



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

**COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE  
FLUORUROS EN EL AGUA POTABLE SUPERFICIAL  
Y SUBTERRÁNEA DEL DISTRITO DE TRUJILLO CON  
LA NORMA DE LA OMS, 2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
CIRUJANO DENTISTA**

**AUTOR:**

**DOMINGUEZ ABURTO MAGBIS HARIM**

**ASESOR:**

**MGTR. VÁSQUEZ PLASENCIA CÉSAR ABRAHAM**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2019**

## **1. TÍTULO**

# **COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FLUORUROS EN EL AGUA POTABLE SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA DEL DISTRITO DE TRUJILLO CON LA NORMA DE LA OMS, 2017**

## **2. EQUIPO DE TRABAJO**

**Dominguez Aburto Magbis Harim**

**Investigador Principal**

**Mgr. Vásquez Plasencia César A.**

**Asesor**

**3. Firma del jurado y asesor**

---

**Dr. Aguirre Siancas Elías Ernesto**  
**Presidente**

---

**Mgr. Morón Cabrera Edwar Richard**  
**Miembro**

---

**Mgr. Pairazamán García Juan Luis**  
**Miembro**

---

**Mgr. Vásquez Plasencia César Abraham**  
**Asesor**

#### **4. Hoja de Agradecimiento y Dedicatoria.**

##### **Agradecimiento**

A Dios por poner en mi camino a personas, que han contribuido al logro de este trabajo.

A mis padres por haberme apoyado en toda mi carrera universitaria.

A la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote en donde tuve la oportunidad de mi formación como Cirujano Dentista.

A los Drs. Pablo Millones Gómez, César Vásquez Plasencia y Tammy Honores Solano por su asesoramiento en este trabajo de investigación.

Al ingeniero Carlos Purizaca Jacinto, y compañeros Cesar Trigoso García y Anderson García Rodríguez de la Universidad Nacional de Trujillo, porque sin ellos no se hubiera logrado este trabajo.

A la Universidad Nacional de Trujillo por haberme permitido llevar a cabo mi proyecto de investigación en su laboratorio.

## **Dedicatoria**

A mis padres Jamer y Leonila, como muestra de afecto y reconocimiento por su apoyo incondicional para llegar a la conclusión de mis estudios en Odontología.

A mi hermana Ruth por brindarme fuerza y un ejemplo a seguir.

## 5. RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo-comparativo con el objetivo de comparar la concentración de fluoruro en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo con la norma de la OMS en el año 2017. Para el análisis se utilizó 2 mL de agua de los 46 puntos de distribución de agua potable, 23 de agua potable superficial y 23 de agua potable subterránea; y para medir su concentración se utilizó un Cromatógrafo Iónico CECIL Adept. Asimismo, se empleó la prueba de comparación de medias utilizando la distribución “t” de student con un nivel de significancia del 5%. ( $p < 0.005$ ) y se encontró que la concentración de fluoruro procedente del agua superficial y subterránea tienen una diferencia estadística altamente significativa, y que el promedio de la concentración de fluoruro en el agua potable superficial fue de 0.25 mg/L de flúor y en el agua potable subterránea no se encontró fluoruros. Se concluyó que el agua potable superficial consumida por los pobladores contiene concentraciones de fluoruro inferiores a las recomendadas por la OMS (0.5-1.5 mg/L), mientras que, en el agua potable subterránea no se encontró fluoruros.

**Palabras claves:** Agua potable, Agua subterránea, Aguas superficiales, Flúor, Fluoruro

## ABSTRACT

A descriptive-comparative study was carried out with the objective of comparing the fluoride concentration in the surface and underground drinking water of the Trujillo district with the WHO standard in 2017. For the analysis, 2 mL of water was used from the 46 points of water distribution potable, 23 of surface potable water and 23 of underground drinking water; and to measure its concentration a CECIL Adept Ionic Chromatograph was used. Likewise, the mean comparison test was used using the student's "t" distribution with a level of significance of 5%. ( $p < 0.005$ ) and it was found that the concentration of fluoride from surface and groundwater have a highly significant statistical difference, and that the average fluoride concentration in surface drinking water was 0.25 mg / L of fluoride and in Underground drinking water was not found fluorides. It is concluded that the surface drinking water consumed by the residents contain fluoride concentrations lower than those recommended by the WHO (0.5-1.5 mg / L), while fluoride was not found in the groundwater.

**Keywords:** Drinking water, Groundwater, Surface water, Fluoride.



## 6. CONTENIDO

<b>1. Título de la tesis</b> .....	ii
<b>2. Equipo de Trabajo</b> .....	iii
<b>3. Hoja de firma del jurado y asesor</b> .....	iv
<b>4. Hoja de agradecimiento y dedicatoria</b> .....	v
<b>5. Resumen</b> .....	vii
<b>6. Abstract</b> .....	viii
<b>7. Contenido</b> .....	ix
<b>8. Índice de gráficos</b> .....	x
<b>9. Índice de tablas</b> .....	xi
<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>II. Revisión de literatura</b> .....	3
<b>III. Hipótesis</b> .....	23
<b>IV. Metodología</b> .....	23
4.1 Diseño de la investigación.....	23
4.2 Población y muestra.....	23
4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	27
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
4.5 Plan de análisis.....	29
4.6 Matriz de consistencia.....	30
4.7 Principios éticos.....	31
<b>V. Resultados</b> .....	32
5.1 Resultados.....	32
5.2 Análisis de resultados.....	34
<b>VI. Conclusiones</b> .....	37
Aspectos complementarios.....	37
Referencias bibliográficas.....	37
Anexos.....	42

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> <i>Valores descriptivos de las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo, 2017.....</i>	32
<b>Tabla 2:</b> <i>Comparación de las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo con la norma de la OMS, 2017.....</i>	33

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1:</b> <i>Resultados de la comparación de las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo con la norma de la OMS, 2017</i> .....	54
--	----

## **I. INTRODUCCIÓN**

El agua potable es uno de los componentes esenciales para que la vida sea posible, ya que se considera más que un bien, un recurso; en general el agua potable es un derecho humano que se encuentra en un primer orden y un elemento esencial para la humanidad. La mayor parte del mundo está conformada por agua, pero de ella sólo una pequeña parte se considera de consumo humano ya que ésta puede ser consumida sin conllevar problemas para la salud. En la actualidad el agua de consumo es procesada y en algunos países se le ha incorporado ciertos minerales como los fluoruros, compuestos que se encuentran en la naturaleza, estos se encuentran en cantidades muy bajas de manera natural en el agua.<sup>1,2,3</sup>

El uso del flúor en el agua potable consiste en controlar las cantidades de flúor en el agua de consumo poblacional, con el objetivo de subir sus niveles de flúor hasta una concentración adecuada, con el objetivo de prevenir la caries dental. Es óptima la concentración cuando ésta ayuda a reducir la caries dental en una población, sin causar una elevación de este componente en los tejidos dentarios (fluorosis dental). Esta metodología ha traído muchas contradicciones en algunos países, por sus efectos adversos para la salud que puede traer, sin embargo, el flúor puede catalogarse como un elemento “posiblemente esencial” visto del lado de la nutrición humana, ya que es un oligoelemento imprescindible para la formación de huesos y dientes. Otros aspectos destacables son que hace más resistente el organismo la descalcificación, interfiere la actividad metabólica de las bacterias de la placa dental y según la OMS, es el único agente eficaz para la prevención de la caries suministrado a través del abastecimiento de agua. Aparte existen alimentos como la sal o la leche a los cuales se les incorpora el flúor, siendo estos casos en que el

consumidor es libre de elegir si quiere consumirlos o no, pero si hablamos de fluorizar el agua de abastecimiento público, esto te obliga a consumirlo, aunque no desees tomarlo.<sup>1,2,3</sup>

Los fluoruros se encuentran naturalmente en el agua, en concentraciones ya sean altas o bajas. Mientras que las altas concentraciones producen "fluorosis", pero menor prevalencia de caries, lo que motiva a buscar el nivel óptimo de fluoruros en el agua de consumo, para maximizar su efecto protector y minimizar el riesgo de fluorosis en la población.<sup>3,4,5</sup>

Los médicos, farmacéuticos y dentistas debemos estar mejor informados sobre cómo prescribir correctamente suplementos de fluoruro; dichas prescripciones deben basarse en la concentración de flúor del suministro de agua doméstica y el peso, talla y edad del niño; principalmente en nuestra carrera profesional como odontólogos tenemos la misión de reconocer en todas las enfermedades los signos y síntomas que presenta un paciente que podrían ser causados por déficit o exceso de fluoruros circulando en nuestro cuerpo; ya que el mejor tratamiento para evitar alguna complicación en nuestro sistema estomatognático es considerar todas las posibles causas que podrían estar relacionadas.

Puesto que, en el departamento de la Libertad, específicamente en Trujillo existe escasa y desactualizada información sobre la concentración de flúor en el agua, por la cual se considera importante, evaluar la concentración de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea de este Distrito. Los resultados de este estudio son importantes porque nos permite conocer si el agua que consume la población Trujillana contiene una concentración de fluoruros que indica la OMS, y de esa manera poder reducir el riesgo cariogénico o evitar la fluorosis dental en la

población. El diseño para este estudio fue, analítico, observacional, transversal, y prospectivo.

El propósito de este estudio fue comparar las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo con la norma de la OMS en el año 2017; se realizó un estudio descriptivo-comparativo del agua potable del distrito de Trujillo donde se encontró que el promedio de la concentración de fluoruros en el agua potable superficial fue de 0.25 mg/L de flúor, mientras que no se encontró fluoruros en el agua potable subterránea; y se concluyó que ambos tipos de agua consumidas por los pobladores contienen concentraciones de fluoruros inferiores a las recomendadas por la OMS (0.5-1.5 mg/L).

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Antecedentes:**

**Pino A <sup>6</sup> (Arequipa, 2017) Incidencia de la Fluorosis Dental y la Enfermedad Caries en relación con la concentración de flúor proveniente del agua de consumo humano en los estudiantes de la Institución Educativa N° 40087 Jesús Loayza Deza de los Asentamientos Humanos Tío Chico y 7 de Junio del Distrito de Sachaca.** Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la concentración del flúor en el agua de consumo humano en los Asentamientos Humanos Tío Chico y 7 de Junio del distrito de Sachaca, así como de ambas Instituciones Educativas y determinar si existe una relación entre la concentración de flúor y la enfermedad caries y la fluorosis dental. Se realizó un cuestionario a los padres de familia para tener conocimiento sobre la procedencia del agua de consumo en sus hogares, también se realizó la toma de muestras de las dos Instituciones Educativas en las que

se realizó la investigación, así como del reservorio que abastece de agua a estos centros poblados. La concentración de flúor que se encontró en el reservorio de donde se distribuye el agua a ambos Asentamientos Humanos fue de 1.07 mg/L; que, a pesar de no ser un valor por encima de lo permitido, produce fluorosis dental, y que comparado con una toma anterior realizada en el año 2015 también es menor, lo que nos indica que las concentraciones de flúor fluctúan. Se concluye que la adición del flúor al agua de consumo humano como medida preventiva no está favoreciendo a la población de esta zona.

**Reyes D. <sup>2</sup> (Trujillo, 2015) Concentración de fluoruro en el agua consumida por la población de los distritos de la provincia de Piura – región Piura, mayo – junio 2015.** Objetivo de este estudio fue determinar la concentración de fluoruro en el agua consumida por la población de la Provincia de Piura, y determinar si existe este elemento en las concentraciones recomendadas por la OMS para la prevención de la caries dental. Se utilizó el Fluorímetro 720 A, Electrodo ISE tipo Orión Modelo 96-09. Encontrándose una concentración promedio de fluoruro de 0.135 ppm, Las Lomas 0.142 ppm, La Unión 0.131 ppm, Catacaos 0.204 ppm, Castilla 0.143, Chulucanas 0.230 ppm, Morropon 0.450 ppm, y La Arena 0.255. Llegó a la conclusión que el agua consumida en todos los distritos de la Provincia de Piura contiene una concentración de fluoruro menor a la recomendada por la OMS, para prevenir la caries.

**Bergamo E. <sup>3</sup> et al (Brasil, 2015) Las concentraciones de fluoruro en el agua de Maringá, Brasil, teniendo en cuenta el balance beneficio/ riesgo de caries y la fluorosis.** El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la fluoración del agua en Maringá, PR, Brasil, considerando una nueva clasificación para la concentración

de F en el suministro de agua, según el beneficio anticaries y el riesgo de fluorosis (CECOL/USP, 2011), la concentración promedio de F de 0.77 mg F/L, con un rango de 0,44 a 1,22 mg F/L; para lo cual tomaron 325 muestras mensuales durante un año de las 28 redes de distribución: 20 de plantas de tratamiento y 8 de pozos artesanos; las concentraciones de F se determinaron utilizando un electrodo de ion específico, considerando todas las muestras de agua analizada, el 83.7% de ellas presentó entre 0.55 y 0.84 mg F/L, en las muestras de agua provenientes de pozos artesanos representa un 75.4% mientras que en las distribuidas por la planta de tratamiento un 86%. En conclusión, según la nueva clasificación de las concentraciones de F en el agua, la calidad de la fluoración del agua en Maringá es adecuada y está equilibrada entre riesgo y beneficio.

**Melo L. <sup>4</sup> et al (Trujillo, 2014) Concentración de fluoruro en el agua consumida por la población de los distritos de la provincia de Bolívar – La Libertad, mayo – junio 2014.** Objetivo de este estudio fue determinar la concentración de fluoruro en el agua consumida por la población de la Provincia de Bolívar, y determinar si existe este elemento en las concentraciones recomendadas por la OMS para la prevención de la caries dental. Se utilizó el Fluorímetro 720 A, Electrodo ISE tipo Orión Modelo 96-09. Encontrándose una concentración promedio de fluoruro de 0.1887 ppm, Bambamarca 0.0410 ppm, Condormarca 0.0710 ppm, Longotea 0.0921 ppm, Uchumarca 0.1197, y Ucuncha 0.0772. Llegó a la conclusión que el agua consumida en todos los distritos de la Provincia de Bolívar-La Libertad contiene una concentración de fluoruro menor a la recomendada por la OMS, para prevenir la caries.



**Isidro V. <sup>1</sup> et al (España, 2014) Flúor en aguas de consumo público españolas y prevención de la caries dental.** El objetivo de este estudio fue evaluar la concentración de flúor del agua potable en España, para lo cual se midieron las concentraciones del agua potable y se comparó con la normativa que indicó dicho país, siendo que, las aguas de consumo público deben contener de 0,7 mg/l, frente a los 0,7-1,2 mg/l recomendados. La fluoración en el agua de consumo fue medida mediante la cromatografía iónica. Los resultados indicaron que, del 95% de las ciudades estudiadas de dicho país, contenía menos de 0,7 mg/l y 18 localidades contenían entre 0,3 y 0,7 mg/l. Sólo en cinco poblaciones la concentración fue superior a 0,7 mg/l. En conclusión, la concentración de flúor en el agua potable de las ciudades de España contiene baja concentración de flúor comparado con la norma indicada.

**Jara D. <sup>7</sup> et al (Perú, 2013) Concentración de fluoruro en agua potable, aguas termales y manantiales de 6 distritos de Santiago de Chuco, Perú.** Realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la concentración de flúor en el agua potable de agua termales y manantiales en algunos distritos del Perú. Para este estudio, se evaluó el agua de 6 distritos, tomándose 24 muestras de distintos puntos de distribución de agua potable, 3 de aguas termales y 15 de agua de manantiales. Los resultados indicaron que, en el distrito de Cachicadán las concentraciones promedio de fluoruro de aguas termales, potable y de manantiales son: 0.305, 0.0265 y 0.0336 ppm respectivamente; en el distrito de Angasmarca: el agua potable 0.0382, en manantiales 0.143 ppm; Santa Cruz de Chuca: agua potable 0.0542, manantiales 0.201 ppm; en el distrito de Calipuy; agua potable 0.0178 ppm, de manantiales 0.133 ppm; en el distrito de Santiago de Chuco: agua potable 0.138 ppm y en el manantial

ubicado en el barrio San Cristóbal 0.426 ppm; y en el distrito de Quiruvilca: agua potable 0.0370 ppm. En conclusión, el agua potable, manantiales y termales consumidas por los pobladores de los distritos de la provincia de Santiago de Chuco contienen concentraciones de fluoruro inferiores a las recomendadas por la OMS.

**Cuellar L. <sup>8</sup> et al (Cuba, 2012) Distribución espacial de los fluoruros en fuentes de abasto de aguas subterráneas en cuatro provincias de Cuba.** El objetivo de este estudio fue, evaluar las concentraciones de flúor en aguas subterráneas en Cuba. El estudio se realizó en 4 provincias de dicho país, en la cual, se había identificado la concentración de flúor mayor a 0.7 mg/L. las muestras de agua se tomaron en las dos épocas del año, de lluvias y verano. Las concentraciones de fluoruro se emplearon mediante el método potenciométrico con electrodo combinado de fluoruro, asimismo, las concentraciones serán comparados con las concentraciones de fluoruros indicados por la OMS en: bajas (de 0,00 a 0,39 mg/L), medias (de 0,40 a 0,69 mg/L), óptimas (de 0,70 a 1,49 mg/L) y altas (de 1,50 mg/L o más). Los resultados indicaron que, en las épocas secas y húmedas, se obtuvo una media de 0.36. En conclusión, las concentraciones de flúor en las aguas de dichas provincias fueron bajas según la OMS.

**Galicia L. <sup>9</sup> et al (México, 2011) Análisis de la concentración de fluoruro en agua potable de la delegación Tláhuac, Ciudad de México.** El objetivo de este estudio fue evaluar la concentración de flúor en agua potable en México. Para este estudio se analizaron 144 muestras de aguas obtenidas de los pozos y zonas vecinas. El contenido de fluoruro se analizó y cuantificó como lo estableció la norma de dicho país. Los resultados indicaron que, la concentración de fluoruros en las muestras de agua varió entre 0.44 a 1.28 ppm, con una concentración promedio de  $0.86 \pm 0.19$

ppm. En conclusión, los niveles de fluoruro detectados en el agua de la mayoría de los pozos de la zona estudiada fueron superiores a los niveles establecidos por la normatividad de dicho país.

**Rosas K<sup>10</sup> (Trujillo, 2009) Concentración de flúor en el agua de consumo humano en los distritos de la provincia de Trujillo 2009.** El objetivo de este estudio fue establecer la concentración de flúor en el agua de consumo humano en los distritos de la provincia de Trujillo en el 2009. El presente estudio fue de tipo descriptivo y de corte transversal donde las muestras de agua fueron tomadas de los 33 pozos de la red de distribución en los distritos de dicha provincia. El nivel de concentración de flúor en el agua de consumo humano encontrado en los diferentes distritos estuvo en un rango de 0.252 ppm y 0.644 ppm, siendo estos niveles bajos para ser considerados adecuados (0.7 y 1.2 ppm de flúor) como medidas de prevención en salud oral.

## **2.2 Marco teórico de la investigación**

### **2.2.1. El flúor**

#### **2.2.1.1. Generalidades**

Es uno de los elementos abundantes en la corteza de la tierra y representa 0,06 a 0,09% del peso de la misma.<sup>11</sup> El flúor es un anión, que abunda en la corteza de la tierra; es común encontrarlo asociado y forma fluoruros en rocas.<sup>9,12</sup> Puesto que es altamente reactivo, por lo general es obligado como fluoruro inorgánico y no se encuentra en su estado elemental.<sup>12</sup>

Entra al medio ambiente a través de las erupciones volcánicas, la disolución de la roca y numerosas actividades humanas (la quema de carbón, mineral de procesamiento, producción y uso de fertilizantes y plantas industriales).<sup>12</sup> Tiene una

alta solubilidad en el agua, debido a esta alta reactividad forma sales fluoradas con casi todos los metales.<sup>9</sup>

El fluoruro es una parte del entorno natural y por lo tanto está constantemente presente en la vida de las personas. Sin embargo, la concentración de fluoruro puede variar de una región a otra.<sup>12</sup> El fluoruro se distribuye ampliamente en la litosfera, principalmente como fluorita, fluorapatita y criolita, y es reconocido como el decimotercer elemento más común en la corteza terrestre.<sup>7</sup>

### **Fluoruros**

Oligoelemento primordial en la nutrición humana. Su presencia en el agua potable a concentraciones óptimas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños (0,8 a 1,2 mg/L).<sup>13</sup>

Por otro lado, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, generaría manchas en los dientes (“fluorosis dental”) y dañar el sistema óseo.<sup>13</sup>

Algunos países como Estados Unidos y Canadá han implementado programas de fluorización del agua potable como una medida preventiva contra la caries dental de los niños.<sup>13</sup>

Las fuentes principales de concentraciones contaminantes de flúor en el agua son los efluentes de fábricas de metales o de fábricas de fertilizantes y plásticos.<sup>13</sup>

Algunos procesos convencionales no son tan efectivos para la remoción de fluoruros.

La EPA recomienda un rango máximo de 4 mg/L en aguas para consumo humano ya que la concentración de fluoruros en el agua está en función de la temperatura del agua.<sup>13</sup>

Las guías de calidad de agua para consumo humano, tanto de la OMS como de Canadá, indican como valor guía 1,5 mg/L.<sup>13</sup>

## 2.2.1.2. Mecanismo de acción del flúor

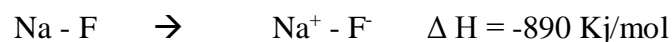
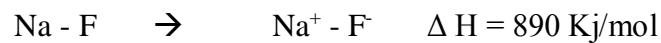
### 2.2.1.2.1. Absorción del flúor

Si bien casi todos los productos alimenticios contienen al menos trazas de fluoruro, el agua y las bebidas no lácteas son las principales fuentes de fluoruro ingerido, en segundo lugar, están los animales marinos y ciertos vegetales lo que representa entre el 66 y el 80% de la ingesta de fluoruro en adultos.<sup>12</sup>

Luego de haber sido ingerido, el flúor es rápida y casi totalmente absorbido de manera pasiva y natural por simple difusión por el estómago y el intestino apareciendo rápidamente en el sistema circulatorio y llevado a todo el organismo.<sup>12</sup>

En la etapa de crecimiento y desarrollo junto al calcio y otros minerales este nutriente ayuda a formar y estabilizar la estructura sólida de huesos y dientes. Cuando termina esta etapa de desarrollo, es necesario mantener la resistencia de dichas estructuras con el aporte diario de estos minerales.<sup>7</sup>

La concentración de fluoruros en la placa dental y en la saliva ayudan a controlar las lesiones iniciales de la caries dental, refrenan el proceso mediante el cual los microorganismos cariógenos metabolizan los carbohidratos para producir ácidos y modificar la producción bacteriana de polisacáridos adhesivos evitando la desmineralización del esmalte sano e induciendo a su re mineralización, mediante la siguiente reacción: <sup>7</sup>



Que no es más que la unión de cristales de fluorapatita a la superficie del diente que reemplazaran a los cristales de hidroxiapatita.<sup>7</sup>

#### **2.2.1.2.2. Distribución del flúor en el organismo**

El más alto aporte de fluoruros a nuestro sistema procede del agua potable.

El fluoruro entra en el cuerpo con los alimentos, a través de la respiración y de los productos que contienen fluoruro.<sup>12</sup> El 80 % de fluoruros es asimilado principalmente en el estómago e intestino delgado y lo demás desechado a través de las excreciones.<sup>7</sup>

El fluoruro no está unido irreversiblemente al hueso. Durante la fase de crecimiento del esqueleto, una porción relativamente alta de una dosis de fluoruro ingerida se depositará en el esqueleto. La diferencia entre la cantidad de fluoruro ingerido y la cantidad de fluoruro excretado en la orina y las heces puede ser positivo y negativo. En general la excreción urinaria excede la ingesta, es decir, hay un balance negativo de fluoruro. En los bebés, cuando las ingestas de fluoruro son extremadamente bajas, se libera suficiente fluoruro del hueso al líquido extracelular para dar lugar a una excreción urinaria superior a la ingesta. Esto contrasta enormemente con la situación en un adulto, aproximadamente la mitad de la ingesta diaria de fluoruro de los adultos se depositará en el esqueleto y el resto se excretará en la orina.<sup>14</sup>

La concentración mínima necesaria para producir el efecto protector pre- y posoperatorios es de 0,5 mg/l y en una concentración de 2 mg/l, aumentan los efectos.<sup>18</sup>

#### **2.2.1.2.3. Incorporación de flúor en los dientes**

El efecto más importante del fluoruro en la incidencia de caries es a través de su papel en el proceso de remineralización y desmineralización del esmalte dental.<sup>11</sup> El fluoruro se mezcla con hidroxiapatita y se convierte a cristales de fluorapatita que es más fuerte porque forma una estructura espacial mucho más ordenada y resistente al

ataque de los ácidos; estos cristales están organizados en varillas y componen la parte inorgánica del esmalte dentario (96%) y así aumentan la resistencia del diente.<sup>7,12</sup> La presencia de fluoruro en un medio ácido reduce la disolución de hidroxiapatita de calcio. Si el fluoruro está presente en el líquido de la placa, se reducirá la desmineralización, ya que adsorber en la superficie del cristal y proteger los cristales de la disolución.<sup>12</sup>

De igual modo, con respecto a fluorosis, varios días de exposición a altas concentraciones de fluoruro son necesarios durante la formación del esmalte para cambios visibles a detectarse clínicamente en el futuro.<sup>3</sup>

### **2.2.1.3. Mecanismos anticariogénicos del flúor:**

La caries dental es una enfermedad que perjudica a la salud de millones de personas en el mundo. En la Región de las Américas, la proporción de personas que han sido afectadas por la caries dental en la década de 1990 es muy elevada; entre los escolares de 5 a 17 años, la proporción es de 90% aproximadamente.<sup>15</sup>

Desde que la efectividad del flúor en la prevención de caries dentarias que fue postulada en la década del 40, su uso ha sido considerablemente aceptado y practicado.<sup>7</sup> El fluoruro trabaja sobre la caries controlándolo al interferir con los procesos de desterritorialización y la remineralización del diente. Se disminuye la pérdida de mineral cuando está presente en la cavidad oral en concentraciones bajas y constantes y, en consecuencia, reduce la tasa de progresión de la caries en la población.<sup>3</sup>

En la actualidad la forma más eficaz de prevenir la caries es mediante el uso de productos dentales con flúor.<sup>12</sup> También la fluoración artificial del agua de consumo

público ha sido la medida más eficiente para la profilaxis colectiva de la caries dental.<sup>1</sup>

En un medio saturado con iones fluoruro, posibilitará el proceso de remineralización en el esmalte. Y así se incorporará cristales de fluorapatita a la superficie del diente, que reemplazarán a los cristales de hidroxiapatita.<sup>7</sup>

Como ya es sabido el consumo controlado de fluoruro ayuda a reducir la caries dental, lo que ha permitido disminuir esta afección en los países donde se agrega fluoruro al agua o a la sal.<sup>15</sup>

#### **2.2.1.4. Fluorización del agua:**

La fluorización del agua de abastecimiento público se considera como el método colectivo más eficaz para prevenir la caries, de mejor relación costo beneficio, por ser capaz de atender todos los segmentos de la población, independientemente de la edad y del nivel socioeconómico o cultural.<sup>16</sup>

La fluoración no implica adicionar compuestos extraños al agua, sino que sólo ajustar la concentración de compuestos naturalmente presentes entre ellos los fluoruros para lograr prevenir las caries sin producir fluorosis dental.<sup>17</sup>

La fluoración del agua potable ha sido reconocida como una de las maneras más eficaces para lograr la exposición de toda la comunidad a los efectos de prevención de la caries.<sup>16</sup> La importancia de la adición de fluoruro a instalaciones de tratamiento de suministro de agua pública se basa en la evidencia, y desde que se implementó como estrategia de salud pública para la prevención de caries hace más de 60 años, el equilibrio entre la anticaries beneficio de fluoruro y el riesgo de fluorosis dental ha sido discutido.<sup>3</sup>



En sistemas de fluoración de aguas municipales se usan ácido fluorosilícico, hexafluorosilicato de sodio y fluoruro sódico.<sup>18</sup>

El fluoruro se encuentra en todas las aguas naturales. El agua de mar contiene 01.02 a 01.05 ppm de fluoruro. Las concentraciones de agua dulce son generalmente más bajas de 0,01 a 0,3 ppm. Mayores concentraciones de fluoruro en el agua pueden estar presentes cerca de las aguas termales de origen volcánico.<sup>12</sup>

Actualmente, la concentración de flúor recomendada en el agua potable es de 0,7 mg/l, frente a los 0,7-1,2 mg/l recomendados en 1962.<sup>6</sup> Este cambio se basa en que el fluoruro contenido en el agua potable se incorpora también en los alimentos, aumentando el riesgo de fluorosis dental, y a que la principal acción preventiva del flúor es posteruptiva.<sup>1</sup> Pero de acuerdo al criterio de la OMS, la concentración de fluoruro en agua potable debe encontrarse entre 0.5 a 1.5 mg/l.<sup>18</sup> La dosis de fluoruro diaria recomendada para prevenir la caries para un niño de 2 a 3 años es de 0.250 ppm, de 3 a 6 años 0.50 ppm, y de 6 años a más 1 ppm.<sup>7</sup>

De lo anterior se concluye que la fluoración del agua potable es una medida justa, que abarca a toda la población en riesgo, es la medida más costo efectiva y tiene la capacidad de reducir las desigualdades de salud bucal generadas por las diferencias socioeconómicas, elementos que constituyen los requisitos de la justicia sanitaria.<sup>17</sup>

#### **2.2.1.4.1. Concentraciones en el agua**

Las Normas internacionales de 1971 establecieron los límites de control de los fluoruros en el agua potable para diversos intervalos del promedio anual de temperaturas máximas diarias del aire; los límites de control oscilaron entre 0,6 y 0,8 mg/l para temperaturas de 26,3 a 32,6 °C y 0,9-1,7 mg/l para temperaturas entre 10 y 12 °C.<sup>18</sup>

Las concentraciones altas de fluoruros en aguas de consumo mayores que 1.0 y 1.5 mg/l pueden provocar efectos adversos a la salud como fluorosis dental en los niños y daños óseos en niños y adultos en concentraciones mayores según las normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 y 1963<sup>18</sup>; sin embargo, las concentraciones óptimas ejercen una acción protectora ante las caries dentales hasta 1.0 mg/l.<sup>8,18</sup>

El fluoruro se encuentra en el agua de mar en una concentración de alrededor de 1.2 - 1.4 mg / litro, en aguas subterráneas en concentraciones de hasta 67 mg / litro, y en la mayoría de las aguas superficiales en concentraciones de menos de 0.1 mg / litro. El fluoruro también se encuentra en los alimentos, especialmente el pescado y el té.<sup>7</sup>

La concentración óptima de fluoruro varía según las condiciones climáticas, y generalmente se recomienda el rango de 0.5 mg a 1.0 mg/litro. En todo el mundo, alrededor de 355 millones de personas reciben agua fluorada artificialmente. Además, alrededor de 50 millones de personas reciben agua fluorada naturalmente a una concentración de alrededor de 1 mg / litro.<sup>14</sup>

La OMS según las guías de 1984 y 1993 recomienda un valor de referencia de 1,5 mg/l y se encuentran en aguas subterráneas, pero no suelen superar los 10 mg/l. La concentración más alta que se ha encontrado es de 2800 mg/l.<sup>18</sup>

Las pruebas epidemiológicas demuestran que las concentraciones mayores a 1,5 mg/l conllevan un riesgo de provocar fluorosis dental, y que cuanto mayor es la concentración mayor es el riesgo de fluorosis ósea. El valor recomendado para la fluoración artificial suele ser de 0,5 a 1,0 mg/l.<sup>18</sup>

La concentración mínima mediante cromatografía iónica es de 0,01 mg/l y 0,1 mg/l mediante electrodos selectivos de iones o el método colorimétrico del SPADNS (ácido dihidroxi-sulfofenilazonaftalenodisulfónico).<sup>18</sup>

En algunos países del mundo existen ciertas concentraciones de flúor en el agua que consumen, las cuales son:

- Un intervalo de concentración de fluoruro de 0,7 a 1,2 mg F / L se estableció en agua para los EE.UU. sobre la base de las temperaturas máximas del medio ambiente, teniendo en cuenta que, dentro de este rango, los efectos de fluoruro serían "óptima" con respecto a beneficio / riesgo.<sup>3,6</sup>
- En Brasil, de acuerdo con la Ordenanza 635 / BSB / 1975, la concentración de fluoruro en agua recomendada para la mayoría de las ciudades es de entre 0,6 y 0,8 mg F / L, con un nivel óptimo de 0,7 mg F / L.<sup>3</sup>
- En las poblaciones españolas la concentración de flúor en el agua potable es menor de 0,3 mg/l, por lo que pueden administrarse suplementos de flúor en los menores con riesgo de caries dental, aunque comprobando el posible uso combinado de otras formas sistémicas de flúor, evitando así el riesgo teórico de fluorosis dental.<sup>1</sup>
- Las concentraciones de fluoruros en aguas cubanas de fuentes de abasto subterráneas, tanto en la época de lluvia como de seca, muestran que predominan las concentraciones de fluoruros inferiores a 0,7 mg/L.<sup>8</sup>
- En México el límite máximo de fluoruro en agua potable es de 0.7 ppm; se recomienda que no se debe consumir sal yodada-fluorada, de acuerdo con la norma NOM-013-SSA2-2006 (SSA 2007) siempre y cuando las concentraciones sobrepasen este valor.<sup>9</sup>

### **2.2.1.5. Presencia de flúor en distintas sustancias**

Las aguas subterráneas presentan concentraciones relativamente altas, también puede ser significativa la ingesta en zonas donde se usa carbón con alto contenido en fluoruro en recintos cerrados.<sup>18</sup>

El fluoruro se encuentra naturalmente en nuestro medio ambiente, sino que se consume en pequeñas cantidades. El factor más importante para determinar la presencia de flúor en la alimentación es agua fluorada.<sup>11</sup> El fluoruro se encuentra en la mayoría de las circunstancias en los alimentos, principal fuente de ingesta de fluoruro, en el agua potable, la sal, en los dentífricos en menor cantidad,<sup>18</sup> y en bebidas embotelladas, que constituyen las fuentes principales para el consumo humano; en menores concentraciones en alimentos y en múltiples productos utilizados para la higiene bucal.<sup>7</sup>

El uso de botellas de agua sin saber el nivel de fluoruro puede exponer a los niños a la caries dental si el nivel de fluoruro es menor a la óptima o a la fluorosis dental si su nivel es demasiado alto.<sup>16</sup>

### **2.2.1.6. Toxicidad del flúor**

Los estudios epidemiológicos sobre los efectos adversos de la ingestión prolongada de fluoruro a través del agua potable demuestran claramente que el fluoruro afecta principalmente a los tejidos óseos. El fluoruro puede producir un efecto adverso en el esmalte dental y puede provocar fluorosis dental leve en concentraciones de 0,9 a 1,2 mg/l en el agua de consumo, en función de la ingesta. Se ha concluido también que existe un claro riesgo de efectos óseos adversos si la ingesta esta entre 6 mg/día y 14 mg/día.<sup>18</sup>

La excesiva concentración de fluoruros en agua potable es un problema relevante a nivel mundial.<sup>9</sup> La toxicidad aguda puede ocurrir después de la ingestión de una o más dosis de fluoruro durante un corto período de tiempo que entonces conduce a la intoxicación. Hoy en día, la intoxicación se debe principalmente a la ingestión no supervisada de los productos para la higiene dental y oral y agua sobre-fluorada.<sup>12</sup>

Las aguas termales se caracterizan por la presencia de elementos químicos potencialmente tóxicos. Uno de estos elementos es el flúor.<sup>7</sup> A pesar de que el fluoruro puede ser tóxico en concentraciones extremadamente altas, su uso tópico es seguro. La Academia Europea de Odontología Pediátrica (EAPD) recomienda un uso tópico preventivo de suplementos de fluoruro debido a su efecto cariostático.<sup>12</sup>

Las enfermedades principales causadas por el consumo prolongado de altas dosis de Flúor son: fluorosis dental, fluorosis esquelética, fracturas (principalmente de cadera), deformación de huesos, envejecimiento prematuro y diversos tipos de cáncer.<sup>7,11,119</sup> No hay pruebas sólidas de efectos médicos adversos asociados con el consumo de agua con fluoruro agregado natural o artificialmente a una concentración de 0.5 a 1.0 mg / litro que no sea el aumento de fluorosis dental descrito anteriormente.<sup>14</sup>

Además, los estudios de EE. UU. En áreas con niveles de fluoruro natural de hasta 8 mg / litro no encontraron evidencia clínica de daño. Sin embargo, hay pruebas claras de la India y China de que la fluorosis esquelética y un mayor riesgo de fracturas óseas se producen como resultado de una exposición excesiva a largo plazo al fluoruro (ingestas totales de 14 mg de fluoruro por día), y pruebas que sugieren un mayor riesgo de Efectos óseos en ingestas totales superiores a aproximadamente 6 mg de fluoruro por día.<sup>14</sup>

### **2.2.2. Agua**

El agua es un líquido inodoro, incoloro e insípido, su fórmula química es H<sub>2</sub>O, este es esencial para la vida animal y vegetal y el solvente más utilizado. Compone un recurso esencial en el desarrollo de la vida humana y la industria.<sup>20</sup>

#### **2.2.2.1. Propiedades y generalidades del agua.**

El agua es un elemento que a estado en la tierra hace más de 3000 millones de años, ocupa las tres cuartas partes de la superficie terrestre y está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno que conforman una molécula (H<sub>2</sub>O) la forma en que estas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos al agua; líquida, sólida o gaseosa. El 98% del agua del planeta es salada y del agua dulce restante en un 69% corresponde a glaciares y nieve, un 30% son aguas subterráneas y solo un 10.7% lo encontramos en ríos y lagos.<sup>20</sup>

El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. El agua, considerada como un solvente universal, ya que es capaz de disolver o dispersar las sustancias con las que tiene contacto.<sup>13</sup>

#### **2.2.2.2. Fuentes principales de agua dulce.**

**a) El agua atmosférica** que de modo natural se condensa y que luego se precipita en forma de lluvia, granizo o nieve.

**b) El agua superficial** que está contenida en los lagos, ríos, pantanos, mares, lagunas, canales y océano.

#### **Fuentes de agua superficiales**

Pozos profundos protegidos que son esencialmente libres de contaminación fecal: se indica un tratamiento de desinfección.

Pozos superficiales no protegidos que presenta contaminación fecal: se indica filtración y desinfección para un apto tratamiento.

c) **El agua subterránea** se da en el acopio de agua por medio de los poros de rocas y suelo que se saturan de agua, formada por manantiales, pozos profundos y poco profundos, acuíferos y galerías de infiltración.<sup>20</sup>

### **Fuentes de agua subterráneas**

El agua subterránea está conformada por manantiales, pozos poco profundos, galerías de infiltración y pozos profundos. En algunas regiones, existen estratos de materiales porosos que afloran a la superficie e inmediatamente debajo de ella para después hundirse formando una pendiente, haciéndose más profundo a medida que aumenta la distancia de la floración. Las aguas subterráneas son claras, frías, sin color y más duras que el agua de superficie en la región en la cual se encuentran. En las formaciones, las aguas subterráneas son muy duras y parcialmente no corrosivas, mientras que, en las formaciones graníticas, son suaves, con bajo contenido de minerales disueltos, un contenido relativamente alto en dióxido de carbono libre y son muy corrosivas.<sup>20</sup>

### **2.2.2.3. Usos del agua**

**El consumo humano o doméstico** que sirve para beber, preparar los alimentos, bañarse, cepillarse los dientes, lavar la ropa, limpieza de la casa, regar las plantas entre otros usos.<sup>20</sup>

**Uso industrial** en el proceso de plantas industriales como materia prima hasta un producto terminado, generación de vapor, lavado, refrigerantes, refineries, destilería de petróleo, mataderos, industria láctea entre otros usos.<sup>20</sup>

#### **2.2.2.4. Agua potable**

El agua que se investigará o analizará deberá de clasificarse y someterse a un tratamiento especial que se le aplicará antes de ser distribuido. Este tratamiento será para precisar según los resultados de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas si es idónea para el consumo humano.<sup>20</sup>

El distrito de Trujillo cuenta con un método de abastecimiento de agua que es alimentado por cinco pozos cada uno cuenta con una técnica de bombeo conectado a la red de distribución de agua municipal.<sup>20</sup>

Los métodos químicos, físicos y bacteriológicos que se hacen para determinar la calidad del agua de los reservorios que abastecen a las urbanizaciones de Trujillo, son descritos en el Standard Methods for the Examination of Wáter And Waste wáter, de la APHA, y el Reglamento de calidad del Agua de Consumo Humano: PRONAP- MP y sus derivadas autorizadas por la Presidencia.<sup>20</sup>

Casi siempre las investigaciones sanitarias evidencian si el agua se produce en las condiciones establecidas y si cambian, dependiendo del lugar donde se halle instalado el sistema de dosificación.<sup>20</sup>

Las cuales son:

- Supervisión de las operaciones de la planta purificadora, dosificadores y la construcción del pozo.
- Reconocimiento de la fuente sin tratar y las condiciones que influyen en su calidad.
- Control del mecanismo para la distribución del líquido a los consumidores.

Solo las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas pueden determinar la potabilidad del agua.



El agua exenta de bacterias y químicos perjudiciales para la salud se llama potable y la contaminada como aquellas aguas negras, aguas residuales, aguas con desperdicios industriales se le denomina aguas contaminadas o aguas no potables.<sup>20</sup>

La evolución de la calidad del agua demanda de un análisis a escala microscópica, para después comparar los resultados con los valores de las normas correspondientes, para este caso el Reglamento de calidad del Agua de Consumo Humano: PRONAP-MP. El agua suministrada por los servicios públicos para fines domésticos e industriales, debe satisfacer ciertos requisitos fundamentales, tales como, clara, agradable al gusto, sin olor rechazable, no corrosivo, no conformadas de incrustaciones, libres de microorganismos patógenos.<sup>20</sup>

### **2.2.3. Hidrografía de Trujillo**

Trujillo cuenta con el río Moche que pasa por la parte sur de la ciudad; sus aguas fueron utilizadas desde la cultura mochica y chimú, que la aprovecharon para sus campos de cultivo; en la actualidad forma parte de la Campiña de Moche y sus aguas continúan siendo utilizadas en ésta. El río desemboca en el océano Pacífico justo en los límites entre los distritos de Moche y Víctor Larco Herrera.<sup>17</sup>

#### **2.2.3.1. Fuentes de abastecimiento**

La fuente primaria de abastecimiento viene de la planta de tratamiento de Salaverry, la planta cuenta con una capacidad de producción de 1,25 m<sup>3</sup>/s. La empresa encargada de la distribución de agua potable es SEDALIB S.A. la que adquiere el agua del proyecto especial CHAVIMOCHIC y a la vez explota 33 pozos tubulares del acuífero del valle de Santa Catalina.<sup>17,20</sup>

La producción per cápita de agua es de 210 litros por persona, y una demanda anual de 899 mil m<sup>3</sup>/año. La cobertura del servicio del agua potable en la ciudad de Trujillo es de 91,74%.<sup>17,20</sup>

### **III. HIPÓTESIS**

- La concentración de fluoruro en el agua potable subterránea y superficial del distrito de Trujillo no cumplen con la norma de la OMS, en el año 2017.

### **IV. METODOLOGÍA**

#### **4. 1 Diseño de la investigación**

**Analítico** porque plantea y pone a prueba una hipótesis,<sup>22</sup> en el estudio comprobamos si la concentración de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea es mayor o menor a la norma establecida por la OMS.

**Observacional** porque se centra en observar y tomar datos,<sup>21</sup> en el estudio se observó y anotó las concentraciones de fluoruros del agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo.

**Transversal** porque se centra en analizar los datos en un momento específico,<sup>21</sup> en el estudio se tomó las concentraciones del flúor del agua potable superficial y subterránea en una sola vez.

**Prospectivo** porque su proceso se planifica a detalle para luego ejecutar,<sup>21</sup> en el estudio se recogió las muestras para luego verificar la concentración de fluoruros que contienen.

#### **4. 2 Población y muestra**

**4.2.1. Población:** Agua potable superficial y subterránea de las urbanizaciones y barrios del distrito de Trujillo en el año 2017.

#### **4.2.2. Criterios de selección:**

##### **4.2.2.1 Criterios de inclusión.**

- Fuente de agua de las urbanizaciones o barrios en los que se especifica un solo tipo de distribución de agua.
- Fuente de agua de las urbanizaciones o barrios que tengan el mismo tipo de distribución de agua y que estén una al costado de la otra con una superficie territorial pequeña.
- Fuente de agua de las urbanizaciones o barrios que tengan el mismo tipo de distribución de agua y que estén una al costado de la otra y que tengan poca población.

##### **4.2.2.2 Criterios de exclusión.**

- No se considera las fuentes de agua de las urbanizaciones o barrios donde se distribuye los dos tipos de agua y no especifica el lugar o zona.
- No se considera las fuentes de agua de las urbanizaciones o barrios que se encuentren dentro de una urbanización o barrio mucho más grande.
- No se considera las fuentes de agua de las urbanizaciones o barrios que tengan una superficie muy pequeña y que este al costado de una zona mucho más grande que tenga el mismo tipo de distribución.

**4.2.3. Muestra:** 100 ml de agua potable recogida desde los caños de las viviendas de cada urbanización y barrio que se abastecen de agua potable superficial del distrito de Trujillo y 100 ml de agua potable recogida desde los caños de las viviendas de cada urbanización y barrio que se abastecen de agua potable subterránea del distrito de Trujillo en un total de 46 muestras, según la información de distribución de SEDALIB (*ver anexo 1*) las cuales son: Barrio Mampuesto, Centro Cívico, Urb.

Palermo, Urb. El Molino, Urb. Torres Araujo, Urb. Razuri, Urb. Puerta del Sol, Urb. San Nicolas, Urb. Luis Albrecht, Urb. Miraflores, Urb. Aranjuez, Urb. Los Jardines, Urb. Huerta Grande, Alto Mochica, Urb. Intendencia, Urb. Las Quintanas, Urb. Las Orquídeas, Urb. La Rinconada, Urb. La Arboleda, Urb. La Perla, Urb. Las Capullanas, Urb. Los Rosales, Urb. Vista Hermosa, Urb. San Vicente, Urb. Santa Inés, Urb. Cortijo, Urb. Chicago, Urb. San Fernando, Urb. Primavera, Urb. Mochica, Urb. Los Portales, Urb. Los Granados, Urb. Libertad, Urb. Los Cedros, Urb. Covicorti, Urb. Los Pinos, Urb. Las Casuarinas, Urb. San Andrés, Urb. Chimú, Urb. La Merced, Urb. Sta. María y Urb. Monserrate. El muestreo fue por conveniencia, bola de nieve, se eligió una vivienda que este en una zona central al área de un determinado tipo de distribución de agua, al no encontrarse apta, o no colaborar se escogía a la vivienda contigua hasta recoger la muestra; se realizó entre el mes de junio y julio del 2017, se usaron como recipientes para las muestras, botellas plásticas de 100 cm<sup>3</sup>, previamente lavados tres veces con agua ultrapura. Las botellas fueron rotuladas con anterioridad para agilizar el muestreo y garantizar la identificación del punto de muestreo. Existen diversas metodologías de determinación de fluoruros en agua, pero la cuantificación en este estudio se realizó mediante cromatografía iónica con supresión iónica - HPLC.

El tamaño de la muestra fue determinado empleando la fórmula para la comparación de la concentración de flúor en los tipos de abastecimiento de agua potable superficial o subterránea:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 2S^2}{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}$$

Donde

$n =$  Número de muestras de agua

$Z_{\alpha/2}=1.96$  Valor normal con error tipo I del 5% para un  $\alpha= 0.05$

$Z_{\beta}=0.84$  Valor normal con error tipo II del 5% para un  $\beta=0.02$

$S=1.2(X_1 - X_2)$  Valor asumido por no encontrar valores de flúor en el agua subterránea según muestra piloto.

Reemplazando se tiene:

$n = 23$  muestras de agua

Se obtuvo 23 muestras de 100 ml de agua potable superficial desde los caños de las casas de cada urbanización o barrio del distrito de Trujillo y 23 muestras de 100 ml de agua potable subterránea desde los caños de las casas de cada urbanización o barrio del distrito de Trujillo.

Se tomó una muestra de agua del caño principal de cada vivienda. La cantidad de muestras de agua fueron tomadas a partir de los resultados de la prueba piloto (*Ver anexo 3*), en el cual se recolectaron 9 muestras de agua potable superficial y 9 muestras de agua potable subterránea de forma aleatoria de acuerdo a la información brindada por SEDALIB, para ver los inconvenientes que se podrían suscitar y así poder planificar la ejecución definitiva; se observó que en las 9 muestras de agua potable superficial se encontraban valores muy bajos mientras que en las 9 muestras de agua potable subterránea no se encontró fluoruro.

### 4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

VARIABLES	DIMENSIONES	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES FINALES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Fuente de Agua potable	-	Es el agua que mediante procesos químicos, físicos y bacteriológicos es apta para el consumo humano. <sup>20</sup>	Cantidad de agua de consumo humano en el distrito de Trujillo en el año 2017.	Fuente de datos de SEDALIB	-	Cualitativo	Nominal
Concentración de fluoruros	-	El flúor es un bioelemento cuya contribución en el control y prevención de la caries se basa en su acción remineralizante sobre el esmalte, haciéndolo más resistente frente a los ácidos provenientes de la placa bacteriana. <sup>7</sup>	Concentración de flúor en el agua potable superficial y subterránea de la provincia de Trujillo mediante la cromatografía iónica.	Cromatógrafo Iónico	Miligramos por litro (mg/l)	Cuantitativo	De Razón

#### **4. 4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

##### **4. 4. 1. Técnica.**

Observación porque se centra en observar y tomar datos,<sup>21</sup> en el estudio se recolectó las muestras y por medio de un cromatógrafo iónico se examinó y anotó las concentraciones de fluoruros del agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo.

##### **4. 4. 2. Instrumento.**

Cromatógrafo Iónico CECIL Adept / Q-Adept; este instrumento es válido para medir 7 tipos de iones como: Fluoruro  $F^-$ , Cloruro  $Cl^-$ , Nitratos  $NO_3^-$ , Nitritos  $NO_2^-$ , Sulfatos  $SO_4^{2-}$ , Bromuros  $Br^-$  y Fosfatos  $PO_4^{3-}$ ; y es confiable dado que está calibrado para su uso en la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad nacional de Trujillo.<sup>23</sup>

##### **4. 4. 3. Procedimiento.**

###### **4. 4. 3. 1 Recolección de la muestra.**

Las muestras se recolectaron entre el 21 de junio y 07 de julio del año 2017, con la ayuda de la información brindada por SEDALIB y un mapa del distrito de Trujillo se escogió la vivienda que se encontrara dentro de la zona de reparto de cada tipo de agua, si la vivienda no se encontraba apta para brindar la muestra se recogía de la casa aledaña o cercana a la misma, si no se encontraba una vivienda que este en una zona central al área de un determinado tipo de distribución de agua, al no encontrarse apta, o no colaborar se escogía a la vivienda contigua hasta recoger la muestra, posteriormente se enjuagó con agua ultrapura los frascos de agua potable superficial y frascos de agua potable subterránea previamente rotulados luego se dejó correr el agua del grifo de cada casa escogida por un periodo aproximado de 1 minuto y se recolectó 100 ml de agua potable en cada frasco de plástico de 100 cm<sup>3</sup> cada uno, tapados herméticamente; se transportó hacia el laboratorio en un cooler para que no permitiera el acceso de la luz y el calor para ser evaluados el mismo día.<sup>23</sup>

#### **4. 4. 3. 2 Protocolo.**

Una vez en el laboratorio se procedió a agrupar cada frasco según el tipo de agua que corresponda y cada uno de ellos se agitó para luego tomar 10 ml con una jeringa y con un filtro (PES) se depositó 2 ml en cada vial de policarboxilato (12 x 32 mm) con tapa y septa previamente rotulado con el tipo de agua y lugar que corresponda que posteriormente fue colocado en el AUTOSAMPLER (CE 4800-50), para que el cromatógrafo iónico (CECIL Adept) en un periodo de 26 minutos terminara de correr una muestra y enviara información al software y por medio de la impresora (HP) automáticamente se imprima el cromatograma (*Ver anexo 2*) con las concentraciones de los 7 aniones: Fluoruro ( $F^-$ ), cloruro ( $Cl^-$ ), nitratos ( $NO_3^-$ ), nitritos ( $NO_2^-$ ), sulfatos ( $SO_4^{2-}$ ), bromuros ( $Br^-$ ), fosfato ( $PO_4^{3-}$ ).<sup>23</sup>

#### **4.5 Plan de análisis**

Los valores obtenidos de fluoruro fueron expresados en miligramos por litro (mg/L), y los datos ingresados en una base de datos en IBM SPSS Statistics 24, y presentados en tablas con medida descriptiva promedio.

Para comparar la concentración de fluoruro en el agua potable superficial y agua potable subterránea del distrito de Trujillo se realizó empleando la prueba de comparación de medias utilizando la distribución “t” de student con un nivel de significancia del 5%.



#### 4.6. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>¿Las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo cumplen con la norma de la OMS, en el año 2017?</p>	<p>• <b>Objetivo general</b></p> <p>- Compara la concentración de fluoruro en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo con la norma de la OMS, 2017.</p> <p>• <b>Objetivos específicos</b></p> <p>- Determinar la concentración de fluoruro en el agua potable superficial de Trujillo distrito de la provincia de Trujillo en el año 2017.</p> <p>- Determinar la concentración de fluoruro en el agua potable subterránea de Trujillo distrito de la provincia de Trujillo en el año 2017.</p>	<p>La concentración de fluoruros en el agua potable subterránea y superficial del distrito de Trujillo no cumplen con la norma de la OMS, en el año 2017.</p>	<p><b>Tipo de la investigación.</b></p> <p>Es una investigación de tipo cuantitativo.</p> <p><b>Nivel de la investigación.</b></p> <p>Es una investigación de nivel descriptivo-comparativo.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>Analítico, observacional, transversal y prospectivo.</p>	<p><b>Población:</b> Agua potable superficial y subterránea de las urbanizaciones y barrios del distrito de Trujillo en el año 2017.</p> <p><b>Muestra:</b> 100 ml de agua potable recogida desde los caños de las viviendas de cada urbanización y barrio que se abastecen de agua potable superficial del distrito de Trujillo y 100 ml de agua potable recogida desde los caños de las viviendas de cada urbanización y barrio que se abastecen de agua potable subterránea del distrito de Trujillo en un total de 50 muestras, según la información de distribución de SEDALIB.</p>

#### **4.7 Principios éticos**

- La presente investigación es un estudio que se realizó de acuerdo al código de ética de Uladech para comparar la concentración de fluoruros en el agua potable superficial y agua potable subterránea con la norma de la OMS en el año 2017.<sup>24</sup>

## V. RESULTADOS

### 5.1 Resultados

**Tabla 1.**

*Valores descriptivos de las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo, 2017.*

<b>Parámetros</b>	<b>Agua potable superficial (mg/l)</b>	<b>Agua potable subterránea (mg/l)</b>
1	0.3188	0
2	0.2359	0
3	0.1733	0
4	0.2313	0
5	0.1977	0
6	0.0338	0
7	0.2085	0
8	0.1601	0
9	0.1600	0
10	0.4049	0
11	0.3498	0
12	0.3213	0
13	0.3462	0
14	0.3578	0
15	0.0891	0
16	0.1906	0
17	0.1617	0
18	0.1456	0
19	0.3210	0
20	0.1781	0
21	0.4624	0
22	0.2565	0
23	0.4303	0
<b>Promedio</b>	<b>0.2500</b>	<b>0</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0.1082</b>	<b>0</b>

*Fuente: Datos proporcionados por el autor.*

Valores promedio de las 23 muestras de agua potable superficial con un promedio de 0.25 mg/l de fluoruro y una desviación estándar de 0.1082 mg/l de fluoruros y las 23 muestras de agua potable subterránea sin concentración de fluoruro.

**TABLA 2**

*Comparación de las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo con la norma de la OMS, 2017.*

Parámetros	Agua	Agua	Valor de la OMS (mg/L)	
	subterránea(mg/L)	superficial(mg/L)	Mínimo	Máximo
Muestra	23	23		
Promedio	0.25	0	0.50	1.50
Desviación Estándar	0.1082	0		
t de Student			-11.5527	-57.7634
p			<0.005	

***Fuente:*** Datos proporcionados por el autor.

En 23 muestras de agua potable superficial con una desviación estándar de 0.1082 mg/L se encontró un promedio de 0.25 mg/L de fluoruros y en 23 muestras de agua potable subterránea no se encontró fluoruros, comparado con la concentración mínima de 0.50 mg/L y máxima de 1.50 mg/L de fluoruro en el agua de consumo humano recomendado por la OMS mediante la prueba de comparación de medias de distribución “t” de student se encontró una diferencia altamente significativa de -11.5527 y -57.7634 entre dichos valores respectivamente, estas nos indican que el promedio de la concentración de flúor en el agua potable superficial de la ciudad de Trujillo es menor al valor mínimo brindado por la OMS.

## 5. 2 Análisis de Resultados

Las concentraciones de fluoruros en agua potable de abasto de tipo superficial y subterránea en el distrito de Trujillo son inferiores a 0.50 mg/l que es el valor mínimo en las que puede haber efectos anticariogénicos<sup>18</sup> con un valor mínimo en el agua superficial de 0.0338 mg/l y un valor máximo de 0.4624 mg/l mientras que en las 23 muestras de agua potable subterránea no se detectaron presencia de fluoruros (<0,001mg/l).

Este trabajo concuerda con el estudio hecho por Reyes D<sup>2</sup> entre mayo y junio del 2015 en el que examina la concentración de fluoruro en el agua consumida por la población de los distritos de la provincia de Piura para determinar si existe fluoruros en las concentraciones recomendadas por la OMS para la prevención de la caries dental, en el que utilizó un Fluorímetro 720 A, Electrodo ISE tipo Orión Modelo 96-09, encontrando concentraciones entre 0.131 y 0.450 ppm; del mismo modo concuerda con Melo L<sup>4</sup> que en su estudio hecho en las mismas fechas pero del año 2014 en la provincia de Bolívar en La Libertad, con el mismo objetivo mencionado anteriormente, usando el mismo instrumento que Reyes D<sup>2</sup> encontrando concentraciones entre 0.0410 y 0.1887 ppm, pudo haberse encontrado menores concentraciones puesto que el Fluorímetro no permite medir concentraciones menores a 0.1 mg/l.<sup>18</sup>

Igualmente, en el estudio hecho por Jara D.<sup>7</sup> en el año 2013 que tuvo como objetivo evaluar la concentración de flúor en el agua potable, agua termales y manantiales de 6 distritos de Santiago de Chuco, tomándose 24 muestras de distintos puntos de distribución de agua potable, 3 de aguas termales y 15 de agua de manantiales. Los resultados indicaron que, las concentraciones promedio de fluoruro de aguas

termales, potable y de manantiales estaban entre 0.0265 ppm y 0.426 ppm. A pesar de que las concentraciones de fluoruros son inferiores a las recomendadas por la OMS son muy superiores a las concentraciones encontradas en el agua subterránea de este trabajo de investigación, esto puede deberse a que como son aguas termales y de manantiales se encuentran en reposo a diferencia de las muestras que se tomaron en este estudio que se hicieron en los caños de las viviendas.

A diferencia del estudio hecho por Isidro V<sup>1</sup> en el año 2014 en España en el que evalúa la concentración de flúor en el agua potable, la concentración fue medida mediante la cromatografía iónica y encontraron que el 95% de las ciudades estudiadas contenía menos de 0.7 mg/l y solo en 5 poblaciones la concentración fue mayor a 0.7 mg/l, esto podría deberse a que el instrumento utilizado permite registrar concentraciones más exactas que va desde 0.001 mg/l a más.

Igualmente, al evaluar la concentración de fluoruros en el agua potable subterránea, no concuerda con los estudios realizados por Cuellar L<sup>8</sup>, en el año 2012 en cuatro provincias de Cuba en el que evaluó la concentración de fluoruros en el agua subterránea en épocas secas y húmedas, para lo cual utilizaron el método potenciométrico con electrodo combinado con fluoruro donde identificaron 16 localidades donde obtuvieron una media de 0.36 y a pesar que los valores encontrados son menores a la norma de la OMS son mayores también a los resultados obtenidos en este estudio con respecto al agua potable subterránea, bibliográficamente es normal encontrar mayor concentración de fluoruros en el agua subterránea.<sup>18</sup>

Mientras que en el estudio realizado por Pino A<sup>6</sup> en el año 2017 para determinar la concentración de fluoruros en el agua de en un colegio de los A.A. H.H Tío Chico y

7 de Junio del distrito de Sachaca en Arequipa, donde encontraron un promedio de 1.07 mg/l valor que se encuentra dentro de la norma de la OMS; así también Bergamo ET<sup>3</sup> en el año 2015 en Maringà Brasil realizo un estudio donde evaluó la calidad de fluoración del agua, para lo cual tomaron 325 muestras mensuales durante un año de las 28 redes de distribución: 20 de plantas de tratamiento y 8 de pozos artesanos; las concentraciones de F se determinaron utilizando un electrodo de ion específico, considerando todas las muestras de agua analizada presentó entre 0.55 y 0.84 mg F/L, lo cual es adecuada y está equilibrada entre riesgo y beneficio; del mismo modo Galicia L<sup>9</sup> en su estudio en el año 2011 en la delegación de Tlahuac en México, en el que evaluó 144 muestras de agua potable encontrando un valor promedio de 0.86 ppm y este se encuentra dentro de la norma de la OMS, lo que no concuerda con los valores encontrados en este estudio, esto podría deberse a que previamente se estaban haciendo esfuerzos por mantener equilibrada los parámetros del agua.

Y finalmente el estudio que más guarda similitud por cuestión de ubicación y tipo de agua es el de Rosas K<sup>10</sup> en el año 2009 en la Provincia de Trujillo, cuyo objetivo fue examinar la concentración de fluoruros en el agua potable de 33 pozos de la red de distribución encontrando un nivel que estuvo en un rango de 0.252 ppm y 0.644 ppm siendo estos niveles bajos para ser adecuados como medida de prevención en la salud oral, y a pesar de esto las concentraciones de fluoruro en el agua son mayores a las encontradas en esta investigación esto podría deberse a que no consideraron que existe dos tipos de agua potable para el consumo humano y con una marcada diferencia de concentraciones entre ellas además de que las muestras fueron tomadas directamente desde los pozos de la red y no directamente de los caños de cada casa.

## **VI. CONCLUSIONES**

- La concentración promedio de fluoruro encontrada en el agua potable superficial se encuentra por debajo de los valores guías establecidos por la OMS mientras que en el agua potable subterránea no se encontró fluoruros por lo tanto no cumplen con la norma de la OMS en el año 2017.
- La concentración promedio de fluoruro encontrada en el agua potable superficial es de 0.25 mg F/L en el año 2017.
- No se encontró fluoruros en el agua potable subterránea en el año 2017.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda hacer un estudio para comparar las concentraciones de flúor en el agua potable según la estación del año.
- Se recomienda hacer un estudio para comparar las concentraciones de flúor en el agua potable en los demás distritos de Trujillo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Isidro V, Maraver F, Almerich-Silla J. Flúor en aguas de consumo público españolas y prevención de la caries dental. España [Revista en la Internet]. Cartas a la Directora / GacSanit. 1014. [Citado 29 Ago. 2016]; 28(3):253–259 Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-91112014000300017](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112014000300017)
2. Reyes D. Concentración de fluoruro en agua consumida por la población de los distritos de la provincia de Piura – región Piura, mayo – junio 2015. Tesis de grado. Repositorio Institucional UNITRU. [Internet]. Trujillo. 2015. [citado 2017 Jun 19]; 28 P. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1556>



3. Bergamo ET, Barbana M, Terada RS, Cury JA. Las concentraciones de fluoruro Fujimaki M. en el agua de Maringá, Brasil, teniendo en cuenta el balance beneficio / riesgo de caries y la fluorosis. Braz Res orales. [Revista en la Internet]. 2015; [Citado 29 Ago. 2016] 29: 47. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25760066>
4. Melo L, Neyra S. Concentración de fluoruro en agua consumida por la población de los distritos de la provincia de Bolívar - La Libertad, mayo- junio 2014. Tesis de grado. Repositorio Institucional UNITRU. [Internet]. Trujillo. 2014. [citado 2017 Jun 19]; 42 P. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3725>
5. Córdova D. Fluorosis dental en niños de 13 a 15 años del Colegio Felipe Santiago Salaverry de Picsi. Chiclayo, Perú, 2009. Revista Kiru. [Revista de la Internet]. Chiclayo, 2009; [citado 2017 Jun 19]; 6(2): 72-77. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USMP\\_fdf907dc99149876566274ce7f1814d6](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USMP_fdf907dc99149876566274ce7f1814d6)
6. Pino A. Incidencia de la Fluorosis Dental y la Enfermedad Caries en Relación con la Concentración de Flúor Proveniente del Agua de Consumo Humano en los Estudiantes de la Institución Educativa N° 40078 Corazón de Jesús y de la Institución educativa N° 40087 Jesús Manuel Loayza Deza de los Asentamientos Humanos Tio Chico y 7 de Junio del Distrito de Sachaca. Tesis de grado. UCSM [Internet]. Arequipa 2017. Feb [citado 2017 Jun 19]; 115 P. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6533>
7. Jara D, Gonzáles G, Rodrigo E, Ruiz S. Concentración de fluoruro en agua potable, aguas termales y manantiales de 6 distritos de Santiago de Chuco, Perú. [Revista en la Internet]. Trujillo. Revista “Ciencia y Tecnología”, Escuela de

Postgrado – UNT. 2013 Mar. [Citado 29 Ago. 2016] Disponible en:  
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/viewFile/269/270>

8. Cuéllar L, Molina E, del Puerto A, Maldonado G, González I, Sosa M. Distribución espacial de los fluoruros en fuentes de abasto de aguas subterráneas en cuatro provincias de Cuba. Rev Cubana HigEpidemiol [Internet]. 2012 Dic [Citado 29 Ago. 2016] ; 50( 3 ): 365-379. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032012000300011&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032012000300011&lng=es).

9. Galicia L, Molina N, Oropeza A, Gaona E, Juárez L. Análisis de la concentración de fluoruro en agua potable de la delegación Tláhuac, Ciudad de México. [Revista en la Internet]. México. Rev. Int. Contam. Ambient. 2011 Nov. [Citado 29 Ago. 2016] 27(4): 283-289. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992011000400001&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000400001&lng=es).

10. Rosas K. Concentración De Flúor En Agua De Consumo En Los Distritos De La Provincia De Trujillo 2009. Tesis de grado. Repositorio Institucional UNITRU. [Internet]. Trujillo. 2009. [citado 2017 Jun 19]; 66 P. Disponible en:  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/416>

11. Rivera S, Godorccci S, Borgel L, Díaz E, Fuchs T, Martin I. Fluor: potenciales efectos adversos. [Revista en la Internet]. Santiago. Rev. Chil. Pediatr. 1993 Ago. [Citado 29 Ago. 2016] 64 (4); 278-283pp; Disponible en:  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41061993000400007](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41061993000400007)

12. Kanduti D, Sterbenk P, Artnik B. Fluoride: A review of use and effects on health. Mater Sociomed. [Revista en la Internet]. 2016 Apr; [Citado 29 Ago. 2016]

- 28(2):133-137. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4851520/>
13. Cánepa L, Maldonado V, Barrenechea A, Aurazo M. Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. . Manual I: Teoría tomo 1. CEPIS. (OPS/CEPIS/PUB/04.109.). Tratamiento del agua. [Internet]. Lima. 2004. [citado 2017 Jun 19]; 306. p. Disponible en:  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/filtrarap1.html>
14. Lennon M, O'Mullane H, Ekstrand J. Fluoride. Pp. 180-186 Disponible en:  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/nutrientschap14.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/nutrientschap14.pdf?ua=1)
15. Cuéllar L, García M. El fluoruro en aguas de consumo y su asociación con variables geológicas y geográficas de Cuba. RevPanam Salud Pública. [Revista en la Internet]. 2003 Nov. [Citado 29 Ago. 2016] 14(5): 341-349. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892003001000009>.
16. Almulla HI, King NM, Alnsour HM, Sajani AK. Fluoride Content of Bottled Drinking Waters in Qatar. Biol Trace Elem Res. [Revista en la Internet]. 2016 Dec; [Citado 29 Ago. 2016] 174(2):471-476. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27116953>
17. Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Total por Sexo de las Principales Ciudades 2002 a 2015; [Citado 21 Nov. 2017]. Disponible en:  
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1020/Libro.pdf>
18. OMS. Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. 3<sup>ra</sup> Ed. [Citado 29 Ago. 2017] Vol. 1. Disponible en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/gdwq3/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq3/es/)

19. Trejo R, Bonilla A. Exposición a fluoruros del agua potable en la ciudad de Aguascalientes, México. Pan Am J PublicHealth. [Internet]. 2001. [Citado 29 Ago. 2016] 10(2), 108-113. Disponible en: <http://socialsciences.scielo.org/pdf/pdf/rpsp/v10n2/5864.pdf>
20. Ávila J, León J. Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del distrito de Trujillo departamento de La Libertad. Tesis de grado. Repositorio Institucional UNITRU. [Internet]. Trujillo. 2012 [citado 2017 Jun 19]; 92 p. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3420>
21. Hernández R. Fernández C, Baptista. Metodología de la Investigación. 6<sup>ta</sup> Ed. México Interamericana; 2014.
22. Domínguez J. Manual de Metodología de la Investigación Científica (MIMI). Universidad católica Los Ángeles de Chimbote. 3<sup>ra</sup> Ed. Chimbote, 2015. Pp.120
23. Muhye A. Cromatografía de Intercambio Iónico: Procedimiento, Principios. Lifeder. [citado 2018 dic 7] 2018. Disponible en: <http://www.lifeder.com>
24. ULADECH. Reglamento de publicaciones científicas. Versión 003. Chimbote, 2018. Pp. 9

## **Anexos**

# Anexo 1: LUGARES DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA (SEDALIB)



Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad Sociedad Anónima



Sub-Gerencia de Operaciones de Agua Potable

## **MEMORANDO N°. 0159 - 2017 - SEDALIB S.A. - 71000 - S.G.O.A.P**

**A :** **ABOG. RICARDO VELARDE ARTEAGA.**  
Funcionario Responsable de Acceso a la  
Información Pública de SEDALIB S.A.

**ASUNTO :** **SOLICITA INFORMACION LEY DE TRANSPARENCIA Y ACCESO  
A LA INFORMACION PUBLICA**

**REFERENCIA :** **REQUERIMIENTO No. 195 – 2017 – SEDALIB S.A. – LTAIP**

**FECHA :** **Trujillo, 16 de Mayo del 2017.**

Respecto al documento de referencia se alcanza la información solicitada en su documento y referente al costo su despacho deberá determinarlo teniendo en cuenta la normatividad vigente :

### **A.- AGUA SUPERFICIAL (Proveniente de la planta de Tratamiento Chavimochic)**

Centro Cívico, Urb : El Recreo, Pay – Pay, Los Jardines, Trupal, A.H. 20 de Abril, Miraflores Los Fresnos, Quintanas, Torres Araujo, Sanchez Carrion, El Alambre, San Nicolas, Sta.Teresa de Avila, Huerta Grande, Los Olivos, Albretch, Daniel Hoyle, Trupal, Vista Vella, Santo Dominguito, Singapur, El Prisma, Mansiche, Barrio Obrero, Sta. Maria I, II, III Etapa, El Recreo, La Alameda, La Noria, La Intendencia, Puertas del Sol, Aranjuez, Razuri, El Molino, Sta. Otilia, Las Malvinas, Sta. Rosalia, El Palomar, El Huerto, Puertas del Sol, Palermo, Urb.El Bosque, PP.JJ El Bosque, Semirrustica Bosque, Alto Pesqueda (Todos los Sectores), Sta. Sofia, San Francisco, Juan Pablo II, Los Naranjos, Sta. Lucía, Marqueza, Huerta Bella, Sta. Teresa de Avila, Prolongación Av. Miraflores-Prolog. Santa, Alto Mochica, Mampuesto, Santa Teresa de Avila.

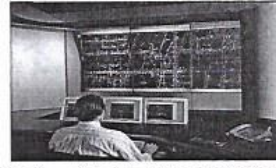
### **B.- AGUA SUB-TERRANEA (Pozos Tubulares).**

Chicago, Sta. Maria I, II y III Etapa, Covicont, Santa Rosa de Baquia,Villa Santa Maria, Covidunt, El Sol, Las Casuarinas, San Vicente, Los Laureles, Sta. Maria IV,V Etapa, La Perla, A.H. San Luis, Chimu, AA.HH. La Molina, La Marqueza, Los Granados, Urb. Nueva Marqueza, Los Naranjos, Sta. Lucía, El Sol del Chacarero , Sol de Pesqueda, AA.HH. San Jose, Sta. Teresa de Avila, Los Portales del Chacarero - Los Portales II, Sta. Leonor, Urb. Mochica, Primavera, San Fernando, San Isidro I y II Etapa/COVIPNP Santa Rosa II-Cond.Sta. Maria, Girasoles San Isidro-Las Orquideas-Progresiva Metropolitana, Urb. El Valle I y II Etapa, Los Rosales de San Isidro/Los Portales de San Isidro, Los Cedros /AA.HH. Municipa /Semi Rustica Mampuesto, San Luis, Nuevo Progreso, Nuevo Peru, A.H. Pedregal, La Arenita, Los Claveles,Municipal, San Antonio, Tinin, El Cortijo, Alameda de Trujillo II, Ciro Alegria, Dean Saavedra-Urb.Real, Alto San Isidro, Semi Rustica San Miguel, A.H. Virgen de la Puerta, A.H. La Esmeralda, La Esmeralda, Rosa de America, COVIPNP - Rosas del Valle, San Salvador, Sta. Isabel, Sanchez Carrion, San Jose de Sta. Ines, Los Rosales de Sta. Ines, Barrio Medico, Sta. Ines, Rinconada, El Huerto, Rinconada de Pro, Semirustica La Rinconada - AA.HH. Huerta Bella, Nva. Rinconada, Urbs. Las Palmeras, Sta. Gabriela-Casurinas-la Rinconada,El Palomar,Reyna, Las Malvinas I y II - Sta. Otilia, A.H. Sta. Rosa,Rubi, A.H San Carlos, La Merced, La Merced III Etapa, Covisedapat, Monserrate/La Encalada, P.J. Monserrate, A.H. Los Jazmines, Cesar Vallejo, Arboleda, Torres Araujo, Urb. Ingenieria, Galeno I, Urb. Upao II, San Andres I y II, El Pequino, Los Pinos, Alameda de San Andres, Urb. Juan Pablo II, Urb. Libertad, Urb. POP Independencia, Vista





Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad Sociedad Anónima



Sub-Gerencia de Operaciones de Agua Potable

Hermosa, Los Rosales de San Andres, Palmeras de San Andres, Natasha Alta, Covicorti, San Judas Tadeo - Los Olivos de San Andres, Asoc. Viv. El Carmen, Capullanas.

Lo que hago de su conocimiento para los fines del caso.

Atentamente

  
  
**ING. JOSE GERONIMO GARCIA**  
Sub-Gerente de Operaciones de Agua Potable  
C.c. Archivo

## Anexo 2: CROMATOGRAMA



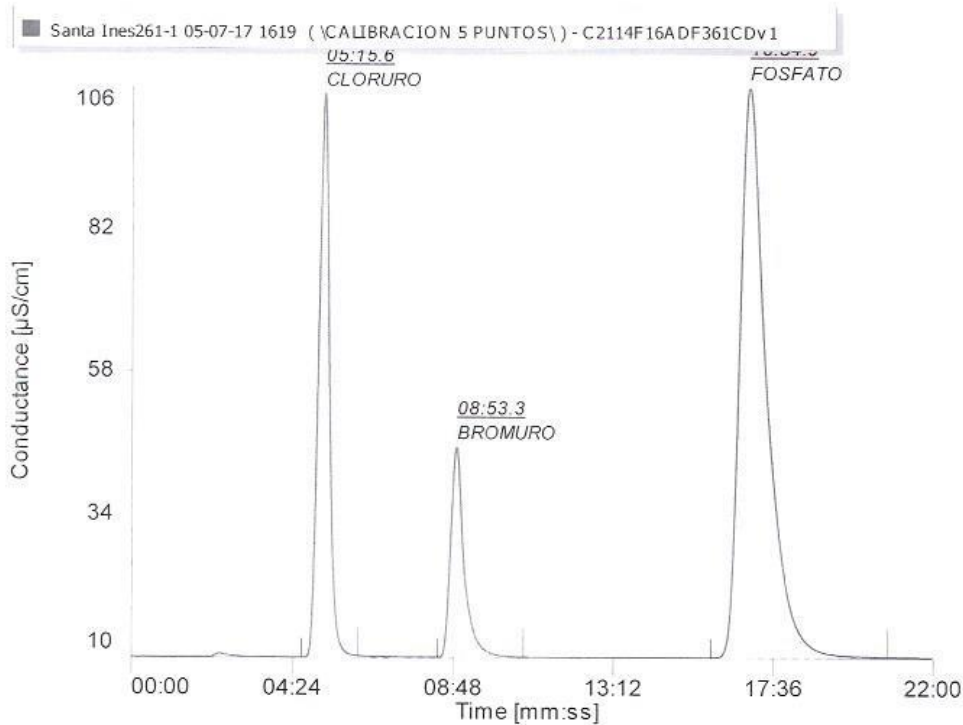
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
 FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

### Chromatogram Santa Ines

Page - 1

Santa Ines261-1 05-07-17 1619 (CALIBRACION 5 PUNTOS)

Run Time [mm:ss]	22:00:0	Sample Type	Unknown	Detector Unit	S/cm (Siemens per cm)
Sample Name	Santa Ines261/1	Method Name	METODO 1 (CALIBRACION 5 PUNTOS)	Amount / Final Vol.	1.000 / 1.000
ISTD Conc.	1.000	Loop Volume [µL]	N/A		



No.	Peak Name	Ret. Time [mm:ss]	Area [µS/cms]	Height [µS/cm]	Asymmetry	N (USP)	Qty [mg/L]
001	CLORURO	05:15.6	1951.7	95.4	N/A	ERR	80.9952
002	BROMURO	08:53.3	922.1	35.6	0.64	225.63	129.3274
003	FOSFATO	16:54.9	4917.3	96.5	0.71	193.77	890.4947

Created: 05/07/2017 04:41 p.m., Modified: 05/07/2017 04:41 p.m., Printed: 10/07/2017 13:58, User: LAB AMBIENTAL

PowerStream V4.2 (Build 20255)





### Anexo 3: PRUEBA PILOTO

**Cuadro 1:** Resultados de 9 muestras analizadas el 15 y 16 de junio del 2017 de la provincia de Trujillo en las zonas de distribución de agua potable superficial.

<b>AGUA POTABLE SUPERFICIAL</b>							
Identificación de las muestras	Concentraciones de Iones Determinados mg/l						
	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
Barrio Mampuesto	<b>0.2388</b>	12.5002	4.1881	0	0	0	0
Centro Cívico	<b>0.2178</b>	29.4675	29.8381	0	0	0	0
Urb. Palermo	<b>0.3210</b>	14.1193	5.2563	0	0	0	0
Urb. El Molino	<b>0.2749</b>	13.9848	4.2720	0	0	0	0
Urb. Santa María	<b>0.2608</b>	30.0275	30.8428	0	0	0	0
Urb. Sto. Dominguito	<b>0.2363</b>	19.9701	18.7506	0	0	0	0
Urb. Pay Pay	<b>0.2447</b>	12.1762	3.6999	0	0	0	0
Urb. Razuri	<b>0.2991</b>	12.8147	4.5704	0	0	0	0
Urb Las Quintanas	<b>0.4305</b>	250.5915	89.3408	0	0	0	0



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
 FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

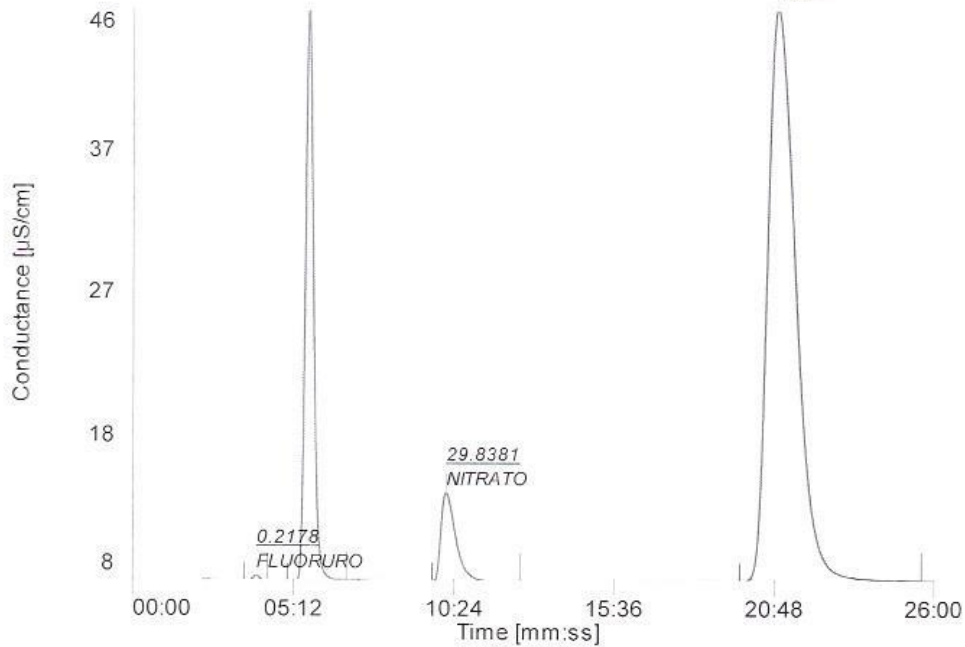
**CROMATOGRAMA AGUA SUPERFICIAL CENTRO CIVICO**

Page - 1

SUP C. CIVICO111-1 16-06-17 0156 ( \CALIBRACION 5 PUNTOS\ )

Run Time [mm:ss]	26:00.0	Sample Type	Unknown	Detector Unit	S/cm (Siemens per cm)
Sample Name	SUP C. CIVICO111/1	Method Name	METODO 1 ( \CALIBRACION 5 PUNTOS\ )	Amount / Final Vol.	1.000 / 1.000
ISTD Conc.	1.000	Loop Volume [µL]	N/A		

■ SUP C. CIVICO111-1 16-06-17 0156 ( \CALIBRACION 5 PUNTOS\ ) - 80D1E378BEC7FDD2v 1



No.	Peak Name	Ret. Time [mm:ss]	Area [µS/cms]	Height [µS/cm]	Asymmetry	N (USP)	Qty [mg/L]
001	FLUORURO	03:59.8	6.6	0.4	1.03	456.70	0.2178
002	CLORURO	05:40.6	710.1	38.3	N/A	ERR	29.4675
003	NITRATO	10:07.9	199.6	5.9	0.82	202.78	29.8381
004	***	20:54.0	2412.6	38.2	1.00	199.22	N/A

Created: 16/06/2017 02:22 a.m., Modified: 16/06/2017 10:05 a.m., Printed: 10/07/2017 14:53, User: LAB AMBIENTAL

PowerStream v4.2 (Build 20255)



**Cuadro 2:** Resultados de 9 muestras de agua analizadas el 15 y 16 de junio del 2017 de la provincia de Trujillo en las zonas de distribución de agua potable subterránea.

<b>AGUA POTABLE SUB-TERRANEA</b>							
Identificación de las muestras	Concentraciones de Iones Determinados mg/l						
	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
Urb. Chicago	0	25.3634	23.4569	0	0	0	0
Urb. Sta. Inés	0	81.6684	138.2207	0	0	0	0
Urb. San Salvador	0	94.3692	153.6200	0	0	0	0
Urb. San Andrés	0	38.4820	71.7045	0	0	0	0
Urb. Primavera	0	245.5451	81.6353	0	0	0	0
Urb. Los Pinos	0	63.3022	100.3380	0	0	0	0
Urb. La perla	0	37.2112	63.3451	0	0	0	0
Urb. San Isidro	0	0	164.1844	0	0	0	0
Urb. El Cortijo	0	87.7852	146.3771	0	0	0	0



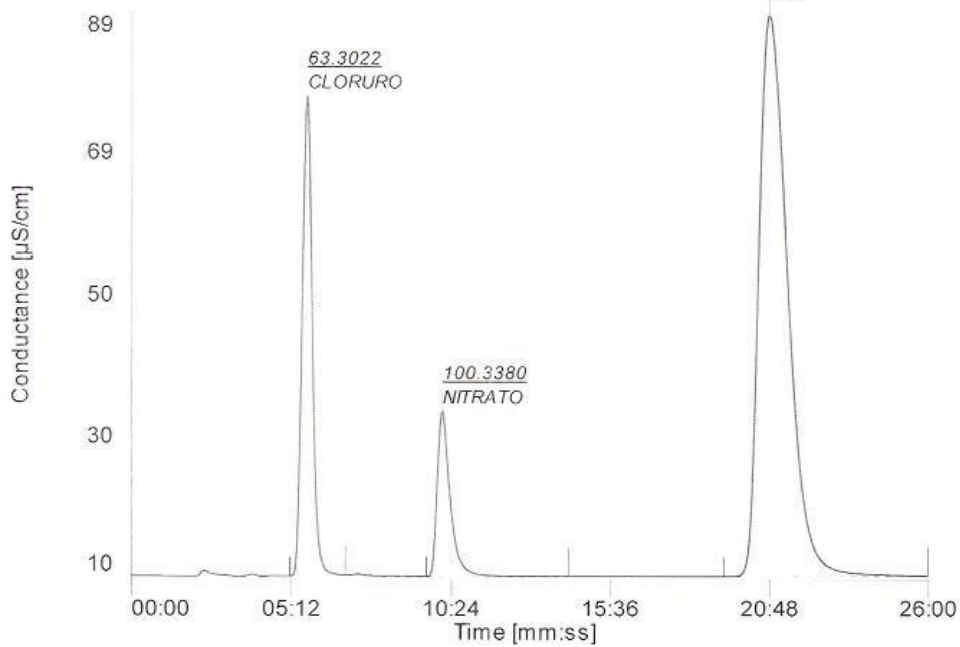
**CROMATOGRAMA AGUA SUBTERRANEA LOS PINOS**

Page - 1

SUB LOS PINOS099-1 15-06-17 2033 (ICALIBRACION 5 PUNTOS)

Run Time [mm:ss]	26:00.0	Sample Type	Unknown	Detector Unit	S/cm (Siemens per cm)
Sample Name	SUB LOS PINOS099/1	Method Name	METODO 1 (ICALIBRACION 5 PUNTOS)	Amount / Final Vol.	1.000 / 1.000
ISTD Conc.	1.000	Loop Volume [µL]	N/A		

SUB LOS PINOS099-1 15-06-17 2033 (ICALIBRACION 5 PUNTOS) - AD4E56FD0BE9741Av1



No.	Peak Name	Ret. Time [mm:ss]	Area [µS/cms]	Height [µS/cm]	Asymmetry	N (USP)	Qty [mg/L]
001	CLOURO	05:42.3	1525.3	66.8	N/A	ERR	63.3022
002	NITRATO	10:05.9	671.1	22.9	0.78	75.39	100.3380
003	***	20:46.5	5073.1	78.1	1.01	155.38	N/A

Created: 15/06/2017 08:59 p.m., Modified: 16/06/2017 10:06 a.m., Printed: 10/07/2017 14:52, User: LAB AMBIENTAL

PowerStream (4.2 Build 20255)



#### Anexo 4: RECOLECCIÓN DE DATOS

**Cuadro 3.** Concentraciones de flúor de 23 muestras de agua analizados entre el 21 de junio y 07 de julio del 2017 de la provincia de Trujillo en las zonas de distribución de agua potable superficial.

AGUA POTABLE SUPERFICIAL								
Identificación de las muestras		Concentraciones de Iones Determinados mg/L						
		F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
01	Barrio Mampuesto	<b>0.3188</b>	15.9348	0	4.47 52	0	362. 6694	0
02	Centro Cívico (1)	<b>0.2359</b>	14.0484	0	0	0	0	113. 6485
03	Centro Cívico (2)	<b>0.1733</b>	14.3374	0	0	0	0	108. 4326
04	Centro Cívico (3)	<b>0.2313</b>	10.8144	0	0	0	0	92.8 653
05	Centro Cívico (4)	<b>0.1977</b>	11.4240	0	0	0	0	88.1 364
06	Urb. Palermo (1)	<b>0.0338</b>	2.0443	0	0	0	0	15.7 832
07	Urb. Palermo (2)	<b>0.2085</b>	11.6410	0	0	0	0	92.3 974
08	Urb. El Molino (1)	<b>0.1601</b>	9.6454	0	0	0	0	82.1 439
09	Urb. El Molino (2)	<b>0.1600</b>	10.1535	0	0	0	0	88.0 215
10	Urb. Torres Araujo	<b>0.4049</b>	9.8638	0	155. 3379	0	0	141. 6237
11	Urb. Razuri	<b>0.3498</b>	18.7324	0	5.11 07	0	0	138. 3204
12	Urb. Puerta del Sol	<b>0.3213</b>	17.5666	0	9.28 74	0	0	142. 7282

13	Urb. San Nicolás	<b>0.3462</b>	16.8001	0	0	0	0	134. 3264
14	Urb. Luis Albrecht	<b>0.3578</b>	18.6369	0	0	0	0	144. 6763
15	Urb. Miraflores (1)	<b>0.0891</b>	5.9266	0	0	0	0	57.3 675
16	Urb. Miraflores (2)	<b>0.1906</b>	9.8638	0	0	0	0	79.4 221
17	Urb. Aranjuez (1)	<b>0.1617</b>	11.2910	0	0	0	0	93.5 234
18	Urb. Aranjuez (2)	<b>0.1456</b>	11.2538	0	0	0	0	93.4 535
19	Urb. Los Jardines	<b>0.3210</b>	13.3033	0	0	0	0	118. 0916
20	Urb. Huerta Grande	<b>0.1781</b>	11.3554	0	0	0	0	96.7 671
21	Alto Mochica	<b>0.4624</b>	19.9402	0	5.34 86	0	464. 0165	0
22	Urb. Intendencia	<b>0.2565</b>	9.9775	0	0	0	0	91.7 273
23	Urb. Las Quintanas	<b>0.4303</b>	21.9567	0	0	0	0	141. 6237

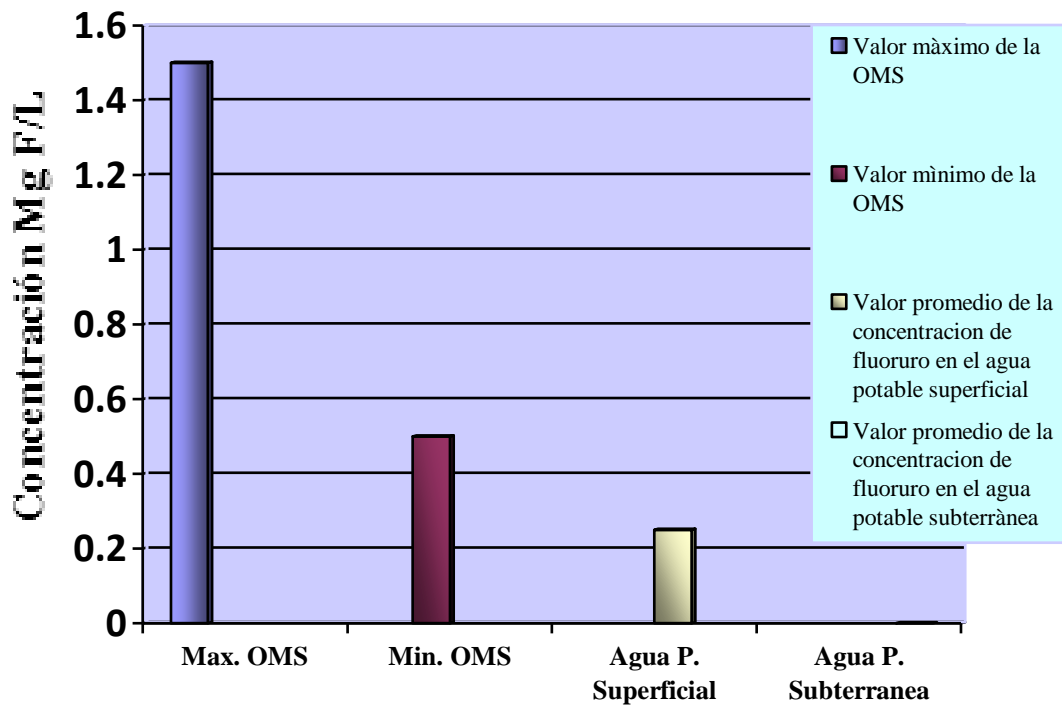
**Cuadro 4.** Concentraciones de flúor de 23 muestras de agua analizadas entre el 21 de junio y 07 de julio del 2017 de la provincia de Trujillo en las zonas de distribución de agua potable subterránea.

<b>AGUA POTABLE SUB-TERRANEA</b>								
Identificación de las muestras		Concentraciones de Iones Determinados mg/l						
		F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
01	Urb. La Rinconada	0	23.9017	0	11.224 9	0	441. 3448	0
02	Urb. La Arboleda	0	38.5914	0	67.291 6	0	656. 9218	0
03	Urb. La Perla	0	37.5542	0	62.358	0	651. 1953	0
04	Urb. Las Capullanas	0	85.0366	0	153.22 86	0	979. 0613	0
05	Urb. Los Rosales	0	109.347	0	202.01 58	0	1124 .806	0
06	Urb. Vista Hermosa	0	109.7812	0	204.40 16	0	1152 .79	0
07	Urb. San Vicente	0	33.9501	0	52.325 2	0	613. 7425	0
08	Urb. Santa Inés	0	80.9952	0	129.32 74	0	890. 4947	0
09	Urb. Mochica	0	321.4964	0	0	0	0	186. 5566
10	Urb. Cortijo	0	43.8597	0	0	0	0	143. 2133
11	Urb. Chicago	0	245.5451	0	0	81.63 53	0	0
12	Urb. San Fernando	0	40.3150	0	84.213 6	0	649. 3897	0
13	Urb. Primavera	0	287.2564	0	85.845 3	0	0	195. 4382

14	Urb. Los Portales	0	67.1266	0	49.925 6	0	0	199. 0893
15	Urb. Los Granados	0	22.1458	0	7.9722	0	0	138. 3
16	Urb. Libertad	0	24.4810	0	37.495 3	0	0	192. 5346
17	Urb. Los Cedros	0	167.5693	0	104.40 41	0	663. 4189	0
18	Urb. Covicorti	0	87.21	0	158.53 99	0	1003 .56	0
19	Urb. Los Pinos	0	63.1768	0	93.320 1	0	929. 08	0
20	Urb. Las casuarinas	0	38.4105	0	65.760 5	0	668. 2629	0
21	Urb. San Andrés	0	39.5360	0	67.622 4	0	669. 7556	0
22	Urb. Chimú	0	186.5751	0	126.10 67	0	0	282. 0845
23	Urb. La Merced	0	38.8909	0	68.145 0	0	674. 4008	0



**GRÁFICO 1.** Resultados de la comparación de las concentraciones de fluoruros en el agua potable superficial y subterránea del distrito de Trujillo con el valor mínimo y máximo de la OMS, 2017.



## IMÁGENES



Recolección de las muestras directamente desde los caños de cada casa que representa a una urbanización o barrio de acuerdo al tipo de agua.

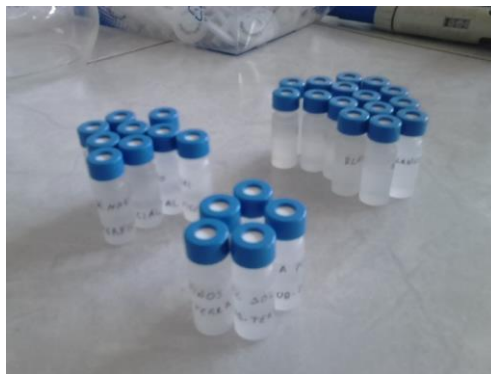


Botellas plásticas, filtros, jeringas, viales y agua ultrapura.

Fase móvil de bicarbonato de Sodio (0.85 ml) y carbonato de Sodio (0.9 ml),



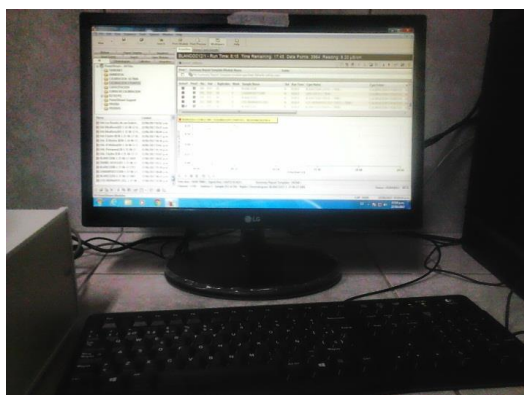
Filtrando 2 ml de la muestra en un vial previamente rotulado



Muestras agrupadas



Cromatógrafo Iónico CECIL Adept / Q-Adept, Supresor Químico Autoregenerativo CE 4715, Detector de conductividad CE 4710, Bomba CE 4100: 1.5 ml x min, Canal A, AUTOSAMPLER CE 4800-50 y Columna Allsep anión, 150 x 4,6 mm, 7  $\mu$ m.



Lectura de las muestras, 26 min cada una.



Impresión automática del Cromatograma.