500	8.60	744	68	2440	741	914	917	250	275	66	882
04	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	473	409	37	1342	408	503	504	38	151	36	485
05	Alcalinidad Total	mg/LCaCO ₃	-	60	200	10	1220	90	75	75	50	80	20	70
06	ALCALINIDAD F	mg/LCaCO ₃	-	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07	BICARBONATOS	mg/LHCO ₃ ⁻	-	49	244	12	1488	110	92	92	61	98	24	85
08	CARBONATOS	mg/LCO ₃ ⁻	-	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09	CLORUROS	mg/L Cl-	250	95	40	12	180	95	110	46	19	26	12	34
10	SULFATOS	mg/L SO ₄ =	250	200	110	6	5	142	215	320	46	13	1	315
11	DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	500	200	260	20	750	350	450	400	80	120	20	300
12	CALCIO	mg/L Ca ⁺⁺	-	40.4	101	4.04	155	121.2	161.6	125.24	24.24	32.32	4.04	80.8
13	MAGNESIO	mg/L Mg ⁺⁺	-	24.00	2.4	2.40	87.92	12.00	12.00	21.60	4.80	9.60	2.40	24.00
14	SODIO	mg/L Na	200	85.87	41.81	5.23	173.07	7.65	2.44	21.84	16.80	6.53	4.85	52.64
15	POTASIO	mg/L K ⁺	-	19.93	9.71	1.21	43.13	1.78	0.78	5.07	3.90	1.52	1.13	12.22
16	ALUMINIO	mg/L Al	0,2	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	0.007	0.002	0.018	0.007	0.002	0.001	0.007
17	ARSENICO	mg/L As	0,010	0.0026 28	0.00908 4	0.0021 38	0.0021	0.0020 64	0.003 542	0.0276	0.0104 1	0.0022 54	0.0025 68	0.0268 66
18	HIERRO	mg/L Fe	0,3	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.010	0.01	0.06	0.02
19	MANGANESO	mg/L Mn	0,4	0.018	0.039	0.024	0.024	0.015	0.031	0.021	0.003	0.014	< 0.001	0.001
20	BORO	mg/L B	1,500	< 0.05	0.3	0.6	1.5	0.1	0.2	0.4	0.1	< 0.05	0.2	0.2
21	COLOR	UCV escala Pt/Co	15	< 0.5	< 0.5	3	< 0.5	5	14	< 0.5	3	7	18	1

Fuente: Elaboración Propia - : No existen normas para estos valores en Perú (*): Límites Máximos Permisibles DS N° 031-2012-SA.

pH

En el Cuadro 12 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

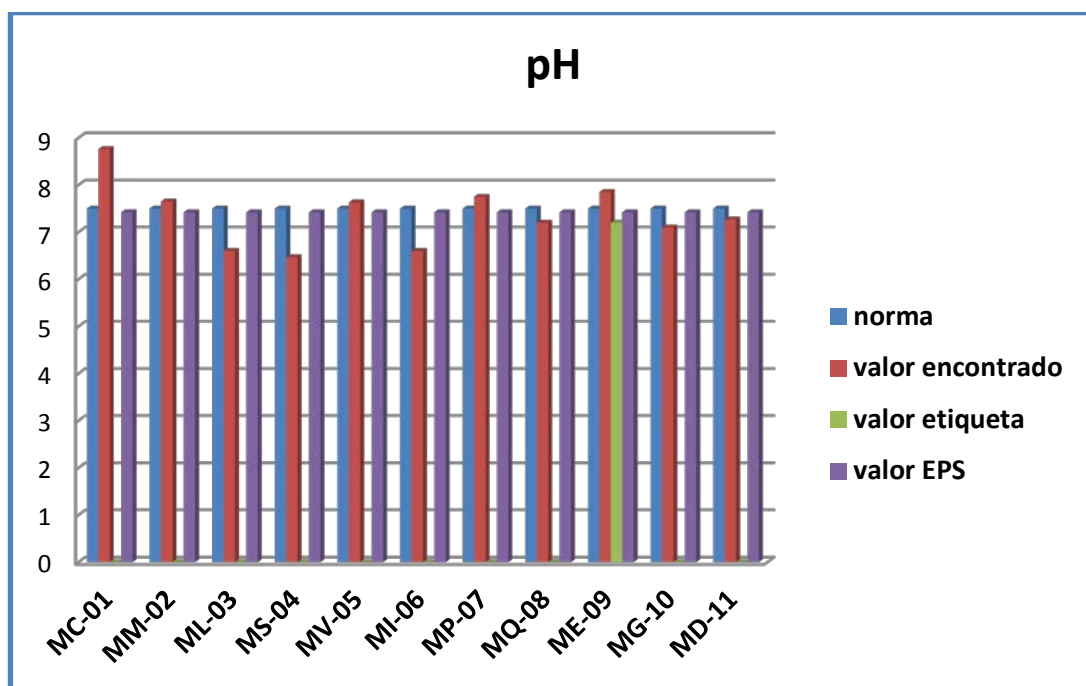
Se observó que la marca **MC-01** no cumplió con el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe oscilar entre 6,5 y 8,5 de valor de pH, presentando esta marca un pH de 8,76.

Cuadro 12: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de pH

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR ENCONTRADO	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	Valor de pH	6,5 a 8,5	8.76	-	7,42
MM-02	Valor de pH	6,5 a 8,5	7.65	-	7,42
ML-03	Valor de pH	6,5 a 8,5	6.6	-	7,42
MS-04	Valor de pH	6,5 a 8,5	6.47	-	7,42
MV-05	Valor de pH	6,5 a 8,5	7.63	-	7,42
MI-06	Valor de pH	6,5 a 8,5	6.6	-	7,42
MP-07	Valor de pH	6,5 a 8,5	7.748	-	7,42
MQ-08	Valor de pH	6,5 a 8,5	7.2	-	7,42
ME-09	Valor de pH	6,5 a 8,5	7.85	7.2	7,42
MG-10	Valor de pH	6,5 a 8,5	7.098	-	7,42
MD-11	Valor de pH	6,5 a 8,5	7.27	-	7,42

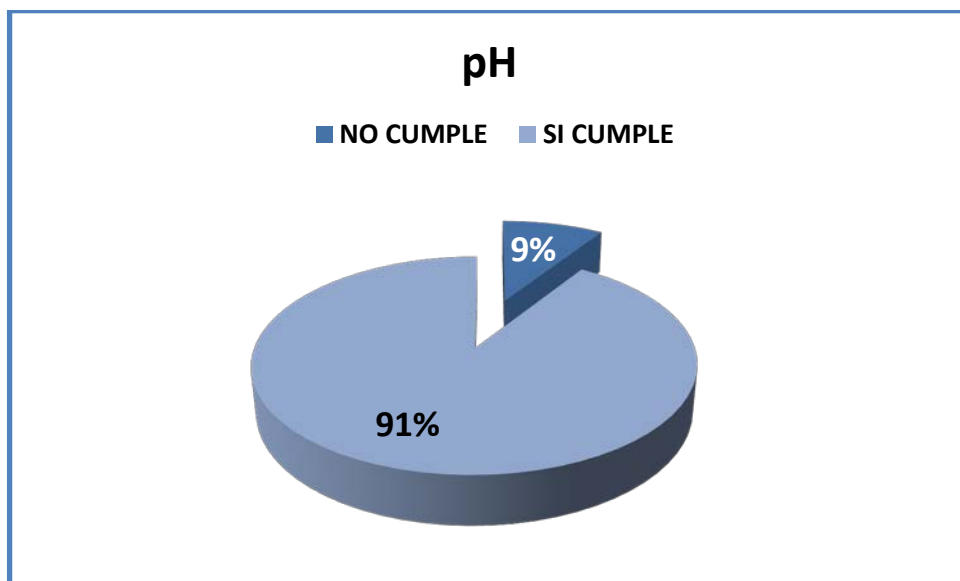
Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 07: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el pH.



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 08: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para el pH.

Turbidez

En el Cuadro 13 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

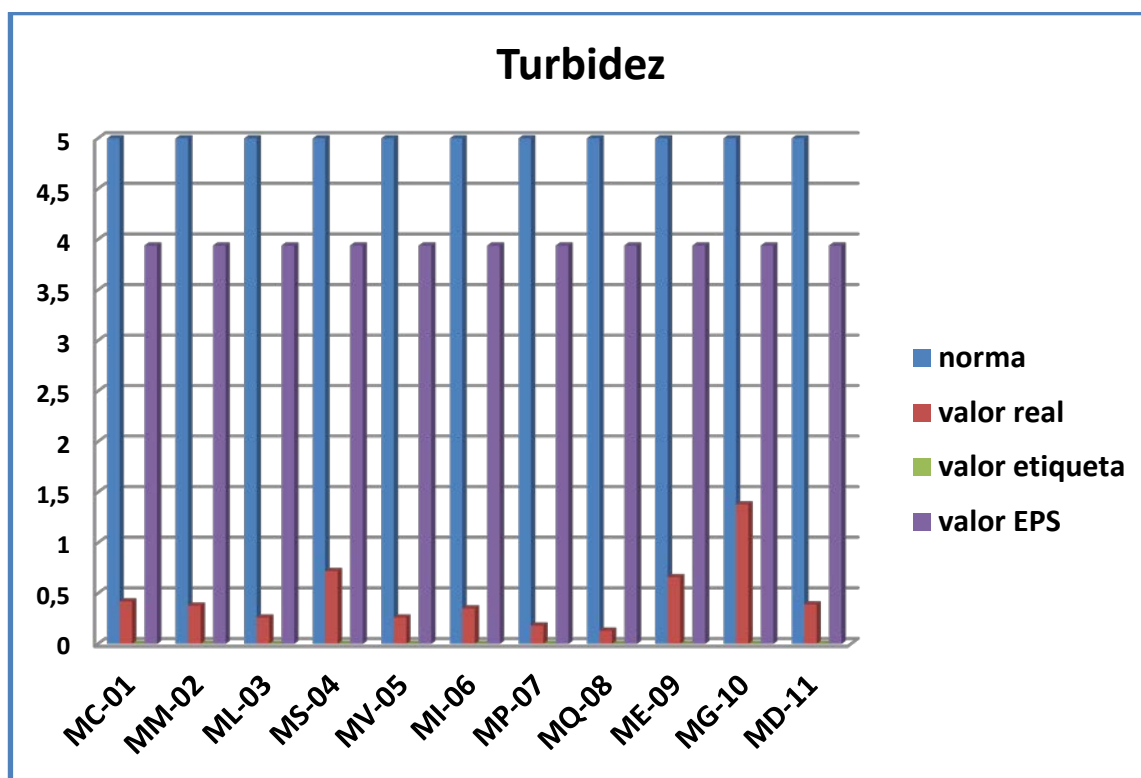
Se observó que ninguna de las marcas sobrepasaron el límite máximo permisible que indica el reglamento, la muestra **MG-10** presentó el valor encontrado mayor, con 1,38 NTU de turbidez.

Cuadro 13: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de turbidez

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	UNT	5	0.42	-	3,94
MM-02	UNT	5	0.38	-	3,94
ML-03	UNT	5	0.26	-	3,94
MS-04	UNT	5	0.72	-	3,94
MV-05	UNT	5	0.26	-	3,94
MI-06	UNT	5	0.35	-	3,94
MP-07	UNT	5	0.18	-	3,94
MQ-08	UNT	5	0.13	-	3,94
ME-09	UNT	5	0.66	-	3,94
MG-10	UNT	5	1.38	-	3,94
MD-11	UNT	5	0.39	-	3,94

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 09: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para la turbidez.

Conductividad

En el Cuadro 14 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2 010-SA. elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2 011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

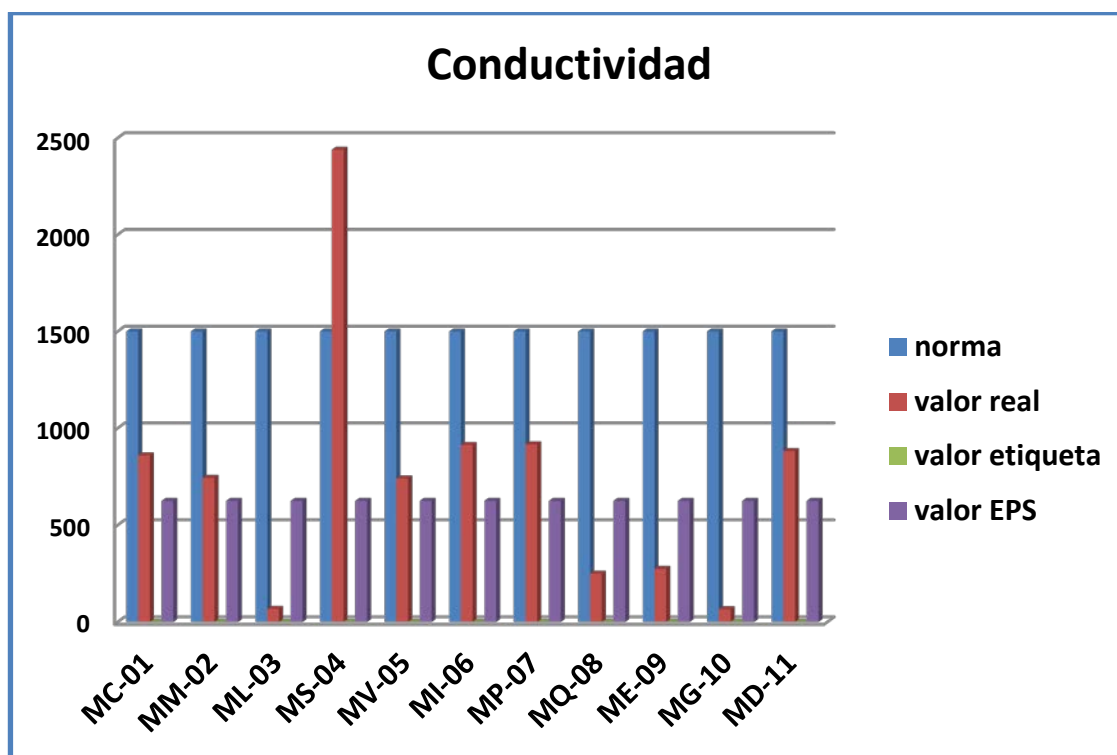
Se observó que la marca **MS-04** no cumple con el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser no mayor a 1 500 $\mu\text{mho/cm}$, esta marca presentó 2 440 $\mu\text{mho/cm}$.

Cuadro 14: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de conductividad

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	µmho/cm	1500	860	-	625
MM-02	µmho/cm	1500	744	-	625
ML-03	µmho/cm	1500	68	-	625
MS-04	µmho/cm	1500	2440	-	625
MV-05	µmho/cm	1500	741	-	625
MI-06	µmho/cm	1500	914	-	625
MP-07	µmho/cm	1500	917	-	625
MQ-08	µmho/cm	1500	250	-	625
ME-09	µmho/cm	1500	275	-	625
MG-10	µmho/cm	1500	66	-	625
MD-11	µmho/cm	1500	882	-	625

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para la conductividad.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 11: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para la conductividad.

Sólidos totales disueltos

En el Cuadro 15 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

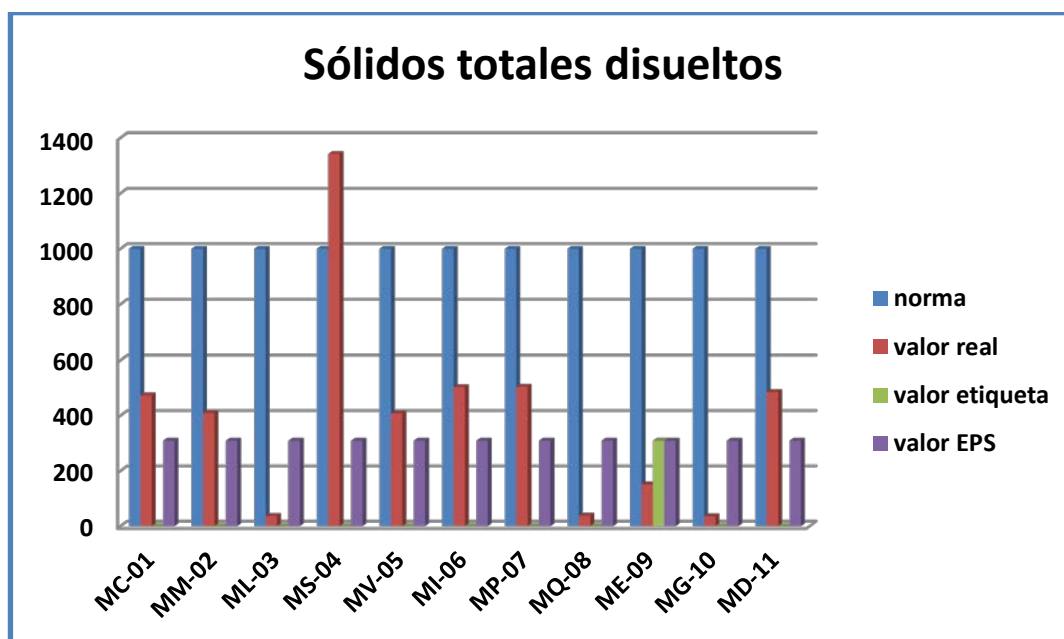
Se observó que la marca **MS-04** no cumplió con el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser de 1000 mg/L para sólidos totales disueltos, hallándose en el laboratorio el valor de 1342 mg/L para este parámetro.

**Cuadro 15: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de
Sólidos totales disueltos**

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L	1000	473	-	309
MM-02	mg/L	1000	409	-	309
ML-03	mg/L	1000	37	-	309
MS-04	mg/L	1000	1342	-	309
MV-05	mg/L	1000	408	-	309
MI-06	mg/L	1000	503	-	309
MP-07	mg/L	1000	504	-	309
MQ-08	mg/L	1000	38	-	309
ME-09	mg/L	1000	151	309	309
MG-10	mg/L	1000	36	-	309
MD-11	mg/L	1000	485	-	309

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para sólidos totales disueltos.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para Sólidos totales disueltos.

Cloruros

En el Cuadro 16 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

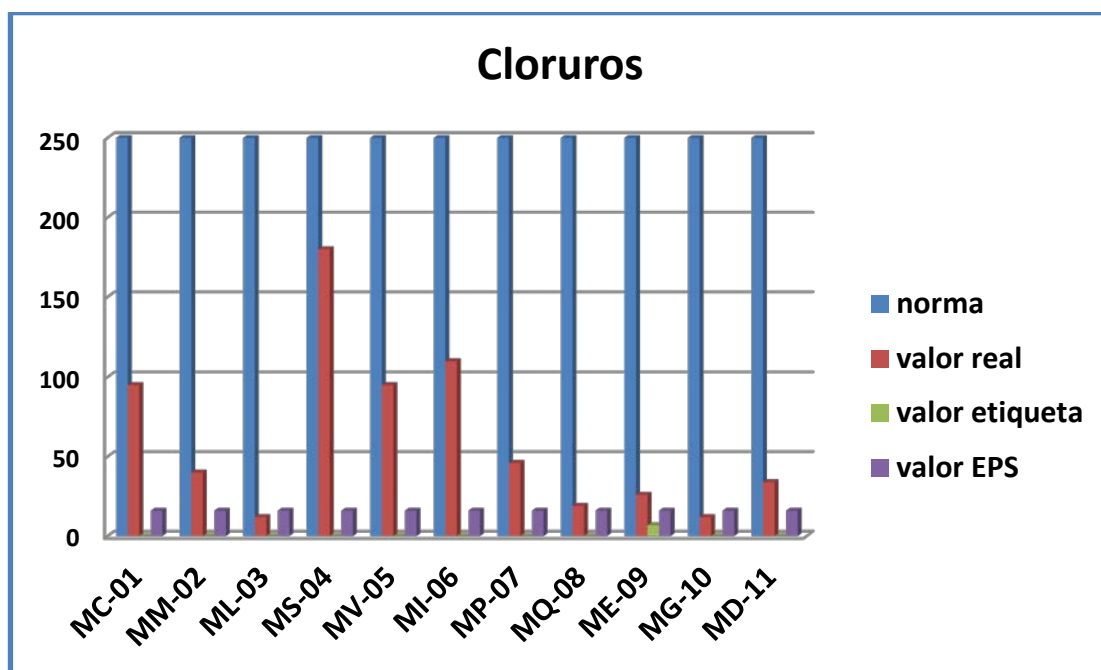
Se observó que ningunas de las marcas analizadas sobrepasó el límite máximo permisible que indica el reglamento, el mayor valor lo presentó la marca **MS-04** con 180mg/L de Cl⁻.

Cuadro 16: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Cloruros

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L Cl-	250	95	-	16
MM-02	mg/L Cl-	250	40	-	16
ML-03	mg/L Cl-	250	12	-	16
MS-04	mg/L Cl-	250	180	-	16
MV-05	mg/L Cl-	250	95	-	16
MI-06	mg/L Cl-	250	110	-	16
MP-07	mg/L Cl-	250	46	-	16
MQ-08	mg/L Cl-	250	19	-	16
ME-09	mg/L Cl-	250	26	6,8	16
MG-10	mg/L Cl-	250	12	-	16
MD-11	mg/L Cl-	250	34	-	16

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para cloruros.

Sulfatos

En el Cuadro 17 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

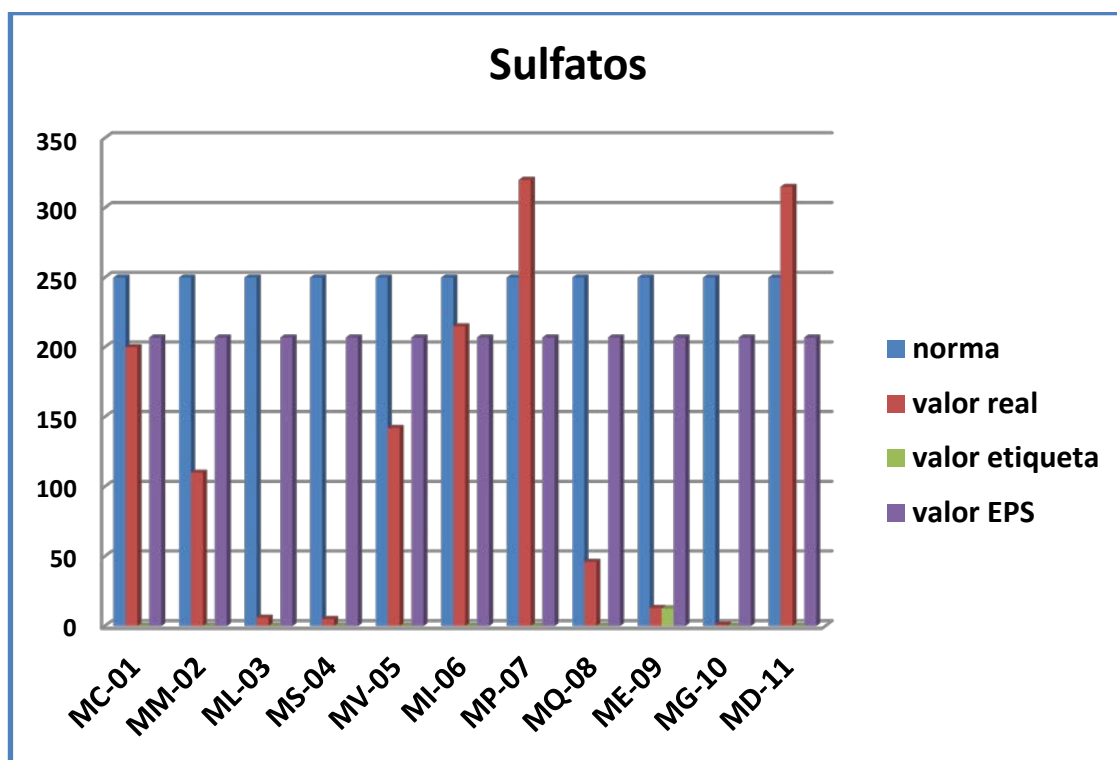
Se observó que la marca **MP-07** no cumplió con el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser de 250 mg/L SO_4^- , siendo 320 mg/L SO_4^- el valor que se halló en el laboratorio, también la marca **MD-11** presentó 315 mg/L SO_4^- , sobrepasando el valor establecido por el reglamento.

Cuadro 17: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Sulfatos

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L SO4=	250	200	-	207
MM-02	mg/L SO4=	250	110	-	207
ML-03	mg/L SO4=	250	6	-	207
MS-04	mg/L SO4=	250	5	-	207
MV-05	mg/L SO4=	250	142	-	207
MI-06	mg/L SO4=	250	215	-	207
MP-07	mg/L SO4=	250	320	-	207
MQ-08	mg/L SO4=	250	46	-	207
ME-09	mg/L SO4=	250	13	12,6	207
MG-10	mg/L SO4=	250	1	-	207
MD-11	mg/L SO4=	250	315	-	207

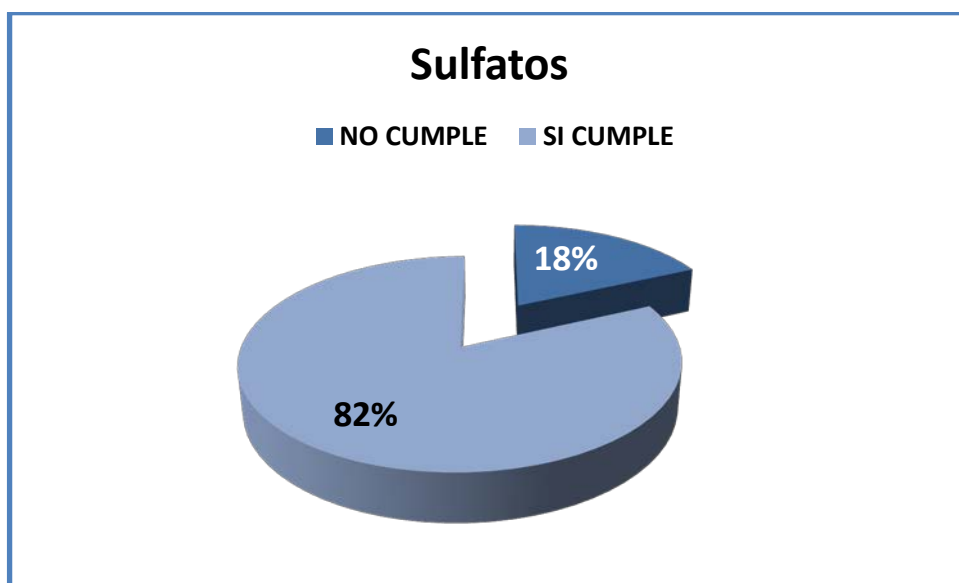
Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 15: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para sulfatos.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para sulfatos.

Dureza total

En el Cuadro 18 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

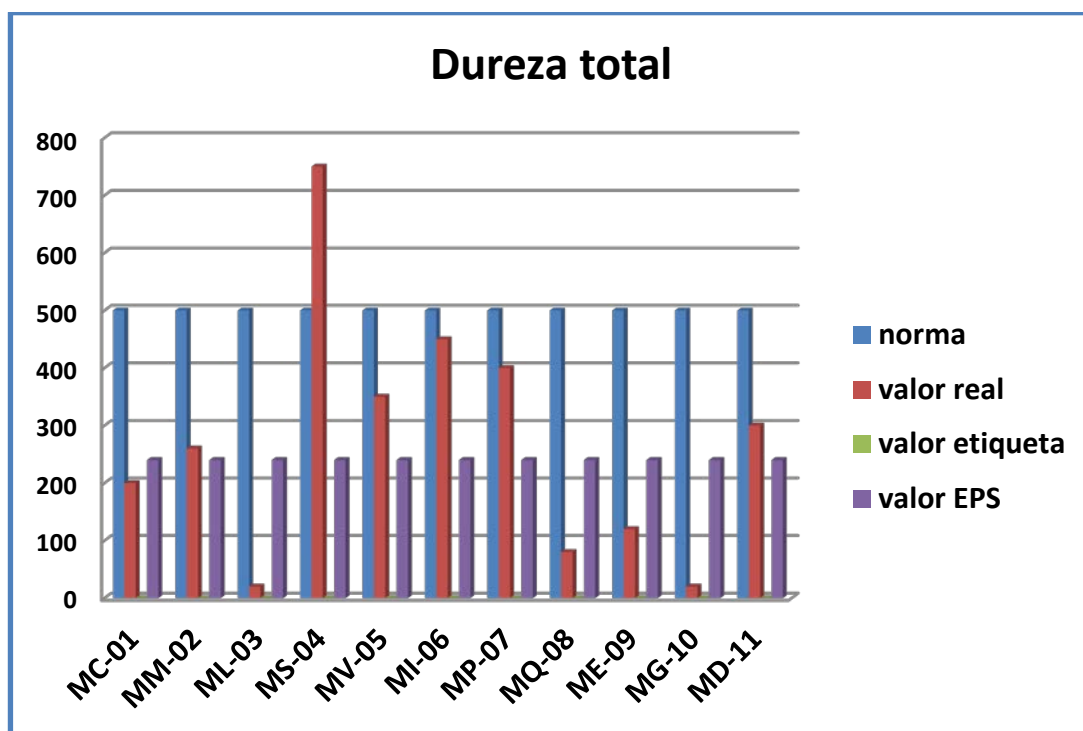
Se observó que la marca **MS-04** no cumplió con el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser 500 mg/L CaCO₃ para la dureza, en esta marca se halló un valor de 750 mg/L CaCO₃.

Cuadro 18: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Dureza total

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L CaCO ₃	500	200	-	240
MM-02	mg/L CaCO ₃	500	260	-	240
ML-03	mg/L CaCO ₃	500	20	-	240
MS-04	mg/L CaCO ₃	500	750	-	240
MV-05	mg/L CaCO ₃	500	350	-	240
MI-06	mg/L CaCO ₃	500	450	-	240
MP-07	mg/L CaCO ₃	500	400	-	240
MQ-08	mg/L CaCO ₃	500	80	-	240
ME-09	mg/L CaCO ₃	500	120	-	240
MG-10	mg/L CaCO ₃	500	20	-	240
MD-11	mg/L CaCO ₃	500	300	-	240

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para la dureza total.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para la dureza total.

Sodio

En el Cuadro 19 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

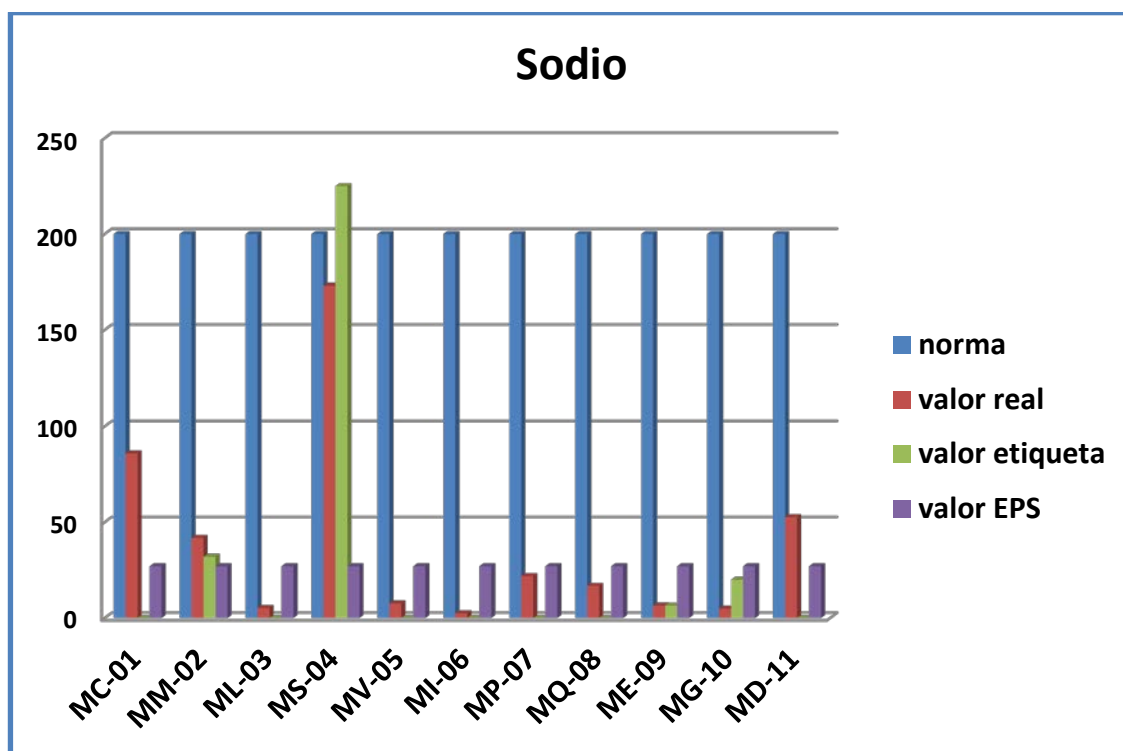
Se observó que ninguna de las marcas sobrepasó el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe de 200 mg/L Na, se observó también que la marca **MS-04** presenta el mayor valor encontrado, con 173,07 mg/L Na.

Cuadro 19: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Sodio

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L Na	200	85.87	-	27
MM-02	mg/L Na	200	41.81	32	27
ML-03	mg/L Na	200	5.23	-	27
MS-04	mg/L Na	200	173.07	225	27
MV-05	mg/L Na	200	7.65	-	27
MI-06	mg/L Na	200	2.44	-	27
MP-07	mg/L Na	200	21.84	-	27
MQ-08	mg/L Na	200	16.80	-	27
ME-09	mg/L Na	200	6.53	6,5	27
MG-10	mg/L Na	200	4.85	20	27
MD-11	mg/L Na	200	52.64	-	27

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el sodio.

Aluminio

En el Cuadro 20 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

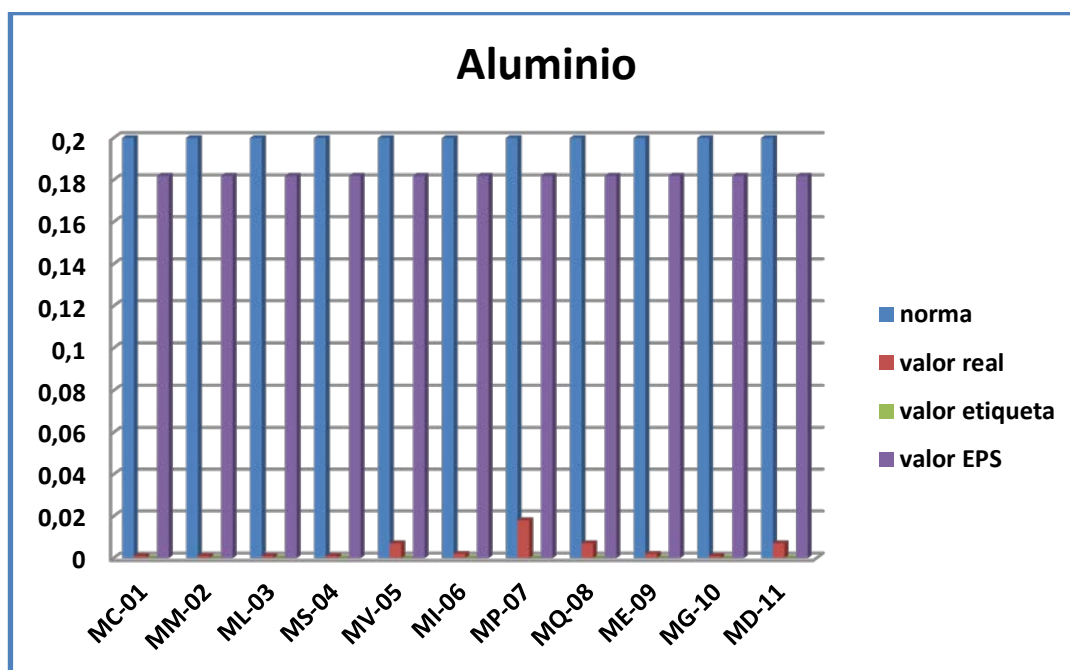
Se observó que ninguna de las marcas sobrepasó el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser de 0,2 mg/L de Al, la marca **MP-07** presentó el mayor valor con 0,018 mg/L de Al.

Cuadro 20: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Aluminio

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L Al	0,2	< 0.001	-	0,182
MM-02	mg/L Al	0,2	< 0.001	-	0,182
ML-03	mg/L Al	0,2	0.001	-	0,182
MS-04	mg/L Al	0,2	< 0.001	-	0,182
MV-05	mg/L Al	0,2	0.007	-	0,182
MI-06	mg/L Al	0,2	0.002	-	0,182
MP-07	mg/L Al	0,2	0.018	-	0,182
MQ-08	mg/L Al	0,2	0.007	-	0,182
ME-09	mg/L Al	0,2	0.002	-	0,182
MG-10	mg/L Al	0,2	0.001	-	0,182
MD-11	mg/L Al	0,2	0.007	-	0,182

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 20: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el aluminio.

Arsénico

En el Cuadro 21 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

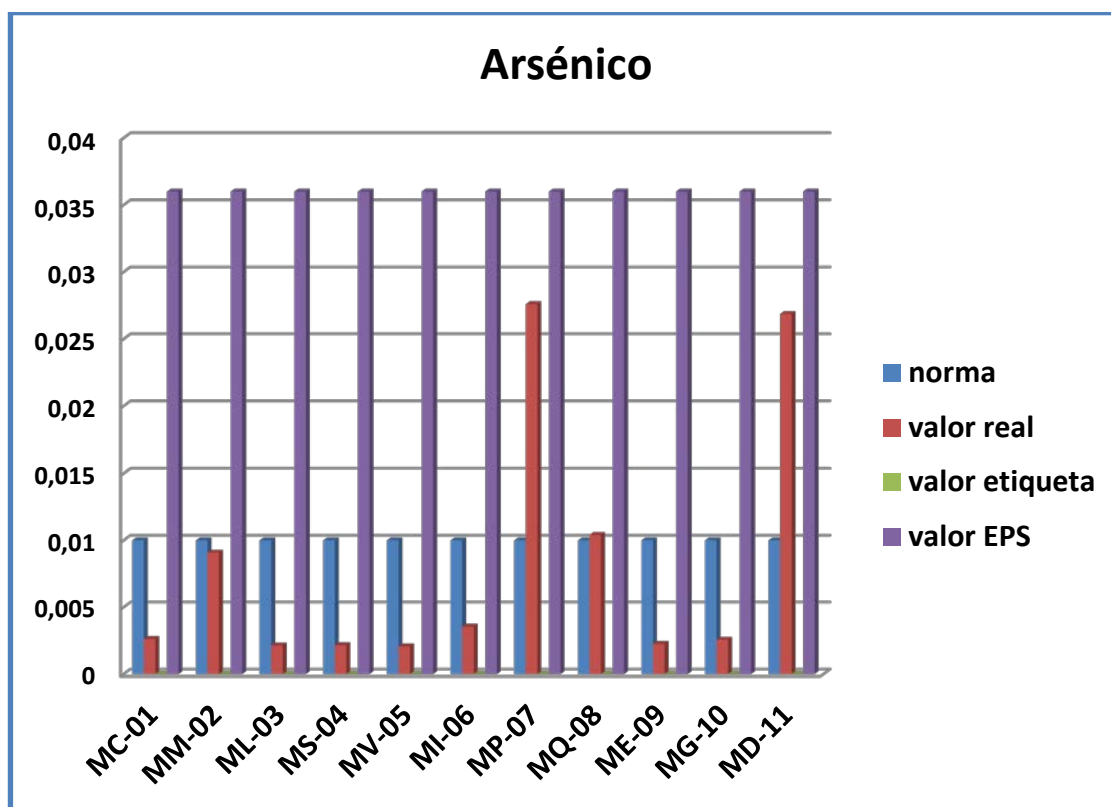
Se observó que las marcas **MP-07** con 0,0276 mg/L de As, **MQ-08** con 0,01041 mg/L de As y **MD-11** con 0,026866 mg/L de As, sobrepasaron el valor para el arsénico, por lo tanto no cumplieron con el límite máximo permisible que indica el reglamento que es de 0,01 mg/L de As.

**Cuadro 21: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de
Arsénico**

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L As	0,010	0.002628	-	0,036
MM-02	mg/L As	0,010	0.009084	-	0,036
ML-03	mg/L As	0,010	0.002138	-	0,036
MS-04	mg/L As	0,010	0.002162	-	0,036
MV-05	mg/L As	0,010	0.002064	-	0,036
MI-06	mg/L As	0,010	0.003542	-	0,036
MP-07	mg/L As	0,010	0.0276	-	0,036
MQ-08	mg/L As	0,010	0.01041	-	0,036
ME-09	mg/L As	0,010	0.002254	-	0,036
MG-10	mg/L As	0,010	0.002568	-	0,036
MD-11	mg/L As	0,010	0.026866	-	0,036

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el arsénico.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 22: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para el arsénico.

Hierro

En el Cuadro 22 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que se realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

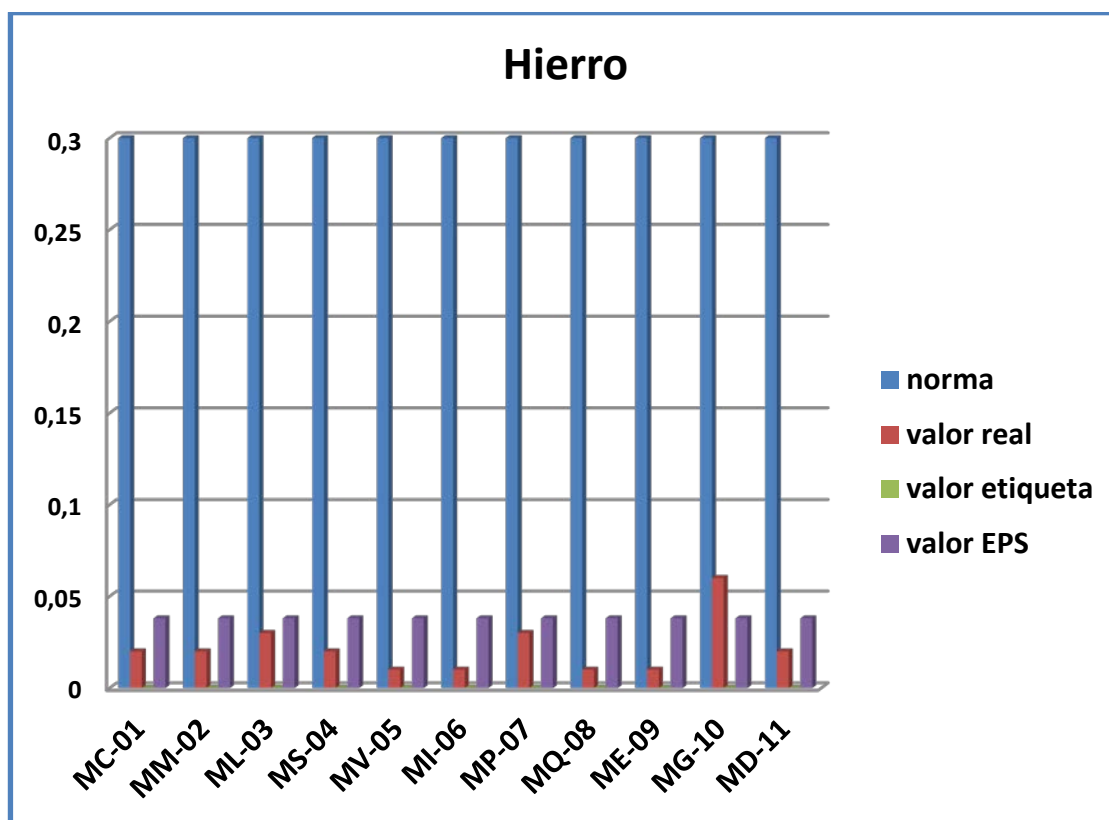
Se observó que ninguna de las marcas analizadas sobrepasaron el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser de 0,3 mg/L Fe, el mayor valor se encontró en la marca **MG-10** con 0,06 mg/L Fe.

Cuadro 22: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Hierro

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L Fe	0,3	0,02	-	0,038
MM-02	mg/L Fe	0,3	0,02	-	0,038
ML-03	mg/L Fe	0,3	0,03	-	0,038
MS-04	mg/L Fe	0,3	0,02	-	0,038
MV-05	mg/L Fe	0,3	0,01	-	0,038
MI-06	mg/L Fe	0,3	0,01	-	0,038
MP-07	mg/L Fe	0,3	0,03	-	0,038
MQ-08	mg/L Fe	0,3	0,01	-	0,038
ME-09	mg/L Fe	0,3	0,01	-	0,038
MG-10	mg/L Fe	0,3	0,06	-	0,038
MD-11	mg/L Fe	0,3	0,02	-	0,038

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 23: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el hierro.

Manganeso

En el Cuadro 23 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

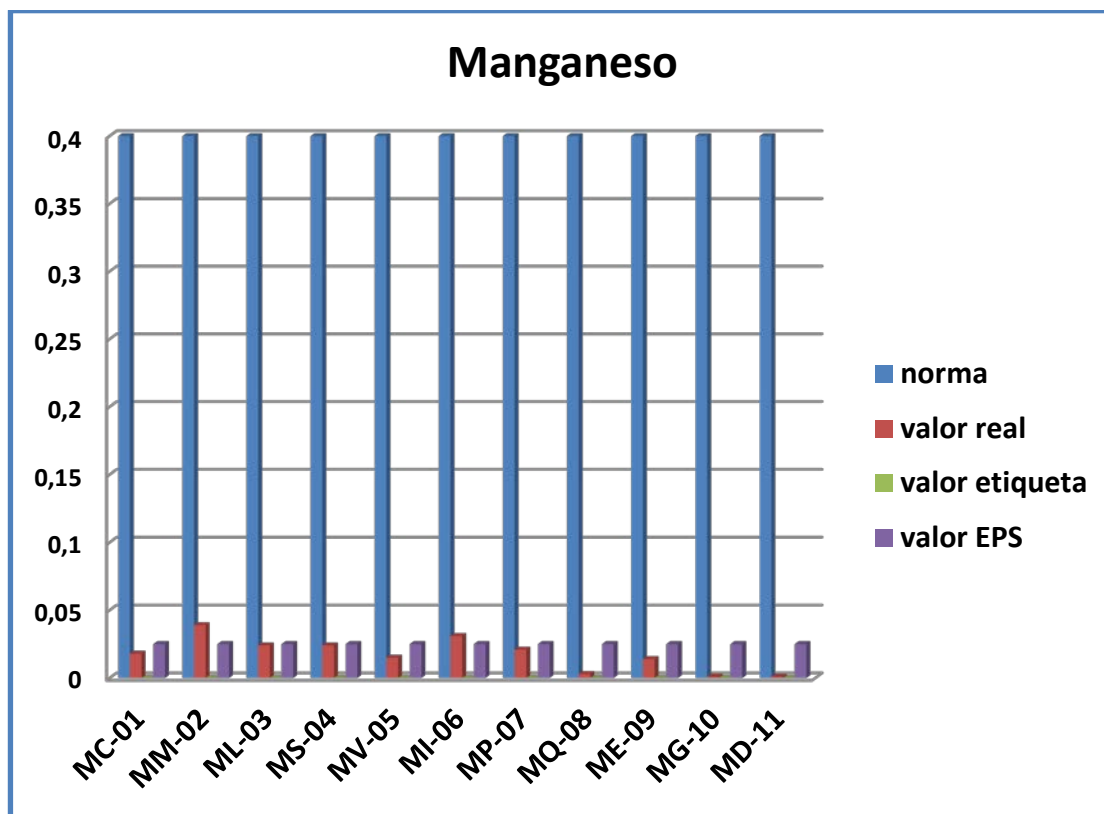
Se observó que todas las marcas cumplieron con el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser 0,4 mg/L de Mn, la marca **MS-04** presentó el valor mayor que fue de 0,039 mg/L de Mn.

Cuadro 23: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Manganese

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L Mn	0,4	0.018	-	0,025
MM-02	mg/L Mn	0,4	0.039	-	0,025
ML-03	mg/L Mn	0,4	0.024	-	0,025
MS-04	mg/L Mn	0,4	0.024	-	0,025
MV-05	mg/L Mn	0,4	0.015	-	0,025
MI-06	mg/L Mn	0,4	0.031	-	0,025
MP-07	mg/L Mn	0,4	0.021	-	0,025
MQ-08	mg/L Mn	0,4	0.003	-	0,025
ME-09	mg/L Mn	0,4	0.014	-	0,025
MG-10	mg/L Mn	0,4	< 0.001	-	0,025
MD-11	mg/L Mn	0,4	0.001	-	0,025

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el manganeso.

Boro

En el Cuadro 24 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

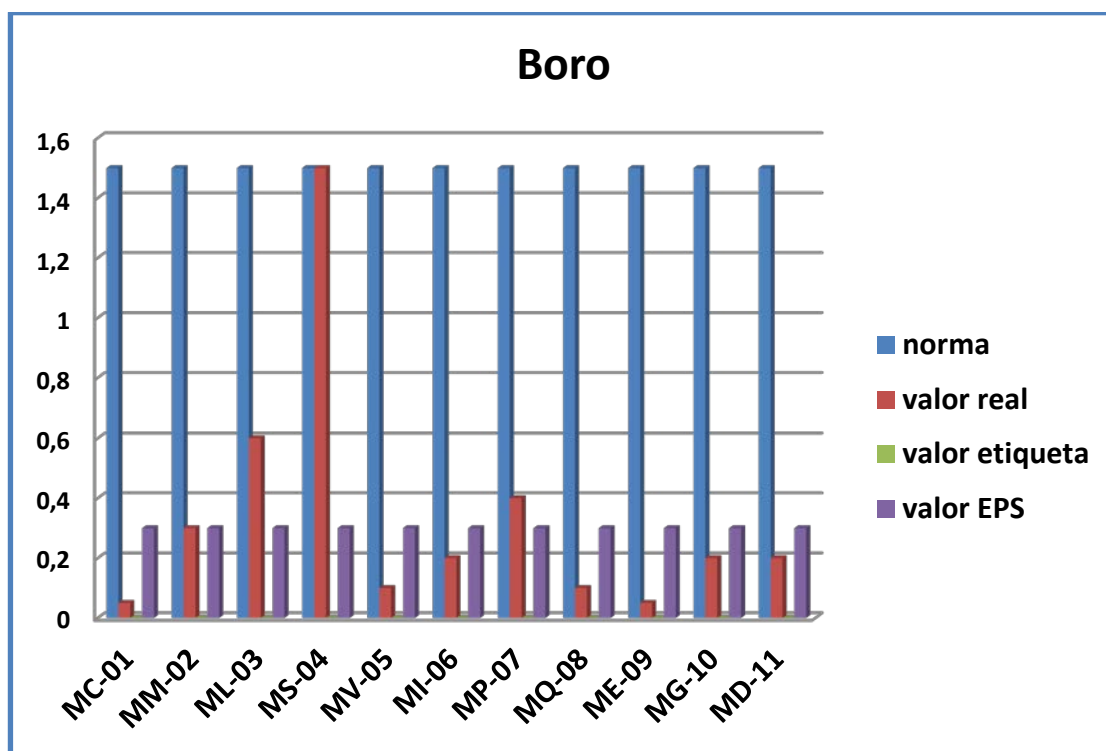
Se observó que la marca **MS-04** presentó un valor de 1.5 mg/ de B, encontrándose el límite máximo permisible que indica el reglamento.

Cuadro 24: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Boro

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	mg/L B	1,500	< 0.05	-	0,3
MM-02	mg/L B	1,500	0.3	-	0,3
ML-03	mg/L B	1,500	0.6	-	0,3
MS-04	mg/L B	1,500	1.5	-	0,3
MV-05	mg/L B	1,500	0.1	-	0,3
MI-06	mg/L B	1,500	0.2	-	0,3
MP-07	mg/L B	1,500	0.4	-	0,3
MQ-08	mg/L B	1,500	0.1	-	0,3
ME-09	mg/L B	1,500	< 0.05	-	0,3
MG-10	mg/L B	1,500	0.2	-	0,3
MD-11	mg/L B	1,500	0.2	-	0,3

Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 25: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el boro.

Color

En el Cuadro 25 se muestran los valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, en el 2011, también se indican los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados a todas las marcas de agua embotellada objeto de este estudio, así como el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y también como referencia los resultados de los análisis de agua potable que realizan en la EPS de Tacna, ya que se conoce que muchas de las marcas de agua utilizan el agua potable como materia prima.

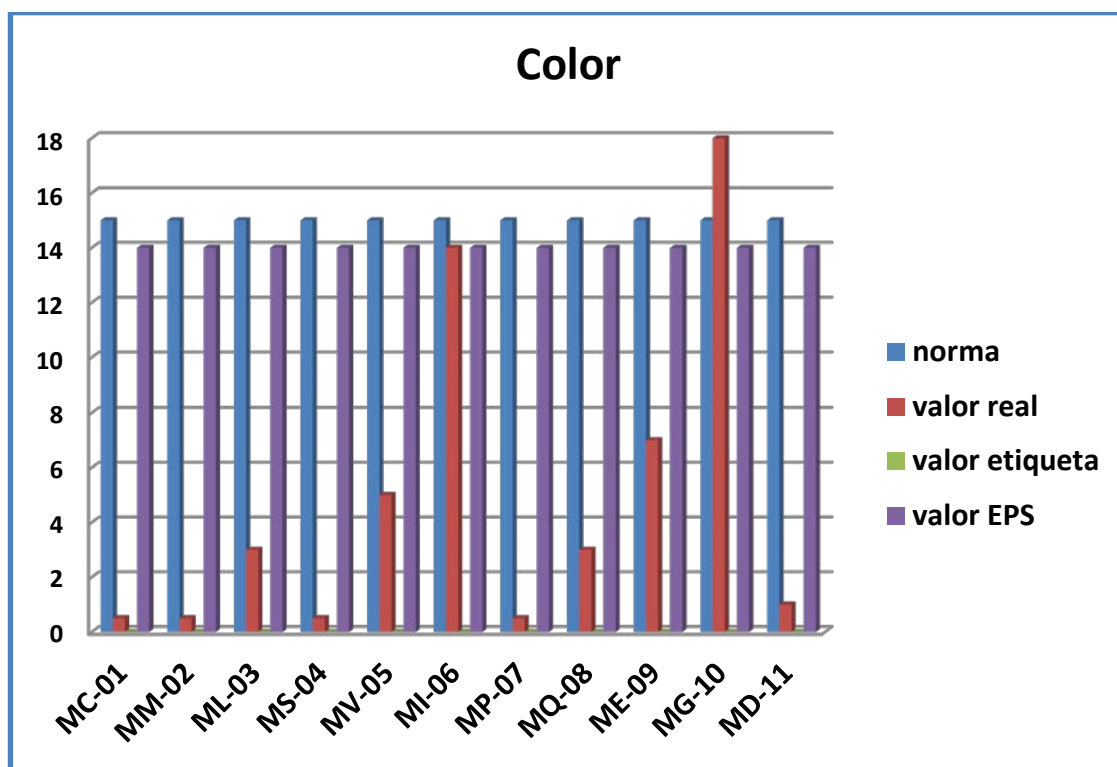
Se observó que la marca **MG-10** presentó 18 UCV (Unidad de Color Verdadero), por lo tanto no cumplió con el límite máximo permisible que indica el reglamento que debe ser de 15 UCV.

Cuadro 25: Resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de Color

MARCA	UNIDAD	NORMA	VALOR REAL	VALOR ETIQUETADO	VALOR EPS (*)
MC-01	UCV escala Pt/Co	15	< 0.5	-	14
MM-02	UCV escala Pt/Co	15	< 0.5	-	14
ML-03	UCV escala Pt/Co	15	3	-	14
MS-04	UCV escala Pt/Co	15	< 0.5	-	14
MV-05	UCV escala Pt/Co	15	5	-	14
MI-06	UCV escala Pt/Co	15	14	-	14
MP-07	UCV escala Pt/Co	15	< 0.5	-	14
MQ-08	UCV escala Pt/Co	15	3	-	14
ME-09	UCV escala Pt/Co	15	7	-	14
MG-10	UCV escala Pt/Co	15	18	-	14
MD-11	UCV escala Pt/Co	15	1	-	14

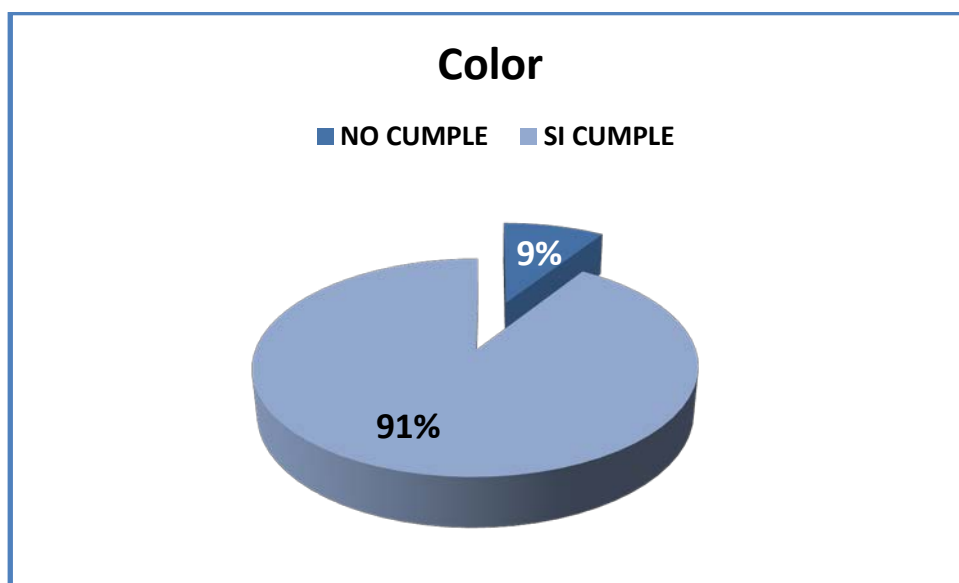
Fuente: Elaboración Propia - : No Registra

(*) : Este es el valor promedio mensual, que fue tomado de los resultados obtenidos durante el mes de Junio del 2012 de la salida de la planta de tratamiento de agua potable en Calana de la EPS – Tacna.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 26: Comparación entre valores que indica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., los valores encontrados en los análisis fisicoquímico realizados, el valor que se registra en la etiqueta de las diferentes marcas de agua embotellada y los valores de agua potable de la EPS-Tacna para el color.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 27: Valores en porcentaje que indica el cumplimiento o no del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. para el color.

5.3 Análisis del cumplimiento de los parámetros Microbiológicos y Fisicoquímicos

En el Cuadro 26 se presentan los resultados del cumplimiento o no de las normas que rigen los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, que son, Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de Consumo Humano (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01), y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA., respectivamente, sabiendo que al no cumplir al menos uno de los parámetros analizados trasgreden las normas establecidas para el agua embotellada de consumo humano.

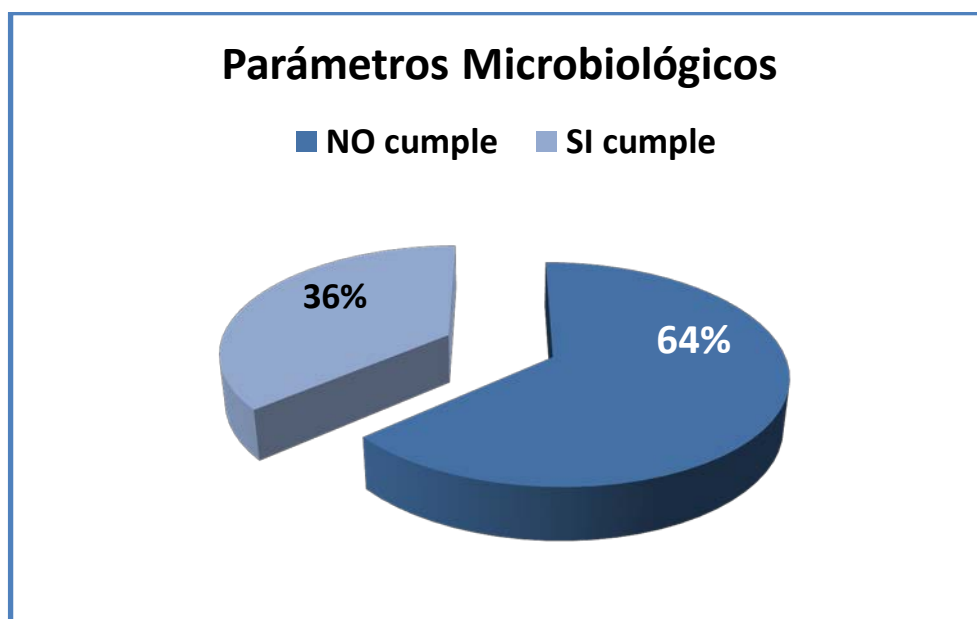
Se puede observar en el Cuadro 26 que el 63,63% de las marcas de agua embotellada analizadas no cumple con la norma para parámetros microbiológicos ya nombrada, las marcas fueron: **MC-01, MS-04, MV-05, MP-07, MQ-08, MG-10 y MD-11**; y en cuanto a los parámetros fisicoquímicos se observa que el 54,54% de las marcas analizadas no cumple con la norma para estos parámetros, estas marcas fueron: **MC-01, MS-04, MP-07, MQ-08, MG-10 y MD-11**.

Cuadro 26: Marcas de agua embotelladas que No cumplen con ambas Normas

MARCA	PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	AMBOS PARAMETROS
MC-01	NO cumple	NO cumple	NO cumple
MM-02	SI cumple	SI cumple	SI cumple
ML-03	SI cumple	SI cumple	SI cumple
MS-04	NO cumple	NO cumple	NO cumple
MV-05	NO cumple	SI cumple	NO cumple
MI-06	SI cumple	SI cumple	SI cumple
MP-07	NO cumple	NO cumple	NO cumple
MQ-08	NO cumple	NO cumple	NO cumple
ME-09	SI cumple	SI cumple	SI cumple
MG-10	NO cumple	NO cumple	NO cumple
MD-11	NO cumple	NO cumple	NO cumple
PORCENTAJE (*)	63.63%	54.54%	63.63%

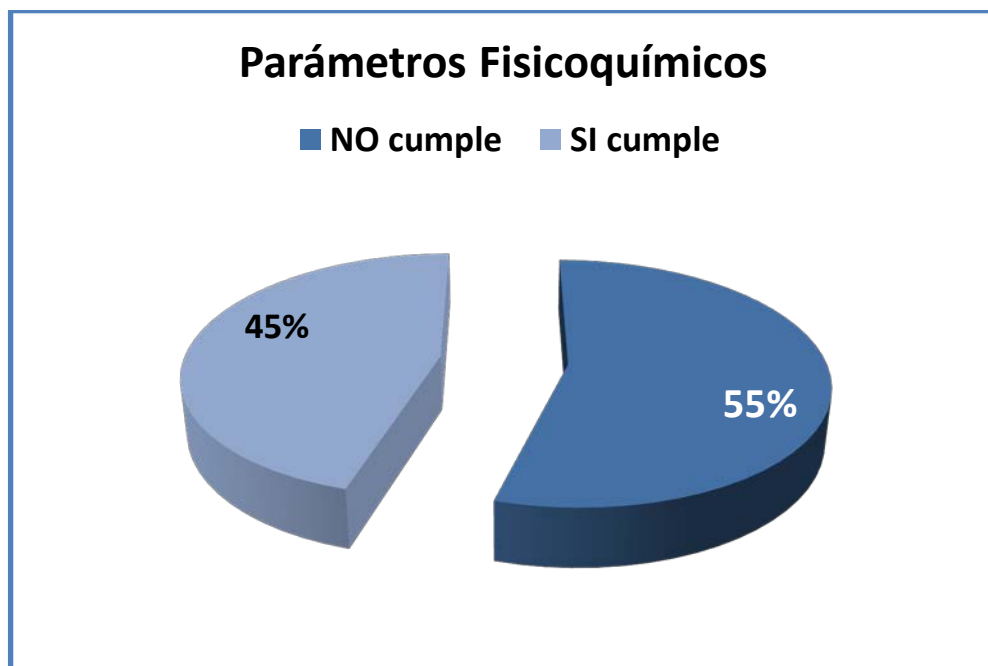
Fuente: Elaboración propia

(*): Resultados expresados en porcentajes de marcas de agua embotellada que NO cumplen las Normas microbiológicas y físicoquímicas.



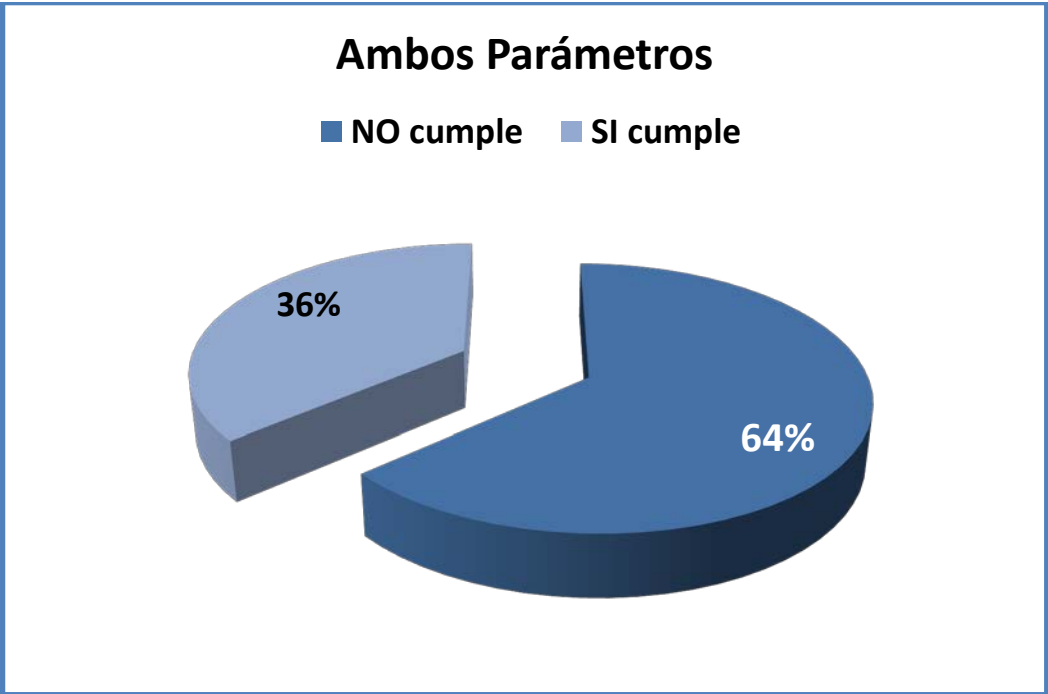
Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Porcentaje de marcas que NO cumplen los parámetros Microbiológicos de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01).



Fuente: Elaboración propia

Figura 29: Porcentaje de marcas que NO cumplen los parámetros Fisicoquímicos del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.



Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Porcentaje de marcas que NO cumplen los parámetros Microbiológicos y Fisicoquímicos.

5.4 Análisis Estadístico

En el Cuadro 27 se encuentran los valores hallados del análisis descriptivo, los que luego fueron descritos para su comprensión.

Cuadro 27: Resultados Estadísticos

VARIABLES	ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS						
	Varianza	Desviación estándar	Promedio	Rango		Rango	Coeficiente Variabilidad
				Min.	Max.		
pH	0,455	0,675	7,35	6,47	8,76	2,29	9,181%
TURBIDEZ	0,124	0,352	0,466	0,13	1,38	1,25	75,684%
CONDUCTIVIDAD	434834	659,2	741,545	66,00	2440	2374	88,92%
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS TDS	131573,0	362,729	407,818	36,00	1342,00	1306,0	88,94%
Alcalinidad Total	121751,0	348,929	178,182	10,00	1220	1210	195,827%
ALCALINIDAD F	9,09	3,015	0,909	0,00	10,00	10,00	331,622%
BICARBONATOS	184178,0	429,6	209,091	6,00	1488,0	1482,00	205,251%
CARBONATOS	13,0909	3,618	1,090	0,00	12,00	12,000	331,662%
CLORUROS	2805,96	52,971	60,818	12,00	180,00	168,00	87,098%
SULFATOS	15108,6	122,917	124,818	1,00	320,00	319,00	98,476%
DUREZA TOTAL	47556,4	218,074	268,182	20,00	750,00	730,00	81,316%
CALCIO	3487,74	59,057	77,261	4,04	161,60	157,56	76,437%
MAGNESIO	601,826	24,532	18,465	2,40	87,92	85,52	132,854%
SODIO	2684,51	51,812	38,020	2,44	173,07	170,63	136,273%
POTASIO	163,474	12,785	9,125	0,78	43,13	42,35	140,11%
ALUMINIO	0,000029	0,0054	0,0046	0,00	0,018	0,018	116,659%
ARSENICO	0,000096	0,00980	0,00831	0,0021	0,0276	0,0255	118,007%
HIERRO	0,000216	0,01470	0,0218	0,010	0,060	0,05	67,417%
MANGANESO	0,000154	0,01241	0,0171	0,00	0,039	0,039	72,264%
BORO	0,0179	0,423	0,331	<0,05	1,50	1,5	127,553%

Fuente: Programa Estadístico SPSS Versión 18.

pH

La información indica que el promedio general de la pH fue de 7,35 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 0,675, siendo su varianza de 0,455 asimismo se observa que el rango mínimo de pH fue 6,47 registrada y el rango máximo fue de 8,76, el coeficiente de variabilidad de 9,181% indicando que los resultados de las muestras son homogéneas.

Turbidez

La información indica que el promedio general de la turbidez fue de 0,466 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 0,352, siendo su varianza de 0,124 asimismo se observa que el rango de mínimo de turbidez fue 0,13 registrada y el rango máximo fue de 1,38, el coeficiente de variabilidad de 75,684 % indicando que los resultados de las muestras son variables.

Conductividad

La información indica que el promedio general de la conductividad fue de 741, 545 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 659,20, siendo su

varianza de 434834 asimismo se observa que el rango de mínimo de conductividad fue 66,00 registrada y el rango máximo fue de 2440,00, el coeficiente de variabilidad de 88,92 % indicando que los resultados de las muestras son variables.

Sólidos Totales Disueltos

La información indica que el promedio general Sólidos Totales Disueltos TDS fue de 407,818 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 362,729 siendo su varianza de 131573,00 asimismo se observa que el rango de mínimo Sólidos Totales Disueltos TDS fue 36,00 registrada y el rango máximo fue de 1342,00, el coeficiente de variabilidad de 88,94 % indicando que los resultados de las muestras son variables.

Cloruros

La información indica que el promedio general de cloruro fue de 60,818 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 52,971 siendo su varianza de 2805,96 asimismo se observa que el rango de mínimo de cloruros fue 12,00 registrada y el rango máximo fue de 18, el coeficiente de variabilidad de 87,098 % indicando que los resultados de las muestras son muy variables.

Sulfatos

La información indica que el promedio general de sulfatos fue de 124,818 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 122,917 siendo su varianza de 15108,6 asimismo se observa que el rango de mínimo de sulfatos fue 1,00 registrada y el rango máximo fue de 320, el coeficiente de variabilidad de 98,476 % indicando que los resultados de las muestras son muy variables.

Dureza total

La información indica que el promedio general de sulfatos fue 268,182, el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 218,074 siendo su varianza de 47556,4 asimismo se observa que el rango de mínimo de dureza total fue 20,000 registrada y el rango máximo fue de 750, el coeficiente de variabilidad de 81,316% indicando que los resultados de las muestras son variables.

Sodio

La información indica que el promedio general de sodio fue 38,020 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las

observaciones individuales se desvían de la media 38,020 siendo su varianza de 2684,51 asimismo se observa que el rango de mínimo de sodio fue 2,44 registrada y el rango máximo fue de 170,63, el coeficiente de variabilidad de 136,273 % indicando que los resultados de las muestras son muy variables.

Aluminio

La información indica que el promedio general de potasio fue 0,0046 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 0,0054 siendo su varianza de 0,000029 asimismo se observa que el rango de mínimo de sodio fue 0,000 registrada y el rango máximo fue de 0,018, el coeficiente de variabilidad de 116,659 % indicando que los resultados de las muestras son muy variables.

Arsénico

La información indica que el promedio general de arsénico fue 0,00831 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 0,00980, siendo su varianza de 0,000096 asimismo se observa que el rango de mínimo de sodio fue 0,0021 registrada y el rango máximo fue de 0,0276, el

coeficiente de variabilidad de 118,007 % indicando que los resultados de las muestras son muy variables.

Hierro

La información indica que el promedio general de arsénico fue 0,0218 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 0,01470 , siendo su varianza de 0,000216, asimismo se observa que el rango de mínimo de hierro fue 0,010 registrada y el rango máximo fue de 0,060 , el coeficiente de variabilidad de 67,417 % indicando que los resultados de las muestras son variables.

Manganeso

La información indica que el promedio general de arsénico fue 0,0171 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 0,01241 , siendo su varianza de 0,000154 , asimismo se observa que el rango de mínimo de manganeso fue 0,000 registrada y el rango máximo fue de 0,039 , el coeficiente de variabilidad de 72,264 % indicando que los resultados de las muestras son variables.

Boro

La información indica que el promedio general de boro fue 0,331 el valor de la desviación estándar indica que en promedio las observaciones individuales se desvían de la media 0,423 , siendo su varianza de 0,0179 , asimismo se observa que el rango de mínimo de boro fue <0,05 registrada y el rango máximo fue de 0,039 , el coeficiente de variabilidad de 127,553 % indicando que los resultados de las muestras son muy variables.

VI. DISCUSIÓN

Todas las aguas embotelladas deben ser seguras para su bebida y por consiguiente, requieren la ausencia de cualquier microorganismo patógeno (causante de enfermedades); pueden sufrir un tratamiento para eliminar cualquier bacteria dañina y hacerlas seguras para su consumo. Son los microorganismos indicadores el medio de controlarlo **(Senior, 1998)**.

El agua embotellada no es necesariamente más sana que el agua potable que proveniente del grifo. La Environmental Protection Agency (EPA, 2 000) estableció los estándares para el agua embotellada provista por los sistemas públicos de tratamiento de agua; la Administración de Alimentos y Drogas (FDA, 2 000) estableció los estándares para agua embotellada basándose en los estándares para agua potable de la EPA. El agua embotellada y el agua potable son sanos para beber si cumplen con estos estándares a pesar de que aquellas personas con sistemas inmunológicos severamente debilitados y los niños podrían tener necesidades especiales. Algunas aguas embotelladas son tratadas más que el agua potable, mientras otras son tratadas menos o no reciben tratamiento alguno. En comparación, el agua embotellada cuesta más por galón que el agua potable que sale del grifo. El agua embotellada es

valiosa en situaciones de emergencia (tales como inundaciones y terremotos), y el agua embotellada de alta calidad podría ser una opción deseable para aquellas personas con sistemas inmunológicos debilitados. Los consumidores que seleccionan comprar agua embotellada deben leer cuidadosamente su etiqueta para comprender qué están comprando, si tiene un gusto mejor, o se utiliza cierto método de tratamiento **(EPA, 2012)**.

Para el Anexo 11, según el D.S. N° 007-98-SA Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas (Anexo 13), Capítulo II referido al rotulado, el contenido del rotulado debe contener la siguiente información mínima: Nombre del producto, Declaración de los ingredientes y aditivos empleados en la elaboración del producto, Nombre y dirección del fabricante, Nombre, razón social y dirección del importador lo que podrá figurar en etiqueta adicional, Número de registro sanitario, Fecha de vencimiento cuando el producto lo requiera con arreglo a lo que establece en Codex Alimentarius o la Norma Sanitaria Peruana que le es aplicable, Código o clave del lote, Condiciones especiales de conservación, cuando el producto lo requiera.

Si bien es cierto en el Perú no existen normas que rijan los parámetros fisicoquímicos, éstos deberían estar incluidos en el etiquetado de las diferentes marcas de aguas embotelladas, ya que es información

que al consumidor le interesaría conocer para elegir el tipo de agua que va a consumir y si afectará o no a su salud, a la vez muchos de estos productos se venden como envasados en su fuente de origen o agua mineral natural siendo los que probablemente contengan mayor cantidad de minerales.

En cuanto al tratamiento que se le da al agua para su venta, debería ser también nombrado ya que el consumidor tiene derecho a saber la calidad de agua que va a consumir, cabe indicar que la mayoría de las marcas de agua embotellada analizadas no indican la fuente de origen y/o el tratamiento que se da a estas aguas, esto se presta a engaño por parte del productor, excepto las marcas **MM-02** que indica un proceso de filtración natural y la marca **MD-11** tratada por el método de ozonización.

El control de calidad del agua embotellada que se consume en la ciudad de Tacna está prácticamente sólo en manos de las empresas envasadoras o distribuidoras, pues además de no existir normas específicas actuales que regulen parámetros microbiológicos y fisicoquímicos con claridad, tampoco existe un plan de vigilancia local o nacional para este tipo de productos, como en México, Estados Unidos y el continente Europeo por nombrar algunos, que son preocupados por la calidad de agua envasada que consumen ya que por este se paga un precio elevado.

El riesgo inmediato de este vacío en la regulación es que el consumidor no cuenta con información amplia y clara que le indique cómo le ayuda al organismo el agua que está consumiendo.

Esto es importante porque, por ejemplo, un elevado nivel de ciertos minerales, como calcio o magnesio, se puede convertir en factor de riesgo para enfermedades coronarias y para la formación de piedras renales y biliares, y son las personas inmunodeprimidas, niños y ancianos los más propensos a padecer infecciones causadas por el consumo de agua envasada contaminada; siendo **MS-04** la marca que presentó los valores más elevados de calcio y magnesio, con un valor de 155 mg/L de Ca y 87,92 mg/L de Mg.

Cabe mencionar que la marca **MM-02** presentó en su rotulado la clasificación como agua de “mineralización media”, siendo la única de las 11 marcas que presentó en su etiquetado la clasificación de acuerdo al grado de mineralización, esta clasificación corresponde al valor de residuo seco (minerales totales presentes) existen 3 clasificaciones de acuerdo al grado de mineralización, que son: oligominerales (< 200 mg/l), de mineralización media (\geq 200 mg/l y < 1 000 mg/l) y mineral (\geq 1 000 mg/l) según ITINTEC 214.024 de agua mineral, que sirve de referencia para este tipo de agua embotelladas.

Para el Anexo 12, se encontró que la marca **MP-07**, en su etiquetado presentó un Registro Sanitario N01002P-VA0002 que corresponde a una marca y producto (Choclo desgranado) (Anexo 14) distinto al agua envasada, marca y registro sanitario (P0000510NVAARCN) con la que fue inscrita en DIGESA; la obtención del Registro Sanitario de un producto faculta su fabricación o importación y comercialización por el titular del registro, en las condiciones que establece el reglamento. El titular del Registro Sanitario es responsable por la calidad sanitaria e inocuidad del alimento o bebida que libera para su comercialización. El Registro Sanitario se otorga por producto o por grupo de productos y fabricante. Se considera grupo de productos aquellos elaborados por un mismo fabricante, que tiene la misma composición cualitativa de ingredientes básicos que identifica al grupo y que comparten los mismos aditivos alimentarios, según el D.S. N° 007-98-SA, Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas, Título IX de las medidas de seguridad, infracciones y sanciones, Artículo 122 en concordancias con R.M. N° 451-2005-MINSA, Art. 6, que habla sobre las infracciones a las normas relativas al Registro Sanitario de alimentos y bebidas, deja en claro que constituye una infracción a las Normas relativas al Registro Sanitario de alimentos y bebidas, consignar en el rotulado de los envases un número de Registro Sanitario que no corresponde al producto

registrado; quienes incurran en infracciones tipificadas en este reglamento, serán pasibles a una o más sanciones que se hará aplicada con estricto arreglo a los criterios que señala el Artículo 135 de la Ley General de Salud.

En el Anexo 12 se encontró también que la marca **MQ-08** presentó el Registro Sanitario vencido a la fecha según DIGESA, 2010; el Registro Sanitario tiene una vigencia de 5 años contados a partir de la fecha de otorgamiento, podrá ser renovado previa solicitud de reinscripción presentada por el titular del registro dentro de 67 días útiles anteriores a la fecha de vencimiento, de lo contrario caduca automáticamente y se deberá tramitar un nuevo Registro Sanitario, según D.S. N° 007-98-SA, Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas, si hubiera en el mercado existencias del producto cuyo registro se ha vencido sin que se haya solicitado su renovación, éstas deberán ser retiradas del mercado por el titular del registro dentro del plazo de 90 días calendario, vencido el cual, se ordenará su decomiso y se comunicará a la población que dicho producto carece de Registro Sanitario.

Por otro lado la marca **MD-11** en el rotulado presentó un R.S. que pertenece al nombre de otra marca de agua envasada (Anexo 15), pero la empresa que la fabrica es la misma (Agroindustria Olive Robles E.I.R.L),

se entiende por el D.S. N° 007-98-SA, Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas, que dentro de la declaración jurada que se solicita para la inscripción de un alimento o bebida se debe consignar el nombre y marca del producto o grupos de productos para el que se solicita el registro, cualquier modificación o cambio en los datos y condiciones bajo las cuales se otorgó el Registro Sanitario a un producto o grupo de productos, debe ser comunicado por escrito a la DIGESA, por lo menos 7 días hábiles antes de ser efectuada, acompañando para el efecto los recaudos o información que sustente dicha modificación.

La información publicada en la página Web del Ministerio de Salud, 2010, se actualiza cada cierto tiempo, por lo que los cambios pudiesen ser actualmente resueltos; siendo ésta la autoridad responsable de velar por la salud de la población, no se pone en duda su cumplimiento como autoridad vigilante.

Cabe resaltar que las 3 marcas que presentaron problemas en su Registro Sanitario correspondieron a marcas producidas en la ciudad de Tacna.

En la prueba de Coliformes totales (Cuadro 08) dieron resultados positivos las marcas **MC-01**, **MV-05**, **MP-07**, **MQ-08**, **MG-10** y **MD-11**, las cuales presentaron colonias con brillo metálico verde amarillentas

características para Coliformes totales según HACH, 2 001; lo que indica que las buenas prácticas de producción que aseguran a través del tiempo la calidad bacteriológica de su producto, no son las mejores o no han sido aplicadas de forma permanente.

El grupo de los Coliformes totales incluye microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua, no son útiles como índice de agentes patógenos fecales, pero pueden utilizarse como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas. Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes totales (excluida *E. coli*) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Algunas de estas bacterias se excretan en las heces de personas y animales, pero muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. Los coliformes totales pueden también sobrevivir y proliferar en sistemas de distribución de agua, sobretodo en presencia de biopelículas **(OMS, 2006)**.

Los coliformes totales normalmente no están presentes en las fuentes de aguas minerales naturales. Por lo tanto, éstas son consideradas un indicador de la contaminación del agua en la fuente o durante el proceso de envasado **(OMS, 2006)**.

Los posibles efectos sobre la salud debidos a la exposición de corto plazo al agua contaminada con coliformes totales son: diarrea, retorcijones, náuseas, ictericia, dolores de cabeza, fatiga e insuficiencia renal. En general son los niños pequeños, los ancianos y otras personas con un sistema inmunológico debilitado los más vulnerables a estas bacterias en el agua **(OMS, 2006)**.

Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento del agua fue inadecuado. La presencia de coliformes totales en reservas de agua almacenada puede revelar una reproblicación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas **(Senior, 1998)**.

Para la prueba de *E. coli* (Cuadro 09), los resultados positivos (colonias color azul) en caldo m-ColiBlue24, fueron para las marcas **MV-05, MQ-08** y **MG-10**, indicando que quizá en ese momento pudo haber una deficiencia en la elaboración del producto.

E. coli es considerada uno de los indicadores más adecuados de la contaminación fecal, los cuales se desarrollan en el intestino del hombre y de los animales homeotermos. Esto significa una contaminación con materia fecal de las aguas analizadas. Se sabe además que estos gérmenes se encuentran muy difundidos en la naturaleza. Esta

contaminación aunque su origen no sea de la fuente de abastecimiento o durante el procesamiento del agua envasada se debe a una mala higiene personal y al no cumplimiento de los requisitos sanitarios. La mala desinfección o elaboración del material del empaque podría permitir una contaminación de coliformes de origen fecal junto con la manipulación del vendedor, el agua o el hielo que está en contacto directo con el agua envasada **(OMS, 2006)**.

La presencia de *E. coli* es un indicio de contaminación fecal reciente, por lo que tras su detección debería considerarse la toma de medidas adicionales, dada la severidad que tiene este microorganismo para la salud, se ha establecido tolerancia cero en productos de consumo humano ya que puede ocasionar enfermedades aun en pequeñas dosis. La evidencia de *E. coli* en las muestras analizadas pudo representar que las personas que consumieron el agua embotellada del mismo lote tuviesen patologías gastrointestinales propias de la presencia de esta bacteria, situación que muchas veces no se relaciona con el agua envasada por cuanto los consumidores toman el agua con confianza, convencidos de su calidad.

En el Cuadro 10 se encontró que las marcas que resultaron positivas para *Pseudomonas aeruginosa* fueron **MC-01, MS-04, MV-05, MP-07, MQ-08, MG-10 y MD-11**. Se determina en estos casos una contaminación

constante por *Pseudomonas aeruginosa* y se podrían encontrar otros agentes patógenos; por tanto estas marcas deberían ser consideradas no aptas para el consumo humano.

Pseudomonas aeruginosa se encuentra principalmente en el suelo y en el agua lo que sugiere que la fuente de abastecimiento de agua de las industrias envasadoras de las marcas que resultaron positivas en esta prueba, se encuentran contaminadas con esta bacteria. Esto se podría deber a que los tratamientos de purificación no fueron eficaces para eliminar dichos microorganismos y también que *P. aeruginosa* es un microorganismo altamente resistente a estos tratamientos (**OMS, 2006**).

Pseudomonas aeruginosa no es un componente normal de la flora natural de las aguas minerales naturales, cuando se detecta, normalmente se encuentra en bajas cantidades pero puede sobrevivir y multiplicarse en aguas minerales naturales. Por lo tanto, su presencia se considera un indicador de la contaminación del agua en la fuente o durante el proceso de envasado.

Es posible también que la contaminación por *Pseudomonas aeruginosa* sea debido a la acumulación de éstas en los biofilm (filtros) de los equipos de procesamiento, donde pueden permanecer por un largo periodo en razón a su alta resistencia. Estos casos son preocupantes

debido a que es un germen oportunista del sistema respiratorio y tejidos blandos **(OMS, 2006)**.

Es importante destacar los resultados positivos de *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. Estas bacterias son patógenas y pueden causar graves enfermedades si se ingieren en cantidades considerables; además, el agua envasada no debe de tener ningún agente patógeno. Tres de las once marcas analizadas dieron positivas para estas dos pruebas al menos en uno de los muestreos, por lo que podría ser un peligro para la salud de los consumidores ingerir el agua de alguna de estas marcas.

No obstante, puede asociarse la presencia en concentraciones altas de *P. aeruginosa* en el agua potable y especialmente en el agua envasada, las quejas sobre su sabor, olor y turbidez. *Pseudomonas aeruginosa* es sensible a la desinfección, por lo que una desinfección adecuada puede minimizar su entrada en el proceso de embotellado. Las medidas de control diseñadas para limitar la formación de biopelículas, como el tratamiento para optimizar la eliminación del carbono orgánico, y el mantenimiento de concentraciones residuales de desinfectantes, deberían reducir la proliferación de estos microorganismos.

La vía de infección principal es la exposición de tejidos vulnerables, en particular heridas y mucosas, a agua contaminada, así como la

contaminación de instrumentos quirúrgicos. La limpieza de lentes de contacto con agua contaminada puede causar un tipo de queratitis. La ingestión de agua de consumo no es una fuente de infección importante en personas sanas sin algún factor predisponente. Coloniza predominantemente partes dañadas del organismo, como quemaduras y heridas quirúrgicas, el aparato respiratorio de personas con enfermedades subyacentes o las lesiones físicas en los ojos. Desde estos lugares puede invadir el organismo y causar lesiones destructivas o septicemia y meningitis. Las personas con fibrosis quística o inmunodeprimidas son propensas a la colonización por *P. aeruginosa* que puede conducir a infecciones pulmonares progresivas graves.

En el Cuadro 12 para pH no existen valores de referencia basados en efectos sobre la salud para este parámetro, pero es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, el pH puede afectar al grado de corrosión de los metales, así como a la eficacia de la desinfección, y puede tener un efecto indirecto en la salud. La marca **MC-01** presentó un pH de 8.76 siendo la única marca fuera de la norma DS N° 031-2012-SA, que indica valores entre 6,5 y 8,5 de pH. Todas las demás marcas se encuentran dentro de un rango aceptable según lo estipulado en esta norma. El carácter ácido o básico está dado por la actividad del ión hidrógeno y en los procesos de purificación de agua indica un buen

estado y funcionamiento de dichos procesos por lo que se puede decir que en la mayoría de las marcas analizadas hubo un tratamiento efectivo y que hay un equilibrio entre ácidos y bases.

Para el Cuadro 13 donde se presentan los resultados del parámetro de turbidez de las marcas de agua analizadas en las cuales se observa que todas las marcas se encuentran dentro del límite aceptable (no más de 5 UNT) según lo estipulado por la norma DS N° 031-2012-SA. los valores bajos obtenidos (menores de 1 UNT) también demuestran la eficiencia de los procesos de filtración del sistema de purificación.

Una turbidez elevada puede proteger a los organismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacterias, por lo que se reconoce que la desinfección realizada en estas marcas fue efectiva y especialmente lo que corresponde a la eliminación de partículas extrañas. Cabe mencionar que la marca **MG-10** presentó el valor más alto (1,38 UNT).

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Es indicativo de la materia ionizable total presente en el agua. Las sales disueltas son las que permiten al agua conducir electricidad. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, la cantidad de sales solubles en agua se mide por la electro-conductividad (EC), las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases y sales, son

relativamente "buenos conductores", de una corriente eléctrica. Inversamente, las soluciones acuosas de solutos orgánicos, que no se disocian en medio acuoso, poseen conductividades eléctricas muy bajas o nulas. En el Cuadro 14 sólo se encontró que la marca **MS-04** no cumplió con la norma que tiene como límite máximo permisible 1 500 $\mu\text{mho/cm}$; la conductividad no afecta directamente a la salud, pero es un parámetro importante para la calidad del agua de consumo humano (**OMS, 2006**).

En el Cuadro 15 de sólidos totales disueltos se notó nuevamente que la marca **MS-04** sobrepasó con 1 342 mg/L, el límite máximo permisible que es 1 000 mg/L según la Norma DS N° 031-2010-SA. Los Sólidos totales disueltos se relacionan directamente con los cloruros, si estos valores se elevan, los sólidos también tienden a subir. En términos generales, en el agua, embotellada o no, tienden a tener entre 80 y 150 mg por litro, lo que es muy normal. Las personas que tienen tendencia a formar cálculos en su organismo, deberían limitar la ingesta de aguas que tengan sólidos totales en proporciones altas, porque los cálculos pueden ser formados por el elevado consumo de calcio, magnesio o amonio; los dos primeros minerales provendrían de estas aguas. Las personas que no padecen estos problemas (cálculos renales o tendencia a formar cálculos renales) de salud no tendrían ningún inconveniente en ingerirlas.

Los cloruros se midieron para determinar la cantidad de sales presentes. Son sales solubles en el agua y están en forma de cloruro de sodio, potasio, calcio, magnesio y hierro, fundamentalmente. En el Cuadro 16 se observó que los valores de cloruros están por debajo del límite máximo (250 mg/L Cl-) y por tanto todas las marcas cumplieron con las especificaciones de la norma DS N° 031-2012-SA. esto indica que existe un buen proceso de desmineralización en la industria envasadora; sin embargo la marca **MS-04** presentó el valor más alto con 180 mg/L Cl- lo que denota que el equipo o proceso de desmineralización posiblemente ya no se encuentre en su óptimo desempeño lo que se puede verificar de igual forma en las determinaciones de dureza y alcalinidad donde se puede apreciar valores levemente superiores a los que presentan las otras marcas (**OMS, 2006**).

El sulfato no presenta valores de referencia basados en efectos sobre la salud. No obstante, debido a los efectos gastrointestinales de la ingestión de agua de consumo con concentraciones altas de sulfato, se recomienda un valor de 250 mg/L $\text{SO}_4^{4=}$ como límite máximo. La presencia de sulfato en el agua de consumo también puede producir un sabor apreciable (**OMS, 2006**). Se observó (Cuadro 17) que las marcas **MP-07** (320 mg/L $\text{SO}_4^{4=}$) y **MD-11** (315 mg/L $\text{SO}_4^{4=}$) excedieron el valor máximo permisible establecido.

En el Cuadro 18 se muestran los valores de dureza total de las marcas analizadas donde se puede apreciar que todas presentan valores inferiores al límite máximo establecido por la norma a excepción de la marca **MS-04** que presenta un valor de 750 mg/L CaCO₃. Este indicativo es muy importante ya que da una referencia de la cantidad de sales de calcio y magnesio y de todos los cationes de carga múltiple presentes en las muestras. Los valores por debajo del límite demuestran la eficiencia del equipo o proceso de desmineralización, esto indica que las marcas de agua analizadas se encuentran libres de sales casi en su totalidad y que no existe un riesgo de una contaminación por exceso de una sustancia química que podría ser perjudicial para la salud.

El calcio es uno de los elementos considerados esenciales para la nutrición y bienestar humano. Además de su función principal como constituyente estructural del esqueleto, el calcio también es importante para la regulación hormonal y enzimática, coagulación sanguínea, transmisión del impulso nervioso y contracción/relajación muscular, entre otras. La ingesta recomendada por el Scientific Committee for Food (SCF, 2000) para un adulto para este elemento es de 700 mg/día. Así, un agua mineral envasada con un contenido en calcio de 80 mg/L, y considerando una ingesta de 2 litros de agua al día, puede proveer al organismo de una cantidad superior al 20% de la ingesta diaria recomendada (**OMS, 2006**).

El magnesio es el segundo elemento más abundante en el organismo. El 60-65% del contenido de un adulto se encuentra en el esqueleto. El magnesio es un cofactor de unas 300 reacciones enzimáticas y está involucrado en la función de enzimas del metabolismo de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Es esencial para la mineralización y desarrollo del esqueleto, ya que regula la absorción del calcio, interviniendo en las acciones de la parathormona, que regula el equilibrio de calcio y fósforo en el organismo, y también influye en la actividad de la vitamina D, necesaria para que el calcio se fije en el hueso. La deficiencia de magnesio en la dieta induce a un aumento de la excitabilidad neuromuscular y de la excreción renal de potasio, así como la hipertensión, mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y diabetes tipo II. La ingesta recomendada para un adulto para el magnesio es 350 mg/día. El calcio y el magnesio, conjuntamente, forman lo que se denomina la dureza del agua. Existen suficientes investigaciones para sospechar una relación negativa entre el riesgo de diferentes tipos de cáncer relacionados con el aparato digestivo y la dureza del agua de bebida **(Arboleda, 1973)**.

El sodio es el principal electrolito encontrado en el fluido extracelular e interviene en el mantenimiento del volumen del fluido extracelular, la osmolaridad extra e intracelular, el equilibrio ácido-base, la

generación de gradientes electroquímicos transmembrana, la transmisión de impulsos nerviosos y la contracción muscular. La deficiencia de sodio (o hiponatremia) puede llevar a estados de edema cerebral e hiperexcitabilidad neuromuscular. Sin embargo, es mucho más frecuente el exceso de ingesta de sodio que el déficit, debido al uso abusivo que se hace de este elemento en las dietas **(OMS, 2 006)**.

En el Cuadro 19 se muestra que la marca **MS-04** presentó el mayor valor con 173,07 mg/L de Na, mientras que en su etiqueta presenta un valor mayor (225 mg/L Na). El sodio es el sexto elemento en orden de abundancia en la corteza terrestre, es por esto y por la solubilidad de sus sales, que casi siempre está presente en la mayoría de las aguas naturales. Su cantidad es muy variable. Cabe señalar que todas las marcas están por debajo del valor indicado por la norma (200 mg/L Na).

El potasio es otro elemento abundante en la corteza terrestre, pero su presencia en las aguas naturales es menor que la del sodio. Está íntimamente relacionado con el sodio y desempeña un papel relevante en la mayoría de las funciones vitales. El potasio está involucrado en la contracción muscular y la regulación de la actividad neuromuscular, al participar en la transmisión del impulso nervioso a través de los potenciales de acción del organismo humano. Regula el contenido de

agua de las células y su reparto normal en el organismo (**Arboleda, 1973**).

En el Cuadro 20 se presentan los valores para el aluminio, se observó que ninguna de las marcas sobrepasa el valor de 0.2 mg/L de Al indicado por la norma, el mayor valor lo presentó la marca **MP-07** con 0.0276 mg/L de Al. Al parecer, el ser humano absorbe mal el aluminio y sus compuestos, pero existen indicios de que la ingestión del aluminio por vía oral produzca toxicidad aguda en el ser humano y se ha sugerido la hipótesis de que la exposición al aluminio es un factor de riesgo para el desarrollo o aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano (**OMS, 2006**).

La presencia de arsénico en el agua puede ser el resultado de la disolución del mineral presente naturalmente en el suelo por donde fluye el agua antes de su captación para uso humano; o bien, por vía antrópica por contaminación industria o por pesticidas. La ingestión de pequeñas cantidades de arsénico puede causar efectos crónicos por su acumulación en el organismo. Se ha atribuido al arsénico propiedades cancerígenas. La enfermedad causada por el arsénico en el agua, llamada “hidroarsenicismo crónico regional endémico” o HACER, presenta síntomas tales como: lesiones en la piel, tumores malignos cutáneos y en oportunidades cáncer en órganos internos como el pulmón, estomago y

vías urinarias, entre otros. Para evitar llegar a esta situación, hay que controlar y tratar el agua **(OMS, 2006)**.

Se encontró (Cuadro 21) que las marcas **MP-07**(0,0276 mg/L As), **MQ-08** (0.01041 mg/L As) y **MD-11** (0.02686 mg/L As), superaron el límite establecido por la norma de 0.01 mg/L As.

El hierro es un metal que en proporciones elevada, le puede conferir el agua ciertas características organolépticas indeseables, aunque en tales proporciones no es dañino para la salud. Se ha comprobado que el consumo excesivo de las sustancias químicas en el agua, causan intoxicaciones extendidas **(OMS, 2006)**. El Cuadro 22 muestra que todas las marcas están por debajo del límite máximo establecido para este metal que es 0.3mg/L de Fe.

El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales. Tanto la carencia como la sobreexposición pueden causar efectos adversos. Hay estudios epidemiológicos que han notificado efectos neurológicos adversos tras la exposición prolongada a concentraciones muy altas en el agua de consumo. Sin embargo, en esos estudios hay varios posibles factores de confusión significativos y en otros varios estudios no se han observado efectos adversos tras la exposición por el agua de consumo **(OMS, 2006)**. Los valores hallados se presentan

en el Cuadro 23, se observó que ninguna marca sobrepasó el valor límite de la norma que es 0,4 mg/L de Mn, el mayor valor correspondió a la marca **MM-02** con 0,039 mg/L de Mn.

La mayor exposición al boro de la población general es mediante el consumo de alimentos, ya que se encuentra naturalmente en muchas plantas comestibles. El boro se encuentra de forma natural en aguas subterráneas, pero su presencia en aguas superficiales con frecuencia es consecuencia del vertido en aguas superficiales de efluentes de aguas residuales tratadas. En estudios a animales que fueron expuestos al ácido bórico o al bórax por vía oral han demostrado, su toxicidad para el aparato reproductor masculino y su embriotoxicidad en ratas, ratones y conejos **(OMS, 2006)**. En el cuadro 24 para los análisis de boro, la marca **MS-04** presentó un valor de 1,5 mg/L de B encontrándose en el límite máximo permisible establecido por el reglamento, por lo tanto se encuentra dentro del valor que establece el reglamento para este parámetro.

Las aguas conteniendo materia coloreada proveniente de sustancias naturales deterioradas en pantanos o bosques no son dañinos a la salud por no presentar propiedades tóxicas. Las principales razones para remover el color son: estético, las sustancias colorantes naturales dan a las aguas una coloración marrón-amarillento y por consiguiente originan el rechazo de parte de los consumidores, sabor, el color imparte sabor al

agua, nutrimento, porque puede actuar como fuente de alimentación a bacterias y algas, el color puede aumentar la concentración del hierro soluble, manganeso y plomo en el agua, el color también puede deberse a desechos orgánicos, industriales y domésticos, tóxicos o dañinos. Es responsabilidad del productor, producir un agua que sea higiénicamente segura y libre o casi libre de color (**Tomáz, 2003**). Se observó en el Cuadro 25, que la marca **MG-10** sobrepasó con 18 UCV el límite establecido por la norma que indica 15 UCV como límite máximo y la marca **MI-06** (14 UCV) está muy cerca del límite máximo de la norma.

Las aguas minerales naturales, también conocidas como aguas de manantial, son aguas no tratadas, potables por naturaleza, que se embotellan tal como brotan del suelo. Deben tener garantía de su constancia en su composición y acción favorable para la salud, y ser controladas por el Ministerio de Salud (DIGESA), además no tienen ninguna acción terapéutica definida. Cada agua tiene diferentes compuestos químicos, en relación con el lugar de procedencia, la mayoría de las marcas no indican su composición química, información que se debería brindar al consumidor.

El agua es el contribuyente más importante del organismo: ayuda a transportar material nutritivo, elimina desechos del cuerpo y aporta elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, entre otros. El

exceso o escasez de esos minerales en el organismo puede ser causa de enfermedades. Las enfermedades más frecuentes que podrían estar relacionadas con el consumo de agua son las isquemias del corazón, y los cálculos en vías biliares y renales **(Tomáz, 2003)**.

En un estudio llevado a cabo con aguas envasadas de todo el mundo, los autores llegaron a la conclusión de que el agua embotellada ideal debe ser rica en calcio y magnesio, y tener un bajo contenido en sodio **(Garzon, 1998)**

VII. CONCLUSIONES

- Se evaluaron los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en el agua embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna, siguiendo métodos estandarizados internacionales.
- Se realizó el recuento microbiológico de las bacterias indicadoras de calidad (Coliformes totales, *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa*) que estuvieron presentes en el agua embotellada y se encontró que el 63,63% de las marcas de agua embotellada no cumplieron con al menos uno de los parámetros establecidos en la norma NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01.
- El 54,54% de las marcas analizadas fisicoquímicamente no cumplieron con al menos uno de los parámetros establecidos por la norma DS N° 031-2012-SA.
- Se encontró que un 63,63% de las agua embotelladas analizadas no cumplieron los parámetros que indica la normatividad existente para la calidad microbiológica y fisicoquímica, por tanto, estas marcas se consideran no aptas para el consumo humano y no son buenos modelos desde el punto de vista sanitario en la industria envasadora.

VIII. RECOMENDACIONES

- Por el presente estudio se recomienda que el Ministerio de Salud (DIGESA) no sólo elabore y apruebe una norma de calidad para las aguas envasadas según la realidad actual, sino también amplíe los requisitos que se piden para el registro de estos productos como son los parámetros fisicoquímicos.
- Realizar controles microbiológicos y fisicoquímicos más continuos de las aguas embotelladas para garantizar su inocuidad para el hombre.
- Incluir la práctica del análisis periódicamente a las empresas envasadoras de agua para el consumo humano.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AGUA MINERAL NATURAL. 2002.** Pliego de condiciones para la calidad certificada. España.
2. **AGURTO S., T.; A., GUERRA. 2004.** Microbiología básica. Universidad Ricardo Palma. Imprenta Unión de la Universidad la Unión. Lima- Perú.
3. **APARICIO R., CAROL; O., LADINO S. 2011.** “Evaluación de la Calidad Microbiológica y Físicoquímica de Aguas Envasadas en Bolsas Distribuidas en el Área Metropolitana de San Salvador en el Periodo de Septiembre – Octubre de 2007”. San Salvador, El Salvador, Centroamérica.
4. **APHA. 2005.** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. E.E.U.U.
5. **ARBOLEDA V., J. 1973.** Curso sobre operación y control de plantas de tratamiento de agua potable para ingenieros. Edición preliminar. EPS-Tacna. Lima – Perú.
6. **BISCHOFBERGER, T., S. K. CHA, R. SCHMITT, B. KOMIG y W. SCHMIDT-LORENZ. 1990.** “The bacterial flora of non- carbonated, natural mineral water from springs to reservoir and glass and plastic bottles”. International Journal of Food Microbiology.

7. **CODEX ALIMENTARIUS. 2007.** Roma- Italia.
8. **CHAIDEZ Q., C. Ph. D. 2002.** Agua embotellada y su calidad bacteriológica. Agua Latinoamérica. México.
9. **CHAIDEZ, C. 1999.** “Risk Assessment of selected opportunistic pathogens in drinking water”. Ph. D. Dissertation, University of Arizona, Tucson, Arizona, EE. UU.
10. **DS N° 031- 2010-SA. 2011.** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Ministerio de Salud. Dirección de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud. Perú.
11. **DECRETO SUPREMO N° 007-98-SA17. 1998.** Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas. Perú.
12. **GONZALEZ, C., C. GUTIERREZ y T. GRANDE, 1987.** “Bacterial flora in bottle uncarbonated mineral drinking wáter”. Canadian Journal of Microbiology.
13. **HACH. 2000.** Manual de análisis de agua. Tercera edición. Hach Company. Loveland, Colorado, EE.UU.
14. **HERNANDEZ, R.; C., FERNANDEZ y PILAR, BAPTISTA. 2003.** Metodlogia de la investigación. Tercera edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. México.
15. **ITINTEC 214.003. 1987.** Agua potable. Perú.
16. **ITINTEC 214.024. 1988.** Agua mineral. Perú.

- 17. ITINTEC 214.004. 1984.** Agua de mesa. Perú.
- 18. MERCK MICROBIOLOGY MANUAL. 2007.** 12th edition.
- 19. MORA A., D.; M., COTO C.; JOHANNA, MENDEZ A. 2010.**
“Comercialización y la Calidad de Aguas Envasadas en el Contexto Mundial”. Cartago – Costa Rica.
- 20. NATIONAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL. 1998.** “Bottled Water. Pure Drink or Pure Hype?”, NRDC, Washington, DC.
- 21. NTS N° 071 – MINSA/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”. Perú.
- 22. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2006.** Guías para la Calidad del Agua Potable. Primer apéndice a la tercera edición, volumen 1. Ediciones de la OMS. Ginebra - Suiza.
- 23. PROGRAMA PRUEBAS DE DESEMPEÑO DE PRODUCTOS. 2011.** Aguas de mesa. Ministerio de la Industria. INTI-Pruebas. Argentina.
- 24. RTCA 67.04.50:08. 2009.** REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO, 2009. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos, COMIECO.

- 25. RUSING, P. A., J. B. ROSE, C.H. HAAS y C.P. GERBA. 1997.**
“Risk assessment of opportunistic bacterial pathogens in drinking water”. Review of Environmental Contamination and Toxicology.
- 26. SENIOR, DOROTHY A.G.; P.R., ASHURST. 2001.** Tecnología del Agua Embotellada. De la edición en lengua española. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España.
- 27. SLADE, P. J., M. A. FALAN y A. M. R. AL-GHADY. 1986.**
“Isolation of *Aeromonas hydrophila* from bottled waters and domestic water supplies in Saudi Arabia”, Journal of Food Protection.
- 28. TOMÁS M., AMANDA; I., NADAL L. 2003.** Los Secretos del Agua Embotellada. Madrid – España.
- 29. VARÓ G., P.; M. F. CHILLÓN ARIAS y D., PRAT R. 2004.**
Características fisicoquímicas de las aguas ablandadas, nueva normativa española del agua de consumo humano. Alicante-España.
- 30. VIDAL D., J.; A., CONSUEGRAS S. y LUTY GOMESCASERES P. 2009.** Evaluación de la calidad microbiológica del agua envasada en bolsas producida en Sincelejo – Colombia. Montería - Colombia.

31. WARBURTON, D. W., J.K. McCORMICK y BOWEN. 1994.

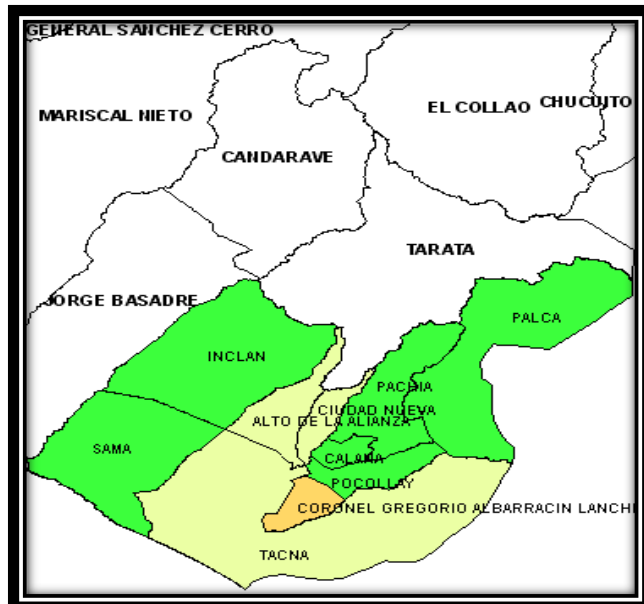
“Survival and recovery of *Aeromonas hydrophila* in water: development and methodology for Testing bottled water in Canada”, Canadian Journal of Microbiology.

PÁGINAS WEB

32. <http://www.digesa.sld.pe/>
33. <http://biblio2.url.edu.gt:8991/Tesis/02/04/Molina-Morales-Mario/Molina-Morales-Mario.pdf>
34. <http://water.epa.gov/scitech/drinkingwater/labcert/analyticalmethods.cfm>
35. http://www.communitywatercenter.org/files/trainingmaterials/CWC_GFS_ColiformBacteria_Spanish.pdf
36. http://www.infoiarna.org.gt/quateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf
37. <http://water.epa.gov/drink/aqua/estableciendo.cfm>
38. http://www.fijiwater.com/media/newsroom/FW_waterquality_spanish.pdf
39. <http://www.aspec.org.pe/>
40. www.comunidadandina.org
41. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/>
42. <http://www.digemid.minsa.gob.pe>
43. <http://www.andina.com.pe/Espanol/Noticia.aspx?id=N08Iz7Loidk=>
44. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/normativa-legal/2004/03/09/11229.php>

X. ANEXOS

Anexo 01: Mapa de la División Política de la Provincia de Tacna.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007.

Anexo 02: Cuadro de la Población en los Distritos de Tacna.

Cuadro N° 4-A: Población por distritos y sexo

Distritos	Hombres		Mujeres		Total población	% sobre población total
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%		
Población Provincial total	130,212	49.56	132,519	50.44	262,731	100.00
Distrito Tacna	46,138	48.86	48,290	50.64	94,428	35.94
Alto de la Alianza	17,492	49.36	17,947	50.64	35,439	13.49
Calana	1,400	53.33	1,225	46.67	2,625	1.00
Ciudad Nueva	16,965	49.56	17,266	50.44	34,231	13.03
Inclán	2,314	56.94	1,750	43.06	4,064	1.55
Pachía	1,066	54.81	879	45.19	1,945	0.74
Palca	817	54.11	693	45.89	1,510	0.57
Pocollay	8,697	50.82	8,416	49.18	17,113	6.51
Sama	1,350	56.56	1,037	43.44	2,387	0.91
Coronel Gregorio Albarracín	33,973	49.24	35,016	50.76	68,989	26.26

Fuente: INEI Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda

Anexo 03: Procedencia de las marcas de agua embotellada analizadas

Marca	Procedencia
MC-01	Nacional(Lima-Junín-Piura-Loreto- San Martín-Ucayali)
MM-02	Nacional(Lima)
ML-03	Nacional(Lima)
MS-04	Nacional(Arequipa)
MV-05	Nacional(Lima – Ucayali)
MI-06	Nacional (Lima)
MP-07	Local (Tacna)
MQ-08	Local (Tacna)
ME-09	Importada (Francia)
MG-10	Nacional (Lima)
MD-11	Local (Tacna)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04: Determinación del Aluminio por el Método Cianina Ericromo R.

Aluminio

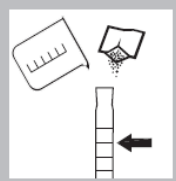
Método 8326 Método Cianina Ericromo R¹
 Sobres de reactivo en polvo (0.002–0.250 mg/L Al³⁺)

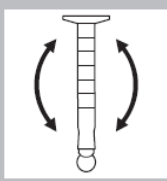
Campo de aplicación: Para agua
¹ Adaptación de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.*

Programas almacenados


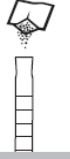



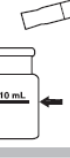



9 Aluminio ECR

Inicio





1. Seleccionar en la pantalla: **Programas almacenados**
2. Seleccionar el test.
3. Llenar un tubo mezclador graduado de 25-mL hasta la marca de 20-mL con muestra. Añadir el contenido de un sobre ECR en polvo para muestras de 20-mL.
4. Poner el tapón al tubo. Invertir varias veces para disolver el polvo.
El reactivo no disuelto podrá dar lugar a resultados equívocos.

 OK 00:30			
<p>5. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comienza un período de reacción de 30 segundos.</p>	<p>6. Después de que suene el temporizador, añadir el contenido de un sobre de reactivo Hexametileno tetramina en polvo.</p>	<p>7. Poner el tapón al tubo. Invertir varias veces para disolver el polvo. En presencia de aluminio aparecerá un color naranja-rojo.</p>	<p>8. Preparación del blanco: añadir una gota de reactivo enmascarador ECR en una cubeta cuadrada de una pulgada limpia de 10-mL para la muestra.</p>
		 OK 05:00	
<p>9. Verter 10 mL en la cubeta que contiene el blanco. Agitar, con rotación, para mezclar. La solución tomará un color amarillo.</p>	<p>10. La muestra preparada: verter un volumen adicional de la mezcla hasta la marca de 10-mL en otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL.</p>	<p>11. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comienza un período de reacción de 5 minutos.</p>	<p>12. Menos de 5 minutos después de que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.</p>
<p>Cero</p>		<p>Medición</p>	
<p>13. Seleccionar en la pantalla: Cero La pantalla indicará: 0.004 mg/L Al³⁺ Este test utiliza un punto de intercepción no nulo para la curva de calibrado.</p>	<p>14. Inmediatamente limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada). Colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.</p>	<p>15. Seleccionar en la pantalla: Medición El resultado aparecerá en mg/L Al³⁺ <i>Véase el manual de instrucciones detalladas sobre el instrumento.</i></p>	


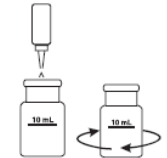
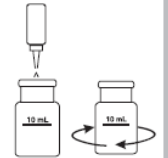
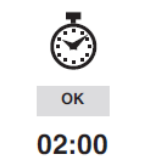
Anexo 05: Determinación del Hierro por el Método de Fenantrolina



Hierro, total	
★Método 8008	Método FerroVer
Sobres de reactivo en polvo o ampollas AccuVac	(0.02–3.00 mg/L)
<p>Campo de aplicación: Para agua, aguas residuales y agua de mar; la determinación del hierro total necesita digestión previa; aceptado por la USEPA (United States Environmental Protection Agency – Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) para análisis de aguas residuales²</p> <p>¹ Adaptación de <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i></p> <p>² <i>Federal Register</i>, June 27, 1980; 45 (126:43459)</p>	

<p>1. Seleccionar en la pantalla: Programas almacenados</p>	<p>2. Seleccionar el test.</p>	<p>3. La muestra preparada: llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.</p>	<p>4. Añadir el contenido de un sobre de reactivo de hierro FerroVer en polvo. Agitar, con rotación, para mezclar. Después de añadir el reactivo se formará un color anaranjado si existe hierro.</p>
<p>5. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comienza un período de reacción de 3 minutos. (Las muestras que contienen óxido de hierro visible dejarlas reaccionar al menos 5 minutos.)</p>	<p>6. Preparación del blanco: llenar otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.</p>	<p>7. Después de que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha. Seleccionar en la pantalla: Cero La pantalla indicará: 0.00 mg/L Fe</p>	<p>8. Limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha. Seleccionar en la pantalla: Medición El resultado aparecerá en mg/L Fe</p>


Anexo 06: Determinación de Manganeso por el Método PAN.

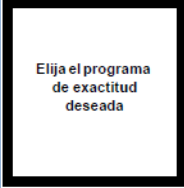
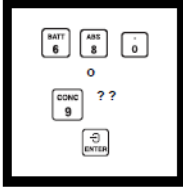
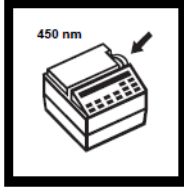

<p>Método 8149 Sobres de reactivo en polvo</p> <p>Campo de aplicación: Para agua y aguas residuales; digestión necesaria para manganeso total. <small>¹ Adaptación de Goto, K., et al., Talanta, 24, 652-3 (1977)</small></p>		<p>Manganeso Método PAN¹ (0.006–0.700 mg/L)</p>	
<p>1. Pulsar Programas almacenados.</p>	<p>2. Seleccionar el test.</p>	<p>3. Preparación del blanco: llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con agua desionizada.</p>	<p>4. La muestra preparada: llenar otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.</p>


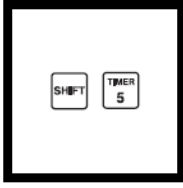


			
<p>5. Añadir a cada cubeta el contenido de un sobre de ácido ascórbico en polvo. Tapar las cubetas e invertir con cuidado para disolver el polvo.</p>	<p>6. Añadir 12 gotas de solución de reactivo de cianuro alcalino a cada cubeta. Agitar con cuidado para mezclar.</p> <p>En algunas muestras puede formarse una solución turbia. La turbidez deberá disiparse en el paso 7.</p>	<p>7. Añadir 12 gotas de solución indicadora PAN, 0.1%, a cada cubeta. Agitar con cuidado para mezclar.</p> <p>Si hay manganeso presente, la muestra preparada producirá un color anaranjado.</p>	<p>8. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comienza un período de reacción de 2 minutos.</p>



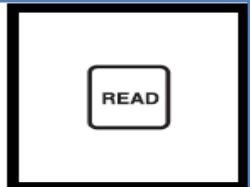
 <p style="text-align: center;">Cero</p>	 <p style="text-align: center;">Medición</p>
<p>9. Después de que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.</p> <p>Seleccionar en la pantalla: Cero</p> <p>La pantalla indicará: 0.000 mg/L Mn</p>	<p>10. Limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.</p> <p>Seleccionar en la pantalla: Medición</p> <p>El resultado aparecerá en mg/L Mn</p>

Anexo 07: Determinación de Sulfatos por el Método Turbidimétrico

	<p>PROCEDIMIENTO CON DR/2010</p>	<p>SULFATO</p>
<p>Método 8051</p>	<p>Para aguas, aguas residuales y agua de mar</p>	<p>Método SulfaVer 4*</p>
<p>Para aguas, aguas residuales y agua de mar</p>	<p>Aceptado por la USEPA (Agencia para la protección del ambiente de EE.UU.) para realizar informes sobre el análisis de aguas residuales**</p>	<p>(0 a 70 mg/l)</p>
<p>* Adaptado de <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> (Métodos estándar para el análisis de aguas y aguas residuales). ** El procedimiento equivale al método 375.4 de la USEPA para aguas residuales.</p>		

			
<p>1. Para obtener resultados más exactos es necesaria una calibración ingresada por el usuario. Ver la sección <i>Calibración por el usuario</i>, página 206 en el final de este procedimiento. El programa 680 puede utilizarse directamente para aplicaciones o control del proceso donde no se requiere un alto grado de exactitud.</p> <p><i>Nota: La naturaleza de las pruebas turbidimétricas y la variación del lote de reactivo requieren calibración por parte del usuario para obtener mejores resultados.</i></p>	<p>2. Ingresar el número de programa almacenado adecuado para las bolsas de polvo de sulfato (SO_4^{2-}).</p> <p>Presionar: 6 8 0 ENTER ó 9 ?? ENTER</p> <p>En la pantalla se leerá: Fijar nm par 450</p> <p><i>Nota: Las celdas de flujo no pueden utilizarse con este procedimiento.</i></p>	<p>3. Girar el cuadrante de longitud de onda hasta que la pantalla pequeña muestre: 450 nm</p> <p>Cuando ajuste la longitud de onda correcta en la pantalla aparecerá rápidamente: Muestra cero luego: mg/L SO_4^{2-}</p> <p><i>Nota: Para una mayor exactitud, el usuario debe realizar una calibración para cada nuevo lote de bolsas de polvo de reactivo de sulfato SulfaVer 4; ver Calibración por el usuario a continuación de estas instrucciones.</i></p>	<p>4. Llenar una celda de muestra limpia con 25 ml de muestra.</p> <p><i>Nota: Filtrar las muestras muy turbias o coloreadas. Utilizar una muestra filtrada en este paso y el Paso 7.</i></p>

			
<p>5. Agregar los contenidos de una bolsa de polvo de reactivo de sulfato SulfaVer 4 en la celda de muestra (la muestra preparada). Girar para disolver.</p> <p><i>Nota: Se desarrollará una turbidez blanca en presencia de sulfato.</i></p> <p><i>Nota: La exactitud no se verá afectada por el polvo sin disolver.</i></p>	<p>6. Presionar: SHIFT TIMER</p> <p>Se iniciará un período de reacción de 5 minutos.</p> <p><i>Nota: No perturbar la celda.</i></p>	<p>7. Cuando suene el cronómetro, en la pantalla se podrá leer: mg/L SO_4^{2-}</p> <p>Llenar una segunda celda de muestra con 25 ml de muestra (el blanco).</p>	<p>8. Colocar el blanco en el soporte de la celda. Cerrar el escudo para la luz.</p>

		
<p>9. Presionar: ZERO</p> <p>En la pantalla se podrá leer: Puesta a cero... luego: 0 mg/L SO_4^{2-}</p>	<p>10. Dentro de los cinco minutos posteriores al timbre del cronómetro, colocar la muestra preparada en el soporte de la celda. Cerrar el escudo para la luz.</p>	<p>11. Presionar: READ</p> <p>En la pantalla se leerá: Leyendo...</p> <p>Luego aparecerán los resultados en mg/l SO_4^{2-}.</p> <p><i>Nota: Limpiar las celdas de muestra con jabón y un cepillo.</i></p>

Anexo 08: Determinación de Arsénico por el Método Espectrométrico de Absorción Atómica

DETERMINACION DE ARSENICO TOTAL

Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica por Generación Continua de Hidruros

5. EQUIPOS Y MATERIALES

- 5.1 Espectrofotómetro de absorción atómica con generador continuo de hidruros.
- 5.2 Plancha calefactora.
- 5.3 Balanza analítica de precisión 10 mg.
- 5.4 Balanza analítica de precisión 0,1 mg.
- 5.5 Pipetas aforadas de 5 - 100 mL.
- 5.6 Erlenmeyers de 100 - 125 mL.
- 5.7 Papel de filtro libre de ceniza.
- 5.8 Matraces aforados de 25 - 1000 mL.

NOTA: Todo el material de vidrio utilizado deberá lavarse con detergente y agua y enjuagarse por inmersión en una solución de HNO_3 al 5% v/v durante toda la noche, o un enjuague único con una solución de HNO_3 al 20% v/v. Luego se enjuagan tres veces con agua destilada.

6. REACTIVOS

- 6.1 Acido nítrico (HNO_3) 65 %, $d= 1,40$ g/mL, ppa.
- 6.2 Acido clorhídrico (HCl) 37 %, ppa.
- 6.3 Acido sulfúrico (H_2SO_4) 95-98 % w/V, ppa.
- 6.4 Solución estándar de arsénico de 1000 mg/L:
Disolver 1,3200 g de óxido de arsénico III (As_2O_3) (ppa, para Absorción Atómica) en 25 mL de solución de hidróxido de potasio (KOH, ppa) 20% w/v. Neutralizar con H_2SO_4 20% v/v. Diluir a 1L en matraz aforado, con H_2SO_4 1%. Almacenar en frasco de plástico. Es estable por 1 año.
Pueden usarse soluciones estándar para Absorción Atómica comerciales.
- 6.5 Solución de borohidruro de sodio (NaBH_4) 0,4% * :
Disolver 2,5 g de hidróxido de sodio (NaOH ppa) y 2,0 g de NaBH_4 (ppa para Absorción Atómica) en 500 mL de agua destilada. El reactivo pierde sensibilidad con el tiempo, prepararlo diariamente.
* NOTA: Preparar este reactivo a la concentración indicada por el manual del generador de hidruros utilizado.
- 6.6 Solución de ácido clorhídrico (HCl) 5 M * :
Diluir 210 mL de HCl conc. (5.2.2) a 500 mL con agua destilada.
* NOTA: Preparar este reactivo a la concentración indicada por el manual del generador de hidruros utilizado.
- 6.7 Solución de yoduro de potasio (KI) al 20%:
Disolver 20 g de KI (ppa) en 100 mL de agua destilada.
- 6.8 Agua destilada.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 Digestión de la muestra

a) Homogeneizar la muestra. Si se dispone de una estimación del contenido total de arsénico en la muestra realizar una toma con pipeta aforada tal que la solución final esté en el rango de medida. La toma mínima a realizar será de 5,00 mL, en el caso de muestras muy concentradas diluirlas luego de la digestión. En el caso de estimar un contenido de arsénico menor a 0,001 mg/L, y de ser necesario, concentrar la muestra durante la digestión.

Transferir la toma a un Erlenmeyer de 100 - 125 mL.

Paralelamente se realiza un blanco de digestión sustituyendo la muestra por agua destilada.

NOTA: Si las características físicas de la muestra son tales que no se puede realizar una toma representativa de la misma con pipeta aforada, se realiza una toma en peso.

b) Agregar 5 mL de HNO_3 . Calentar en una plancha calefactora tal que se obtenga una ebullición leve, concentrar al menor volumen tal que no ocurra precipitación. Si es necesario agregar más ácido y seguir calentando hasta obtener una solución clara. No permitir que la solución se seque durante el calentamiento.

Puede quedar un pequeño precipitado no soluble en agua que es luego filtrado.

En caso de que la digestión con HNO_3 no sea suficiente, usar mezcla de ácidos (sulfúrico y/o clorhídrico). En este caso la medida se realizará por adiciones estándar.

c) Lavar el Erlenmeyer con agua, si es necesario filtrar con papel de filtro lavado abundantemente el precipitado, y recoger el filtrado en un matraz aforado.

Dejar enfriar a temperatura ambiente y llevar a volumen con agua destilada, homogeneizar.

d) Agregar KI 20% (6.7) (antes de llevar a volumen en 7.1.c o a una alícuota de la solución obtenida en ese punto), tal que su concentración final sea del 1%, esperar 15 minutos antes de medir.

7.2 Curva de calibración

Preparar soluciones estándar entre 0,001 y 0,050 mg/L de arsénico a partir de la solución 6.4, con el agregado de HNO_3 tal que su concentración final sea el 1%. Agregar también KI 20% (6.7) tal que su concentración final sea del 1%, esperar 15 minutos antes de medir.

7.3 Determinación directa

a) Parámetros instrumentales:

Lámpara de cátodo hueco o de descarga sin electrodo de arsénico

Longitud de onda: 193,7 nm

Magnitud medida: concentración, altura de pico o área de pico (depende del equipo usado)

b) Realizar la curva de calibración con los estándares de 0,001 a 0,050 mg/L.

c) Medir las muestras y blancos.

7.4 Determinación por adiciones estándar

a) Parámetros instrumentales:

Lámpara de cátodo hueco o de descarga sin electrodo de arsénico

Longitud de onda: 193,7 nm

Magnitud medida: concentración, altura de pico o área de pico (depende del equipo usado)

b) Realizar una medida aproximada del contenido de arsénico en la muestra (x).

c) Tomar 4 alícuotas iguales de la muestra con pipeta aforada en matraces aforados. En el matraz A aforar con agua destilada. Realizar en los 3 matraces restantes adiciones de solución estándar de arsénico tal que la concentración en el matraz B sea el doble que la concentración en A; en el matraz C el triple y en el D cuatro veces la concentración de A. Tener en cuenta que la suma del contenido de arsénico de la muestra más la adición no supere los 0,050 mg/L.

8. CALCULOS Y EXPRESION DE LOS RESULTADOS

- 8.1 Se determina los límites de cuantificación (LC) y detección (LDM). Ver Norma técnica BII01.
- 8.2 Se determina la concentración de arsénico en la digestión de la muestra y blanco (C_M y C_B) o en una dilución de los mismos a partir de la curva de calibración obtenida en 7.1, o a partir de la curva de adición obtenida en 7.2.
- 8.3 Si C_M es menor a LDM informar:
No detectable, Límite de detección = $LDM * FC$, expresado en mg/L.
Donde FC es el factor de concentración de la muestra, obtenido según:

$$FC = V / T$$

Donde:

V = volumen del matraz aforado usado para recoger el filtrado de digestión en mL.

T = toma de la muestra en mL.

- 8.4 Si C_M es mayor a LDM pero menor a LC informar:
Se detecta, As (mg/L) < $LC * FC$.
Donde FC es el factor de concentración de la muestra, obtenido como en 8.3.
- 8.5 Si C_M es mayor a LC informar el valor obtenido según:

$$As \text{ (mg/L)} = (C_M * FD_M - C_B * FD_B) * FC$$

Donde :

C_M = concentración de As en la digestión de la muestra en mg/L

FD_M = factor de dilución de la muestra

C_B = concentración de As en la digestión del blanco en mg/L

FD_B = factor de dilución del blanco.

FC = factor de concentración de la muestra, obtenido como en 8.3

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th Edition. Washington , APHA, 1992. pp 3.9. 3.12

Anexo 09: Determinación de Sólidos Totales Disueltos

SOLIDOS TOTALES, VOLATILES Y FIJOS

Método Gravimétrico

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Preparación de cápsulas:

Colocar las cápsulas en mufla a $550 \pm 50^\circ\text{C}$ durante 1 hora. Dejar enfriar en desecador y pesar antes de su uso.

5.2 Determinación:

a) Tomar un volumen de muestra homogeneizada que de un residuo seco entre 2.5 y 200 mg. Verter el volumen medido en la cápsula preparada y evaporar en el baño de agua a sequedad. Evitar pérdidas de la muestra por ebullición.

b) Secar la muestra en estufa a $103-105^\circ\text{C}$ durante 1 hora. Enfriar en desecador y pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriado en desecador y pesado hasta que se obtenga peso constante o que la pérdida de peso sea menor al 4 % que el peso previo o menos de 0.5 mg (el que sea menor).

c) Calcinar la muestra en mufla a $550 \pm 50^\circ\text{C}$ durante 1 hora. Enfriar en desecador y pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriado en desecador y pesado hasta que se obtenga peso constante o que la pérdida de peso sea menor al 4 % que el peso previo o menos de 0.5 mg (el que sea menor).

6. CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

$$\text{ST, mg/L} = \frac{(P_2 - P_1) \times 1000}{V}$$

$$\text{STF, mg/L} = \frac{(P_3 - P_1) \times 1000}{V}$$

$$\text{STV, mg/L} = \text{ST} - \text{STF}$$

donde:

ST = sólidos totales en mg/L

STF = sólidos totales fijos en mg/L

STV = sólidos totales volátiles en mg/L

P1 = peso de la cápsula preparada en mg.

P2 = peso de la cápsula más el residuo seco a $103-105^\circ\text{C}$ en mg.

P3 = peso de la cápsula más el residuo calcinado a 550°C en mg.

V = volumen de muestra tomado en mL.

7. BIBLIOGRAFIA

1- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th Edition. Washington, APHA, AWWA, WWCF, 1992. pp 2-54.

Anexo 10: Determinación de Sodio

DETERMINACION DE SODIO TOTAL

Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica por Llama

7. REACTIVOS

- 7.1 Acido nítrico (HNO_3) 65 %, $d = 1,40 \text{ g/mL}$, ppa.
- 7.2 Acido clorhídrico (HCl) 37 %, ppa.
- 7.3 Acido sulfúrico (H_2SO_4) 95-98 % w/V, ppa.
- 7.4 Solución estándar de sodio de 1000 mg/L:
Disolver 2,5420 g de cloruro de sodio (NaCl , ppa para Absorción Atómica, secado a 140°C durante 1 hora) en agua. Diluir a 1L en matraz aforado, con HNO_3 1% v/v. Almacenar en frasco de plástico. Es estable por 1 año.
Pueden usarse soluciones estándar para Absorción Atómica comerciales.
- 7.5 Solución de cloruro de cesio 10% (CsCl):
Disolver 12,67 g de CsCl (ppa para Absorción Atómica) en 1L de agua.
- 7.6 Agua destilada.

8. PROCEDIMIENTO

8.1 Digestión de la muestra

a) Homogeneizar la muestra. Si se dispone de una estimación del contenido total de sodio en la muestra realizar una toma con pipeta aforada tal que la solución final esté en el rango de medida. La toma mínima a realizar será de

5,00 mL, en el caso de muestras muy concentradas diluirlas luego de la digestión. En el caso de estimar un contenido de sodio menor a 0,02 mg/L, y de ser necesario, concentrar la muestra durante la digestión.

Transferir la toma a un Erlenmeyer de 100 - 125 mL.

Paralelamente se realiza un blanco de digestión sustituyendo la muestra por agua destilada.

NOTA: Si las características físicas de la muestra son tales que no se puede realizar una toma representativa de la misma con pipeta aforada, se realiza una toma en peso.

b) Agregar 5 mL de HNO_3 . Calentar en una plancha calefactora tal que se obtenga una ebullición leve, concentrar al menor volumen tal que no ocurra precipitación. Si es necesario agregar más ácido y seguir calentando hasta obtener una solución clara. No permitir que la solución se seque durante el calentamiento.

Puede quedar un pequeño precipitado no soluble en agua que es luego filtrado.

En caso de que la digestión con HNO_3 no sea suficiente, usar mezcla de ácidos (clorhídrico y/o sulfúrico). En este caso la medida se realizará por adiciones estándar.

c) Lavar el Erlenmeyer con agua, si es necesario filtrar con papel de filtro lavando abundantemente el precipitado, y recoger el filtrado en un matraz aforado. Dejar enfriar a temperatura ambiente y llevar a volumen con agua destilada, homogeneizar.

d) Agregar solución de cloruro de cesio (7.5) (antes de llevar a volumen en 8.1.c o a una alícuota de la solución obtenida en ese punto), tal que su concentración final sea del 1%.

8.2 Curva de calibración

Preparar soluciones estándar entre 0,02 y 1,0 mg/L de sodio a partir de la solución 7.4, con el agregado de HNO₃ tal que su concentración final sea del 1%. Agregar también solución de cloruro de cesio 10% (7.5) tal que su concentración final sea del 1%.

8.3 Determinación directa

a) Parámetros instrumentales:
Lámpara de cátodo hueco de sodio
Longitud de onda: 589,0 nm
Combustible: acetileno
Oxidante: aire
Tipo de llama: oxidante

b) Realizar la curva de calibración con los estándares de 0,02 a 1,0 mg/L.

c) Medir las muestras y blancos.

8.4 Determinación por adiciones estándar

a) Parámetros instrumentales:
Lámpara de cátodo hueco de sodio
Longitud de onda: 589,0 nm
Combustible: acetileno
Oxidante: aire
Tipo de llama: oxidante

b) Realizar una medida aproximada del contenido de sodio en la muestra (x).

c) Tomar 4 alícuotas iguales de la muestra con pipeta aforada en matraces aforados: A, B, C y D. Agregar a cada una solución de cloruro de cesio (7.5) tal que su concentración final sea del 1%. En el matraz A aforar con agua destilada. Realizar en los 3 matraces restantes adiciones de solución estándar de sodio tal que la concentración en el matraz B sea el doble que la concentración en A; en el matraz C el triple y en el D cuatro veces la concentración de A. Tener en cuenta que la suma del contenido de sodio de la muestra más la adición no supere los 1,0 mg/L.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1 - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th Edition. Washington, APHA, 1992. pp 3.9. 3.12

Anexo 11: Evaluación de la información al consumidor

En el Cuadro se puede observar que no todas las aguas embotelladas presentan la información completa mínima necesaria para el consumidor tal como lo estipula el D.S. N° 007-98-SA (Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas) (**Anexo**).

La marca **MM-02**, presenta en su rotulado el tratamiento que recibe el agua que envasan que es filtración natural y también presentan

información de la composición química característica de esta marca de agua. La marca **MS-04**, **ME-09** y **MG-10**, también presentan en su etiquetado la información sobre la composición química que poseen estas marcas de agua embotellada, mientras que la marca **MD-11**, sólo presenta el tipo de tratamiento que se le da al agua que producen, que es agua ozonizada.

Datos generales que se encuentran en la etiqueta de cada botella analizada

MARCA	VOLUMEN DE LA PRESENTACIÓN	DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	TRATAMIENTO APLICADO(*)	INFORMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA(**)
MC-01	625 ml	Agua de mesa sin gas	NR	NR
MM-02	600 ml	Agua mineral de manantial sin gas	Filtración natural	P
ML-03	625 ml	Agua de mesa sin gas	NR	Incompleta
MS-04	620 ml	Agua mineral sin gas	NR	P
MV-05	625 ml	Agua de mesa sin gas	NR	NR
MI-06	600 ml	Agua pura natural	NR	NR
MP-07	5000 ml	Agua de manantial sin gas	NR	NR
MQ-08	5000 ml	Agua de mesa sin gas	NR	NR
ME-09	330 ml	Agua natural de manantial de los Alpes franceses	NR	P
MG-10	625 ml	Agua de mesa sin gas	NR	P
MD-11	7000 ml	Agua natural de mesa ozonizada sin gas	Ozonizada	NR

Fuente: Elaboración Propia

(**) P: Presenta

(*) (**) NR: No Registra

Anexo 12: Información del Registro Sanitario proporcionado por el Ministerio de Salud, Dirección General de Salud (DIGESA, 2010) de las marcas de agua embotelladas analizadas

El Cuadro precisa la información publicada en la página Web del Ministerio de Salud, DIGESA (2010), encargados de otorgar el Registro Sanitario a las diferentes marcas analizadas en este trabajo, se comprobó que la vigencia y la información del producto muchas veces es alterado por las empresas con el fin de incrementar las ventas de su producto engañando al consumidor. Se notó que la marca **MP-07** presenta en su etiqueta un Registro Sanitario que no corresponde al producto (agua embotellada), mientras que la marca de agua embotellada **MQ-08**, tiene la fecha de vigencia del Registro Sanitario vencida y la marca **MD-11** presenta un Registro Sanitario que no corresponde al nombre de la marca con el que se encuentra registrado en DIGESA.

REGISTRO	PRODUCTO	CLASIFICACIÓN	FECHA DE EMISIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO	EMPRESA	DIRECCIÓN
P0609111 N NAAESA	MC-01	-	15/11/2011	15/11/2016	Ajeper S.A.	Av. La Paz MZ. A Lt 30 Santa Maria de Huachipa
P0000309 N NGUICR	MM-02	Agua mineral natural	23/06/2009	23/06/2014	Unión de cervecerías peruanas Backus y Johnsto N S.A.A.	Av. Nicolas Ayllon 3986
P0606810 N NACRLN	ML-03	Agua de mesa sin gas	17/08/2010	17/08/2015	Corporación Lindley S.A.	Jr. Cajamarca 371

P0000210 NDASCSA P0602607 N NAEBDN	MS-04	Agua mineral natural	28/04/2010	28/04/2015	Socosani S.A.	Av. Pumacahua 717
	MV-05	-	19/06/2012	19/06/2017	Embotelladora Don Jorge S.A.C.	Av. Argentina 2458
P0606010 N NABBIT	MI-06	Agua de mesa	19/07/2010	19/07/2015	Bebidas Interandinas S.A.C.	Av. Venezuela 2221
N01002PV A0002	MP-07	Agua mineral sin natural	08/11/2010	08/11/2015	Agroindustrias Cuneo S.R.LTDA.	Av. A.B. Leguía 1690
P0602407 N VAEBRK P0001111 E NAPRSA P0603508 NNAAPPR P0609310 N/VAAROI	MQ-08	Agua de mesa sin gas	11/05/2007	11/05/2012	Embotelladora RikaKola S.A.C.	Av. Celestino Vargas 275
	ME-09	-	28/11/2011	28/11/2016	PERUFARM A S.A.	Jr. Santa Francisca Romana 1092
	MG-10	Agua de mesa sin gas	21/07/2008	21/07/2013	ANPAY PERU S.A.	Av. Chacra Cerro Lt. 26
	MD-11	Agua de mesa sin gas	16/11/2011	16/11/2015	Agroindustria Olive Robles E.I.R.L.	J.C. Villa el triunfo Mz. A Lt. 01

Anexo 13: Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS Nº 007-98-SA.), Título VIII, Capítulo II, del Rotulado.

<p style="text-align: center;">Aprueban el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas</p> <p style="text-align: center;">DECRETO SUPREMO Nº 007-98-SA</p> <p style="text-align: center;">EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que la Ley General de Salud Nº 26842 establece las normas generales sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas en protección de la salud;</p> <p>Que para dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley General de Salud, es necesario normar las condiciones, requisitos y procedimientos higiénico-sanitarios a que debe sujetarse la producción, el transporte, la fabricación, el almacenamiento, el fraccionamiento, la elaboración y el expendio de alimentos y bebidas de consumo humano, así como los relativos al registro sanitario, a la certificación sanitaria de productos alimenticios con fines de exportación y a la vigilancia sanitaria de alimentos y bebidas;</p> <p>Que es necesario adecuar, sustituir y derogar disposiciones administrativas que no se arreglan a la Ley General de Salud y leyes conexas, con el fin de unificar y armonizar las regulaciones actuales sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas;</p> <p>Que con el propósito de garantizar la producción y el suministro de alimentos y bebidas de consumo humano sanos e inoctrinos y facilitar su comercio seguro, se considera necesario incorporar a la legislación sanitaria los Principios Generales de Higiene de Alimentos recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius;</p>

CAPITULO II
Del Rotulado

Artículo 116.- Rotulación

Todo alimento y bebida, para efectos de su comercialización, deberá estar rotulado con arreglo a lo que dispone el presente reglamento.

Artículo 117.- Contenido del rotulado.

El contenido del rotulado debe ceñirse a las disposiciones establecidas en la Norma Metrológica Peruana de Rotulado de Productos Envasados y contener la siguiente información mínima:

- a) Nombre del producto.
- b) Declaración de los ingredientes y aditivos empleados en la elaboración del producto.
- c) Nombre y dirección del fabricante.
- d) Nombre, razón social y dirección del importador, lo que podrá figurar en etiqueta adicional.
- e) Número de Registro Sanitario.
- f) Fecha de vencimiento, cuando el producto lo requiera con arreglo a lo que establece el Codex Alimentarius o la norma sanitaria peruana que le es aplicable.
- g) Código o clave del lote.
- h) Condiciones especiales de conservación, cuando el producto lo requiera.

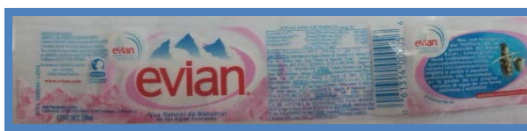
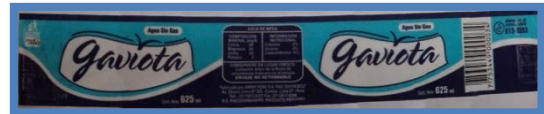
Anexo 14: Registro Sanitario de la Marca de Agua Embotellada MP-07.



Anexo 15: Etiqueta de la Marca de Agua Embotellada MD-11.



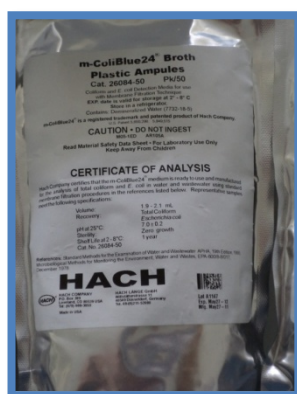
Anexo 16: Marcas de Agua Embotellada Analizadas



Anexo 17: Medios Utilizados para los Análisis Microbiológicos y Físicoquímicos



Cultura médium m-Endo total Coliform Broth (HACH)



m-ColiBlue24 Broth (HACH)

Anexo 18: Materiales y Equipos de Laboratorio



Cámara de siembra (EPS-Tacna)



Laboratorio de análisis fisicoquímicos (CITE Agroindustrial, Tacna)



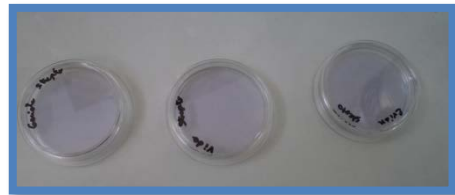
Laboratorio de análisis microbiológicos (CITE Agroindustrial, Tacna)



Cámara de extracción de gases (EPS-Tacna)



Equipo de Absorción Atómica (EPS-Tacna)



Placas para filtración de membrana con pad



Bomba al vacío para método de filtración de membrana



Equipo de filtración de membrana



**Electrodos del multitester
HACH (EPS-
Tacna)**



Multitester HACH (EPS-Tacna)



Espectrofotómetro DR/2000 HACH (EPS-Tacna)

Anexo 19: Equipo de Absorción Atómica (EPS-Tacna)





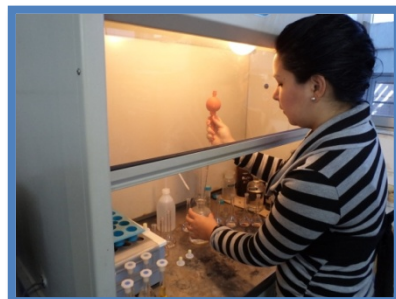
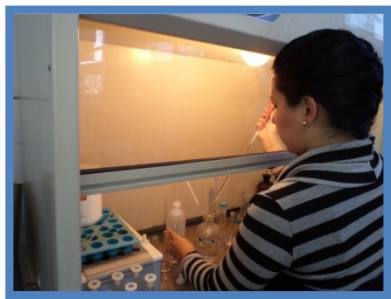
Anexo 20: Fotografías de algunos procedimientos en el Laboratorio



Procedimiento para el análisis de Boro



Resultados del análisis de Boro

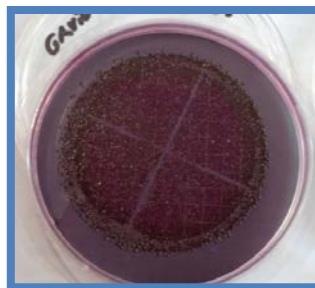
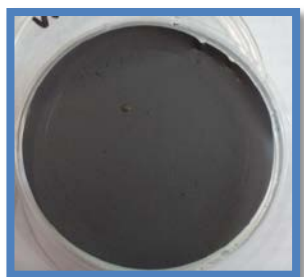
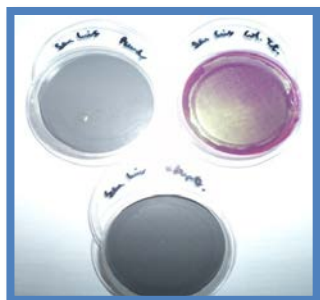
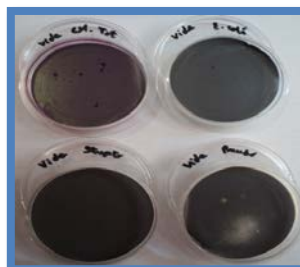
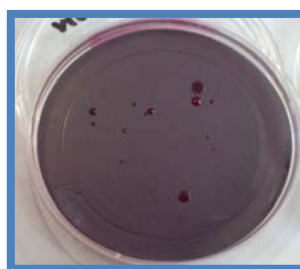


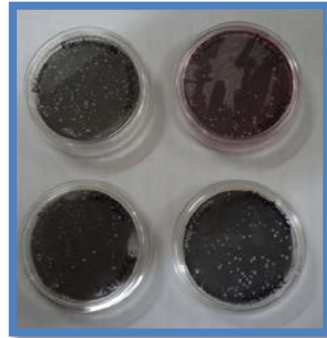
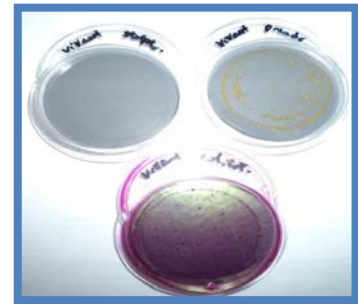
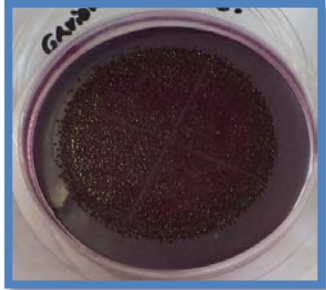
Preparación de muestras para el Análisis de Arsénico



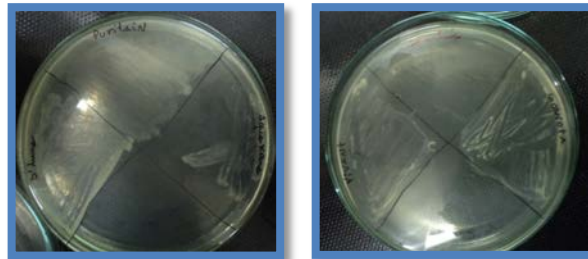
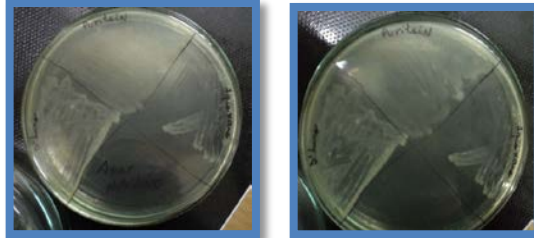
Lectura de arsénico en el E.A.A.

Anexo 21: Fotografías de los Resultados de los análisis Microbiológicos

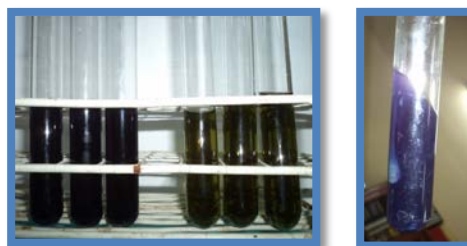
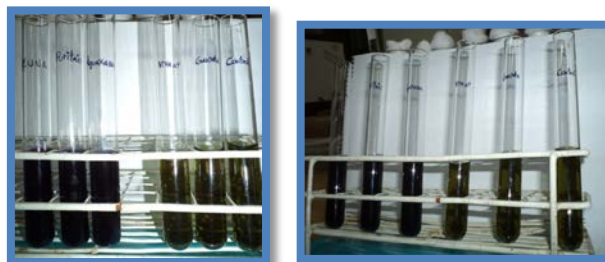




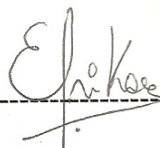
Muestras positivas de los análisis microbiológicos por el método de filtración de membrana.



Confirmación de *Pseudomonas aeruginosa* (aislamiento en agar nutritivo)

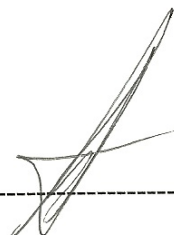


Medio de caldo arginina para confirmación de *Pseudomonas aeruginosa*.



Bach. Erika Noelia Zavalaga Talledo

TESISTA - AUTOR



M. Sc. César Julio Cáceda Quiroz

ASESOR