



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

---

Lima, 11 de junio de 2018

**Dr. Luis Montenegro**

Coordinador Mesa de Concertación para la Lucha Contra la Pobreza (MCLCP)  
Región Lambayeque

Presente.-

De nuestra mayor consideración:

Nos es grato dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y, a la vez, hacerle llegar adjunto a esta carta el informe técnico de medición y análisis por fluorescencia de rayos X de tres (03) muestras de agua. Estas muestras fueron tomadas durante nuestra visita a la Mesa de Concertación para la Lucha Contra la Pobreza (MCLCP), el día 15 de mayo de 2018. Además, hemos incluido un resumen del análisis (sin los detalles técnicos de las medidas) y algunas recomendaciones que hacemos en el marco de las posibilidades de realizar un proyecto de investigación en la zona afectada en coordinación con las Instituciones interesadas de la Región Lambayeque.

Sin otro particular, reciba nuestros saludos cordiales.

Atentamente,

**Dr. Justiniano Quispe Marcatoma**

**CITBM**

**Dr. Carlos Landauro Sáenz**

**CITBM**

*Adj.: Informe Interno N°. 002-LASS-CITBM-18 del servicio de medida y de análisis por fluorescencia de rayos X.*



### Resumen de análisis y recomendaciones

#### **Resumen**

Las conclusiones obtenidas del análisis por fluorescencia de rayos X indican que las muestras de agua extraídas del pozo de agua del C.P. Cruz del Médano (muestra1, véase foto adjunta) y del pozo de agua La Tortolita (muestra3, véase foto adjunta) presentan un contenido de arsénico de 0.060 mg/l y 0.041 mg/l, respectivamente, valores que están por encima del límite establecido por la Normativa Peruana de 0.010 mg/l. Vale la pena indicar que se repitió la medida tres veces en cada muestra con el fin de asegurar la reproducibilidad en la medida. Además, **estos resultados están en buen acuerdo con medidas de otros laboratorios que emplean otras técnicas de análisis, lo cual evidencia la efectividad de nuestros equipos para este tipo de análisis.**

Por otro lado, la muestra de agua de la ribera del río Túcume (muestra2, véase foto adjunta), al costado del pozo de agua del C.P. Cruz del Médano, no presenta contenido de arsénico o este está debajo de los límites de detección de nuestro equipo (L.D=0.0001mg/l). **Esta muestra referencial sin contenido de arsénico nos confirma que el origen o fuente de la contaminación no es evidente y, por consiguiente, es urgente un estudio diagnóstico de la zona (y regiones aledañas) ya que los pozos de agua sin contaminación de arsénico podrían eventualmente contaminarse en el futuro si no se conoce la dimensión del problema.**



### Recomendaciones

Como parte de una estrategia de remediación a largo plazo, proponemos desarrollar un proyecto en dos etapas junto a las instituciones interesadas de la Región Lambayeque. **La primera etapa debe consistir en la localización e identificación de los focos de contaminación con arsénico, para lo cual se debe realizar un análisis de la presencia de metales pesados, en particular de arsénico, en todos los pozos de la región Lambayeque y, eventualmente, de zonas aledañas.** Además, ya que es conocido que el arroz es un buen receptor de arsénico, deberían incluirse estudios en sembríos y zonas agrícolas en general. Esta etapa es importante para determinar la dimensión del problema y las autoridades puedan proponer estrategias para evitar que crezca y/o se convierta en un problema más complejo en el futuro.

En una **segunda etapa, se propone implementar un procedimiento de remediación de aguas contaminadas con arsénico, donde la metodología desarrollada en el CITBM para estos casos puede ser usada a manera piloto (prueba de validación en campo) en un pozo específico puesto a disposición por la autoridad competente y dentro de un proyecto de investigación conjunto.** Con estos procedimientos de validación en campo se busca que las autoridades tengan la certeza que la solución que ellos propongan tengan un respaldo basado en estudios previos. Además que se puede complementar el estudio con soluciones alternativas donde se discutan tanto la eficiencia, como el costo/beneficio de cada solución.

Atentamente,

---

**Dr. Justiniano Quispe Marcatoma**  
CITBM

---

**Dr. Carlos Landauro Sáenz**  
CITBM





CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

### Foto referencial de la zona de estudio



Los puntos marcados en amarillo, corresponden a las zonas de donde se tomaron las muestras de agua.



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

## REPORTE DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

**Informe Interno N.º 002-LASS-CITBM-18**

**Fecha:** 06 de junio de 2018

**Solicitante:** Dr. Luis Montenegro

Coordinador Mesa de Concertación para la Lucha Contra la Pobreza (MCLCP)  
Región Lambayeque / **e-mail:** drolamsa10@yahoo.es

**Institución:** Mesa de Concertación para la Lucha Contra la Pobreza (MCLCP).  
Región Lambayeque

### CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES:

#### **Condiciones de la medición:**

El análisis se realizó en un Espectrómetro de Fluorescencia Total de Rayos X marca

**BRUKER**, modelo **S2-PICOFOX**.

Fuente de rayos X: Tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

Estándar internacional para cuantificación:

Elemento: Galio (Ga)

Concentración: 1g/l.

#### **Características de la muestra analizada:**

Se analizaron tres (03) muestras de agua identificadas como:

<b>Muestras</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Características(*)</b>
Muestra-1	Pozo, Centro Poblado Cruz del Médano. Ubicación: E: 615219; N: 9280710	Pozo de 42 metros de profundidad y seis (6) años de antigüedad.
Muestra-2	Muestra de agua de Río Túcume. Ubicación: E: 615206 ; N: 9280712	Muestra tomada a 20 metros de la muestra 1, de la ribera del río.
Muestra-3	Pozo La Tortolita (Alto Perú de Cruz del Médano). Ubicación: E: 615834; N: 9280665.	Pozo de 40 metros de profundidad y cuatro (4) años de antigüedad.

(\*) Información proporcionada por los operarios de los pozos.

Se analizaron alícuotas de 2.5 ml de muestras de aguas antes mencionadas. Además se realizaron tres medidas por cada muestra.

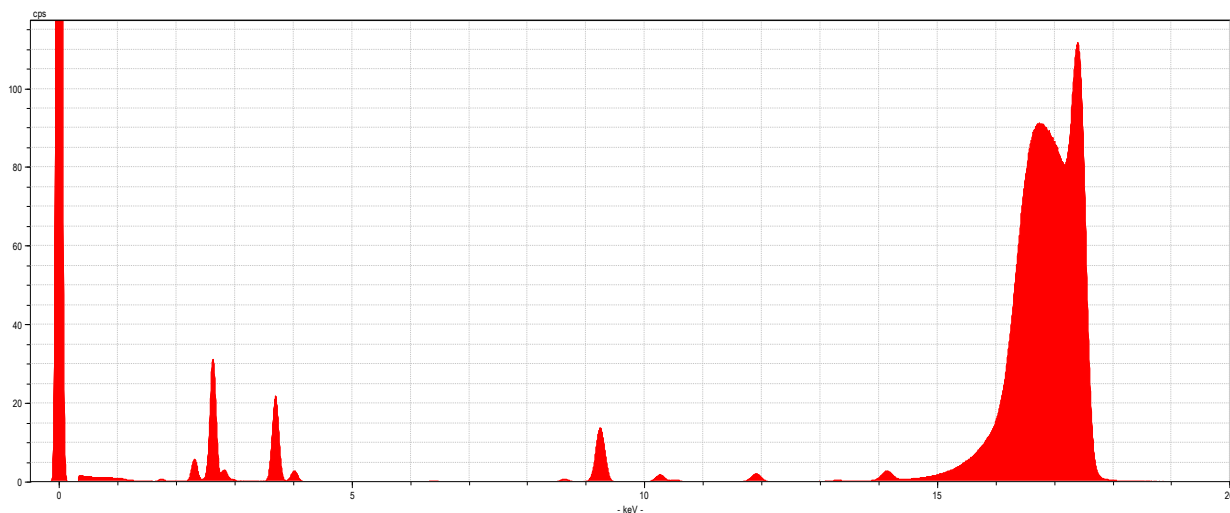


## ANÁLISIS DEL ESPECTRO DE LAS MUESTRAS:

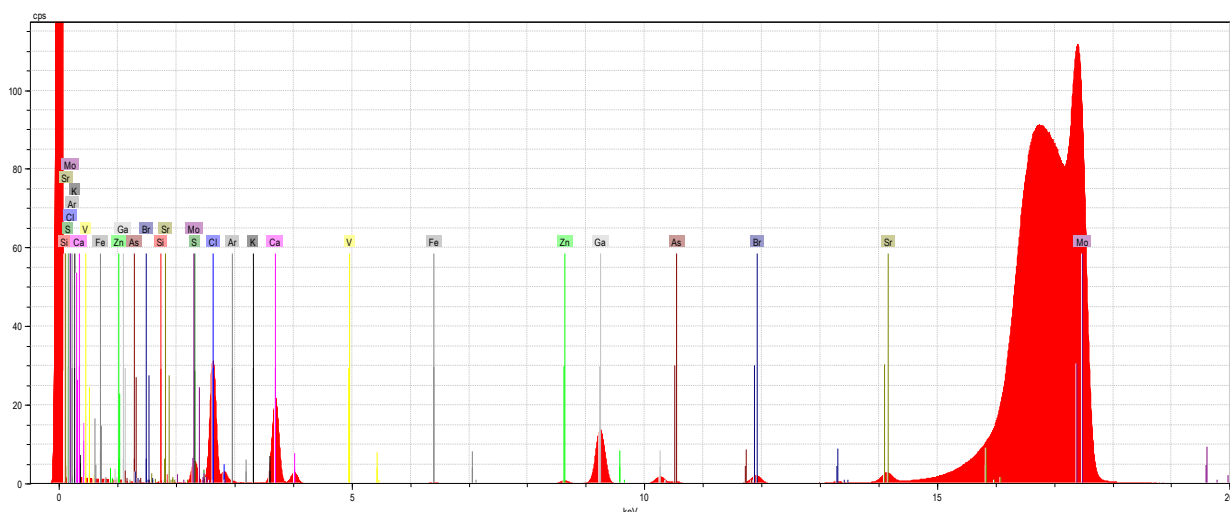
### MUESTRA 1:

El espectro correspondiente a la muestra analizada se observa en la Figura 1.

Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la Figura 1) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del Sodio (Na), se encontraron principalmente *Silicio (Si)*, *Azufre (S)*, *Cloro (Cl)*, *Potasio (K)*, *Calcio (Ca)*, *Vanadio (V)*, *Hierro (Fe)*, *Zinc (Zn)*, *Arsénico (As)*, *Bromo (Br)* y *Estroncio (Sr)* (véase Figura 2). Las concentraciones de los elementos presentes en la muestra se indican en la Tabla 1.



**Figura 1.** Espectro de la muestra codificada como Muestra-1.



**Figura 2.** Espectro de la muestra analizada con los correspondientes elementos detectados.



**Tabla 1.** Elementos presentes en la muestra en mg/l con sus correspondientes valores de límite de detección según la matriz de la muestra en estudio.

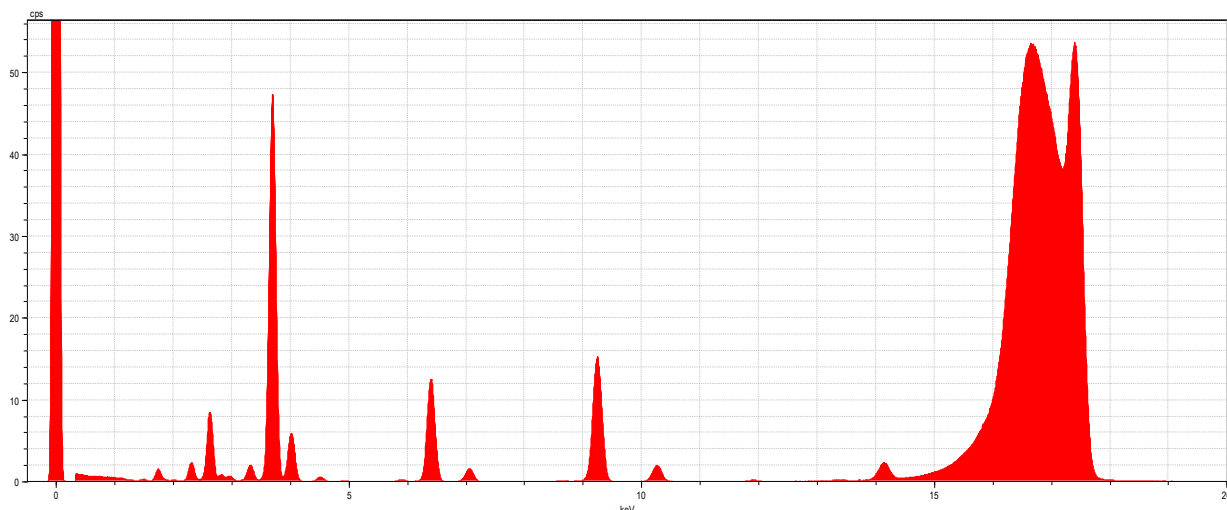
<b>MUESTRA 1</b>	<b>Concentración mg/l</b>	<b>Límite de medición mg/l</b>
<i>Silicio</i> (Si)	11.690	0.1200
<i>Azufre</i> (S)	26.721	0.0410
<i>Cloro</i> (Cl)	116.877	0.0300
<i>Potasio</i> (K)	0.245	0.0089
<i>Calcio</i> (Ca)	23.333	0.0050
<i>Vanadio</i> (V)	0.024	0.0001
<i>Hierro</i> (Fe)	0.032	0.0001
<i>Zinc</i> (Zn)	0.135	0.0001
<i>Arsénico</i> (As)	0.060	0.0001
<i>Bromo</i> (Br)	0.267	0.0001
<i>Estroncio</i> (Sr)	0.263	0.0012



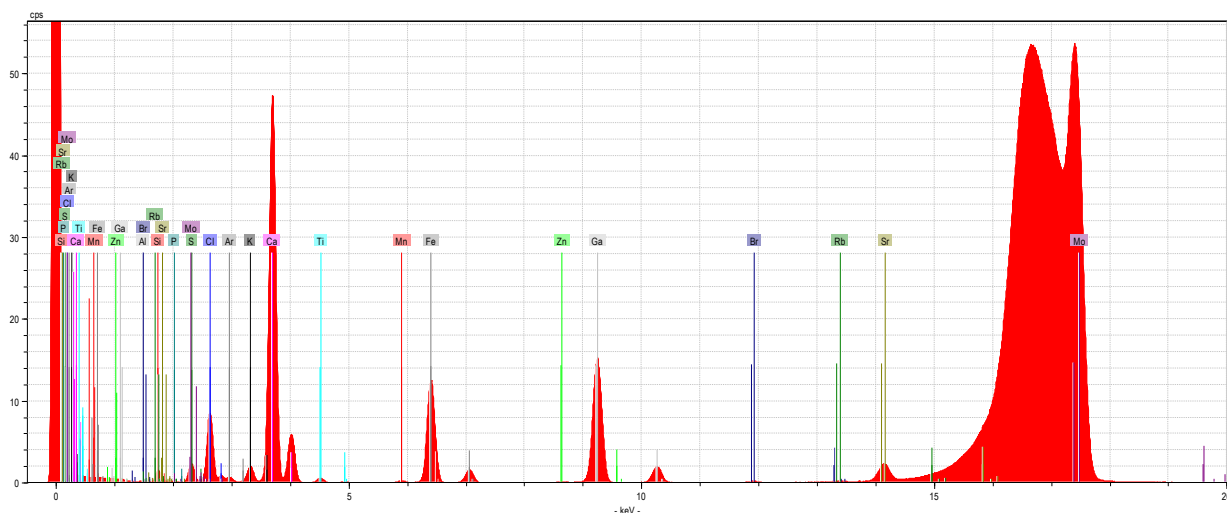
## MUESTRA 2:

El espectro correspondiente a la muestra analizada se observa en la Figura 3.

Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la Figura 3) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del Sodio (Na), se encontraron principalmente *Aluminio (Al)*, *Silicio (Si)*, *Fósforo (P)*, *Azufre (S)*, *Cloro (Cl)*, *Potasio (K)*, *Calcio (Ca)*, *Titanio (Ti)*, *Manganeso (Mn)*, *Hierro (Fe)*, *Zinc (Zn)*, *Bromo (Br)*, *Rubidio (Rb)* y *Estroncio (Sr)* (véase Figura 4). Las concentraciones de los elementos presentes en la muestra se indican en la Tabla 2.



**Figura 3.** Espectro de la muestra codificada como Muestra-2.



**Figura 4.** Espectro de la muestra analizada con los correspondientes elementos detectados.





**Tabla 2.** Elementos presentes en la muestra en mg/l con sus correspondientes valores de límite de detección según la matriz de la muestra en estudio.

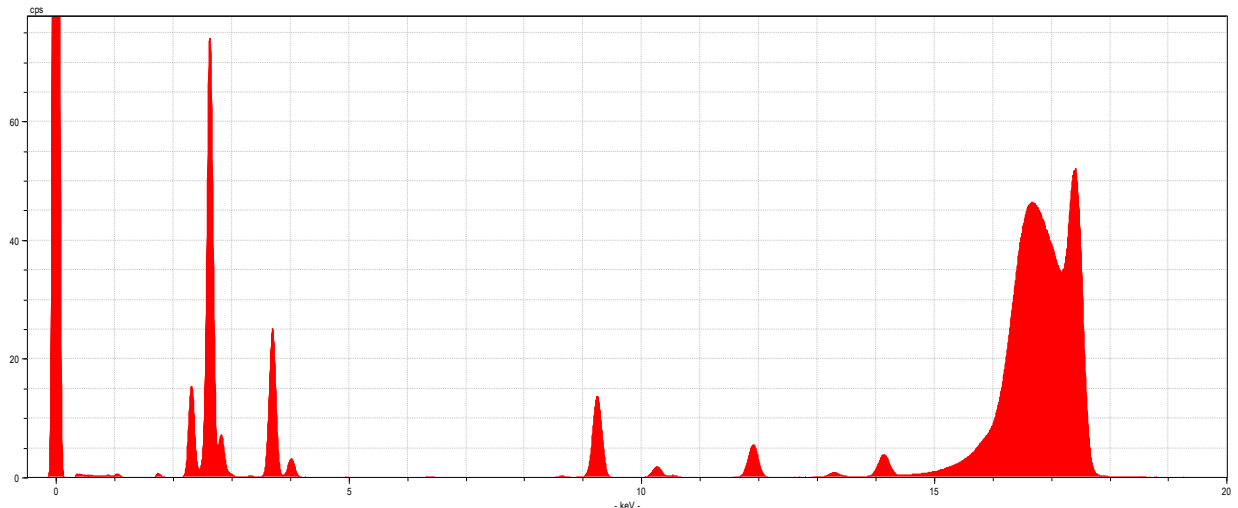
<b>MUESTRA 2</b>	<b>Concentración mg/l</b>	<b>Límite de medición mg/l</b>
<i>Aluminio</i> (Al)	4.307	0.2600
<i>Silicio</i> (Si)	20.989	0.1000
<i>Fósforo</i> (P)	0.591	0.0490
<i>Azufre</i> (S)	10.825	0.0300
<i>Cloro</i> (Cl)	25.346	0.0190
<i>Potasio</i> (K)	2.431	0.0080
<i>Calcio</i> (Ca)	41.994	0.0050
<i>Titanio</i> (Ti)	0.288	0.0012
<i>Manganeso</i> (Mn)	0.063	0.0020
<i>Hierro</i> (Fe)	2.947	0.0020
<i>Zinc</i> (Zn)	0.008	0.0001
<i>Bromo</i> (Br)	0.009	0.0001
<i>Rubidio</i> (Rb)	0.011	0.0010
<i>Estroncio</i> (Sr)	0.189	0.0010



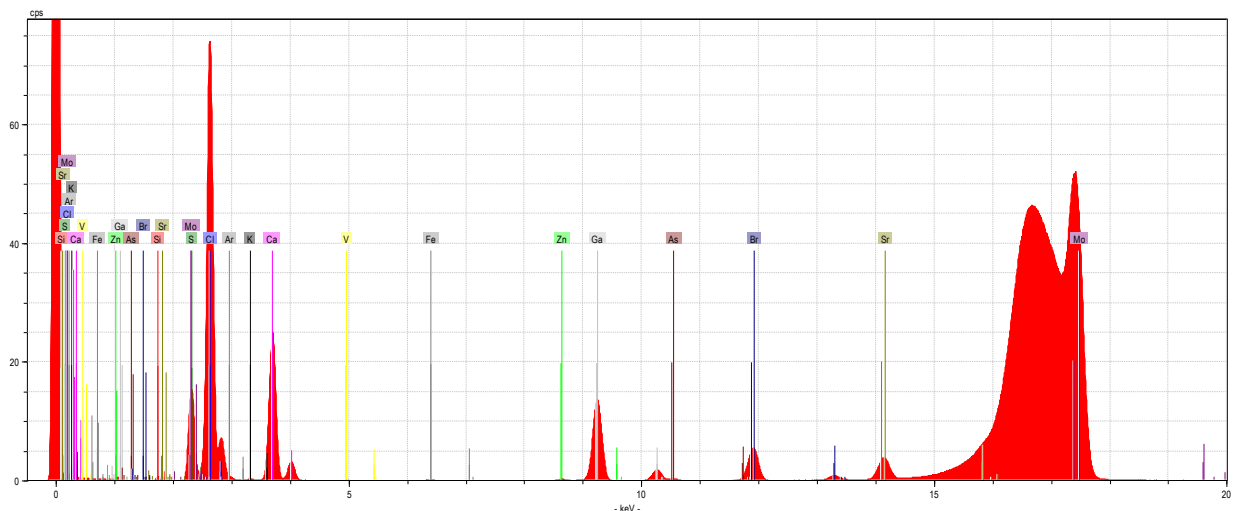
### MUESTRA 3:

El espectro correspondiente a la muestra analizada se observa en la Figura 5.

Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la Figura 5) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del Sodio (Na), se encontraron principalmente *Silicio (Si)*, *Azufre (S)*, *Cloro (Cl)*, *Potasio (K)*, *Calcio (Ca)*, *Vanadio (V)*, *Hierro (Fe)*, *Zinc (Zn)*, *Arsénico (As)*, *Bromo (Br)* y *Estroncio (Sr)* (véase Figura 6). Las concentraciones de los elementos presentes en la muestra se indican en la Tabla 3.



**Figura 5.** Espectro de la muestra codificada como Muestra-3.



**Figura 6.** Espectro de la muestra analizada con los correspondientes elementos detectados.



**Tabla 3.** Elementos presentes en la muestra en mg/l con sus correspondientes valores de límite de detección según la matriz de la muestra en estudio.

<b>MUESTRA 3</b>	<b>Concentración mg/l</b>	<b>Límite de medición mg/l</b>
<i>Silicio</i> <b>(Si)</b>	6.034	0.1600
<i>Azufre</i> <b>(S)</b>	73.170	0.0300
<i>Cloro</i> <b>(Cl)</b>	231.373	0.0300
<i>Potasio</i> <b>(K)</b>	0.200	0.0089
<i>Calcio</i> <b>(Ca)</b>	23.648	0.0060
<i>Vanadio</i> <b>(V)</b>	0.038	0.0009
<b>Hierro</b> <b>(Fe)</b>	0.017	0.0020
<i>Zinc</i> <b>(Zn)</b>	0.023	0.0001
<i>Arsénico</i> <b>(As)</b>	0.041	0.0001
<i>Bromo</i> <b>(Br)</b>	0.638	0.0002
<i>Estroncio</i> <b>(Sr)</b>	0.368	0.0010



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

Además se realizaron medidas de conductividad y de potencial de Hidrógeno (pH) para cada muestra, realizando tres ensayos por cada una de ellas para su verificación respectiva. Los resultados obtenidos de estos dos parámetros para cada muestra son mostrados en el Tabla 4 (además se indica la temperatura de trabajo para cada una ellas).

**Tabla 4.** Valores de conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), potencial de Hidrógeno (pH) y temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de trabajo para cada una de las muestras en estudio.

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Potencial de Hidrógeno (pH)	8.49	8.27	8.6
Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	964	284	1722
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	21.6	21.5	21.2