

**CAPÍTULO I**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Aguas residuales (AR)**

El Agua Residual (AR) es aquella que ha sufrido una alteración en sus características físicas, químicas o biológicas por la introducción de contaminantes como residuos sólidos, biológicos, químicos, municipales, industriales, agrícolas, etc., afectando así los ecosistemas acuáticos y su entorno. (Novotny, 2003); (Sanchez, 2003).

Las aguas residuales provienen del sistema de abastecimiento de una población, por esta razón son líquidos de composición variada que pueden clasificarse según su origen en Aguas Residuales Domésticas (ARD), industriales, de infiltración y pluviales. Las dos primeras son las más relacionadas con la contaminación del agua. (Metcalf & Eddy, 2003)

#### **1.2. Aguas Residuales Urbanas (ARU)**

Las aguas residuales domésticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de escorrentía pluvial. (Mier, 2015)

Son las aguas procedentes de la eliminación de residuos de los servicios domésticos y públicos, así como de la limpieza de las calles y el drenado de aguas pluviales. Los principales contaminantes son: materia orgánica principalmente en suspensión o disuelta, sales minerales y materia sólida procedente del lavado de las calles, además de cloruros, detergentes, etc. (GSC)

#### **1.3. Aguas Residuales Domésticas (ARD)**

Las Aguas Residuales Domésticas (ARD) son las provenientes de las actividades domésticas cotidianas como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc., por lo cual son principalmente una combinación de heces humanas y animales, orina y agua gris. (Mara; Cairncross, 2003)

Estas presentan un alto contenido de materia orgánica compuestos químicos domésticos como detergentes y compuestos clorados, microorganismos patógenos y no patógenos.

#### **1.4. Microorganismos eficaces (EM)**

Se usa el término “microorganismos eficaces” o en inglés *efficient microorganisms* (EM) para denotar cultivos mixtos específicos de microorganismos benéficos conocidos que son empleados efectivamente como inoculantes microbianos (Higa & Parr, 1994).

EM es una tecnología desarrollada por el doctor Teruo

**FIGURA 1. Doctor TERUO HIGA.**



**Fuente:** EMRO

Higa en la década de los 80 en Okinawa, Japón y ha sido empleada en diferentes campos como la agricultura, industria animal, remediación ambiental, entre otros y se encuentra en la actualidad ampliamente distribuida. (Sangkkara, 2002).

EM es un cultivo, mixto de microorganismos no modificados genéticamente, con diversos tipos de metabolismos, que al encontrarse juntos presentan relaciones sinergistas de cooperación y cometabolismo, que es la habilidad de transformar moléculas orgánicas en productos orgánicos que se acumulan en un medio de cultivo. (Higa & Parr, 1994).

El Dr. Higa encontró que se creaba un efecto potencializador al mezclar microorganismos con diversas características metabólicas.

Los microorganismos del EM poseen varias características útiles en procesos de bio-remediación, entre las cuales se encuentran la fermentación de la materia orgánica sin la liberación de malos olores y su capacidad de convertir los desechos tóxicos ( $H_2S$ ) en sustancias no tóxicas ( $SO_4$ ) (Garcia, 2006)

Aunque EM ha sido usado exitosamente en muchos aspectos de manejo ambiental no existe muchos reportes científicos de su uso en aguas residuales (Okuda & Higa, 2005)

La razón por la cual EM ha sido empleado para el tratamiento de ARD es que los microorganismos que contiene secretan ácidos orgánicos, encimas, antioxidantes y quelantes metálicos y crea un ambiente antioxidante que ayuda al proceso de separación sólido/líquido, el cual es el fundamento de la limpieza del agua (Higa & Chien, 1998).

Estudios realizados por (Silva & Silva, 1995) emplearon EM para el tratamiento de ARD utilizó el sistema de lodos activados. Los resultados mostraron que el consumo de Oxígeno en el sistema de tratamiento disminuyó al igual que la producción de lodos, la DQO y los malos olores. (Clesceri, 1999) Realizaron un estudio para determinar el efecto del EM en la estabilización de lodos sépticos, mostrando disminución de olor, pH y Coliformes. De igual forma, (Szymansky & Patterson, 2003) evaluaron la efectividad del uso del EM, para reducir olores y disminuir la cantidad de lodos generados en los tratamientos de AR, se evaluaron alcalinidad, pH, conductividad, ST, SS y SD, presentando significativas mejoras en estos parámetros. Por su parte (Ngurah, 2005) realizó una investigación en la cual se probó EM a escala de laboratorio (2L de AR), con 2 pH diferentes (4 y 7) en aireación constante durante 10 días; los datos obtenidos mostraron disminución en las concentraciones de los parámetros  $DBO_5$ , DQO y SS.

En lo que se refiere a Colombia (Roldan & Col, 2007) encontraron que tras la aplicación de EM, tanto como en Agua Residual Doméstica como en sintética (preparación en laboratorio de un agua residual que tenga características similares al

agua residual doméstica pero con una carga nula de microorganismos patógenos). Se evidenciaron significativas disminuciones en el contenido de Coliformes en las aguas.

#### **1.4.1. EM- AGUA**

Es un cultivo mixto de microorganismos benéficos de origen natural usado para el tratamiento de aguas contaminadas y para restaurar el equilibrio natural de los sistemas acuáticos, trayendo efectos benéficos y sostenibles en el tiempo. Su contenido no afecta al medio ambiente ni a la salud de las personas o animales que se encuentren en contacto con él.

#### **1.4.2. PRINCIPALES MICROORGANISMOS EN EL (EM)**

##### **1.4.2.1. Bacterias fototróficas (*Rhodospseudomonas spp.*)**

Son consideradas el eje central de la actividad del EM, pues dan sostén a otros microorganismos generando los nutrientes para ellos. Son fototróficas facultativas, capaces de generar varias sustancias que pueden ser utilizados por otros microorganismos heterótrofos. Pueden crecer con o sin Oxígeno, en ausencia de este pueden obtener toda la energía de la luz realizando el proceso de fotosíntesis. Son capaces de tomar varias rutas metabólicas, mejorando las condiciones de Oxígeno en el medio. No fermentan la lactosa. (Mendietta & Garance, 2015).

##### **1.4.2.2. Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*)**

Originan ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico, es un compuesto que controla microorganismos nocivos y mejora la descomposición de la materia orgánica, esto se puede apreciar con una disminución del pH. Los *Lactobacillus* promueven la fermentación y desdoblamiento de lignina y celulosa, permitiendo una más rápida descomposición de los materiales vegetales. También, tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes

de enfermedades, como los hongos del género *Fusarium*, que debilitan las plantas, exponiéndolas al ataque de otras enfermedades y plagas. (Mendietta & Garance, 2015)

#### **1.4.2.3. Levaduras (*Saccharomyces* spp.)**

Sintetizan tanto sustancias microbianas, como compuestos útiles para el crecimiento de las plantas, partiendo de aminoácidos y azúcares (secretados por las bacterias fotosintéticas), así como de materia orgánica. Los elementos producidos por las levaduras (hormonas y enzimas), promueven la división activa de células, siendo también, sustratos útiles para las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos, son demandantes de Oxígeno para realizar sus funciones óptimas. (Mendietta & Garance, 2015)

### **1.5. Parámetros a muestrear**

#### **1.5.1. pH**

El Potencial de Hidrogeno (pH) expresa la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución define la alcalinidad o acidez del agua. El pH del agua natural depende de la concentración de CO<sub>2</sub>.

En el agua la alcalinidad se debe generalmente a la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidroxilo y con menos frecuencia a boratos, silicato y fosfatos. En las aguas naturales, ósea en aquellas que no han sufrido tratamiento alguno los bicarbonatos representan generalmente la alcalinidad desde que son formados en considerable cantidad por la acción del CO<sub>2</sub> sobre materiales básicos del suelo. (Miranda F., 2010)

#### **1.5.2. Temperatura**

La temperatura es importante, ya que muchos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura, esta influye de forma muy significativa en las especies acuáticas determinando su metabolismo, productividad primaria, respiración y descomposición de materia orgánica.

La temperatura de un Agua Residual varía de estación en estación y también con la posición geográfica. En regiones frías, la temperatura varía de 7°C a 18°C, mientras que en regiones cálidas la variación será de 13°C a 30°C. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango 25°C a 35°C. (Miranda F., 2010).

### **1.5.3. Olor**

Sensación olfativa que producen las materias extrañas contenidas en el agua. (NB 495). Para efectos de evaluación, el sabor y el olor se determinan por medio de los sentidos. (NB 512)

### **1.5.4. Sólidos Suspendidos**

Corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua. Es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, importante para la producción de Oxígeno. Los sólidos Totales se determinan evaporando un volumen determinado de muestra y pesando el residuo remanente, los resultados se expresan en *mg/l*. (Vargas L., 2006).

### **1.5.5. DBO<sub>5</sub>**

La Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), es la cantidad de Oxígeno usado por las bacterias bajo condiciones aeróbicas en la oxidación de materia orgánica para obtener CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Esta prueba proporciona una medida de la contaminación orgánica del agua, especialmente de la materia orgánica biodegradable. (Lahora, 2009)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) es una prueba empírica, en la cual se usan procedimientos de laboratorio estandarizados para determinar los requerimientos relativos de Oxígeno de las aguas de desechos, efluentes y aguas contaminadas. Los microorganismos utilizan el Oxígeno atmosférico disuelto en el agua para la oxidación bioquímica de la materia contaminante, que es su fuente de carbono. La DBO<sub>5</sub>, se usa

como una medida aproximada de la cantidad de materia orgánica bioquímicamente degradable en una muestra. (Vargas L., 2006)

#### **1.5.6. DQO**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, mediante un oxidante fuerte. La cantidad de oxidante consumida se expresa en términos de su equivalencia en Oxígeno. DQO se expresa en *mg/l* O<sub>2</sub>. Como se ha comentado, tanto los constituyentes orgánicos como inorgánicos de la muestra están sujetos a oxidación.

El método DQO se usa a menudo para medir los contaminantes en las aguas naturales y residuales y para evaluar la fuerza de desechos tales como aguas residuales municipales e industriales. El método DQO se usa también en aplicaciones en centrales eléctricas, industria química, industria papelera, lavanderías, estudios medioambientales y educación general. (Vargas L., 2006).

#### **1.5.7. Oxígeno Disuelto**

El Oxígeno es necesario para el mantenimiento de la vida acuática. El requerimiento de Oxígeno Disuelto para la conservación de los seres vivos depende de la temperatura, presión, contenido de sales y la presencia de sustancias químicas oxidables en condiciones acuáticas específicas. (Leyva, 1998) (Jaramillo & Arias, 2001)

#### **1.5.8. Nitrógeno Total**

Nutriente esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Básico para síntesis de proteínas. El Nitrógeno Total es una medida de todas las varias formas de Nitrógeno que se encuentran en una muestra de agua. El Nitrógeno es un nutriente necesario para el crecimiento de plantas acuáticas y algas. No todas las formas de Nitrógeno pueden ser utilizadas fácilmente por las plantas acuáticas y las algas, especialmente el Nitrógeno vinculado con materia orgánica disuelta o partículas. El símbolo químico para el Nitrógeno es N, y el símbolo para el Nitrógeno



Total es NT. El Nitrógeno Total consiste en formas inorgánicas y orgánicas. Las formas inorgánicas incluyen el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), el Amoníaco ( $\text{NH}_4^+$ ) ionizado, no incluye el amoníaco no ionizado ( $\text{NH}_3$ ), y gas del Nitrógeno ( $\text{N}_2$ ). El contenido de Nitrógeno orgánico en un agua incluye el Nitrógeno de aminoácidos, aminas, polipéptidos, proteínas y otros compuestos orgánicos del Nitrógeno. Todas las formas de Nitrógeno son inofensivas a los organismos acuáticos excepto el amoníaco no ionizado y el nitrito, que puede ser tóxico para los peces. El Nitrito no es generalmente un problema en los cuerpos de agua, sin embargo, si hay bastante Oxígeno disponible en el agua para que se oxide, el Nitrito puede ser convertido fácilmente a Nitrato. Por otro lado, los Nitratos son una forma de Nitrógeno que todas las plantas necesitan para crecer. En los campos, y también en los jardines, se usan los fertilizantes con Nitrógeno para enriquecer el suelo. Desafortunadamente, los Nitratos pueden contaminar los acuíferos de las aguas subterráneas y superficiales (CAN, 2008).

#### **1.5.9. Coliformes Fecales**

Los Coliformes Fecales, están formados por el grupo bacterias gramnegativas presentadas en el tracto intestinal de vertebrados de sangre caliente que fermentan la lactosa con producción de ácido, aldehído y gas. Es difícil encontrar en un único organismo todas las características que debería tener el indicador ideal de contaminación fecal. No obstante, la *E. coli* y, en menor medida, las bacterias Coliformes termo tolerantes reúnen muchas características útiles. Por ese motivo, la *E. coli* suele ser el indicador de contaminación fecal preferido recomendado. Los estreptococos Fecales satisfacen algunos de los criterios y se suelen utilizar como indicadores suplementarios de contaminación por heces humanas y animales. (CAN, 2008)

#### **1.5.10. Coliformes Totales**

Incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35°C hasta 37 °C. *Escherichia coli* y los Coliformes termo tolerantes son un subgrupo del grupo de los Coliformes Totales que pueden fermentar la lactosa a temperaturas más altas. Los Coliformes Totales producen, para fermentar la lactosa, la enzima  $\beta$ -galactosidasa. Tradicionalmente, se consideraba que las bacterias Coliformes pertenecían a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros como *Serratia* y *Hafnia*. El grupo de los Coliformes Totales incluye especies Fecales y ambientales. No son útiles como índice de agentes patógenos Fecales, pero pueden utilizarse como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas. (MINSA, 2006)

## **MARCO CONCEPTUAL**

### **1.6. Melaza**

Se le denomina a la miel final o melaza (no cristalizable) al jarabe o líquido denso y viscoso, separado de la misma masa cocida final y de la cual no es posible cristalizar más azúcar por métodos inusuales ([ICONTEC](#), 1994).

En el proceso de fermentación de la melaza se utilizan los azúcares para ser transformados en alcohol. Conocida también como miel final y constituye el principal subproducto en la Industria azucarera, llevándola a un proceso de fermentación con levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae* para obtener el alcohol etílico. (Gilces & Veloz, 2006)

### **1.7. Área de descarga**

Área de influencia directa de la descarga de aguas residuales crudas o tratadas a un cuerpo receptor que incluye a los puntos de descarga y de dilución o al sistema de drenaje o alcantarillado. (MDSMA, 1997).

### **1.8. Afluente**

Agua Residual que ingresa a un proceso de tratamiento. (NB688, 2007)

Aguas residuales que entran en una depuradora o que son sometidas a un proceso de tratamiento. (UPCommons).

### **1.9. Cuerpo receptor**

Cualquier curso de agua natural o masa de agua natural o de suelo que recibe el lanzamiento o descarga del efluente final. (NB688, 2007)

Medio donde se descargan aguas residuales crudas o tratadas. (AGUAMARKET, 2017).

Corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas pudiendo contaminar el suelo o los acuíferos. (AGUAMARKET, 2017)

### **1.10. Efluente**

Líquido que sale de un proceso de tratamiento. (NB688, 2007)

Fluido liberado desde un foco emisor. (UPCommons)

**1.11. Planta de tratamiento**

Unidad o conjunto de unidades destinadas a mejorar la calidad del agua de tal forma que produzcan en los cuerpos receptores, efectos compatibles con las exigencias legales y/o con la utilización de aguas abajo de la población. (NB688, 2007)

**1.12. Proceso de tratamiento**

Formas particulares de mejorar la calidad de aguas residuales mediante operaciones unitarias o procesos unitarios. (NB688, 2001)

**1.13. Sistema de tratamiento de aguas residuales**

Está constituido por un proceso conjugado o conjunto de procesos de tratamiento que se verifican en una P.T.A.R. (NB688, 2001).

**1.14. Lagunas anaerobias**

Son aquellas unidades de tratamiento en las que la estabilización de la materia orgánica acontece sin el concurso de Oxígeno Disuelto en el agua. Ocurren principalmente fenómenos de digestión ácida y fermentación mecánica como parte del proceso. (NB688, 2001)

**1.15. Lagunas facultativas**

Son unidades de tratamiento en las cuales suceden fenómenos de fermentación anaerobia (en el fondo), oxidación aeróbica y reducción fotosintética en las capas superiores. (NB688, 2001)

**1.16. Lagunas aerobias**

Unidades de tratamiento donde la oxidación y fotosíntesis están balanceadas al límite de producir una estabilización aeróbica con Oxígeno Disuelto en el agua. (NB688, 2001)

## **MARCO LEGAL**

### **1.17. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA**

#### **1.17.1. Artículo 16.**

- I.** Toda persona tiene derecho al agua y a la alimentación.

#### **1.17.2 Artículo 20.**

- I.** Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones.
- II.** Es responsabilidad del Estado, en todos sus niveles de gobierno, la provisión de los servicios básicos a través de entidades públicas, mixtas, cooperativas o comunitarias. En los casos de electricidad, gas domiciliario y telecomunicaciones se podrá prestar el servicio mediante contratos con la empresa privada. La provisión de servicios debe responder a los criterios de universalidad, responsabilidad, accesibilidad, continuidad, calidad, eficiencia, eficacia, tarifas equitativas y cobertura necesaria; con participación y control social.
- III.** El acceso al agua y alcantarillado constituyen derechos humanos, no son objeto de concesión ni privatización y están sujetos a régimen de licencias y registros, conforme a ley.

#### **1.17.3. Artículo 33.**

Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

#### **1.17.4. Artículo 34.**

Cualquier persona, a título individual o en representación de una colectividad, está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa

del derecho al medio ambiente, sin perjuicio de la obligación de las instituciones públicas de actuar de oficio frente a los atentados contra el medio ambiente.

## **1.18. LEY DE MEDIO AMBIENTE 1333**

### **1.18.1. Título I Disposiciones Generales, Capítulo I Objeto De La Ley**

#### **1.18.1.1. Artículo 3°**

El medio ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio de la Nación, su protección y aprovechamiento se encuentran regidos por Ley y son de orden público.

### **1.18.2. Título II De La Gestión Ambiental Capítulo I De La Política Ambiental**

#### **1.18.2.1. Artículo 5°**

La política nacional del medio ambiente debe contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, sobre las siguientes bases:

- 1.- Definición de acciones gubernamentales que garanticen la preservación, conservación, mejoramiento y restauración de la calidad ambiental urbana y rural.
- 2.- Promoción del desarrollo sostenible con equidad y justicia social tomando en cuenta la diversidad cultural del país.
- 3.- Promoción de la conservación de la diversidad biológica garantizando el mantenimiento y la permanencia de los diversos ecosistemas del país.
- 4.- Optimización y racionalización el uso de aguas, aire suelos y otros recursos naturales renovable garantizando su disponibilidad a largo plazo.
- 5.- Incorporación de la dimensión ambiental en los procesos del desarrollo nacional.
- 6.- Incorporación de la educación ambiental para beneficio de la población en su conjunto.
- 7.- Promoción y fomento de la investigación científica y tecnológica relacionada con el medio ambiente y los recursos naturales.

8.- Establecimiento del ordenamiento territorial, a través de la zonificación ecológica, económica, social y cultural. El ordenamiento territorial no implica una alteración de la división política nacional establecida.

9.- Creación y fortalecimiento de los medios, instrumentos y metodologías necesarias para el desarrollo de planes y estrategias ambientales del país priorizando la elaboración y mantenimiento de cuentas patrimoniales con la finalidad de medir las variaciones del patrimonio natural nacional,

10.- Compatibilización de las políticas nacionales con las tendencias de la política internacional en los temas relacionados con el medio ambiente precautelando la soberanía y los intereses nacionales.

### **1.18.3. Título III, De Los Aspectos Ambientales, Capítulo I De La Calidad Ambiental**

#### **1.18.3.1. Artículo 17°.**

Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades.

#### **1.18.3.2. Artículo 18°**

El control de la calidad ambiental es de necesidad y utilidad pública e interés social. La Secretaría nacional y las Secretarías Departamentales del Medio Ambiente promoverán y ejecutarán acciones para hacer cumplir con los objetivos del control de la calidad ambiental.

#### **1.18.3.3. Artículo 19°**

Son objetivos del control de la calidad ambiental:

- 1.- Preservar, conservar, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales a fin de elevar la calidad de vida de la población.
2. Normar y regular la utilización del medio ambiente y los recursos naturales en beneficio de la sociedad en su conjunto.

3.- Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos o peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales.

4.- Normas y orientar las actividades del Estado y la Sociedad en lo referente a la protección del medio ambiente y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a objeto de garantizar la satisfacción de las necesidades de la presente y futuras generaciones.

#### **1.18.4. Capítulo II De Las Actividades Y Factores Susceptibles De Degradar El Medio Ambiente**

##### **1.18.4.1. Artículo 20°**

Se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a establecerse en reglamentación expresa, los que a continuación se enumeran:

- a) Los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo.
- b) Los que producen alteraciones nocivas de las condiciones hidrológicas, edafológicas, geomorfológicas y climáticas.
- c) Los que alteran el patrimonio cultural, el paisaje y los bienes colectivos o individuales, protegidos por Ley.
- d) Los que alteran el patrimonio natural constituido por la diversidad biológica, genética y ecológica, sus interrelaciones y procesos.
- e) Las acciones directas o indirectas que producen o pueden producir el deterioro ambiental en forma temporal o permanente, incidiendo sobre la salud de la población.

##### **1.18.4.2. Artículo 21°**

Es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes, informar a la autoridad competente y a los posibles afectados, con el fin de evitar daños a la salud de la población, al medio ambiente y los bienes.



## **1.18.5. Título IV De Los Recursos Naturales En General Capítulo II Del Recurso Agua**

### **1.18.5.1. Artículo 36°**

Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad.

### **1.18.5.2. Artículo 37°**

Constituye prioridad nacional la planificación, protección y conservación de las aguas en todos sus estados y el manejo integral y control de las cuencas donde nacen o se encuentran las mismas.

### **1.18.5.3. Artículo 38°**

El Estado promoverá la planificación, el uso y aprovechamiento integral de las aguas, para beneficio de la comunidad nacional con el propósito de asegurar su disponibilidad permanente, priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población.

### **1.18.5.4. Artículo 39°**

El Estado normará y controlará el vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido y gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas o la degradación de su entorno. Los organismos correspondientes reglamentarán el aprovechamiento integral, uso racional, protección y conservación de las aguas.

## **1.19. REGLAMENTO DE CONTAMINACIÓN HIDRÍCA**

### **1.19.1. Título II Del Marco Institucional Capítulo II De La Autoridad A Nivel Departamental**

#### **1.19.1.1. Artículo 10°**

Para efectos del presente Reglamento y a nivel departamental, el Prefecto tendrá las siguientes atribuciones y funciones:

- a) Ejecutar las acciones de prevención de la contaminación de los cuerpos de agua, saneamiento y control de la calidad de los recursos hídricos, así como las actividades técnicas ambientales en coordinación con los Organismos Sectoriales Competentes y los Gobiernos Municipales.
- b) Establecer objetivos en materia de calidad del recurso hídrico;
- c) Identificar las principales fuentes de contaminación, tales como las descargas de aguas residuales, los rellenos sanitarios activos e inactivos, las escorias y desmontes mineros, los escurrimientos de áreas agrícolas, las áreas geográficas de intensa erosión de los suelos y las de inundación masiva.
- d) Proponer al MDSMA la clasificación de los cuerpos de agua en función de su aptitud de uso.
- e) Otorgar los permisos de descarga de aguas residuales crudas o tratadas.
- f) Aprobar el reúso, por el mismo usuario, de aguas residuales crudas o tratadas, descargadas al cuerpo receptor.
- g) Levantar y mantener un inventario de los recursos hídricos referido a la cantidad y calidad de todos los cuerpos de agua a nivel departamental, a fin de determinar sus estados natural y actual.
- h) Dar aviso al MDSMA y coordinar con Defensa Civil en casos, que ameriten una declaratoria de emergencia hídrica a nivel departamental por deterioro de la calidad.

## **1.19.2. Capítulo III De Los Gobiernos Municipales**

### **1.19.2.1. Artículo 11°**

Los Gobiernos Municipales, para el ejercicio de las atribuciones y competencias que les reconoce la ley en la presente materia, deberán, dentro del ámbito de su jurisdicción territorial: a) realizar acciones de prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco de los lineamientos, políticas y normas nacionales; b) identificar las fuentes de contaminación, tales como las descargas residuales, los rellenos sanitarios activos e inactivos, escorias metalúrgicas, colas y desmontes mineros, escurrimientos de áreas agrícolas, áreas geográficas de intensa erosión de suelos y/o de inundación masiva, informando al respecto al Prefecto; c) proponer al Gobernador la clasificación de los cuerpos de agua en función a su aptitud de uso; d) controlar las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a los cuerpos receptores; e) dar aviso al Gobernador y coordinar con Defensa Civil en casos que ameriten una emergencia hídrica, a nivel local por deterioro de la calidad hídrica.

## **1.19.3. Capítulo IV De Los Organismos Sectoriales Competentes**

### **1.19.3.1. Artículo 12°**

Los Organismos Sectoriales Competentes, en coordinación con el MDSMA y el Gobernador, participarán en la prevención y control de la calidad hídrica mediante propuestas relacionadas con: a) normas técnicas sobre límites permisibles en la materia de su competencia; b) políticas ambientales para el sector en materia de contaminación hídrica, las mismas que formarán parte de la política general del sector y de la política ambiental nacional; c) planes sectoriales y multisectoriales considerando la prevención y el control de la calidad hídrica.

**1.19.4. Título IV Del Monitoreo, Evaluación, Prevención, Protección  
Y Conservación De La Calidad Hídrica**

**1.19.4.1. Capítulo II De La Prevención Y Control De La  
Contaminación Y Conservación De La Calidad Hídrica  
Artículo 47°**

Todas las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a ríos arroyos, procedentes de usos domésticos, industriales, agrícolas, ganaderos o de cualquier otra actividad que contamine el agua, deberán ser tratadas previamente a su descarga, si corresponde, para controlar la posibilidad de contaminación de los acuíferos por infiltración, teniendo en cuenta la posibilidad de que esos ríos y arroyos sirvan para usos recreacionales eventuales y otros que se pudieran dar a estas aguas. Para el efecto se deberá cumplir con lo siguiente:

- a) En caso de arroyos, dichas aguas residuales crudas o tratadas deberán satisfacer los límites permisibles establecidos en el presente reglamento para el cuerpo receptor respectivo.
- b) Toda descarga de aguas residuales a ríos, cuyas características no satisfagan los límites de calidad definidos para su clase, deberá ser tratada de tal forma que, una vez diluida, satisfaga lo indicado en el Cuadro N° 1 del presente reglamento.
- c) Cuando varias industrias situadas a menos de 100 metros de distancia una de la otra, descarguen sus aguas residuales a un mismo tramo de río, la capacidad de dilución será distribuida proporcionalmente al caudal de descarga individual, considerando el caudal mínimo del río y como está descrito en el Art. 45 del presente Reglamento.

#### **1.19.4.2. Capítulo III De Los Sistemas De Tratamiento - Artículo 62°**

La desinfección de las aguas residuales crudas o tratadas es imprescindible cuando la calidad bacteriológica de esas aguas rebasa los límites establecidos y constituye riesgo de daño a la salud humana o contaminación ambiental.

#### **1.19.4.3. Capítulo V Del Reusó De Aguas - Artículo 67°.**

El reusó de aguas residuales crudas o tratadas por terceros, será autorizado por el Gobernador cuando el interesado demuestre que estas aguas satisfacen las condiciones de calidad establecidas en el cuadro N° 1 -Anexo A- del presente Reglamento. (MDSMA, 1997).

#### **1.19.4.4. Artículo 68°**

Los fangos o lodos producidos en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que hayan sido secados en lagunas de evaporación, lechos de secado o por medios mecánicos, serán analizados y en caso de que satisfagan lo establecido para uso agrícola, deberán ser estabilizados antes de su uso o disposición final, todo bajo control de la Gobernación.

#### **1.19.5. Límites Máximos Admisibles De Parámetros En Cuerpos Receptores - Artículo 2°.**

Las muestras para control de las descargas de las industrias deberán ser tomadas a la salida de las Plantas de Tratamiento, inmediatamente después del aforador de descargas, y las destinadas al control de la dilución en el cuerpo receptor, a una distancia entre 50 y 100 m del punto de descarga y dentro del cuerpo receptor. (MDSMA, 1997)

## **CAPÍTULO II**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

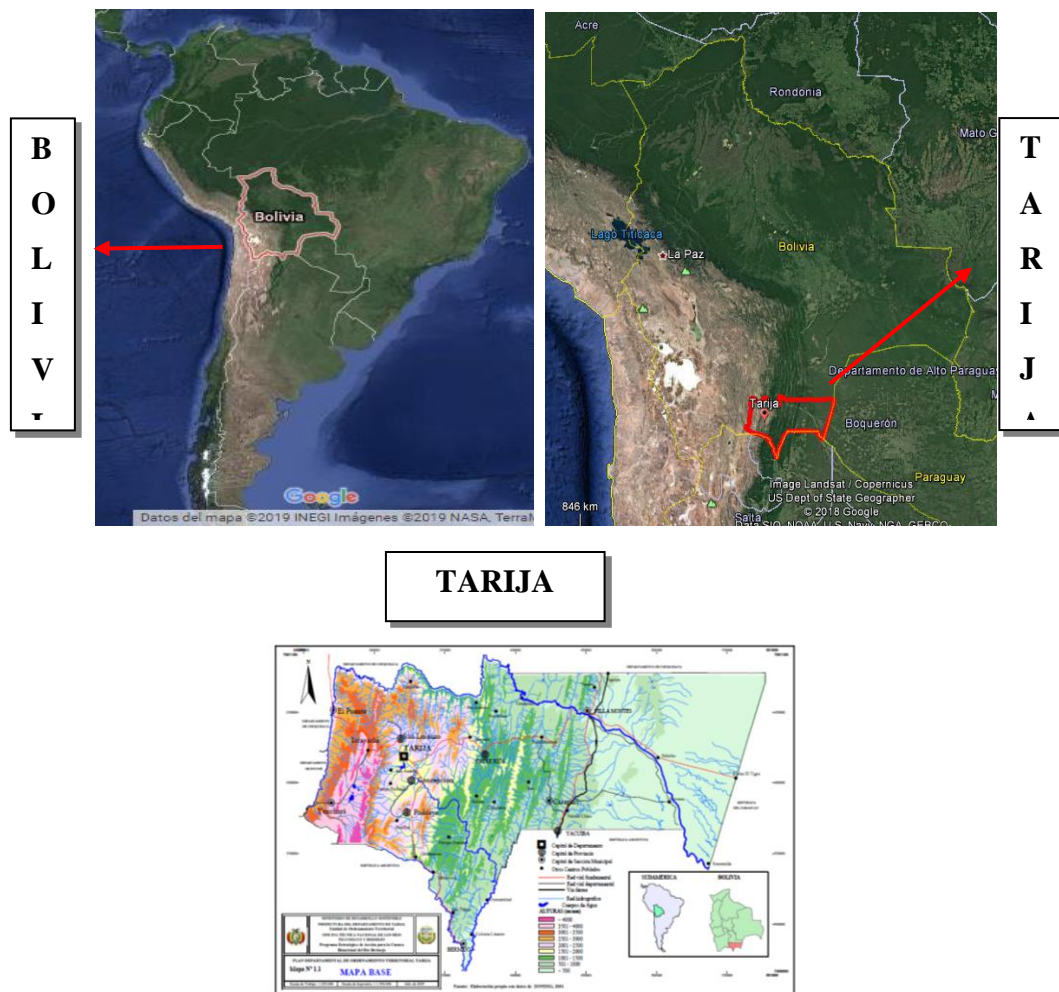
## 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Bolivia está situada en la zona central de América del Sur, con una superficie de 1.098.581 km<sup>2</sup>, entre los meridianos 57° 26' y 69° 38' de longitud occidental del meridiano de Greenwich y los paralelos 9° 38' y 22° 53' de latitud sur, por lo tanto, abarca más de 13° geográficos.

Limita al norte y al este con el Brasil, al sur con la Argentina, al oeste con el Perú, al sudeste con el Paraguay y al sudoeste con Chile.

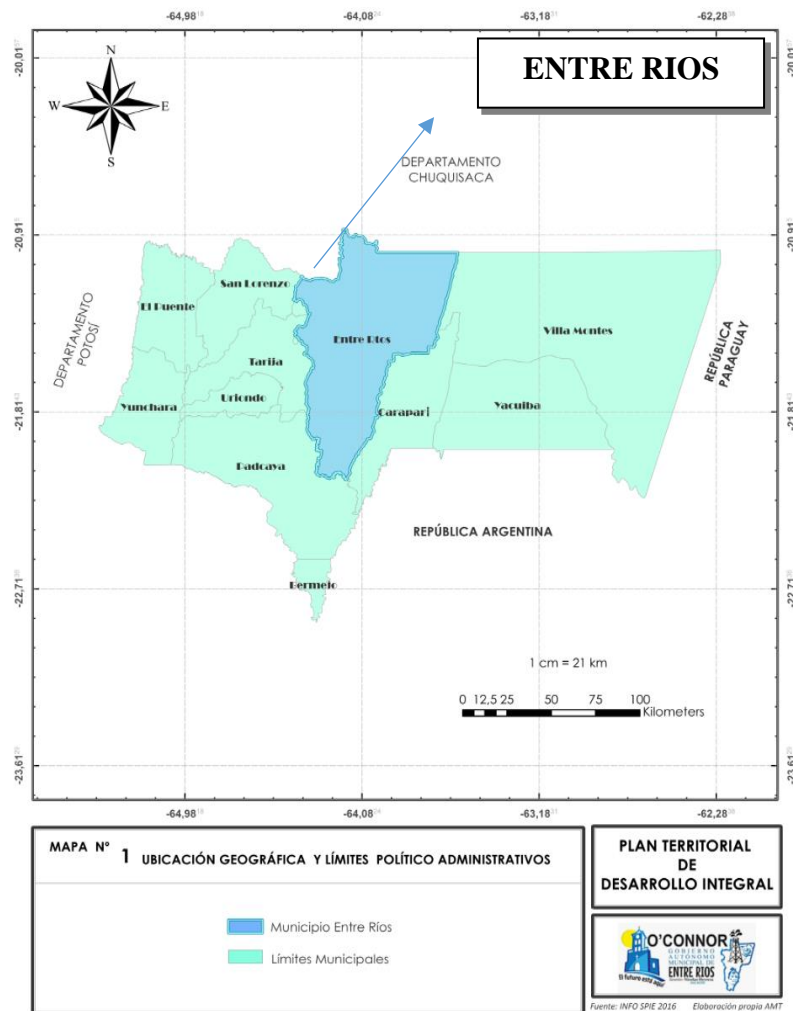
**FIGURA 2. Ubicación - Mapa de Bolivia y Tarija.**



*Fuente: Elaboración propia.*

El Municipio de Entre Ríos, Primera y única Sección de la Provincia O'Connor, se encuentra ubicado en la parte central del Departamento de Tarija, en la región que conforma el piso ecológico que se denomina Subandino, a 108 km de la ciudad capital, está entre las coordenadas: 20° 51' 57" y 21° 56' 51" de latitud Sud, 63° 40' 23" y 64° 25' 6" de longitud Oeste.

**FIGURA 3.** Ubicación geográfica y límites político administrativo.



**Fuente:** PTDI ENTRE RÍOS 2016



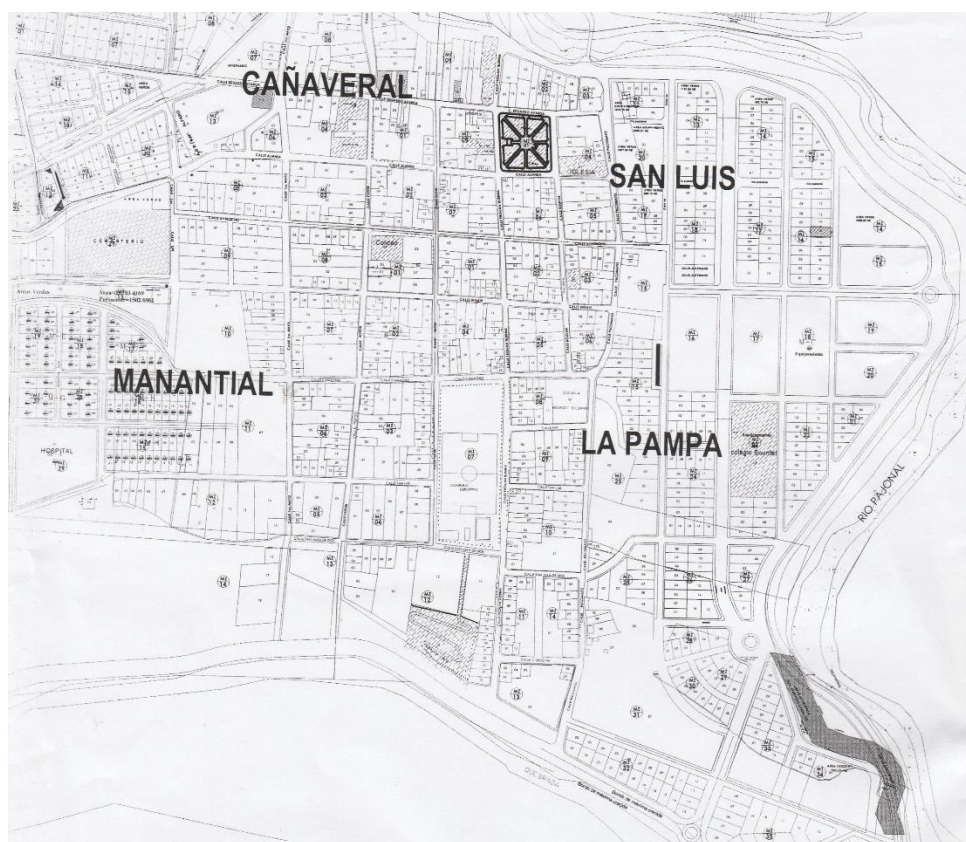
## 2.1.2. DELIMITACIÓN

### 2.1.2.1. Límite geográfico

El presente trabajo se desarrolló en uno de los dos puntos de vertimiento de mayor impacto, de las aguas residuales domiciliarias, ubicado en la PTAR del barrio Manantial de la ciudad de Entre Ríos provincia O'Connor, del departamento de Tarija del estado plurinacional de Bolivia, situado en las coordenadas UTM 378380.61: 7618559.51

LA PTAR recibe las aguas residuales de la mancha urbana del casco viejo de la ciudad de Entre Ríos, solo incluyendo los barrios La Pampa, Manantial, San Luis, cañaveral.

**FIGURA 4.** Mapa de barrios que entran dentro del sistema de PTAR



**Fuente:** Alcaldía del Municipio de Entre Ríos.

**FIGURA 5.** Vista satelital ubicación de la zona de trabajo - ArGIS



*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.1.2.2. Límite temporal

La investigación se realizó dentro de la temporada de primavera abarcando los meses de septiembre, octubre y noviembre. Los dos primeros se abarcaron en concretar el contacto de compra y transporte de materiales, el componente EM y la instalación, permiso para el ingreso a la PTAR.

## **2.2. FACTORES CLIMÁTICOS**

### **2.2.1. Clima**

La ciudad de Entre Ríos a lo largo del territorio muestra una importante variabilidad climática, determinada por la variación en la altitud del relieve del terreno, hecho que es determinante para los valores de temperatura y distribución de la precipitación. (PDMI ENTRE RÍOS, 2016)

### **2.2.2. Temperatura**

La temperatura en el Municipio de Entre Ríos, alcanza valores máximos de hasta 40,9°C en el mes de septiembre y mínimos extremos de hasta -7,2 °C entre los meses de junio y agosto en la jerga popular estos eventos son conocidos como surazos. (PDMI ENTRE RÍOS, 2016)

### **2.2.3. Precipitación**

La precipitación anual alcanza a 1.314 *mm* en Salinas y baja hasta 674.8 *mm* en Palos Blancos. Se puede observar una marcada estacionalidad en la precipitación pluvial, de noviembre a abril se acumula el 82% de la precipitación Total.

La precipitación varía enormemente por distritos: en el D-3 y D-4 se produce la mayor precipitación anual con 1.314 *mm*, le sigue el D-2 con 1.150 *mm*, luego el D-1 con 1.125 *mm*, posteriormente el D-5 con 912.4 *mm* y finalmente el D-6 con tan sólo 674.8 *mm*. Las lluvias predominan del Sur y Sureste, por consiguiente, la humedad varía también por distritos. El número de días con lluvia alcanza a un promedio de 102, la máxima precipitación pluvial en 24 horas se da en el mes de enero con 131 *mm*. (PDMI ENTRE RÍOS, 2016)

## **2.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tendrá un enfoque cuantitativo y cualitativo

### **2.3.1. Cuantitativo**

La metodología cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica. (Alvarez, 2011)

## **2.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La siguiente investigación es de carácter descriptivo, experimental, explicativo; ya que fue establecida, analizada y recolectada la información para su estudio, así para poder realizar observaciones que describan y analicen los resultados tomados de las muestras obtenidas en la dosificación dada al Agua Residual, extraída del afluente del sistema de tratamiento por celdas de la Planta de Tratamiento de la ciudad de Entre Ríos.

### **2.4.1. Descriptiva**

Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. (Tamayo, 2003)

### **2.4.2. Experimental**

Esta modalidad tradicional de estudio se orienta más dentro de la investigación cuantitativa que la cualitativa, aunque ésta no se excluye. Su propósito es validar o comprobar una hipótesis. Para ello se vale del experimento el cual “consiste en someter un objeto en estudio a la influencia de ciertas variables, en condiciones controladas y conocidas por el investigador, para observar los resultados que la variable produce en el objeto” (Cerdeira, 2000).

### **2.4.3. Explicativa**

La explicación también es un instrumento utilizado en muchos tipos de investigación; es casi que el objetivo final, la meta o la exigencia, ya que busca respuesta a una pregunta fundamental, por el deseo de conocer y saber del ser humano: “¿Por qué?”. Averigua las causas de las cosas, hechos o fenómenos de la realidad. La explicación es un proceso que va mucho más allá de la simple descripción de un objeto. Diríamos que es más avanzada, pues una cosa es evidenciar cómo es algo, o recoger datos y descubrir hechos en sí, y otra muy distinta explicar el por qué. “Este es el tipo de investigación que más profundiza nuestro conocimiento de la realidad, porque explica la razón, el porqué de las cosas, y es por lo tanto más complejo y delicado, pues el riesgo de cometer errores aumenta considerablemente”. (Sabino, 1998)

## **2.5. MÉTODO**

El método general empleado es el método científico; el método específico utilizado analítico.

### **2.5.1. Científico**

Es el [procedimiento](#) planeado que se sigue en la actividad científica para distinguir la forma de existencia de los procesos, distinguir fases de su [desarrollo](#), desentrañar sus enlaces internos y externos; esclarecer sus interacciones con otros procesos, generalizar y profundizar los conocimientos adquiridos de este modo, demostrados luego con rigor racional y conseguir después su comprobación en el experimento y con la técnica de su aplicación. (DE GORTARI, 1979).

### **2.5.2. Analítico**

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Es la observación y examen de un hecho en particular, es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se

puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Ruiz, 2007).

## **2.6. TÉCNICAS**

Para desarrollar el presente trabajo de investigación es necesario la aplicación de las siguientes técnicas:

### **2.6.1. La recopilación bibliográfica**

Permite la elaboración de las bases teóricas de la investigación. En esta fase se acude a todas las fuentes posibles, bibliotecas, instituciones afines, salas de estudio tratando de ubicar información sobre el tema, revisando: libros, revistas, periódicos, tesis, guías (Hurtado 1996).

#### **2.6.1.1.Herramientas de la investigación bibliográfica**

- Revisiones documentales y bibliográficas.
- Fuentes de información científica.
- Gestores bibliográficos.
- Documentos y Guías escritas, auditivas, video gráficas, virtuales.
- Información de gabinete, internet.

### **2.6.2. La observación**

Esta técnica se utiliza cuando el investigador corrobora y verifica los datos y la información sobre la situación real del problema, esta se define como: El registro visual de lo que ocurre en una situación real consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia. (Canales 1996).

#### **2.6.2.1.Herramientas de la observación**

- Filmadora.
- Cámara fotográfica.
- Hojas de campo.
- Libreta de anotaciones.

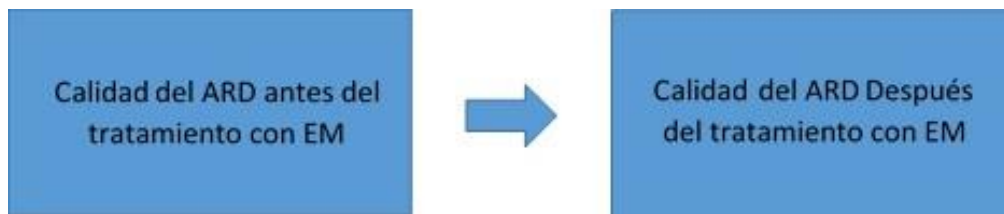
## 2.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE INVESTIGACIÓN

Corresponde a un proceso experimental, donde se realizó pruebas antes de añadir EM y después de añadir EM, en un solo volumen (500 litros de ARD) con 2 tratamientos (1:1000 Y 1:3000) y 1 testigo.

El EM trabaja tanto como en medio aerobio como anaerobio o también llamado facultativo con una profundidad de 1 m a 2 m.

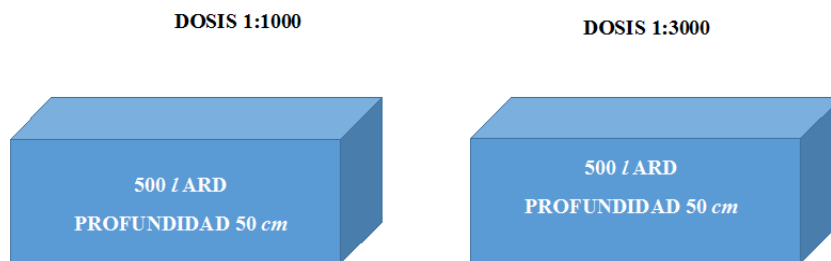
El estudio se realizó en un medio aerobio. (0.5 m) de profundidad, para asegurar que la luz solar entre.

**FIGURA 6.** Bosquejo del proceso.



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA 7.** Bosquejo - Volumen y tratamientos



**Fuente:** Elaboración propia.

**FIGURA 8. Volumen y tratamientos**



*Fuente: Elaboración propia.*

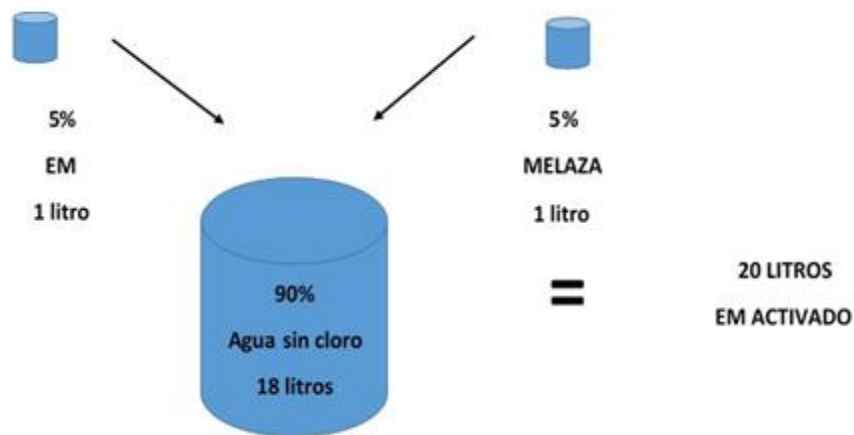
## **2.8. PROCEDIMIENTOS**

### **2.8.1. Activación**

El EM tiene varias expresiones, por ejemplo; EM Solución Madre, EM Original, EM Básico, EM Concentrado etc., son diferentes nombres para el mismo producto, pero está uniformando su nombre solo EM-1 y el EM-1 viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. El EM-1 este estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto, antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir “producto secundario” de EM - 1. (EM Activado = EMA) El cual puede obtener mayor población de microorganismos benéficos y también puede minimizar el costo. EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente durante una o dos semanas. Un olor agridulce y un pH 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo. Y la activación es solo una vez, si lo hace más, se pierde equilibrio de los microorganismos, por lo tanto, no hay garantía sobre su calidad y función. También debe usar el mismo material y volumen mencionado, si no afectará a su calidad. La calidad de EM es muy importante y si activa con mala calidad, no trabaja ni actúa bacterias en el sitio.



**FIGURA 9. Activación del EM**



*Fuente: Elaboración propia*

### 2.8.1.1. Proceso de activación:

Se midió con una jarra el concentrado de EM y el agua a utilizar.

Se mezcló 1 litro de melaza con 18 litros de agua sin cloro, pero solo se vierte la mitad, equivalente a 9 litros de agua tibia, para disolver la mezcla. Luego se agregó 4 litros de EM concentrado, todo esto en un recipiente de plástico con capacidad para 20 litros. Esta preparación se vació a bidones con tapa de capacidad de 10 litros, añadiendo el agua restante. Solo se usa 18 litros de agua, debido a que se produce fermentación. Se cerró herméticamente comprimiendo los envases para evitar la entrada de aire y se mantuvo por 7 días a una temperatura entre 25°C y 40°C. Es conveniente abrir el recipiente a los 4 días para que escapen los gases producidos por la fermentación. El producto al final de este período fue con olor agridulce y su pH (acidez) a 3.5. Esto comprobó que el EM ya estaba activado y para utilizar, según el señor Carlos Reyes. La preparación se la adquirió en uno de los bidones con capacidad de 10 litros al precio de 350 bolivianos, y se activó en el departamento de Santa Cruz, trasladándola posteriormente a la ciudad de Entre Ríos.

**FIGURA 10. Activación.**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

### **2.8.2. Aplicación:**

Se procedió a extraer el Agua Residual que entra al sistema de tratamiento primario, con ayuda de compañeros universitarios. (Figura 13)

Se recolectó el agua en 3 unidades experimentales (UEs) de 500 litros de capacidad. (Figura 14)

Se tomó las mediciones de pH y temperatura del Agua Residual antes de verter el EM Activado y seguidamente solo el EM Activado, dando como resultado, el Agua Residual Domestica pH medio 7.68 y Temperatura media 26 ° C y el EM Activado 4.51

Se añadió el EM Activado con las dosificaciones de 1:1000 y 1:3000 de agua en las UEs. (Figura 15).

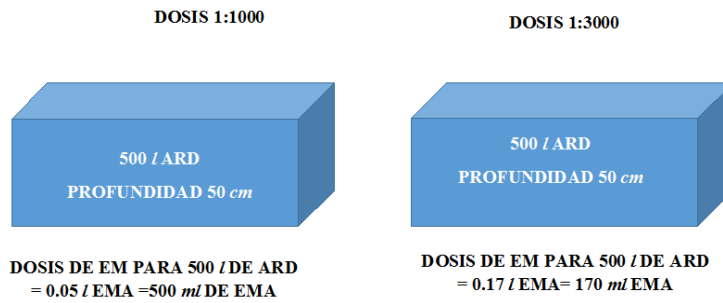
Tratamiento 1 (M1- EM 1:1000): UE con 500 litros de Agua Residual Doméstica más la dosificación 500 ml de EM-Activado. (Figura 16)

Tratamiento 2 (M2- EM 1:3000): UE con 500 litros de Agua Residual Doméstica más la dosificación 170 ml de EM-Activado. (Figura 17)

Se utilizarán 3 UEs debido a que uno será el que contenga Agua Residual Domestica sin EM y tener los respectivos cálculos estadísticos en los resultados de muestreo. (Figura 18).

Tratamiento 3(SIN EM): 500 litros de Agua Residual Doméstica sin ninguna dosificación.

**FIGURA 11. Dosificación**



*Fuente: Elaboración propia.*

**FIGURA 12. Extracción de ARD**



**FIGURA 13. Llenado de UEs**



*Fuente: Elaboración propia.*

**FIGURA 14. Adición de EM**



**FIGURA 15. Dosificación**

*1:1000-500ml*



**FIGURA 16. Dosificación**  
*1:3000-170ml*



*Fuente: Elaboración propia.*

## 2.9. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MUESTREO

Para el Agua Residual Domestica, se realizó teniendo en cuenta la normativa vigente, del REGLAMENTO DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA de la LEY 1333 DE MEDIO AMBIENTE. Límites máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores.

- DBO<sub>5</sub>.
- DQO.
- Oxígeno Disuelto.
- Sólidos Suspendedos.
- Temperatura.
- pH.
- Coliformes Totales y Fecales.
- Nitrógeno Total.

**FIGURA 17.** Límites máximos admisibles de parámetros en Descargas liquidas

COPIANO C-ANEXO A-2<sup>1</sup>

**LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS A CUERPOS DE AGUA mg/lt.**

NORMA PARÁMETROS	PROPUESTA	
	DIARIO	MES
Cobre	1.0	0.5
Zinc	3.0	1.5
Piomo	0.6	0.3
Cadmio	0.3	0.15
Arsénico	1.0	0.5
Cromo + 3	1.0	0.5
Cromo + 6	0.1	0.05
Mercurio	0.002	0.001
Fierro	1.0	0.5
Antimonio(δ)	1.0	
Estaño	2.0	1.0
Cianuro libre (a)	0.2	0.10
Cianuro libre (b)	0.5	3.0
pH	6.9	6.9
Temperatura(*)	+5°C	+5°C
Compuestos fenólicos	1.0	0.5
Sólidos Susp. Totales	60	
Colifecales (NMP/100 ml)	1000	
Aceite y Grasas ( c )	10.0	
Aceite y Grasas (d)	20.0	
DBO5	80.0	
DQO( e )	250.0	
DQO(f)	300.0	
Amonio como N	4.0	2.0
Sulfuros	2.0	1.0

(\*) Rango de viabilidad en relación a la Temperatura Media de cuerpo receptor  
 (a), (c), (e) aplicable a descargas de procesos mineros e industriales en general  
 (b), (d), y (f) Aplicable a descargas de procesos hidrocarbúricos  
 (δ) En caso de descargas o derrames de antimonio iguales o mayores a 2500 Kg., se deberá reportar a la autoridad ambiental.

<sup>1</sup> Anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (Ley 1333 de Medio Ambiente)

**Fuente:** Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica Ley 1333.

## 2.10. MUESTREO

La toma de muestras destinadas al análisis, físico, químico y biológico, se realizó a través de muestras simples y puntuales, lo que también se considera que es lo más seguro, para evitar la contaminación de las muestras y se generen errores en los resultados obtenidos, necesariamente debe ser realizada por una persona experimentada o entrenada para tal fin. Se siguió las guías para la toma de muestras de agua residual, disponibles del laboratorio de CEANID y del Ministerio de Medio Ambiente Y Agua a través de SENABSA.

### 2.10.1. Muestra simple

La muestra simple es solo una muestra tomada en un instante. Es muy fácil de hacerla, ya que solamente se toma con un recipiente el agua de la tubería o de una caída. Además, es rápido de tomarla. Tiene desventajas que solo indica la composición del agua en el instante en que fue tomada, además los errores durante el muestreo no son relativos. (SENASBA, 2015). Para el trabajo se realizó la muestra simple, teniendo en cuenta el tiempo de transporte y recepción de muestras en laboratorio, debido a la construcción y cierre del paso caminero Entre Ríos – Tarija. Estando habilitado el transporte de horas 12:00 a 01:00pm y de 6:00pm hasta 7:00 am.

**FIGURA 18.** Presentación de datos a laboratorio-muestra simple

CEANID					JOSAAIT					
NOMBRE: NINFA DEL CARMEN SOSA MORENO					NOMBRE DEL SOLICITANTE: NINFA DEL CARMEN SOSA MORENO					
NIT: 10660532					EMPRESA O INSTITUCION: PERSONAL					
TELEFONO: 78223790					TELEFONO: 78223790					
DIRECCION: B/ MANANTIAL C/ INGAVI – ENTRE RIOS					DIRECCION: B/ MANANTIAL – ENTRE RIOS					
RESPONSABLE DEL MUESTREO: NINFA DEL CARMEN SOSA MORENO					DATOS DEL MUESTREO:					
PROCEDENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO (PTAR) / ENTRE RIOS					RESPONSABLE DEL MUESTREO: TESISTA: NINFA DEL CARMEN SOSA MORENO					
PROVINCIA: O'CONNOR DEPARTAMENTO: TARIJA					PROCEDENCIA DE MUESTRA: PROVINCIA O'CONNOR ENTRE RIOS					
CONDICIONES DE ENTREGA AL CEANID: ANTES DEL INGRESO AL PTAR					CONDICIONES DE RECEPCION					
MUESTRA	CANTIDAD	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA	N°	VOLUMEN	FECHA Y HORA	TIPO DE MUESTREO	TIPO DE ENVASE	
AGUA RESIDUAL (M1) EM 1/2000	2000 ml	2018-11-28	10:29 a.m.	Simple	1	500 ml	28-11-18 10:16 a.m.	Puntual	V	AGUA RESIDUAL (M1) EM 1/1000
AGUA RESIDUAL (M2) EM 1/3000	2000 ml	2018-11-28	10:36 a.m.	Simple	2	500 ml	28-11-18 10:18 a.m.	Puntual	V	AGUA RESIDUAL (M2) EM 1/2000
AGUA RESIDUAL (M3) SIN EM	2000 ml	2018-11-28	10:40 a.m.	Simple	3	500 ml	28-11-18 10:21 a.m.	Puntual	V	AGUA RESIDUAL (M3) SIN EM
PARAMETRO: DBO, DQO, OXIGENO DISUELTUO, SOLIDOS SUSPENDIDOS, NITROGENO TOTAL					TIPO DE ENVASE: VIDRIO					
					N° TOTAL DE MUESTRAS: 3					
					PARAMETRO: COLIFORMES FECALES, COLIFORMES TOTALES					

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.10.2. Identificación de la muestra

Todas las muestras fueron claramente identificadas, llevando una etiqueta e informe adjunto, consignando los datos detallados. (Figura 19)

Se identificó la muestra mediante los siguientes datos:

- MUESTRA NRO.
- TIPO DE MUESTRA: simple y puntual.
- PROCEDENCIA: Localización o procedencia (ciudad, región, etcétera).
- SITIO DE MUESTREO: Lugar de recolección (identificación del punto donde se recolectó la muestra).
- FECHA.
- HORA.
- RESPONSABLE: Nombre del recolector.
- MUESTRA PARA: parámetros a analizar en laboratorio.
- a) **Cantidad:** 2 l (recipiente plástico) y 500 ml (recipiente de vidrio).

*FIGURA 19. Identificación de las muestras.*



*Fuente: Elaboración propia.*

- **Frascos:** Se utilizó frascos de plástico para las muestras de DBO<sub>5</sub>, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, y Nitrógeno Total. Frascos de vidrio para las muestras de Coliformes Fecales y Coliformes Totales. (figura 20).

**FIGURA 20.** *Fascos de muestreo.*



*Fuente: Elaboración propia.*

- b) Limpieza de los frascos:** Para material plástico se usó, detergente, agua limpia y agua destilada. Primero se lava con detergente, se enjuaga bien con agua corriente y se esteriliza con agua destilada. (Figura 21). Para el material de vidrio estos fueron esterilizados en laboratorio por COSSALT.
- c) Durante la recolección:** Se enjuago el frasco con el Agua Residual Doméstica que se recolectó. Se debe llenar el frasco directamente. Cuando sea imposible introducir el líquido sin recipientes intermediarios o embudos, estos se lavarán adecuadamente con la misma agua. (Figura 22).

**FIGURA 21.** *Limpieza de los frascos con detergente, agua corriente y agua destilada*



*Fuente: Elaboración propia.*

**FIGURA 22.** *Recolección de la muestra – enjuagado de con ARD.*



*Fuente: Elaboración propia.*

## 2.11. MATERIALES

Se utilizaron los siguientes materiales:

### ➤ **Instalación, activación y aplicación**

- Guantes de caucho.
- Bidón de PVC con tapa hermética.
- 3 unidades experimentales (UEs) de PVC con la capacidad de 500 litros.
- Agua libre de cloro.
- Producto EM-AGUA.
- Activador (Melaza).
- Agua Residual Doméstica.
- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Lápiz.
- Guantes quirúrgicos.

### ➤ **Muestreo**

- Etiquetas.
- Hojas de campo .



- Guantes quirúrgicos.
- Mascarillas.
- Cámara fotográfica.
- Alcohol antiséptico.
- Envases para muestras (botellas).
- Guardapolvos.
- 1 par de zapatos de seguridad.
- Porta materiales.
- Conservadora.

➤ **Materiales de Gabinete**

- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora.
- Memoria USB.
- Cámara fotográfica.
- Hojas de resultados de análisis de laboratorio.
- Cuaderno de apuntes.
- 1 Libreta de campo.
- Materiales de escritorio.

**FIGURA 23.** Materiales.



*Fuente: Elaboración propia.*

## **CAPÍTULO III**

# **ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. RESULTADOS E INTERPRETACION DE DATOS

La interpretación de resultados se ha realizado en base a los siguientes datos arrojados por los laboratorios de CEANID Y COSAALT.

**FIGURA 24.** Laboratorios de CEANID Y COSAALT



*Fuente: Elaboración propia.*

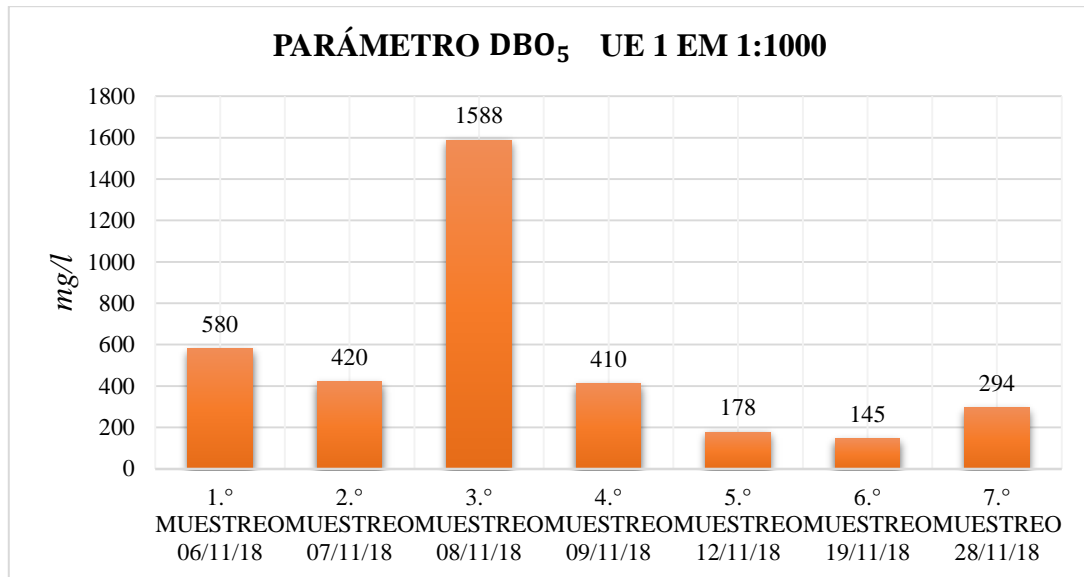
#### 3.5. DATOS DE UE 1 (M1) EM 1:1000

**TABLA 1.** Datos de laboratorio Demanda Biológica De Oxígeno- UE 1 EM 1:1000

DBO <sub>5</sub> mg/l	FECHA	UE 1 EM 1:1000
1.º MUESTREO	6/11/18	580
2.º MUESTREO	7/11/18	420
3.º MUESTREO	8/11/18	1588
4.º MUESTREO	9/11/18	410
5.º MUESTREO	12/11/18	178
6.º MUESTREO	19/11/18	145
7.º MUESTREO	26/11/18	294

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 1.** Comportamiento en el tiempo Demanda Biológica De Oxígeno  
UE 1 EM 1:1000



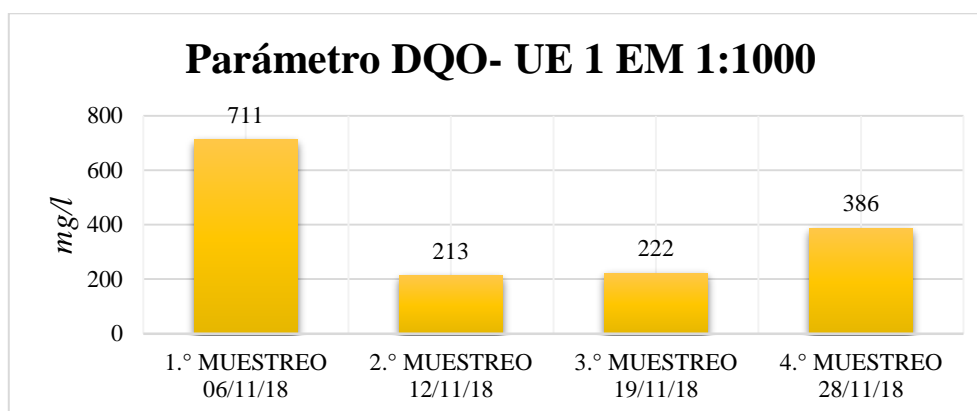
**Fuente:** Elaboración propia.

En lo que refiere al comportamiento del DBO<sub>5</sub>, Gráfica 1. Se puede observar que en el día 1 y 3 de adición de EM su valor aumenta 580; 1588 y en el segundo desciende a 420 mg/l a partir del tercer muestreo vuelve a descender hasta el sexto muestreo.

**TABLA 2.** Datos de laboratorio Demanda Química De Oxígeno- UE 1 EM 1:1000

<b>DQO</b> <i>mg/l</i>	<b>FECHA</b>	<b>UE 1 EM 1:1000</b>
1.º MUESTREO	6/11/18	711
2.º MUESTREO	12/11/18	213
3.º MUESTREO	19/11/18	222
4.º MUESTREO	28/11/18	386
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>		

**GRÁFICA 2.** Comportamiento en el tiempo Demanda Química De Oxígeno  
UE 1 EM 1:1000



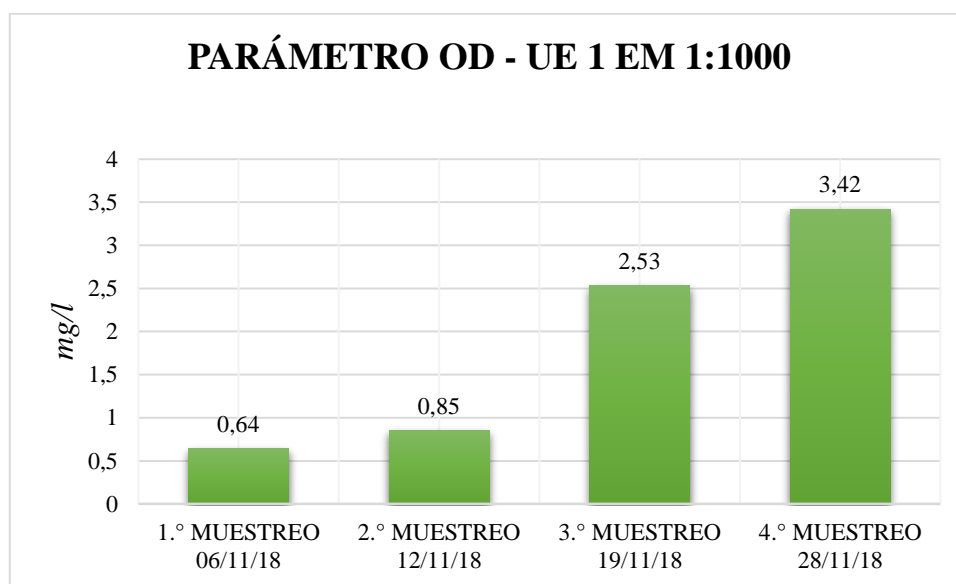
*Fuente: Elaboración propia.*

En la gráfica 2 se observa el comportamiento del DQO que tiene un descenso considerable en el segundo muestreo y una elevación hasta el último día de muestreo, el máximo valor registrado es en el primer muestreo y el mínimo en el segundo muestreo. Cabe recalcar que se muestrearon menos días en comparación del  $DBO_5$  debido que es innecesario para el caso del DQO, porque el  $DBO_5$  incluye incubación en la oscuridad a 20°C por un tiempo de cinco días. Días q se debieron observar cómo actúan con el EM

**TABLA 3.** Datos de laboratorio Oxígeno Disuelto - UE 1 EM 1:1000

<b>OXÍGENO DISUELTO (OD)</b> <i>mg/l</i>	<b>FECHA</b>	<b>UE 1 EM 1:1000</b>
1.º MUESTREO	6/11/18	0,64
2.º MUESTREO	12/11/18	0.85
3.º MUESTREO	19/11/18	2.53
4.º MUESTREO	28/11/18	3.42

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 3.** Comportamiento en el tiempo Oxígeno Disuelto - UE 1 EM 1:1000

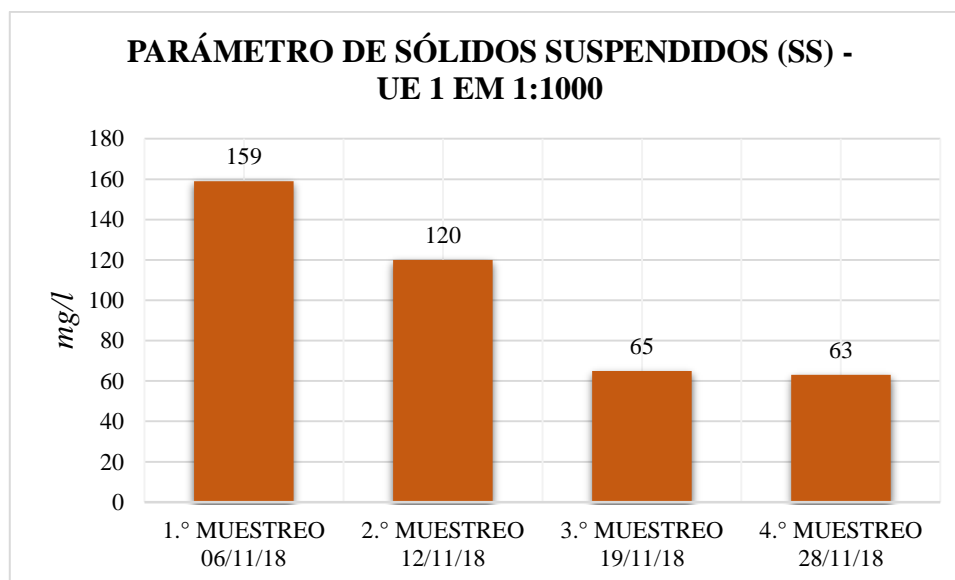
*Fuente: Elaboración propia.*

Para el caso de Oxígeno en la gráfica 3, los datos obtenidos de laboratorio muestran que tiene un ascenso considerable desde el día 1, hasta el último día de muestreo, el máximo valor registrado es en el cuarto muestreo (3.42) y el mínimo en el primer muestreo (0.64).

**TABLA 4.** Datos de laboratorio Sólidos Suspendidos - UE 1 EM 1:1000

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SS) <i>mg/l</i>	FECHA	UE 1 EM 1:1000
1.º MUESTREO	6/11/18	159
2.º MUESTREO	12/11/18	120
3.º MUESTREO	19/11/18	65
4.º MUESTREO	28/11/18	63

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 4.** Comportamiento en el tiempo Sólidos Suspendidos - UE 1 EM 1:1000

*Fuente: Elaboración propia.*

En la gráfica 4, se observa el comportamiento de los Sólidos Suspendidos (SS) que tiene un descenso considerable desde el primer hasta el último día de muestreo, el máximo valor registrado es en el primer muestreo (159) y el mínimo en el último muestreo con un valor de (63)

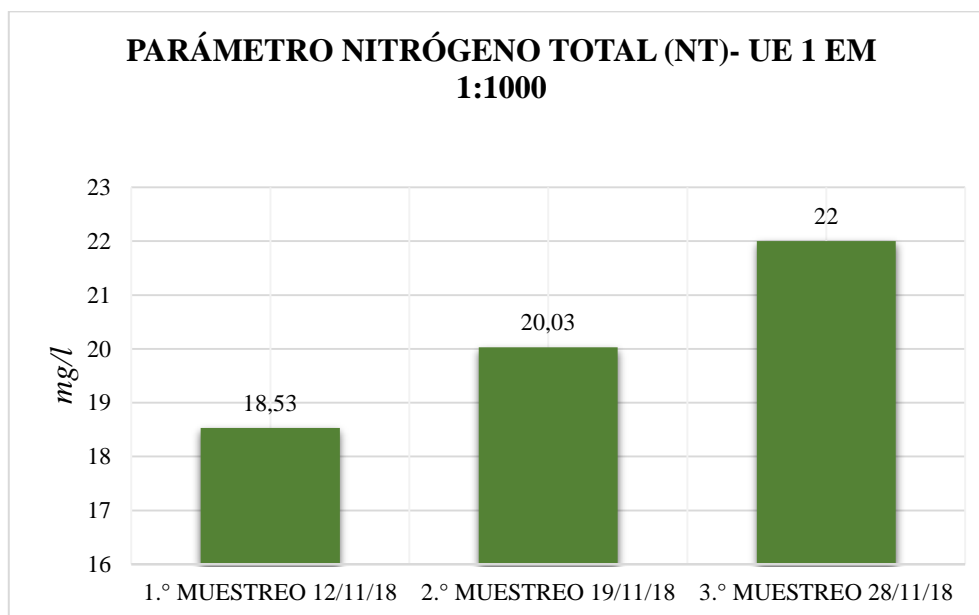


**TABLA 5.** Datos de laboratorio Nitrógeno Total- UE 1 EM 1:1000

<b>NITRÓGENO TOTAL (NT)</b>		
<i>mg/l</i>	<b>FECHA</b>	<b>UE 1 EM 1:1000</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	18.53
2.º MUESTREO	19/11/18	20.03
3.º MUESTREO	28/11/18	22.0

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 5.** Comportamiento en el tiempo Nitrógeno Total - UE 1 EM 1:1000



*Fuente: Elaboración propia.*

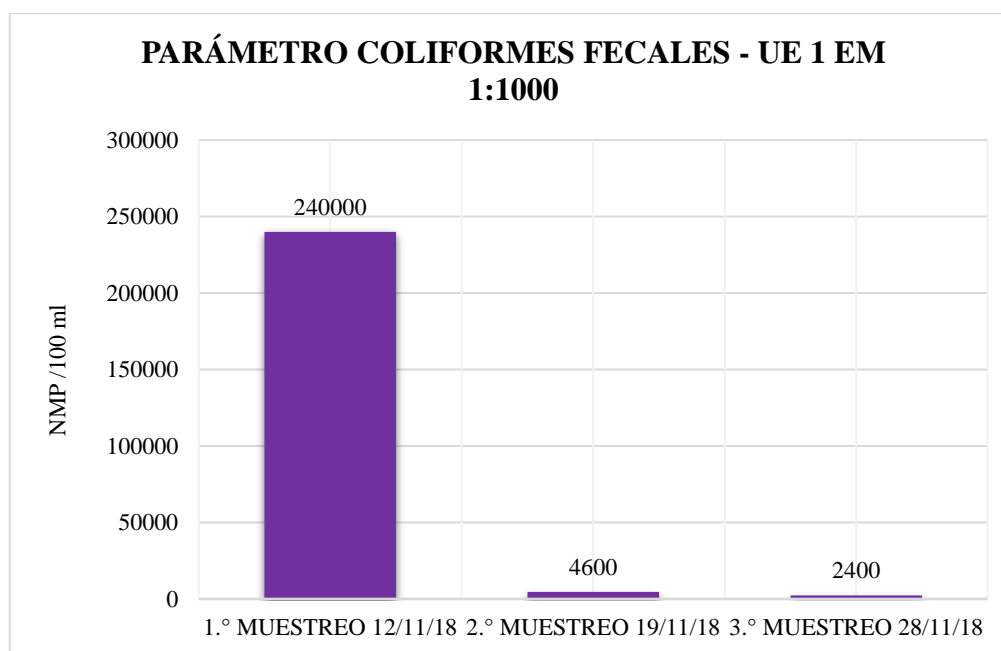
Para el caso del Nitrógeno Total (N) de la gráfica 5, los datos obtenidos de laboratorio muestran que tiene un ascenso del primer muestreo hasta el último día de muestreo, el máximo valor registrado es en el tercer muestreo (22) y el mínimo en el primer muestreo (18.53).

**TABLA 6.** Datos de laboratorio Coliformes Fecales - UE 1 EM 1:1000

COLIFORMES FECALES		
NMP/100 ml	FECHA	UE 1 EM 1:1000
<b>1.º MUESTREO</b>	12/11/18	2.4E+05
<b>2.º MUESTREO</b>	19/11/18	4.6E+03
<b>3.º MUESTREO</b>	28/11/18	2.4E+03

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 6.** Comportamiento en el tiempo Coliformes Fecales - UE 1 EM 1:1000



*Fuente: Elaboración propia.*

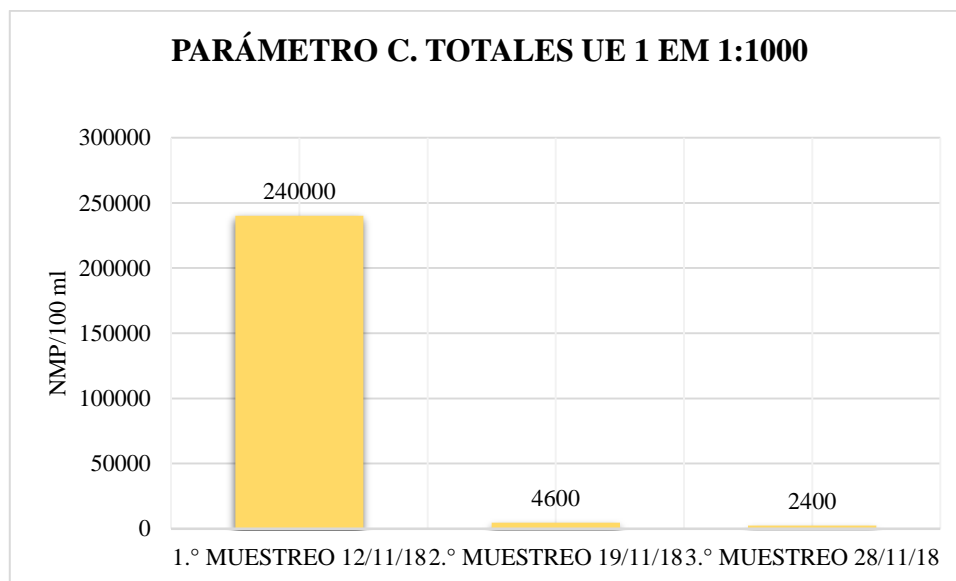
En lo que refiere al comportamiento de los Coliformes Fecales, Gráfica 6. Se puede observar que su valor desciende abruptamente en el segundo (4600) y tercer muestreo (2400).

**TABLA 7.** Datos de laboratorio Coliformes Totales- UE 1 EM 1:1000

<b>COLIFORMES TOTALES NMP/100ML</b>	<b>FECHA</b>	<b>UE 1 EM 1:1000</b>
<b>1.º MUESTREO</b>	12/11/18	2.4E+05
<b>2.º MUESTREO</b>	19/11/18	4.6E+03
<b>3.º MUESTREO</b>	28/11/18	2.4E+03

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 7.** Comportamiento en el tiempo Coliformes Totales - UE 1 EM 1:1000



*Fuente: Elaboración propia.*

En lo que refiere al comportamiento de los Coliformes Totales, Gráfica 7. Se puede observar que su valor al igual que los Coliformes Fecales, desciende abruptamente en el segundo (4600) y tercer muestreo (2400).

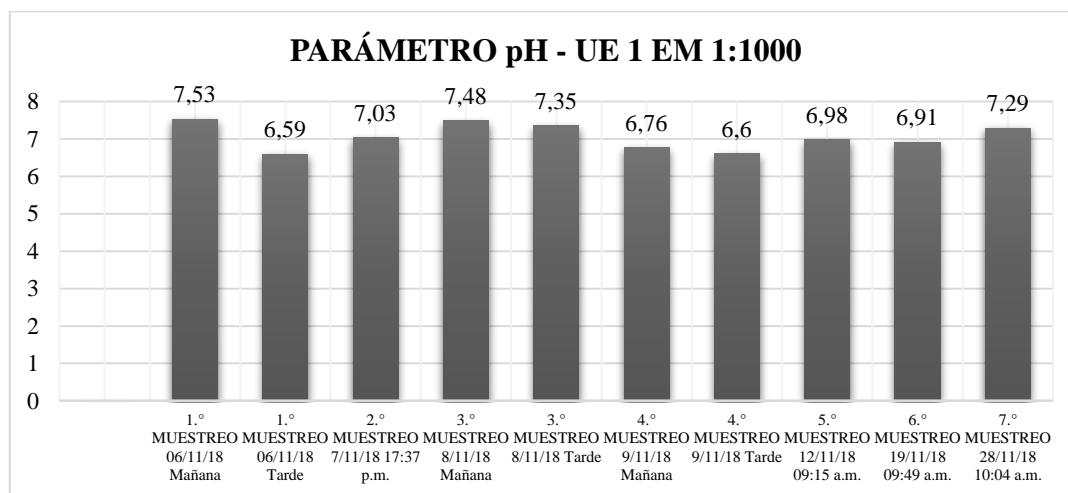
**TABLA 8.** Datos de laboratorio pH - UE 1 EM 1:1000

pH	FECHA	HORA	M1 EM 1:1000
1.° MUESTREO	6/11/18	10:25 a.m.	7.53
		<b>10:43 a.m.</b>	<b>4.51</b>
		16:36 p.m.	6.59
2.° MUESTREO	7/11/18	17: 31 p.m.	7.03
3.° MUESTREO	8/11/18	11:30 a.m.	7.48
		15:37 p.m.	7.35
4.° MUESTREO	9/11/18	09:20 a.m.	6.76
		16:10 p.m.	6.60
5.° MUESTREO	12/11/18	09:15 a.m.	6.98
6.° MUESTREO	19/11/18	09:49 a.m.	6.91
7.° MUESTREO	28/11/18	10:04 a.m.	7.29

**Fuente:** Elaboración propia.

Nota: Los datos marcados con rojo son parámetros medidos al EM para su vertido.

**GRÁFICA 8.** Comportamiento en el tiempo pH - UE 1 EM 1:1000



**Fuente:** Elaboración propia.

Para el caso del potencial de hidrogeno (pH) en la gráfica 8, los datos obtenidos de laboratorio muestran que el máximo valor registrado es en el primer muestreo (7.53) y el mínimo en el segundo muestreo (6.59).

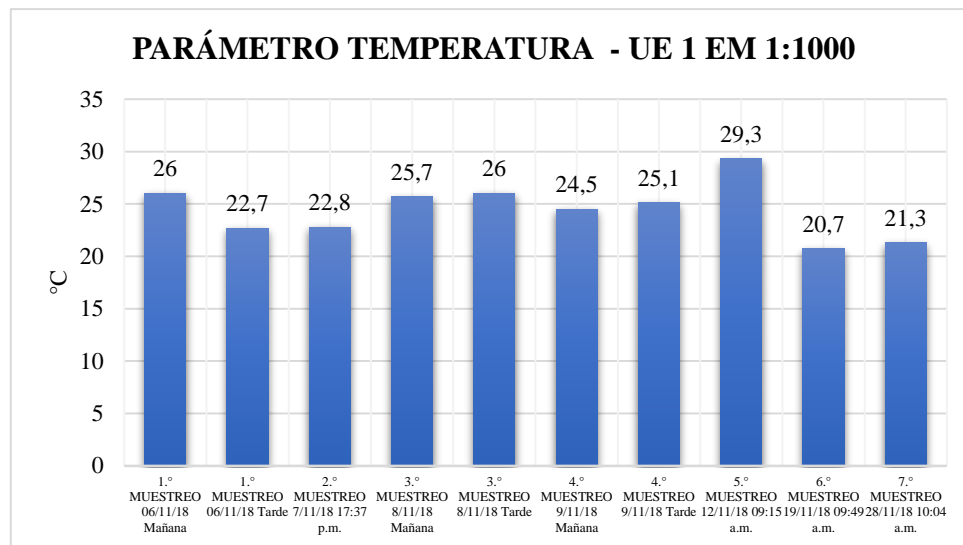
**TABLA 9.** Datos de laboratorio Temperatura del Agua Residual Doméstica - UE 1 EM 1:1000

TEMPERATURA ARD °C	FECHA	HORA	UE 1 EM 1:1000
1.º MUESTREO	6/11/18	10:25 a.m.	26.0
		<b>10:43 a.m.</b>	<b>28</b>
		16:36 p.m.	22.7
2.º MUESTREO	7/11/18	17: 31 p.m.	22.8
3.º MUESTREO	8/11/18	11:30 a.m.	25.7
		15:37 p.m.	26.0
4.º MUESTREO	9/11/18	09:20 a.m.	24.5
		16:10 p.m.	25.1
5.º MUESTREO	12/11/18	09:15 a.m.	29.3
6.º MUESTREO	19/11/18	09:49 a.m.	20.7
7.º MUESTREO	28/11/18	10:04 a.m.	21.3

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota:* Los datos marcados con rojo son parámetros medidos al EM para su vertido.

**GRÁFICA 9.** Comportamiento en el tiempo Temperatura - UE 1 EM 1:1000



**Fuente:** Elaboración propia.

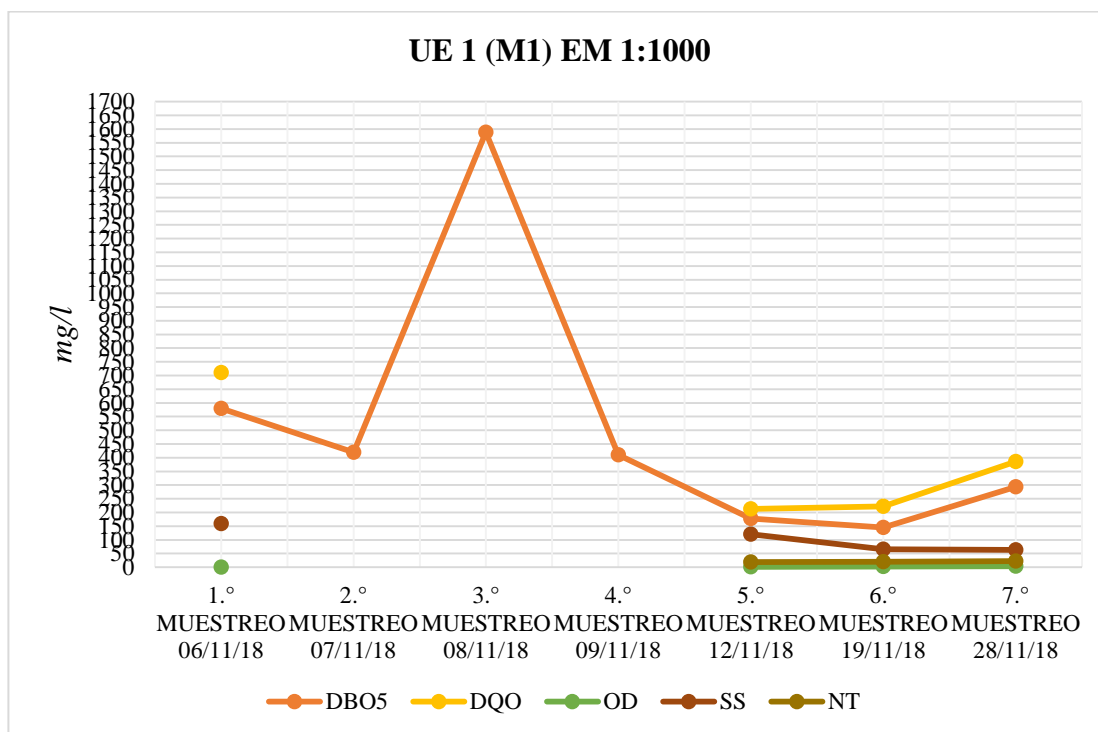
En la gráfica 9 el valor máximo para la temperatura es del quinto muestreo con un valor de (29.3) y el mínimo de (20.7) en el penúltimo muestreo.

**TABLA 10.** Datos de relación entre parámetros en UE 1 EM 1:1000

UE EM 1:1000	FECHA	DBO <sub>5</sub>	DQO	OD	SS	NT
1.º MUESTREO	6/11/18	580	711	0,64	159	NM
2.º MUESTREO	7/11/18	420	NM	NM	NM	NM
3.º MUESTREO	8/11/18	1588	NM	NM	NM	NM
4.º MUESTREO	9/11/18	410	NM	NM	NM	NM
5.º MUESTREO	12/11/18	178	213	0,85	120	18,53
6.º MUESTREO	19/11/18	145	222	2,53	65	20,03
7.º MUESTREO	26/11/18	294	386	3,42	63	22

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 10.** Relación entre parámetros UE 1 EM 1:1000



*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5.1. COMPORTAMIENTO EN LA UE 1 EM 1:1000:

En la UE 1 gráfico 10 relacionando los datos de los parámetros con la misma unidad de medición, como resultado, se llega a observar que existe un aumento de Demanda Biológica del Oxígeno DBO<sub>5</sub>, (294) *mg/l*, comportamiento que varía por la presencia de un vector (larvas de zancudo) dentro del tiempo de los últimos muestreo, influyendo en los resultados del parámetro de Nitrógeno, habiendo más cantidad del mismo (22) *mg/l*. el cual aporta alimento, pero desciende la cantidad de Coliformes Fecales y Totales. Esto debido al vector Larvas de Zancudo (figura 26) que se alimentan de materia orgánica en descomposición (*detritívoros*) ayudando así a su redistribución en el ambiente, e influenciada por las bajas temperaturas con (20.7°C-21.3°C), teniendo al microorganismo en dinámica baja.

**FIGURA 25.** *Presencia detectada de larvas de zancudo,*



**Fuente:** *Elaboración propia.*

El valor de pH se mantiene en (6.91-7.29) un valor ácido a neutro casi constante en el tratamiento.

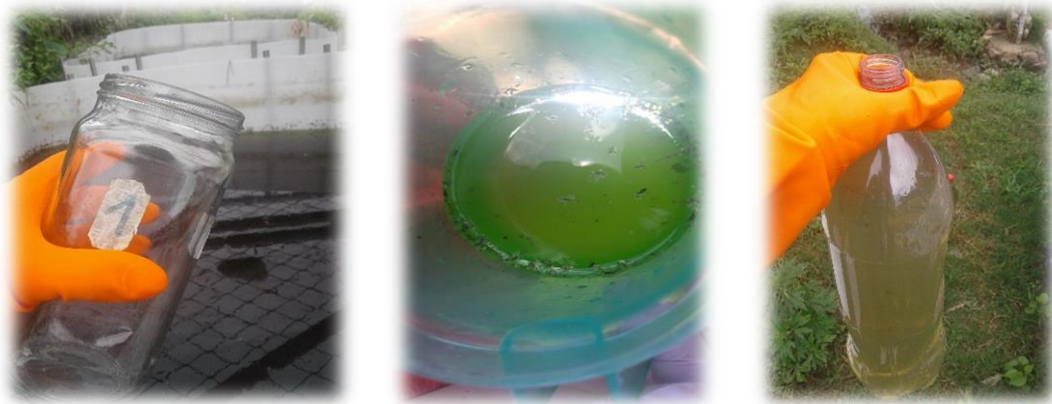
Con relación al Oxígeno Disuelto este aumenta, significando que hay más oxigenación en el tratamiento EM 1:1000 teniendo como valor final de (3.42), los Sólidos

Suspendidos tienden a bajar, como es de esperar, pero con poca incidencia en el Agua Residual Doméstica.

En cuanto al parámetro Demanda Química de Oxígeno (DQO) en concordancia e influencia, con la subida de Demanda Biológica del Oxígeno DBO<sub>5</sub> este valor también se encuentra en datos coherentes de (383) *mg/l* y así también por el aumento del Nitrógeno Total que está en estado orgánico.

Según la gráfica el pico más alto de todos los parámetros medidos es de la Demanda Biológica de Oxígeno en la fecha de muestreo 2, esta elevación es por el aporte de materia orgánica que realiza la melaza presente en el compuesto del EM, debido a su alto contenido de azúcares, minerales y otros compuestos orgánicos. Pico que luego baja. Los demás parámetros se mantienen en equilibrio casi de manera constante y al final del tratamiento tienden a elevarse por la influencia de la presencia del vector en estado larvario, detectado en la UE 1.

**FIGURA 26.** *Detección de larvas de zancudo.*



**Fuente:** *Elaboración propia.*



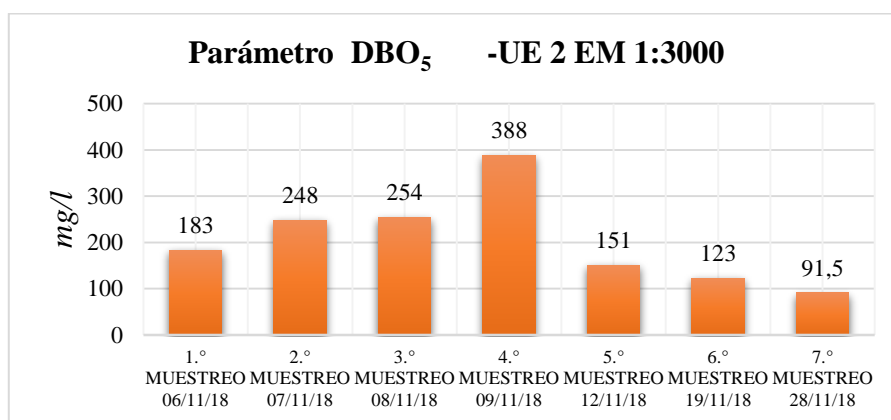
### 3.6. DATOS DE UE 2 (M1) EM 1:3000

**TABLA 11.** Datos de laboratorio Demanda Biológica De Oxígeno UE 2 EM 1:3000

DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO <sub>5</sub>		
mg/l	FECHA	UE 2 EM 1:3000
1.º MUESTREO	6/11/18	183
2.º MUESTREO	7/11/18	248
3.º MUESTREO	8/11/18	254
4.º MUESTREO	9/11/18	388
5.º MUESTREO	12/11/18	151
6.º MUESTREO	19/11/18	123
7.º MUESTREO	26/11/18	91.5

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 11.** Comportamiento en el tiempo de Demanda Biológica De Oxígeno UE 2 EM 1:3000



*Fuente: Elaboración propia.*

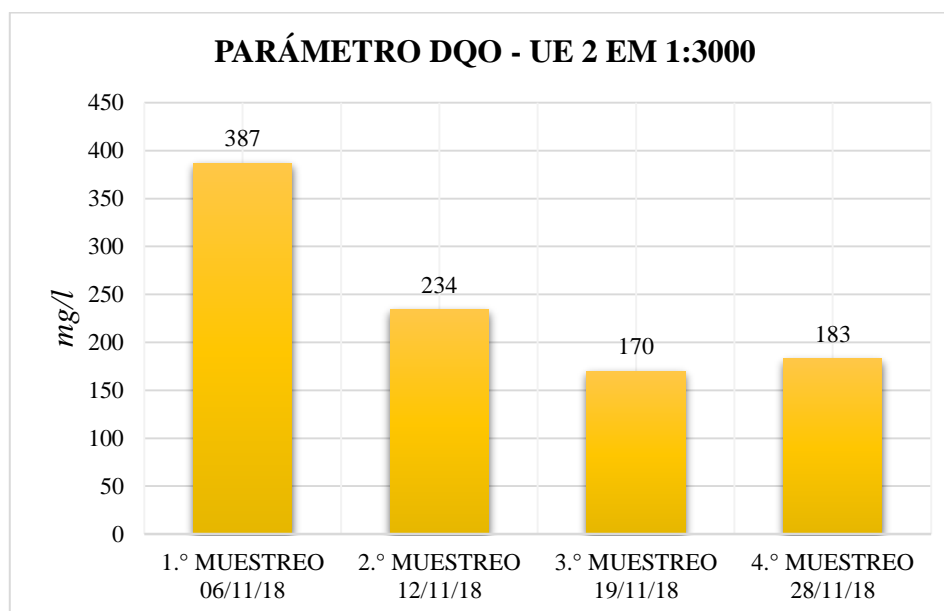
En lo que refiere al comportamiento del DBO<sub>5</sub> Gráfica 11. Se puede observar que en los primeros días de adición de EM su valor aumenta llegando a (388) valor máximo y desciende a partir del cuarto hasta el último muestreo. (91.5)

**TABLA 12.** Datos de laboratorio Demanda Química De Oxígeno - UE 2 EM 1:3000

<b>DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO</b>		
<b>(DQO)</b>	<b>FECHA</b>	<b>UE 2 EM 1:3000</b>
<i>mg/l</i>		
1.º MUESTREO	6/11/18	387
2.º MUESTREO	12/11/18	234
3.º MUESTREO	19/11/18	170
4.º MUESTREO	28/11/18	183

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 12.** Comportamiento en el tiempo UEs 2 EM 1:3000



*Fuente: Elaboración propia.*

En la gráfica 12 se observa el comportamiento del DQO que tiene un descenso considerable hasta el penúltimo día de muestreo, y aumento en el último (183).

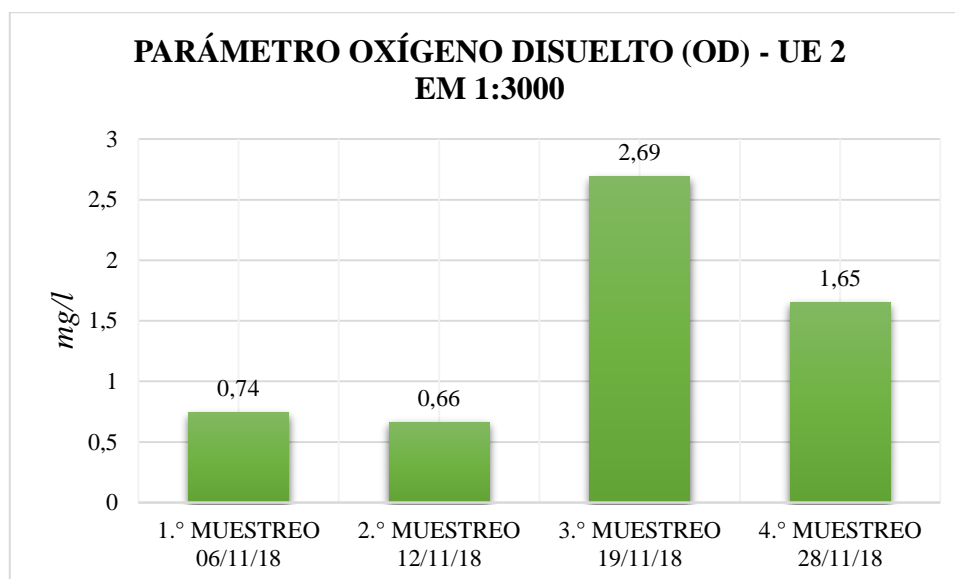
El máximo valor registrado es en el primer muestreo y el mínimo en el tercer muestreo.

**TABLA 13.** Datos de laboratorio Oxígeno Disuelto - UE 2 EM 1:3000

OXÍGENO DISUELTO (OD) mg/l	FECHA	UE 2 EM 1:3000
1.º MUESTREO	6/11/18	0,74
2.º MUESTREO	12/11/18	0.66
3.º MUESTREO	19/11/18	2.69
4.º MUESTREO	28/11/18	1.65

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 13.** Comportamiento en el tiempo Oxígeno Disuelto - UE 2 EM 1:3000



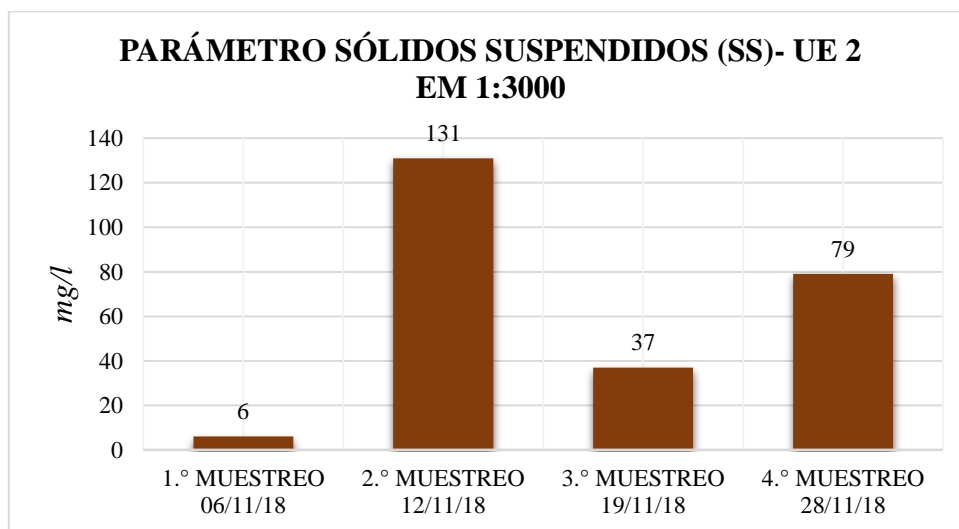
*Fuente: Elaboración propia.*

Para el caso de Oxígeno en la gráfica 13, los datos obtenidos de laboratorio muestran una reducción, en el segundo muestreo y luego un ascenso considerable en el tercero, para luego bajar en el último muestreo. El máximo valor registrado es en el tercer muestreo (2.69) y el mínimo en el segundo muestreo (0.66).

**TABLA 14.** Datos de laboratorio Sólidos Suspendidos - UE 2 EM 1:3000

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SS) <i>mg/l</i>	FECHA	UE 2 EM 1:3000
1.º MUESTREO	6/11/18	6
2.º MUESTREO	12/11/18	131
3.º MUESTREO	19/11/18	37
4.º MUESTREO	28/11/18	79

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 14.** Comportamiento en el tiempo Sólidos Suspendidos-UE 2 EM 1:3000

*Fuente: Elaboración propia.*

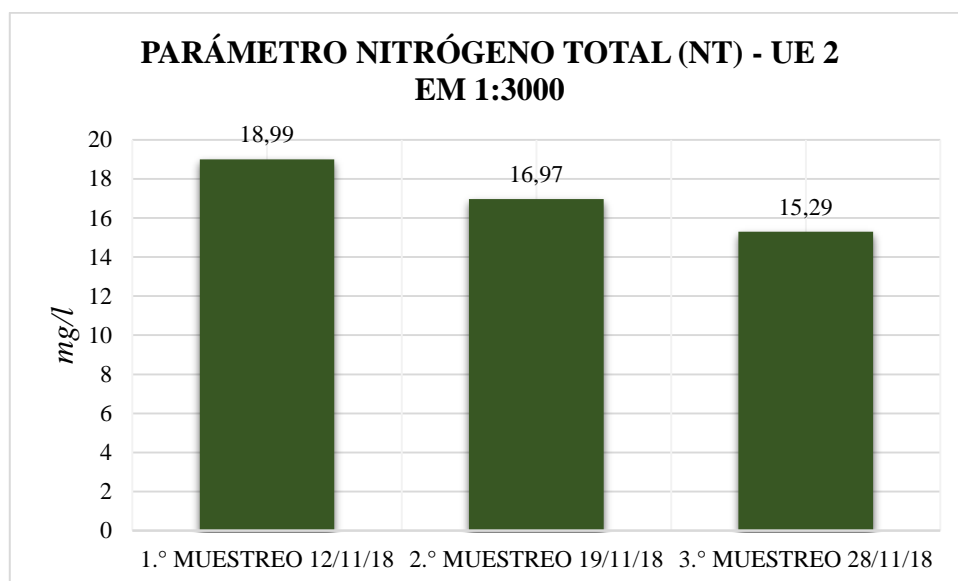
En la gráfica 14 se observa el comportamiento de los Sólidos Suspendidos (SS) que tiene un ascenso considerable en el segundo muestreo, y luego desciende en el tercer para elevarse en el último muestreo. El máximo valor registrado es en el segundo muestreo (131) y el mínimo en el primer muestreo, con un valor de (6).

**TABLA 15.** Datos de laboratorio Nitrógeno Total - UE 2 EM 1:3000

<b>NITRÓGENO TOTAL (NT)</b>		
<i>mg/l</i>	<b>FECHA</b>	<b>UE 2 EM 1:3000</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	18.99
2.º MUESTREO	19/11/18	16.97
3.º MUESTREO	28/11/18	15.29

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 15.** Comportamiento en el tiempo Nitrógeno Total - UE 2 EM 1:3000



*Fuente: Elaboración propia.*

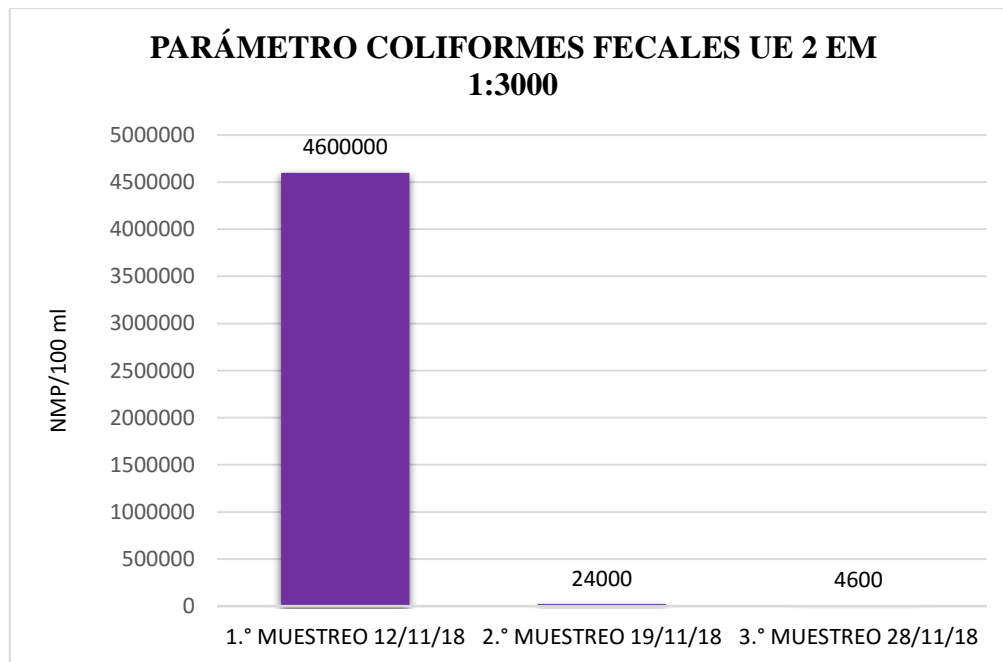
Para el caso del Nitrógeno Total (NT) en la gráfica 15, los datos obtenidos de laboratorio muestran que tiene un descenso hasta el último día de muestreo, el máximo valor registrado es en el primer muestreo (18.99) y el mínimo en el último muestreo (15,29).

**TABLA 16.** Datos de laboratorio Coliformes Fecales- UE 2 EM 1:3000

COLIFORMES FECALES NMP/100ML	FECHA	UE 2 EM 1:3000
1.º MUESTREO	12/11/18	4.6E+06
2.º MUESTREO	19/11/18	2.4E+04
3.º MUESTREO	28/11/18	4.6E+03

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 16.** Comportamiento en el tiempo Coliformes Fecales- UE 2 EM 1:3000



*Fuente: Elaboración propia.*

En lo que refiere al comportamiento de los Coliformes Fecales, Gráfica 16. Se puede observar que su valor desciende drásticamente en el segundo muestreo (24000) y tercer muestreo (4600).

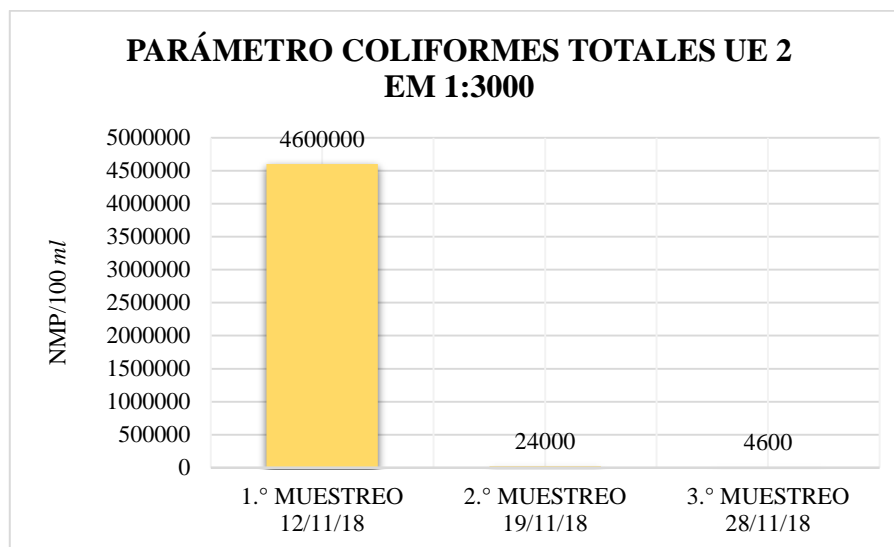
**TABLA 17.** Datos de laboratorio Coliformes Totales - UE 2 EM 1:3000

<b>COLIFORMES TOTALES NMP/100ml</b>	<b>FECHA</b>	<b>UE 2 EM 1:3000</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	4.6E+06
2.º MUESTREO	19/11/18	2.4E+04
3.º MUESTREO	28/11/18	4.6E+03

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICA 1.**

**GRÁFICA 17.** Comportamiento en el tiempo Coliformes Totales- UE 2 EM 1:3000



**Fuente:** Elaboración propia.

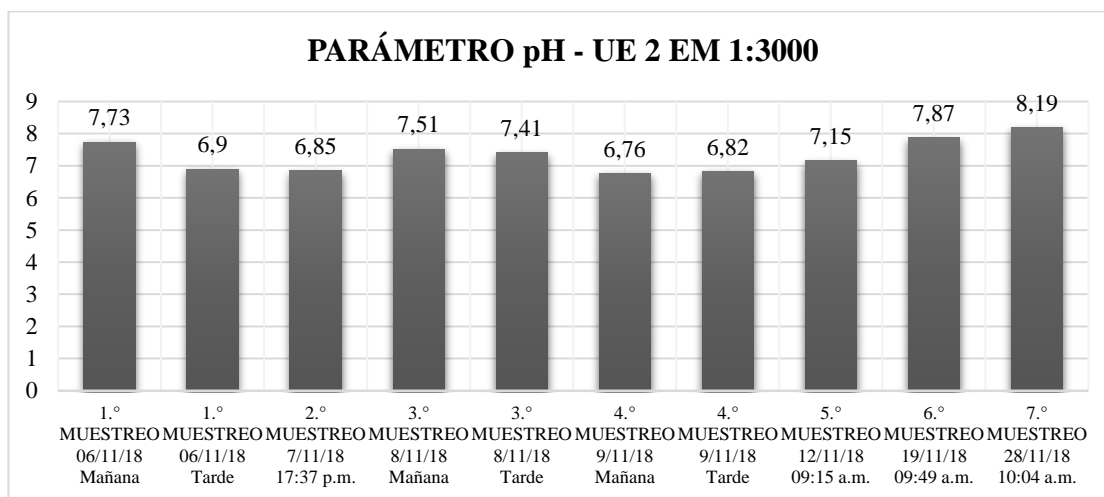
En la gráfica 17, se observa el comportamiento de los Coliformes Totales, en el que el valor desciende drásticamente en el segundo muestreo hasta el último muestreo, desde (4600000) hasta (4600).

**TABLA 18.** Datos de laboratorio pH - UE 2 EM 1:3000

pH	FECHA	HORA	UE 2 EM 1:3000
1.º MUESTREO	6/11/18	10:27 a.m.	7.73
		<b>10:44 a.m.</b>	<b>4.51</b>
		16:39 p.m.	6.90
2.º MUESTREO	7/11/18	17:33 p.m.	6.85
3.º MUESTREO	8/11/18	11:32 a.m.	7.51
		15:39 p.m.	7.41
4.º MUESTREO	9/11/18	09:23 a.m.	6.76
		16:15 p.m.	6.82
5.º MUESTREO	12/11/18	09:18 a.m.	7.15
6.º MUESTREO	19/11/18	09:50 a.m.	7.87
7.º MUESTREO	28/11/18	10:08 a.m.	8.19

**Fuente:** Elaboración propia.

Nota: Los datos marcados con rojo son parámetros medidos al EM para su vertido.

**GRÁFICA 18.** Comportamiento en el tiempo pH- UE 2 EM 1:3000

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el caso del potencial de hidrogeno (pH) en la gráfica 18, los datos obtenidos de laboratorio muestran que el máximo valor registrado es en el último muestreo (8.19) y el mínimo en el cuarto muestreo (6.76).



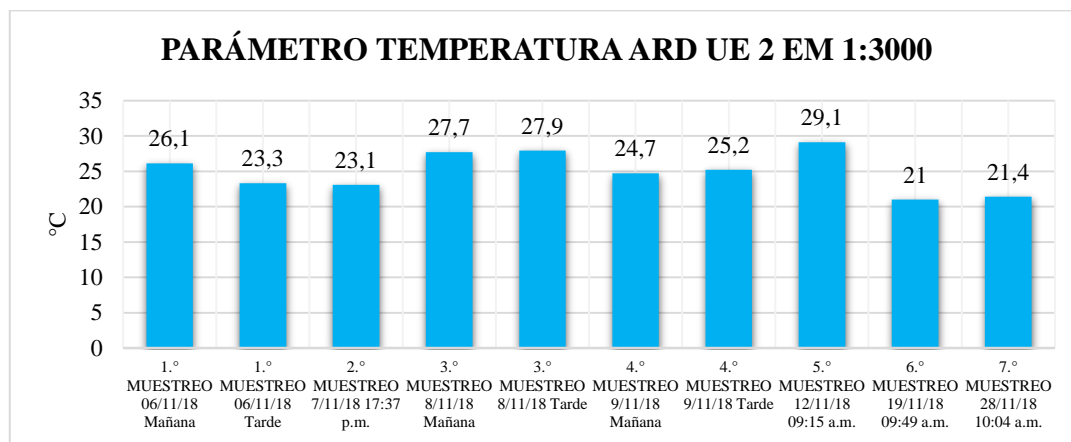
**TABLA 19.** Datos de laboratorio Temperatura del Agua Residual Doméstica- UE 2 EM 1:3000

TEMPERATURA ARD °C	FECHA	HORA	UE 2 EM 1:3000
1.° MUESTREO	6/11/18	10:27 a.m.	26.1
		<b>10:44 a.m.</b>	<b>28</b>
		16:39 p.m.	23.3
2.° MUESTREO	7/11/18	17:33 p.m.	23.1
3.° MUESTREO	8/11/18	11:32 a.m.	27.7
		15:39 p.m.	27.9
4.° MUESTREO	9/11/18	09:23 a.m.	24.7
		16:15 p.m.	25.2
5.° MUESTREO	12/11/18	09:18 a.m.	29.1
6.° MUESTREO	19/11/18	09:50 a.m.	21.0
7.° MUESTREO	28/11/18	10:08 a.m.	21.4

*Fuente: Elaboración propia.*

**Nota:** Los datos marcados con rojo son parámetros medidos al EM para su vertido.

**GRÁFICA 19.** Comportamiento en el tiempo Temperatura - UE 2 EM 1:3000



**Fuente:** Elaboración propia.

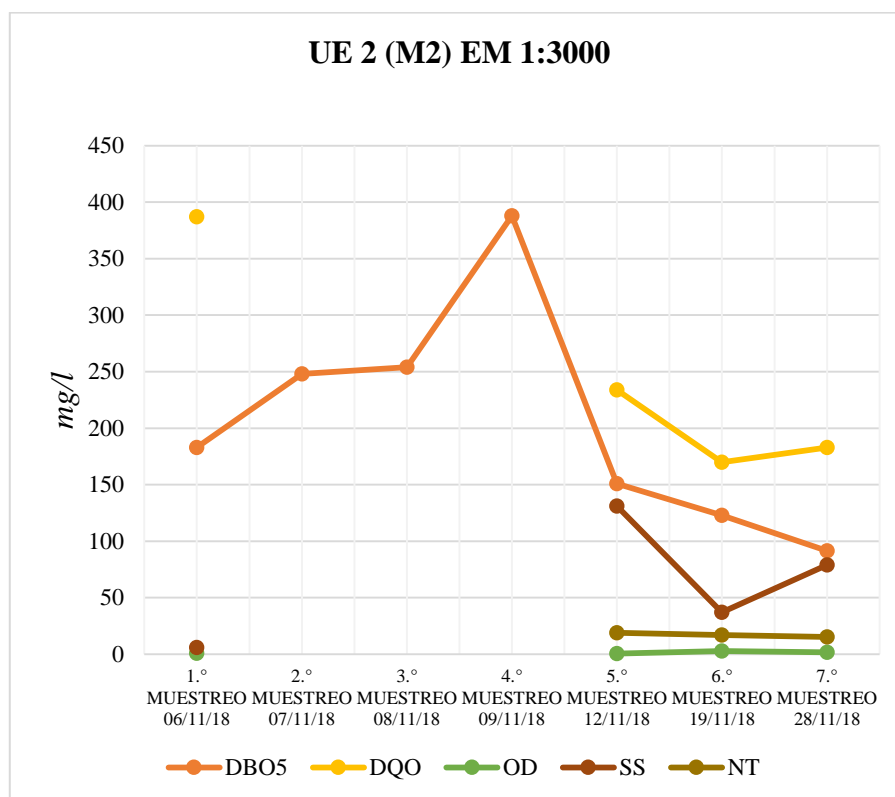
En la gráfica 29 el valor máximo para la temperatura es del quinto muestreo con un valor de (29.1) y el mínimo de (21) en el penúltimo muestreo.

**TABLA 20.** Datos de relación entre parámetros en UE 2 EM 1:3000

UE 2 EM 1:3000	FECHA	DBO <sub>5</sub>	DQO	OD	SS	NT
1.º MUESTREO 06/11/18	6/11/18	183	387	0,74	6	NM
2.º MUESTREO 07/11/18	7/11/18	248	NM	NM	NM	NM
3.º MUESTREO 08/11/18	8/11/18	254	NM	NM	NM	NM
4.º MUESTREO 09/11/18	9/11/18	388	NM	NM	NM	NM
5.º MUESTREO 12/11/18	12/11/18	151	234	0,66	131	18,99
6.º MUESTREO 19/11/18	19/11/18	123	170	2,69	37	16,97
7.º MUESTREO 28/11/18	26/11/18	91,5	183	1,65	79	15,29

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 20.** UE 2 EM 1:3000



### 3.6.1. COMPORTAMIENTO EN LA UE 2 EM 1:3000:

En la UE 2, gráfico 20, relacionando los datos de los parámetros con la misma unidad de medición, como resultado, se llega a observar que existe una disminución en la Demanda Biológica del Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), 91.5 mg/l, comportamiento, influyendo en los resultados del parámetro de Nitrógeno, habiendo menos cantidad del mismo 15.29 mg/l, el cual aporta poco alimento, descendiendo también la cantidad de Coliformes Fecales y Totales., e influenciada por las bajas temperaturas con (21°C -21.4°C), teniendo a los microorganismos con poca dinámica.

El valor de pH se eleva en 8.19 un valor tendiente a alcalino, en el tratamiento.

Con relación al Oxígeno Disuelto este aumenta, hay más oxigenación en el tratamiento EM 1:1000 teniendo como valor final de 1.65 mg/l, por la baja de Coliformes Fecales y Totales.

Los sólidos Suspendidos tienden a subir, debido al vector (zancudo) en estado inicial de huevo, al eclosionar, aportando Sólidos Suspendidos al Agua Residual Doméstica de la UE 2.

En cuanto al parámetro Demanda Química De Oxígeno (DQO) su valor aumenta debido al aporte del Nitrógeno en estado de amoniaco y también en influencia, de Demanda Biológica del Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).

Según la gráfica, el pico más alto de todos los parámetros medidos es de la demanda biológica de Oxígeno en la fecha de muestreo 4, esta subida es por el aporte de materia orgánica que realiza la melaza presente en el compuesto del EM, pico que luego baja. Los demás parámetros tienden a elevarse para luego bajar de manera constante al final del tratamiento.

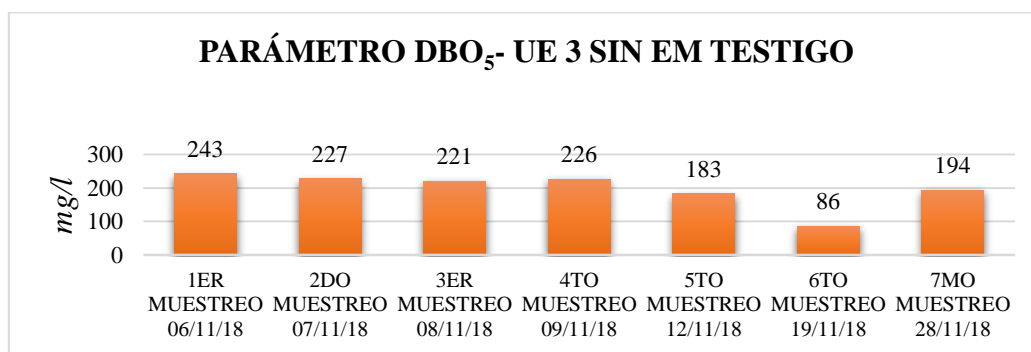
### 3.7. DATOS DE UE 3 (M3) SIN EM TESTIGO

**TABLA 21.** Demanda Biológica De Oxígeno- UE 3 SIN EM Testigo

DEMANDA BIOLÓGICA OXÍGENO		
DBO <sub>5</sub> mg/l	FECHA	UE 3 SIN EM TESTIGO
1.º MUESTREO	6/11/18	243
2.º MUESTREO	7/11/18	227
3.º MUESTREO	8/11/18	221
4.º MUESTREO	9/11/18	226
5.º MUESTREO	12/11/18	183
6.º MUESTREO	19/11/18	86
7.º MUESTREO	26/11/18	194

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 21.** Comportamiento en el tiempo de Demanda Biológica De Oxígeno  
UE 3 SIN EM Testigo



*Fuente: Elaboración propia.*

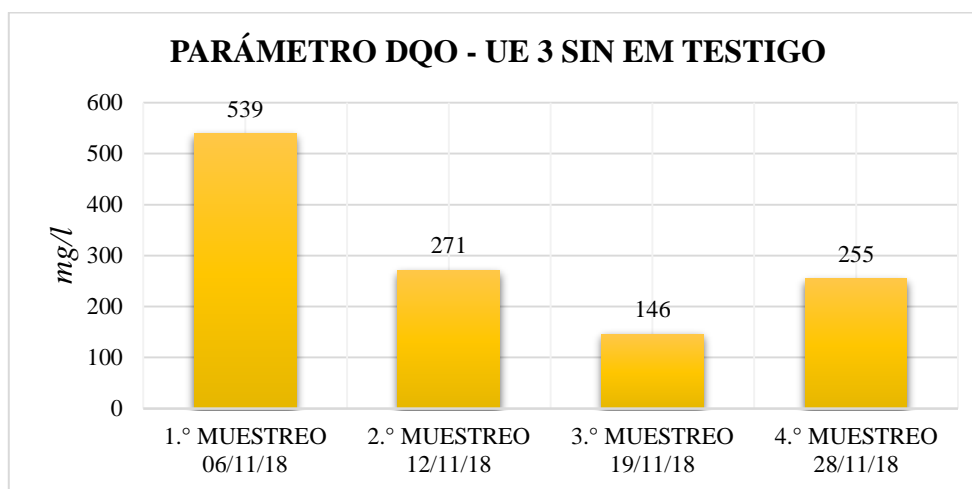
En lo que refiere al comportamiento del DBO<sub>5</sub>, Gráfica 21. Se puede observar que en los primeros días su valor comienza a descender con una depuración natural hasta el penúltimo muestreo. El valor del último muestreo aumenta esto debido a la adición de Agua Residual Doméstica.

**TABLA 22.** Datos de laboratorio DQO - UE 3 SIN EM Testigo

<b>DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO</b>		
<b>(DQO)</b>	<b>FECHA</b>	<b>UE 3 SIN EM TESTIGO</b>
<i>mg/l</i>		
1.º MUESTREO	6/11/18	539
2.º MUESTREO	12/11/18	271
3.º MUESTREO	19/11/18	146
4.º MUESTREO	28/11/18	255

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICA 22.** Comportamiento en el tiempo DQO - UE 3 SIN EM Testigo



**Fuente:** Elaboración propia.

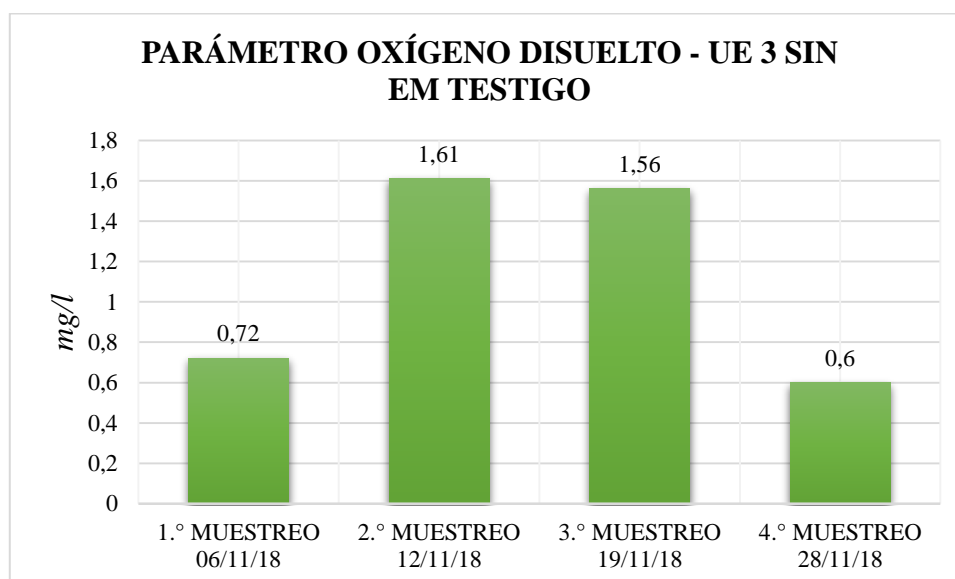
En la gráfica 22 se observa el comportamiento del DQO que tiene un descenso considerable hasta el penúltimo día de muestreo, y ligero aumento en el último (255).

El máximo valor registrado es en el primer muestreo y el mínimo en el tercer muestreo. Cabe recalcar que se muestrearon menos días en comparación del  $DBO_5$  debido a ser innecesario para el caso del DQO.

**TABLA 23.** Datos de laboratorio Oxígeno Disuelto - UE 3 SIN EM Testigo

<b>OXÍGENO DISUELTO (OD)</b> <i>mg/l</i>	<b>FECHA</b>	<b>UE 3 SIN EM TESTIGO</b>
1.º MUESTREO	6/11/18	0,72
2.º MUESTREO	12/11/18	1.61
3.º MUESTREO	19/11/18	1.56
4.º MUESTREO	28/11/18	0.60

**GRÁFICA 23.** Comportamiento en el tiempo Oxígeno Disuelto - UE 3 SIN EM Testigo



**Fuente:** Elaboración propia.

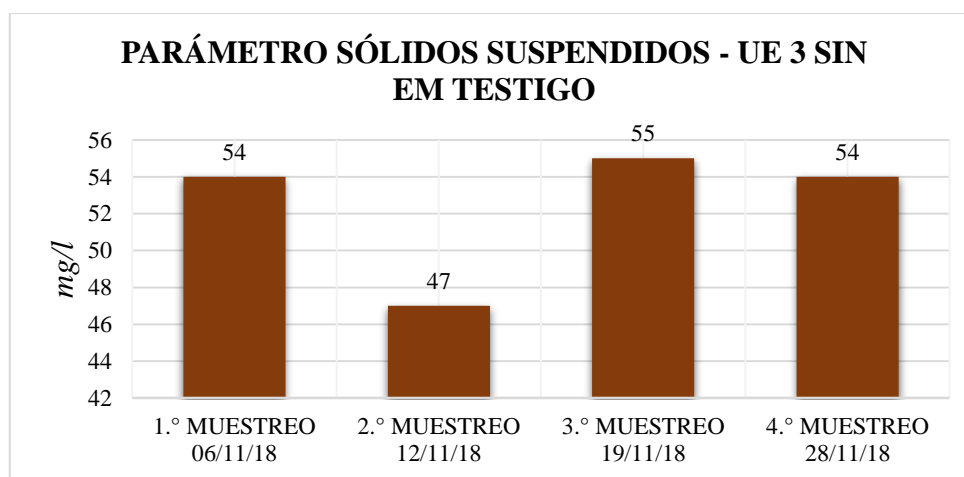
Para el caso de Oxígeno en la gráfica 23, los datos obtenidos de laboratorio muestran un aumento, en el segundo muestreo y luego un descenso considerable en el último muestreo. El máximo valor registrado es en el segundo muestreo (1.61) y el mínimo en el cuarto muestreo (0.6).

**TABLA 24.** Datos de laboratorio Sólidos Suspendedos - UE 3 SIN EM Testigo

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SS) <i>mg/l</i>	FECHA	M3 SIN EM TESTIGO
1.º MUESTREO	6/11/18	54
2.º MUESTREO	12/11/18	47
3.º MUESTREO	19/11/18	55
4.º MUESTREO	28/11/18	54

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 24.** Comportamiento en el tiempo Sólidos Suspendedos - UE 3 SIN EM Testigo



*Fuente: Elaboración propia.*

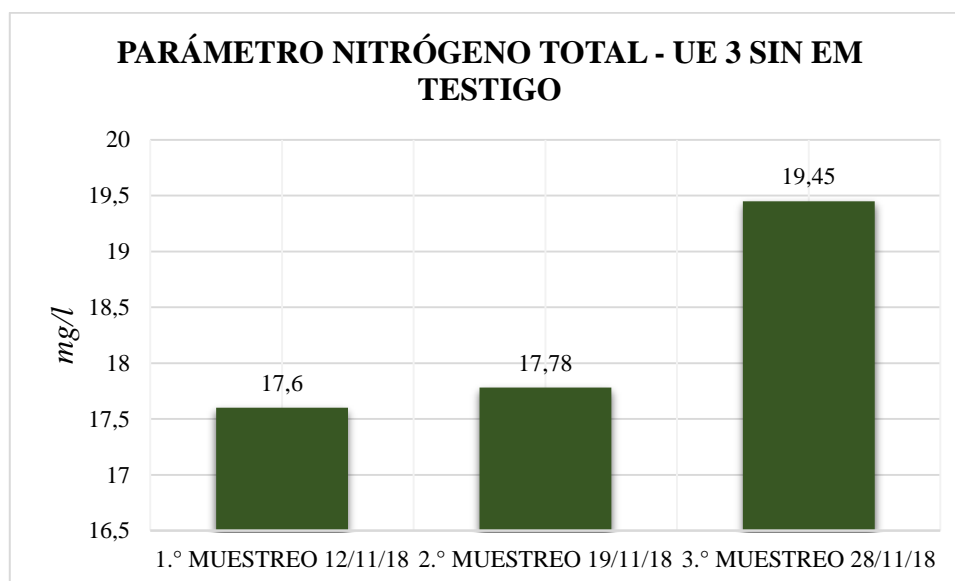
En la gráfica 24 se observa el comportamiento de los Sólidos Suspendedos (SS) que tiene un descenso en el segundo muestreo y una leve elevación en el penúltimo día de muestreo, para volver al número inicial del primer muestreo. El máximo valor registrado es en el primer muestreo (54) y el mínimo en el segundo muestreo. Con un valor de (47).

**TABLA 25.** Datos de laboratorio Nitrógeno Total - UE 3 SIN EM Testigo

<b>NITRÓGENO TOTAL (NT)</b>		
<i>mg/l</i>	<b>FECHA</b>	<b>UE 3 SIN EM TESTIGO</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	17.60
2.º MUESTREO	19/11/18	17.78
3.º MUESTREO	28/11/18	19.45

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 25.** Comportamiento en el tiempo Nitrógeno Total - UE 3 SIN EM Testigo



*Fuente: Elaboración propia.*

Para el caso del Nitrógeno total (N) en la gráfica 25, los datos obtenidos de laboratorio muestran que tiene un ascenso hasta el último día de muestreo, el máximo valor registrado es en el último muestreo (19.45) y el mínimo en el primer muestreo (17,6).

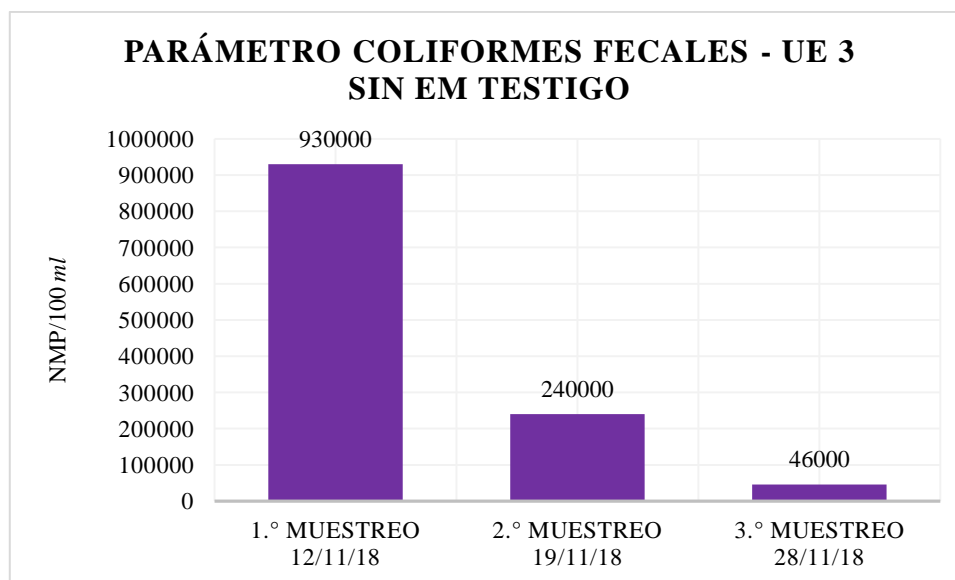


**TABLA 26.** Datos de laboratorio Coliformes Fecales - UE 3 SIN EM Testigo

COLIFORMES FECALES NMP/100ml	FECHA	UE 3 SIN EM TESTIGO
1.º MUESTREO	12/11/18	9.3E+05
2.º MUESTREO	19/11/18	2.4E+05
3.º MUESTREO	28/11/18	4.6E+04

*Fuente: Elaboración propia.*

**GRÁFICA 26.** Comportamiento en el tiempo Coliformes Fecales - UE 3 SIN EM Testigo



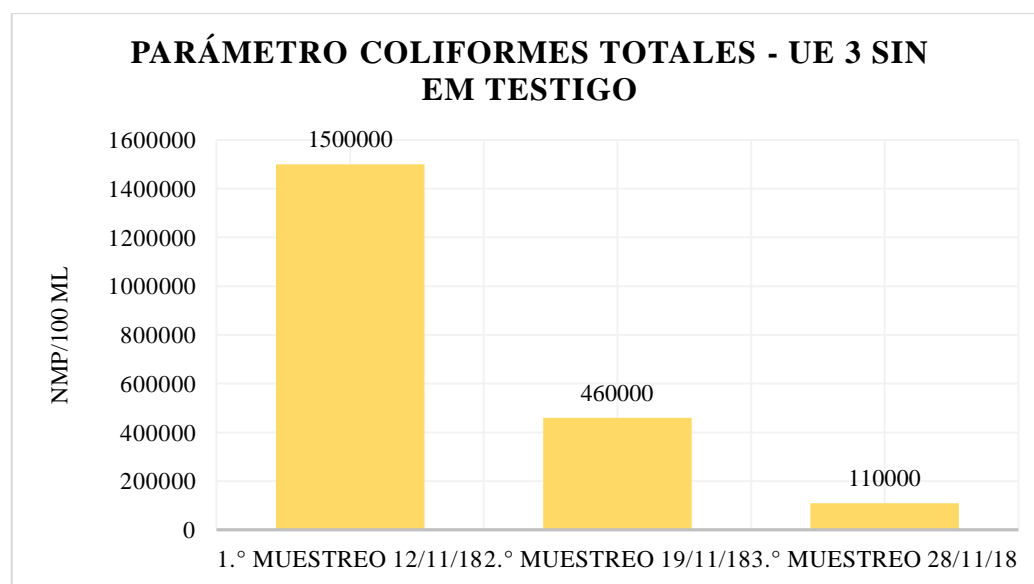
En lo que refiere al comportamiento de los Coliformes Fecales, Gráfica 26. Se puede observar que su valor comienza a descender con una depuración natural hasta el último muestreo. Desde (930000) hasta (46000).

**TABLA 27.** Datos de laboratorio Coliformes Totales - UE 3 SIN EM Testigo

<b>COLIFORMES TOTALES</b>		
<b>NMP/100ml</b>	<b>FECHA</b>	<b>UE 3 SIN EM TESTIGO</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	1.5E+06
2.º MUESTREO	19/11/18	4.6E+05
3.º MUESTREO	28/11/18	1.1E+05

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICA 27.** Comportamiento en el tiempo Coliformes Totales - UE 3 SIN EM Testigo



**Fuente:** Elaboración propia.

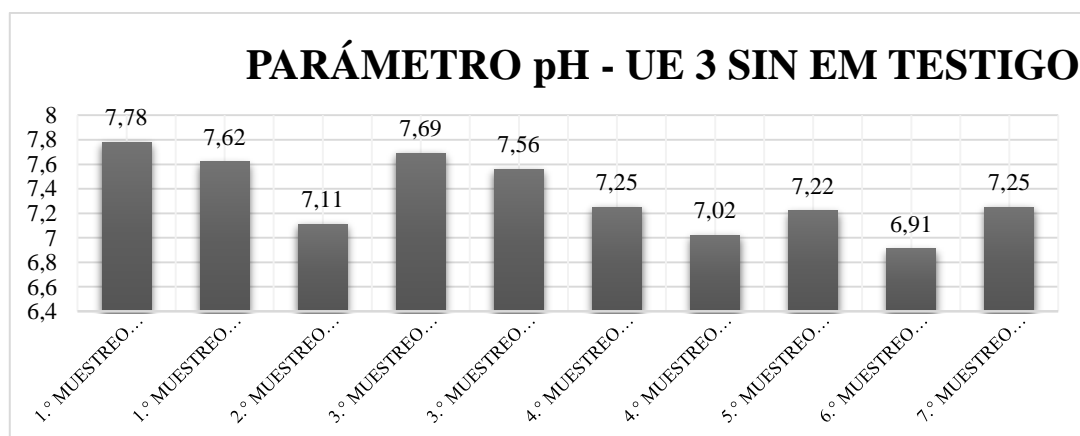
En la gráfica 27, se observa el comportamiento de los Coliformes Totales en el que su valor comienza a descender hasta el último muestreo. Desde (1500000) hasta (110000).

**TABLA 28.** Datos de laboratorio pH - UE 3 SIN EM Testigo

pH	FECHA	HORA	UE 3 SIN EM TESTIGO
1.º MUESTREO	6/11/18	10:28 a.m.	7.78
		Sin EM	
		16:41 p.m.	7.62
2.º MUESTREO	7/11/18	17:34 p.m.	7.11
3.º MUESTREO	8/11/18	11:36 a.m.	7.69
		15:42 p.m.	7.56
4.º MUESTREO	9/11/18	09:26 a.m.	7.25
		16:19 p.m.	7.02
5.º MUESTREO	12/11/18	09:22 a.m.	7.22
6.º MUESTREO	19/11/18	09:53 a.m.	6.91
7.º MUESTREO	28/11/18	10:10 a.m.	7.25

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICA 28.** Comportamiento en el tiempo pH - UE 3 SIN EM Testigo



**Fuente:** Elaboración propia.

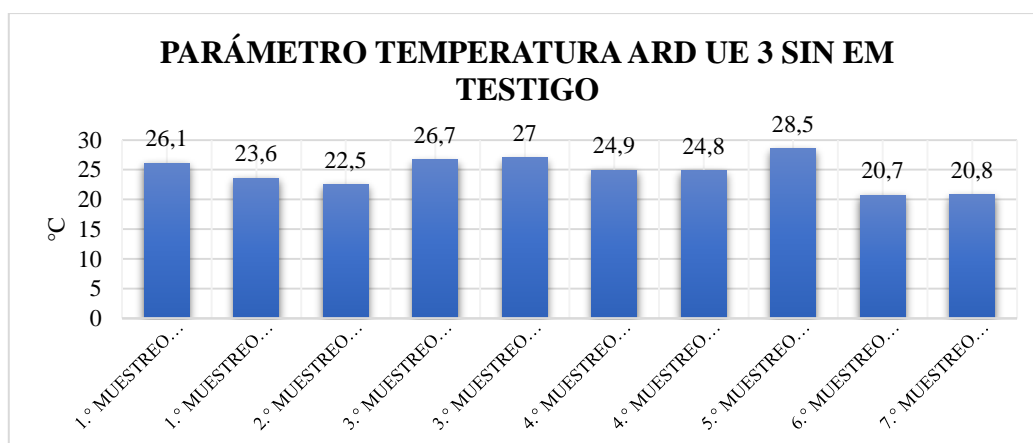
Para el caso del potencial de hidrogeno (pH) en la gráfica 28, los datos obtenidos de laboratorio muestran que el máximo valor registrado es en el primer muestreo (7.78) y el mínimo en el sexto muestreo (6.91).

**TABLA 29.** Datos de laboratorio Temperatura - UE 3 SIN EM Testigo

TEMPERATURA ARD °C	FECHA	HORA	UE 3 SIN EM TESTIGO
1.° MUESTREO	6/11/18	10:28 a.m.	26.1
		SIN EM	
		16:41 p.m.	23.6
2.° MUESTREO	7/11/18	17:34 p.m.	22.5
3.° MUESTREO	8/11/18	11:36 a.m.	26.7
		15:42 p.m.	27.0
4.° MUESTREO	9/11/18	09:26 a.m.	24.9
		16:19 p.m.	24.8
5.° MUESTREO	12/11/18	09:22 a.m.	28.5
6.° MUESTREO	19/11/18	09:53 a.m.	20.7
7.° MUESTREO	28/11/18	10:10 a.m.	20.8

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICA 29.** Comportamiento en el tiempo Temperatura - UE 3 SIN EM Testigo



**Fuente:** Elaboración propia.

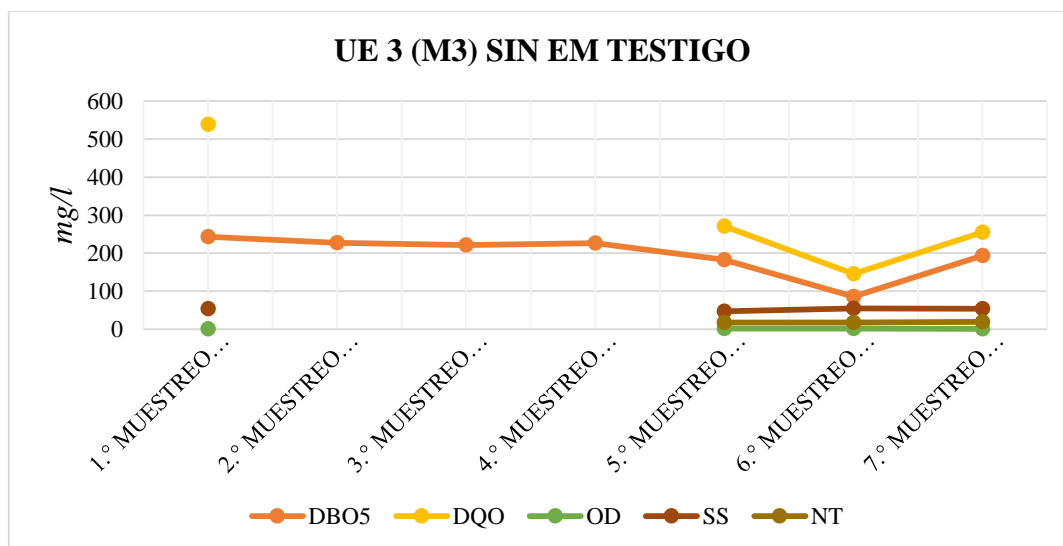
En la gráfica 29 el valor máximo para la temperatura es del quinto muestreo con un valor de (28.5) y el mínimo de (20.7) en el penúltimo muestreo.

**TABLA 30.** Datos de relación entre parámetros en UE 3 SIN EM Testigo

UE 3 SIN EM TESTIGO	FECHA	DBO <sub>5</sub>	DQO	OD	SS	NT
1.º MUESTREO	6/11/18	243	539	0,72	54	Sm
2.º MUESTREO	7/11/18	227	Sm	Sm	Sm	Sm
3.º MUESTREO	8/11/18	221	Sm	Sm	Sm	Sm
4.º MUESTREO	9/11/18	226	Sm	Sm	Sm	Sm
5.º MUESTREO	12/11/18	183	271	1,61	47	17,6
6.º MUESTREO	19/11/18	86	146	1,56	55	17,78
7.º MUESTREO	26/11/18	194	255	0,6	54	19,45

**Fuente:** Elaboración propia.

**GRÁFICA 30.** UE 3 SIN EM Testigo



**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.7.1. COMPORTAMIENTO EN LA UE 3 SIN EM TESTIGO:

En la UE 3 gráfico 20. Relacionando los datos de los parámetros con la misma unidad de medición, como resultado, se llega a observar que existe una disminución casi constante en Demanda Biológica del Oxígeno  $DBO_5$ , comportamiento que se realiza por la depuración de manera natural, influyendo en los resultados del parámetro de Nitrógeno, habiendo casi poca variabilidad del mismo (17.6-17.78) *mg/l* el cual aporta alimento, desciende la cantidad de Coliformes Fecales y Totales. He influenciada por las bajas temperaturas con 20.7°C-20.8°C, teniendo a los microorganismos en dinámica baja.

El valor de pH se mantiene entre (6 -7) un valor ácido a neutro casi constante en el testigo.

Con relación al Oxígeno Disuelto este disminuye hay menos oxigenación en el testigo, teniendo como valor final de (0.6), Los Sólidos Suspendidos se mantienen con el valor inicial, en el Agua Residual Doméstica.

En cuanto al parámetro Demanda Química De Oxígeno (DQO) en concordancia e influencia, con la subida de Demanda Biológica del Oxígeno ( $DBO_5$ ) este valor también se encuentra en datos coherentes de (255) *mg/l*.

Según la gráfica el pico más alto de todos los parámetros medidos es de la Demanda Química de Oxígeno en la fecha de muestreo 1, pico que luego baja por la depuración natural en la UE 3. Los demás parámetros se mantienen en equilibrio casi de manera constante y al final del tratamiento tienden a bajar con poca incidencia.

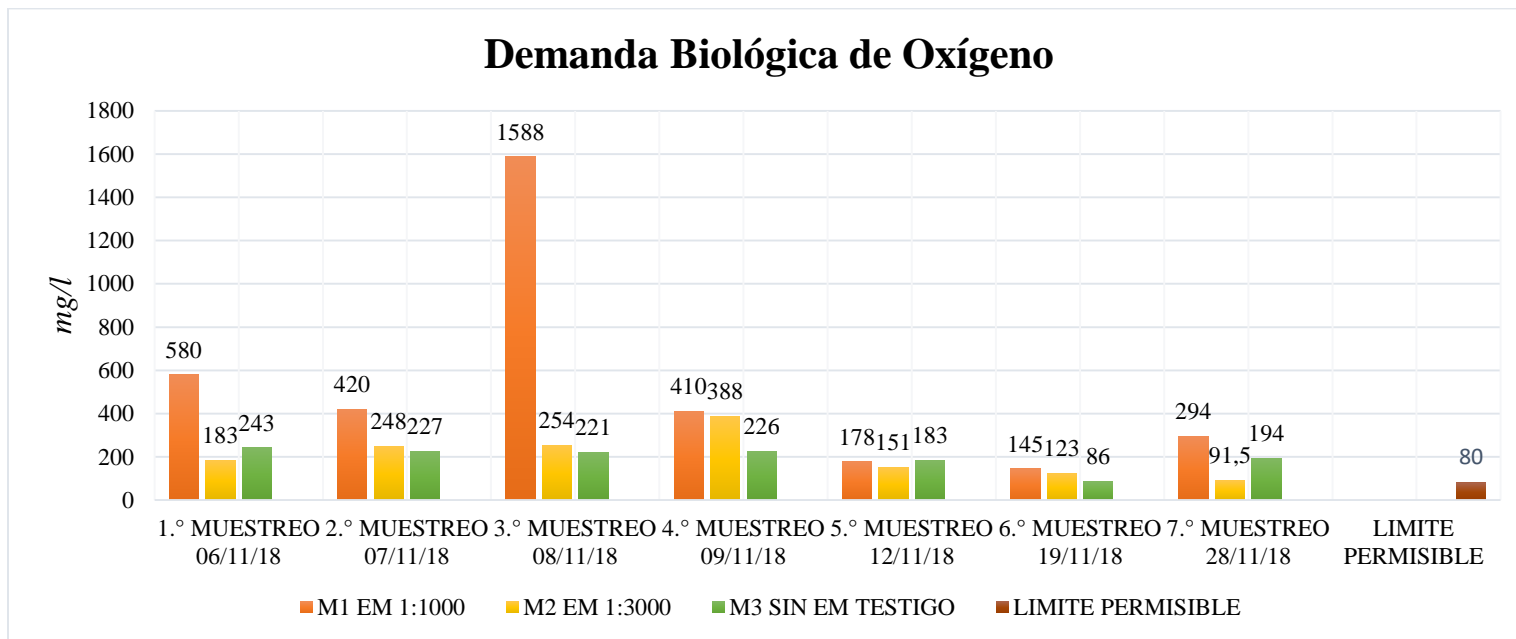
Cabe mencionar que los valores del último muestreo se elevan debido a la adición de Agua Residual Doméstica a la UE 3.

**TABLA 31. Parámetro – DBO<sub>5</sub> UEs 1.2 y 3.**

<b>DBO<sub>5</sub></b> <i>(mg/l)</i>	<b>FECHA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>M3 SIN EM</b> <b>TESTIGO</b>	<b>LIMITE</b> <b>PERMISIBLE</b>
1.º MUESTREO	6/11/18	580	183	243	80
2.º MUESTREO	7/11/18	420	248	227	
3.º MUESTREO	8/11/18	1588	254	221	
4.º MUESTREO	9/11/18	410	388	226	
5.º MUESTREO	12/11/18	178	151	183	
6.º MUESTREO	19/11/18	145	123	86	
7.º MUESTREO	26/11/18	294	91.5	194	

**Fuente:** *Elaboración propia.*

**GRÁFICA 31.** Comparación de los valores del parámetro DBO<sub>5</sub> en los tratamientos aplicados.



**Fuente:** Elaboración propia.

**NOTA:** Los datos de muestreo de fecha 7, 8,9 de noviembre de 2018 se realizaron para ver el comportamiento del DBO<sub>5</sub> al añadir EM.

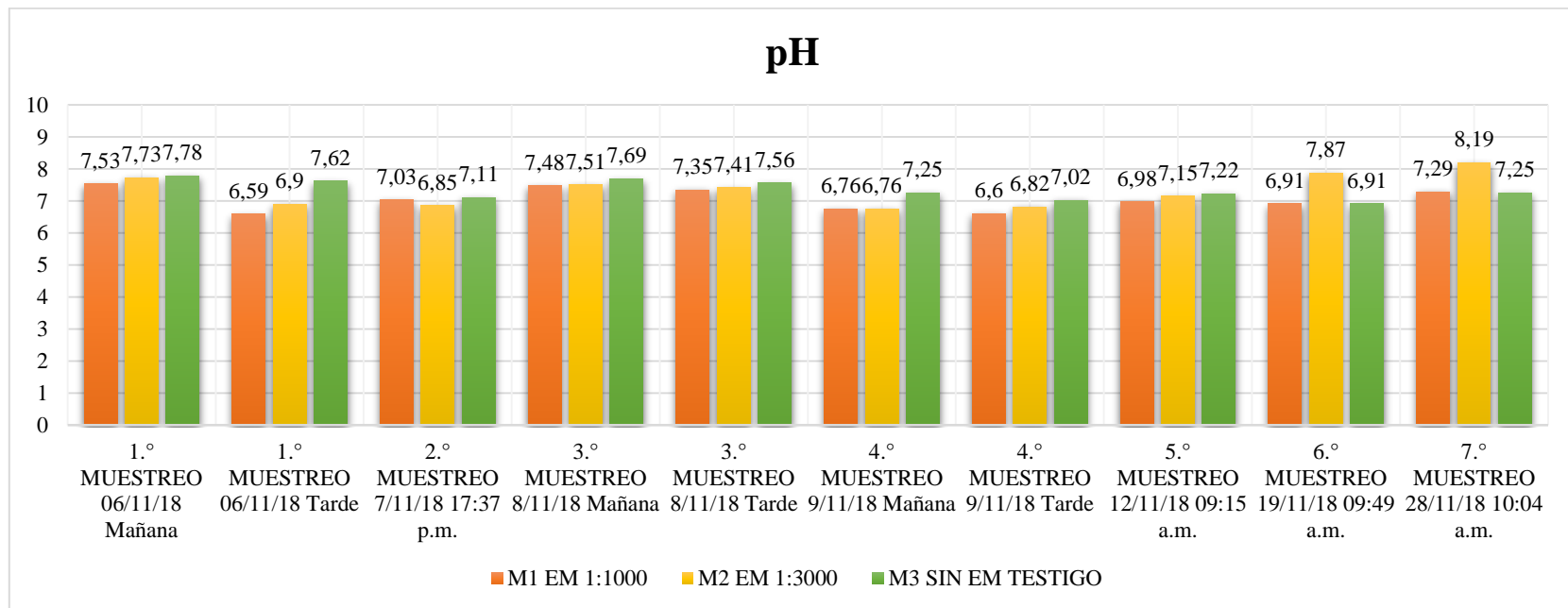


**TABLA 32. Parámetro – pH. UEs 1.2 y 3.**

<b>pH</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>HORA</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>HORA</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>
1.° MUESTREO	6/11/18	10:25 a.m.	7.53	10:27 a.m.	7.73	10:28 a.m.	7.78
		<b>10:43 a.m.</b>	<b>4.51</b>	<b>10:44 a.m.</b>	<b>4.51</b>	Sin EM	
		16:36 p.m.	6.59	16:39 p.m.	6.90	16:41 p.m.	7.62
2.° MUESTREO	7/11/18	17: 31 p.m.	7.03	17:33 p.m.	6.85	17:34 p.m.	7.11
3.° MUESTREO	8/11/18	11:30 a.m.	7.48	11:32 a.m.	7.51	11:36 a.m.	7.69
		15:37 p.m.	7.35	15:39 p.m.	7.41	15:42 p.m.	7.56
4.° MUESTREO	9/11/18	09:20 a.m.	6.76	09:23 a.m.	6.76	09:26 a.m.	7.25
		16:10 p.m.	6.60	16:15 p.m.	6.82	16:19 p.m.	7.02
5.° MUESTREO	12/11/18	09:15 a.m.	6.98	09:18 a.m.	7.15	09:22 a.m.	7.22
6.° MUESTREO	19/11/18	09:49 a.m.	6.91	09:50 a.m.	7.87	09:53 a.m.	6.91
7.° MUESTREO	28/11/18	10:04 a.m.	7.29	10:08 a.m.	8.19	10:10 a.m.	7.25
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.							

**NOTA:** Los datos marcados con rojo son parámetros medidos al EM para su vertido.

**GRÁFICA 32.** Comparación de los valores del parámetro Potencial de hidrogeno en los tratamientos aplicados.



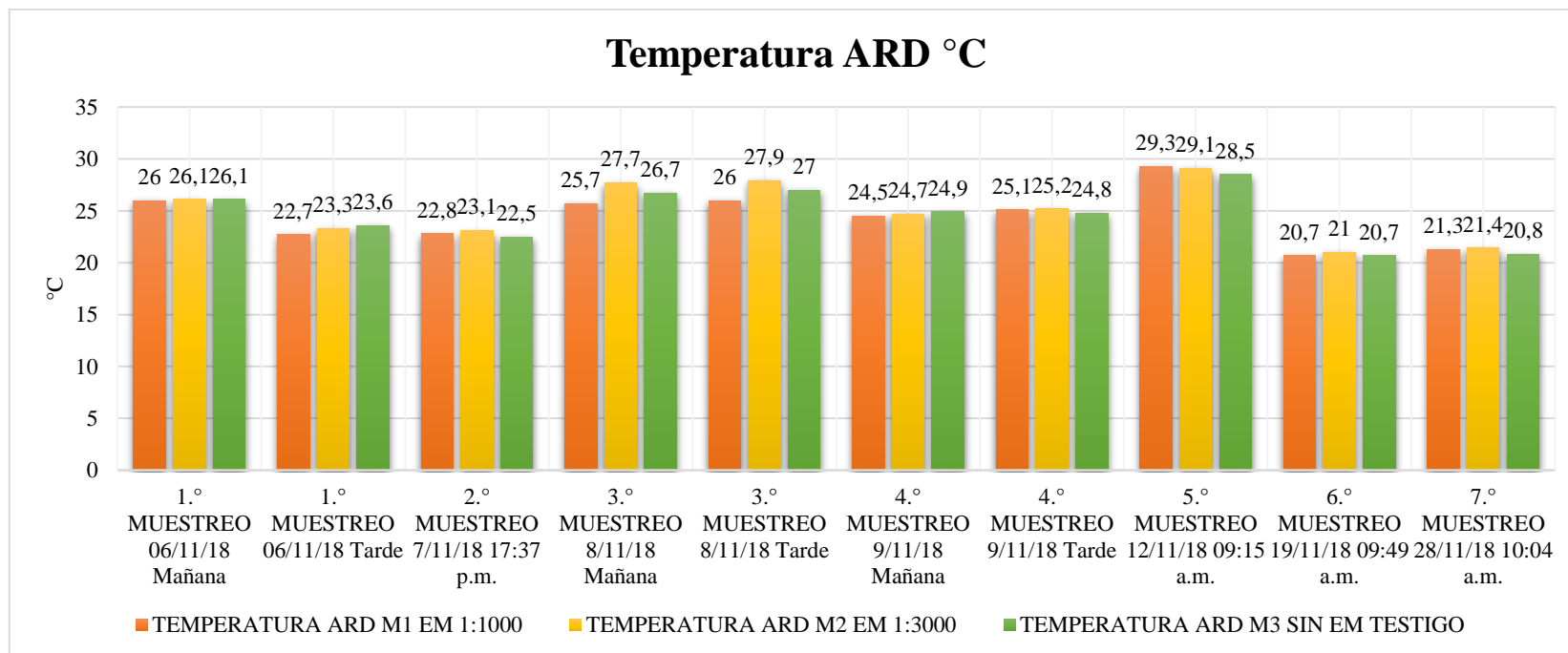
**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 33. Parámetro – Temperatura ARD. UEs 1.2 y 3.**

<b>TEMPERATURA ARD °C</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>HORA</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>HORA</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>
1.° MUESTREO	6/11/18	10:25 a.m.	26.0	10:27 a.m.	26.1	10:28 a.m.	26.1
		<b>10:43 a.m.</b>	<b>28</b>	<b>10:44 a.m.</b>	<b>28</b>	SIN EM	
		16:36 p.m.	22.7	16:39 p.m.	23.3	16:41 p.m.	23.6
2.° MUESTREO	7/11/18	17: 31 p.m.	22.8	17:33 p.m.	23.1	17:34 p.m.	22.5
3.° MUESTREO	8/11/18	11:30 a.m.	25.7	11:32 a.m.	27.7	11:36 a.m.	26.7
		15:37 p.m.	26.0	15:39 p.m.	27.9	15:42 p.m.	27.0
4.° MUESTREO	9/11/18	09:20 a.m.	24.5	09:23 a.m.	24.7	09:26 a.m.	24.9
		16:10 p.m.	25.1	16:15 p.m.	25.2	16:19 p.m.	24.8
5.° MUESTREO	12/11/18	09:15 a.m.	29.3	09:18 a.m.	29.1	09:22 a.m.	28.5
6.° MUESTREO	19/11/18	09:49 a.m.	20.7	09:50 a.m.	21.0	09:53 a.m.	20.7
7.° MUESTREO	28/11/18	10:04 a.m.	21.3	10:08 a.m.	21.4	10:10 a.m.	20.8
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.							

**NOTA:** Los datos marcados con rojo son parámetros medidos al EM para su vertido

**GRÁFICA 33.** Comparación de los valores del parámetro Temperatura ARD en los tratamientos aplicados.

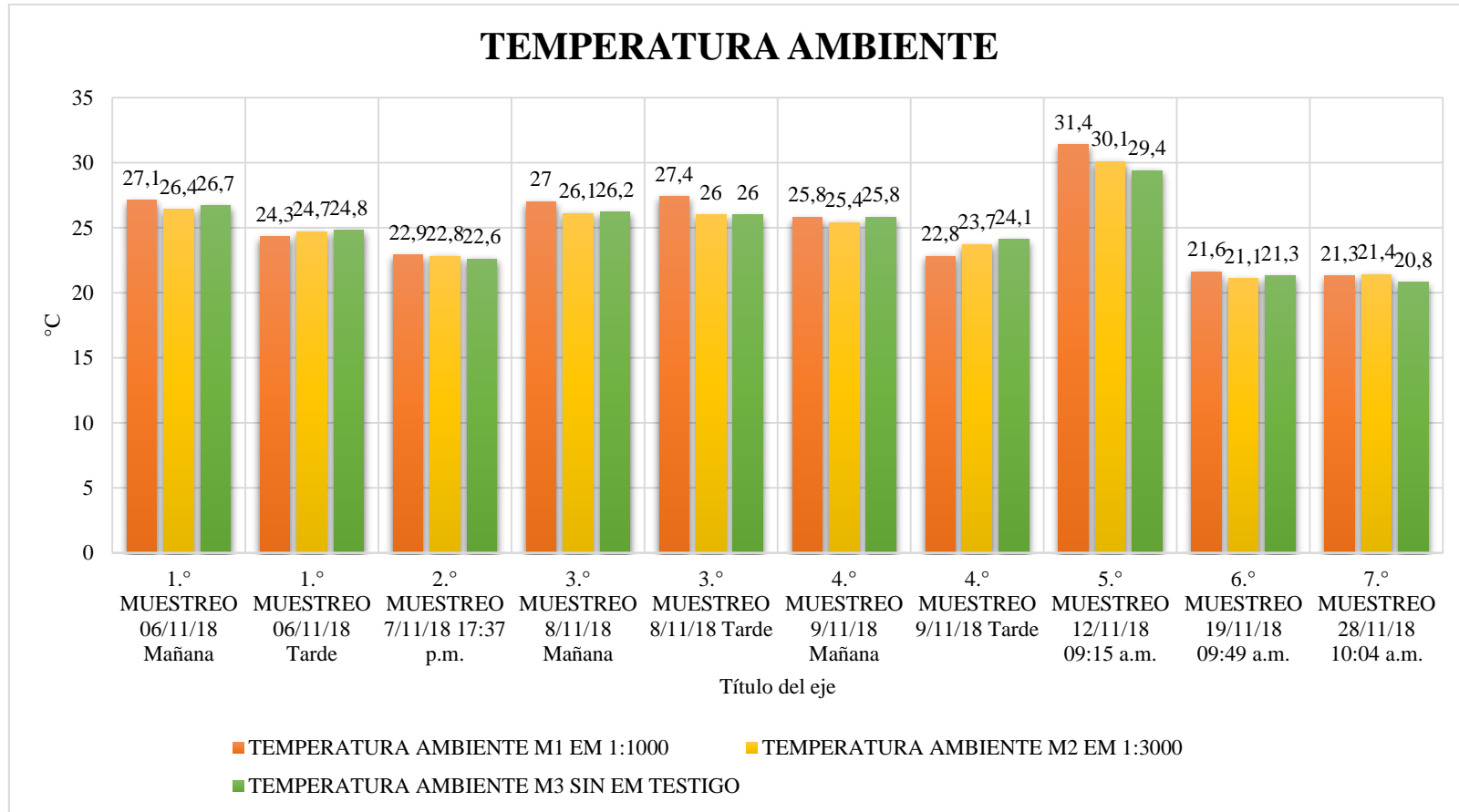


**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 34.** *Parámetro – Temperatura Ambiente. UEs 1.2 y 3.*

<b>TEMPERATURA AMBIENTE °C</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>HORA</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>HORA</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>
1.° MUESTREO	6/11/18	10:25 a.m.	27.1	10:27 a.m.	26.4	10:28 a.m.	26.7
		<b>10:43 a.m.</b>	<b>28</b>	<b>10:44 a.m.</b>	<b>28</b>	SIN EM	
		16:36 p.m.	24,3	16:39 p.m.	24,7	16:41 p.m.	24,8
2.° MUESTREO	7/11/18	17: 31 p.m.	22,9	17:33 p.m.	22,8	17:34 p.m.	22,6
3.° MUESTREO	8/11/18	11:30 a.m.	27	11:32 a.m.	26,1	11:36 a.m.	26,2
		15:37 p.m.	27,4	15:39 p.m.	26	15:42 p.m.	26
4.° MUESTREO	9/11/18	09:20 a.m.	25,8	09:23 a.m.	25,4	09:26 a.m.	25,8
		16:10 p.m.	22,8	16:15 p.m.	23,7	16:19 p.m.	24,1
5.° MUESTREO	12/11/18	09:15 a.m.	31,4	09:18 a.m.	30,1	09:22 a.m.	29,4
6.° MUESTREO	19/11/18	09:49 a.m.	21,6	09:50 a.m.	21,1	09:53 a.m.	21,3
7.° MUESTREO	28/11/18	10:04 a.m.	21,3	10:08 a.m.	21,4	10:10 a.m.	20,8
<b>Fuente:</b> <i>Elaboración propia.</i>							

**GRÁFICA 34.** Comparación de los valores del parámetro Temperatura Ambiente en los tratamientos aplicados.

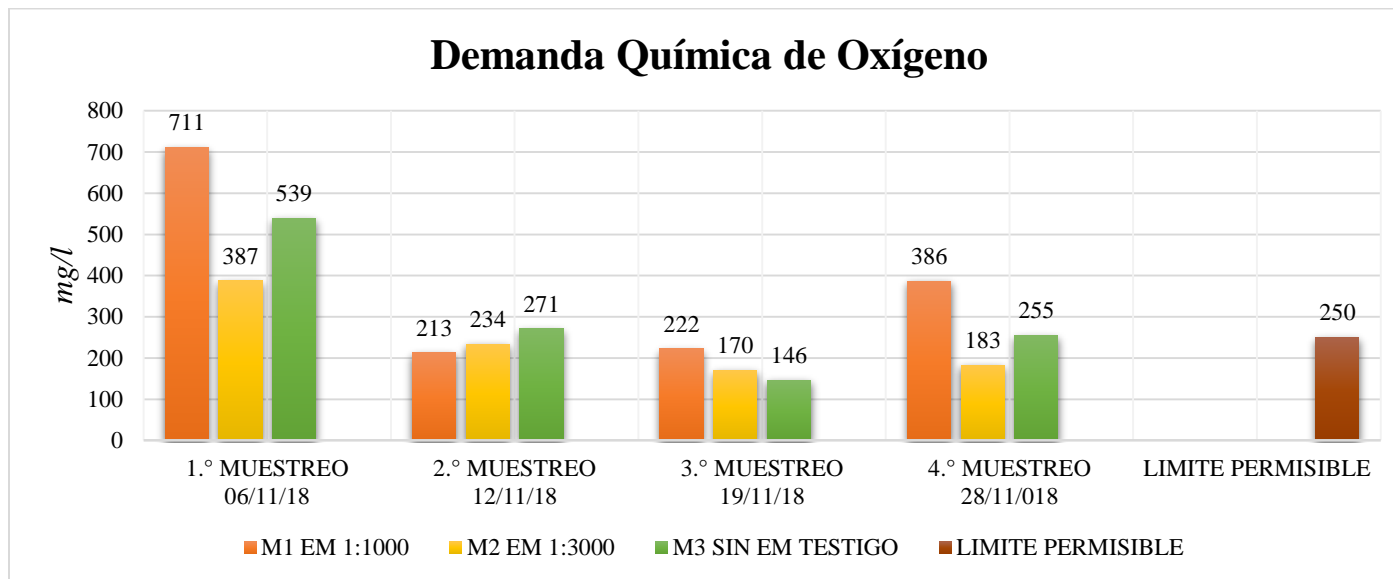


**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 35. Parámetro - DQO. UEs 1.2 y 3.**

<b>DQO (mg/l)</b>	<b>FECHA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
1.º MUESTREO	6/11/18	711	387	539	250
2.º MUESTREO	12/11/18	213	234	271	
3.º MUESTREO	19/11/18	222	170	146	
4.º MUESTREO	28/11/18	386	183	255	
<i><b>Fuente:</b> Elaboración propia.</i>					

**GRÁFICA 35.** Comparación de los valores del parámetro DQO en los tratamientos aplicados.



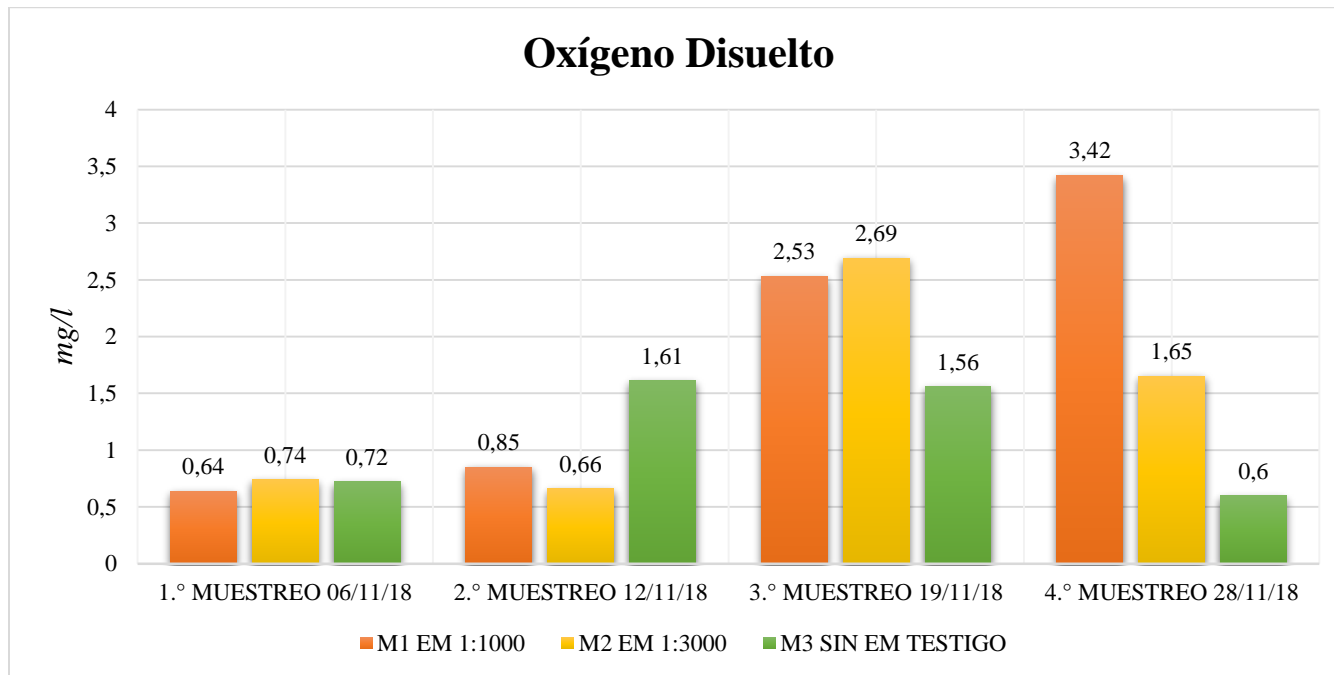
*Fuente:* Elaboración propia.



**TABLA 36.** *Parámetro - Oxígeno Disuelto. UEs 1.2 y 3.*

<b>OXÍGENO DISUELTO (mg/l)</b>	<b>FECHA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>
1.º MUESTREO	6/11/18	0,64	0,74	0,72
2.º MUESTREO	12/11/18	0.85	0.66	1.61
3.º MUESTREO	19/11/18	2.53	2.69	1.56
4.º MUESTREO	28/11/18	3.42	1.65	0.60
<b><i>Fuente:</i></b> <i>Elaboración propia.</i>				

**GRÁFICA 36.** Comparación de los valores del parámetro Oxígeno Disuelto en los tratamientos aplicados.

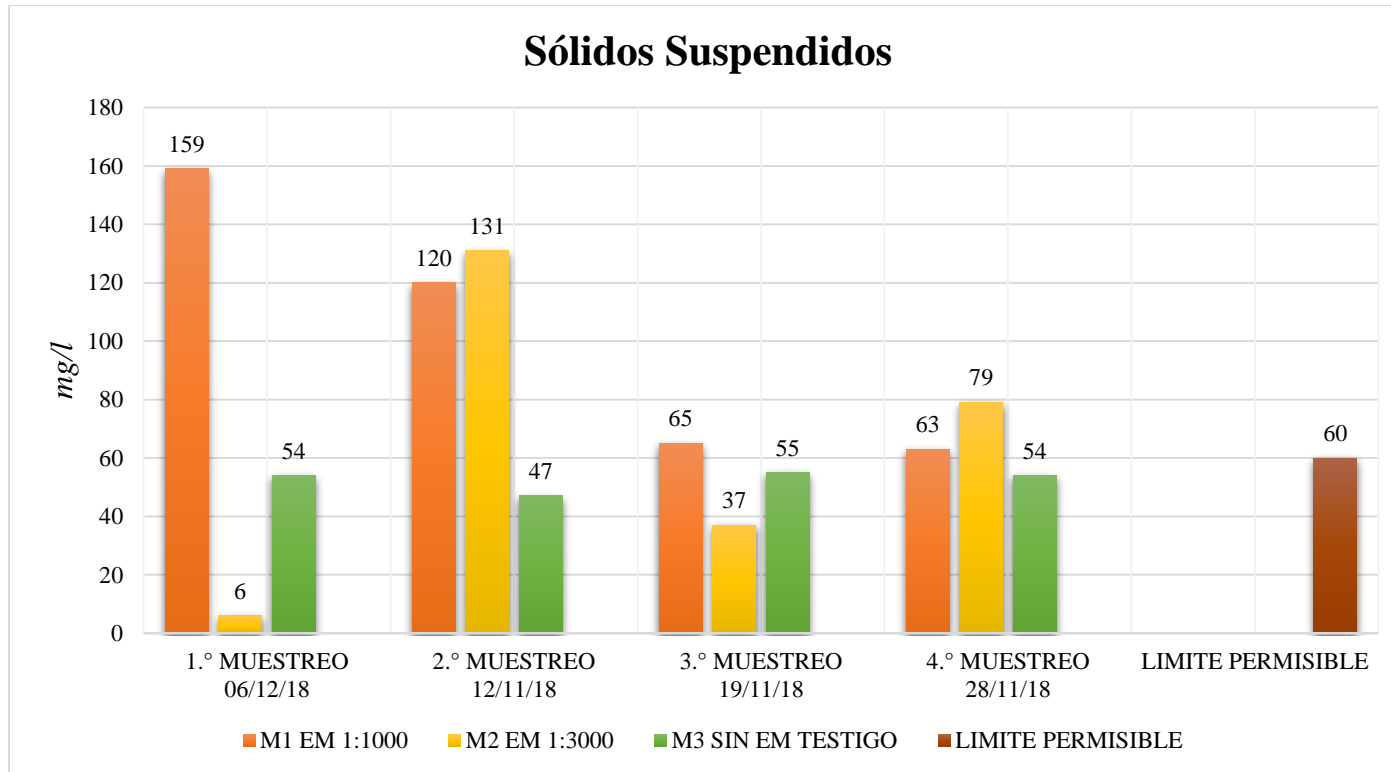


**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 37.** *Parámetro - Sólidos Suspendidos. UEs 1.2 y 3.*

<b>SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)</b>	<b>FECHA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
1.º MUESTREO	6/11/18	159	6	54	60
2.º MUESTREO	12/11/18	120	131	47	
3.º MUESTREO	19/11/18	65	37	55	
4.º MUESTREO	28/11/18	63	79	54	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>					

**GRÁFICA 37.** Comparación de los valores del parámetro Sólidos Suspendidos en los tratamientos aplicados.

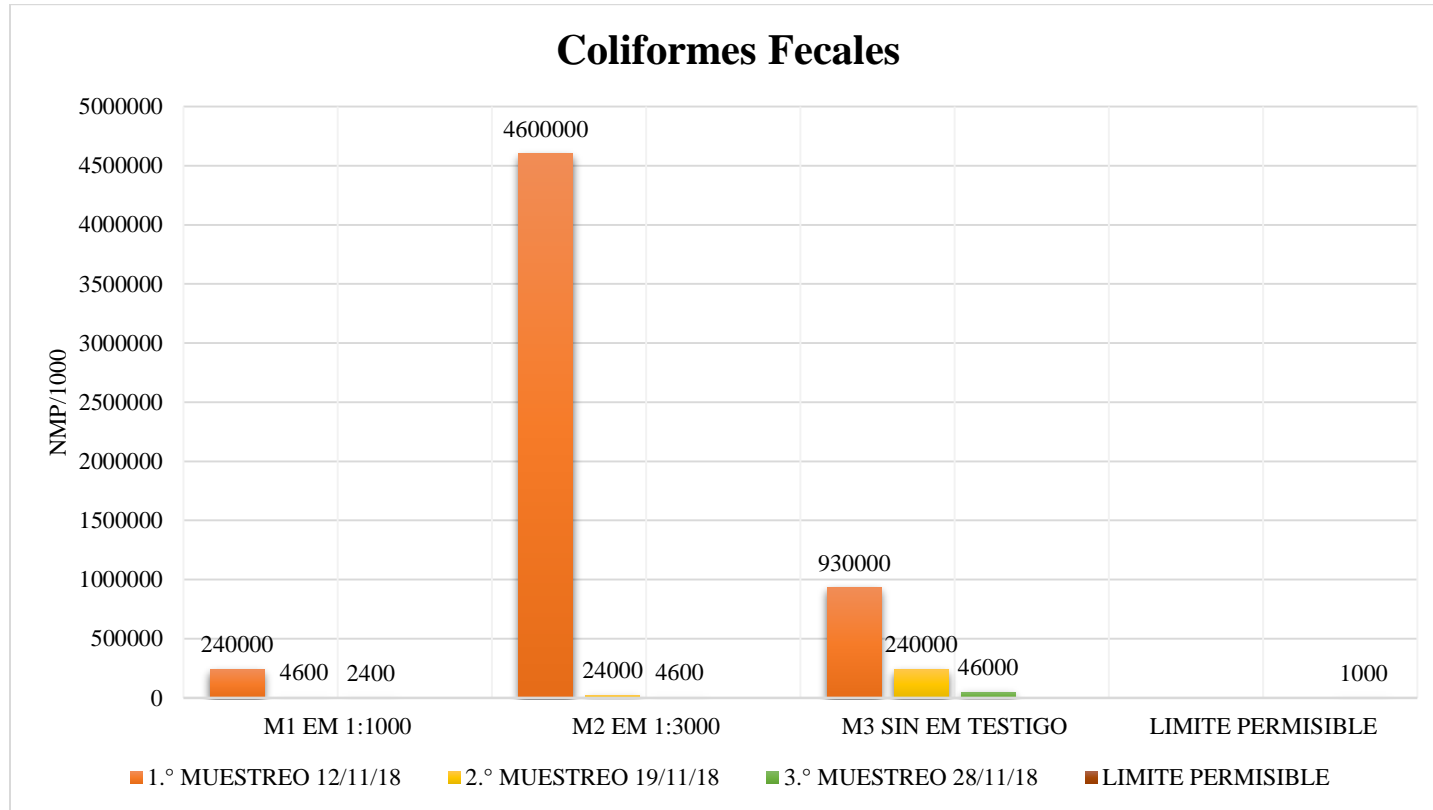


**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 38.** *Parámetro - Coliformes Fecales. UEs 1.2 y 3.*

<b>COLIFORMES FECALES NMP/100ml</b>	<b>FECHA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	2.4E+05	4.6E+06	9.3E+05	1000
2.º MUESTREO	19/11/18	4.6E+03	2.4E+04	2.4E+05	
3.º MUESTREO	28/11/18	2.4E+03	4.6E+03	4.6E+04	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>					

**GRÁFICA 38.** Comparación de los valores del parámetro Coliformes Fecales en los tratamientos aplicados.

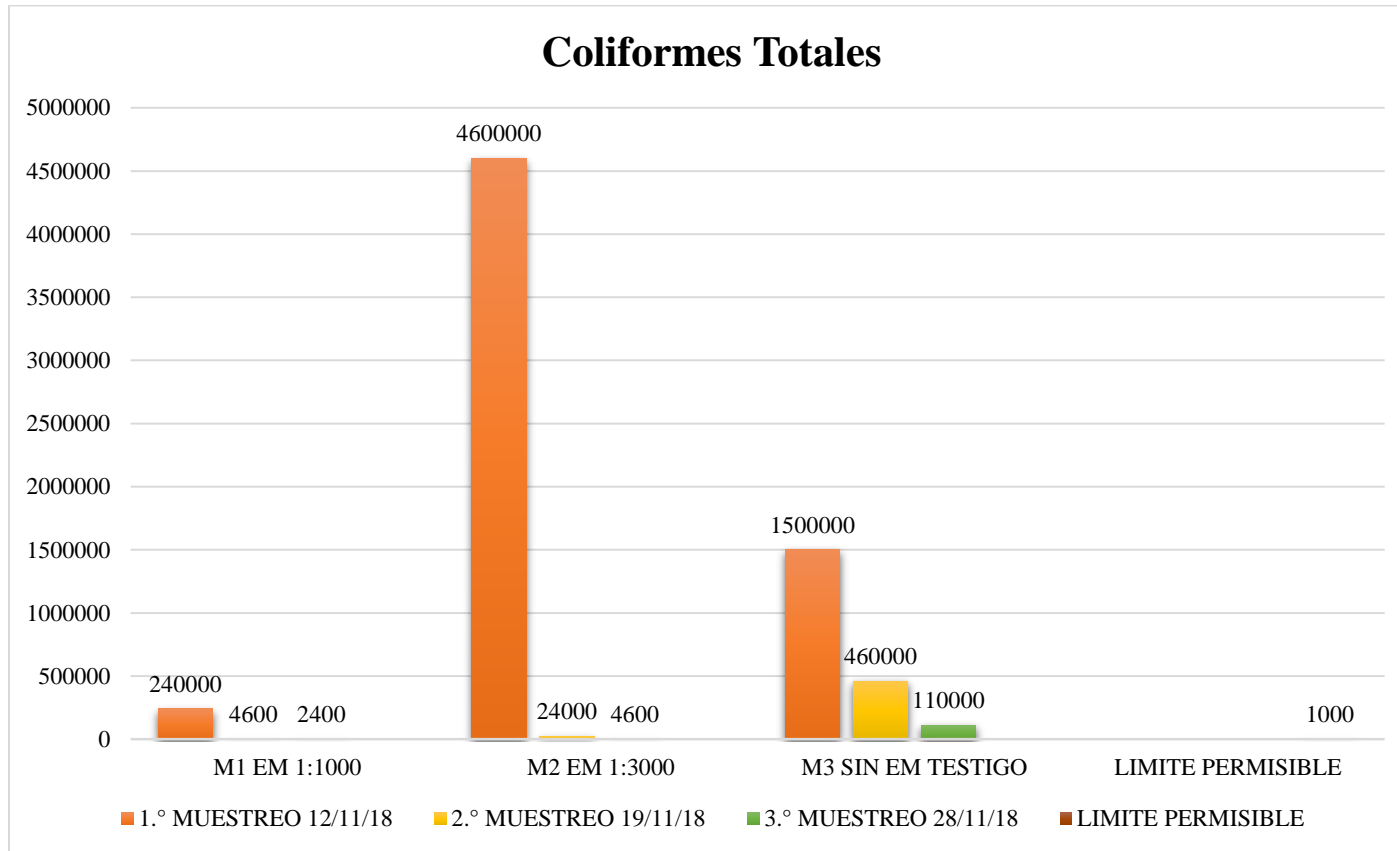


**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 39.** *Parámetro - Coliformes Totales. UEs 1.2 y 3*

<b>COLIFORMES TOTALES NMP/100ml</b>	<b>FECHA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	2.4E+05	4.6E+06	1.5E+06	1000
2.º MUESTREO	19/11/18	4.6E+03	2.4E+04	4.6E+05	
3.º MUESTREO	28/11/18	2.4E+03	4.6E+03	1.1E+05	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>					

**GRÁFICA 39.** Comparación de los valores del parámetro Coliformes Totales en los tratamientos aplicados.



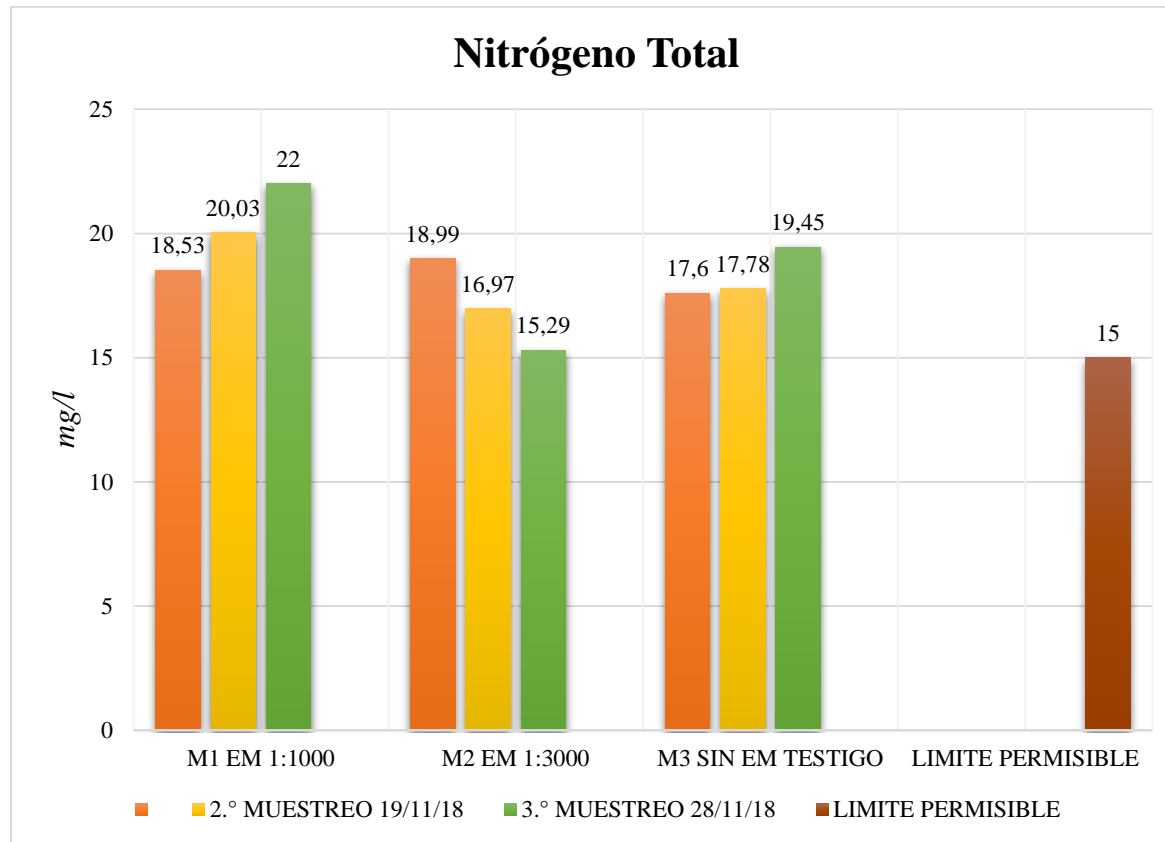
*Fuente: Elaboración propia.*



**TABLA 40.** *Parámetro - Nitrógeno Total. UEs 1.2 y 3.*

<b>NITRÓGENO TOTAL mg/l</b>	<b>FECHA</b>	<b>M1 EM 1:1000</b>	<b>M2 EM 1:3000</b>	<b>M3 SIN EM TESTIGO</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
1.º MUESTREO	12/11/18	18.53	18.99	17.60	15
2.º MUESTREO	19/11/18	20.03	16.97	17.78	
3.º MUESTREO	28/11/18	22.0	15.29	19.45	
<b><i>Fuente: Elaboración propia.</i></b>					

**GRÁFICA 40.** Comparación de los valores del parámetro *Coliformes Totales* en los tratamientos aplicados.



*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.8. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO.

#### 3.8.1. Costos de instalación

La instalación consto de la compra de las UEs los cuales fueron trasladados desde el departamento de Santa Cruz, el costo normalmente de estos tanques completos con una capacidad de 1000 l. varía según la época del año. Un tanque nuevo tiene el precio de 700 a 800 Bs. Y uno usado, se encuentra desde 350 bs. Lamentablemente cuando se viajó a transportar estos se encontraron con una elevación de sus precios, por demanda. Se compraron dos UEs, para luego dividirlos en dos ya que se necesitaba 3 de capacidad de 500 l. Los costos fueron los siguientes:

**TABLA 41.** *Costos de instalación.*

COSTOS DE INTALACIÓN		
MATERIAL	UNIDAD O CANTIDAD	PRECIO Bs.
Transporte	2	160
UEs	2 (1000l)	1000
Corte	2	100
Traslado	Santa Cruz- Entre Ríos	400
	Entre Ríos - PTAR	40
<b>Total</b>		<b>Bs. 1600</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 3.8.2. Costos de aplicación

En este coste cabe mencionar que el pH-metro con termómetro, es opcional, para más facilidad de toma de muestras, se decidió comprarlo debido a que se necesita sacar la temperatura ambiente y del Agua Residual Doméstica, en el momento de extracción de las muestras. El EMA tuvo un solo costo ya que se lo activó en el departamento de Santa Cruz incluyendo con la melaza.

**TABLA 42. Costos de aplicación.**

COSTOS DE APLICACIÓN			
MATERIAL	COMPONENTE	UNIDAD O CANTIDAD	PRECIO Bs.
	EMA	8l	350
HERRAMIENTAS	pH-metro Termómetro	1	250
	Alcohol antiséptico	1	5
	Agua des ionizada	2	10
	Guantes	caja	35
	Barbijos	caja	20
	Recipiente de transporte de materiales	1	30
TRANSPORTE	PTAR-Expreso	14	70
<b>Total</b>			<b>Bs. 740</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.8.3. Costos de laboratorio

Se realizó los análisis de los parámetros en dos laboratorios del Departamento de Tarija, esto debido que en uno solo no se realizaba de todos los parámetros muestreados, quedando en laboratorio de CEANID los parámetros (DBO<sub>5</sub>, DQO, OD, SS, NT.) y en el laboratorio de COSAALT (Coliformes fecales y Coliformes totales).

**TABLA 43. Costos de laboratorio**

PARÁMETROS A MUESTREAR	PRECIO UNITARIO Bs	CANTIDAD	COSTO BS
DBO <sub>5</sub>	100	21	2100
DQO	100	12	1200

OXÍGENO DISUELTO	15	12	180
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	50	12	600
NITRÓGENO TOTAL	80	9	720
COLIFORMES FECALES	50	9	450
COLIFORMES TOTALES	50	9	450
TRANSPORTE	10	14	140
Conservación	10	7	70
<b>TOTAL</b>			<b>5710 bs</b>

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 27. Precios de laboratorio CEANID

CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO Servicios del CEANID						
No	DETERMINACIÓN	ENSAYO			PRECIO (Bs.)	LÍMITE PERMITIDO DE ACUERDO A REQUISITOS DE NORMA
		TÉCNICA	METODO	RANGIO		
<b>AGUA RESIDUAL( Descargas Líquidas)</b>						
<b>FISICOQUIMICO</b>						
1	Arsénico (*) (mg/L)	Espectrometría de AA	SM 3500-AsB.		150	500 µg/L
2	Cadmio (*) (mg/L)	Espectrometría de AA	SM 3500-CdB.		150	100 µg/L
3	Cianuros (mg/L)	Espectrofotometría	SM 4500-CN-E.		150	100 µg/L
4	Cromo (*) (mg/L)	Espectrometría de AA	SM 3500-CrB.		150	200 µg/L
5	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (mg O <sub>2</sub> /L)	Manométrico	SM 5210-B.		100	300 mg/L
6	Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg O <sub>2</sub> /L)	Fotometría	USEPA 410.4		100	375 mg/L
7	Fósforo total (mg/L)	Espectrofotometría	SM 4500-P-D.		90	2 mg/L
8	Grasas y aceites (mg/L)	Gravimetría	SM 5520-B.		100	200 mg/L
9	Mercurio (*) (mg/L)	Espectrometría de AA	SM 3500-Hg-B.		200	5 µg/L
10	Nitrógeno amoniacal (mg/L)	Volumetría	SM 4500-NH3-D-E.		40	25 mg/L (como N)
11	Nitrógeno total (mg/L)	Volumetría	SM 4500-Norg-B.		80	15 mg/L
12	pH	Potenciometría	SM 4500-H-B.		15	6,5 8,5
13	Plomo (*) (mg/L)	Espectrometría de AA	SM 3500-PbB.		150	500 µg/L
14	Sólidos suspendidos (mg/L)	Gravimetría	SM 2540-D.		50	500 mg/L
15	Sulfuros (mg/L)	Volumetría	SM 4500-S <sup>2</sup> -E.		70	2 mg/L
16	Temperatura (°C)	Termometría	SM 2550-B.		15	45 °C
<b>TOTAL</b>					<b>1610</b>	

Referencia: Reglamento en Materia de Contaminación hídrica Anexo A-2 Ley del Medio Ambiente 1333

(\*) El precio se refiere a muestra filtrada, muestra sin filtrar incrementar Bs. 30

*Fuente: Elaboración propia.*

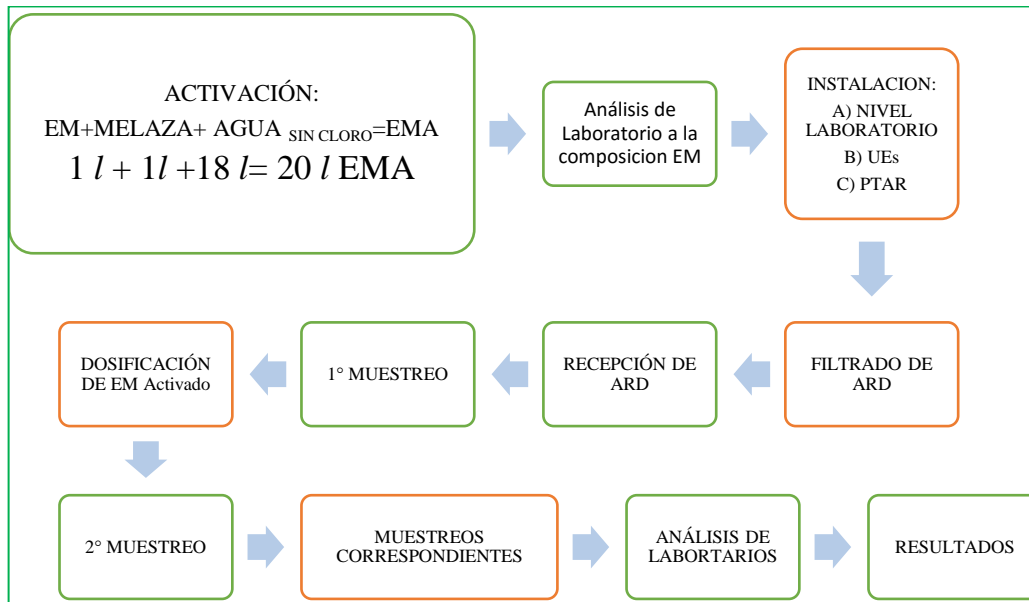
#### **1.19.6. COSTOS TOTALES**

Costos de Instalación	1600 Bs.
Costos de Aplicación	740 Bs.
Costos de Laboratorio	5710 Bs,
<i><b>Total</b></i>	<i><b>8050</b></i>

### 3.9. PROPUESTAS PARA LA APLICACIÓN DE EM EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

#### 3.5.1 PROPUESTA DE PROCESO EXPERIMENTAL

*FIGURA 28. Propuesta de proceso experimental.*



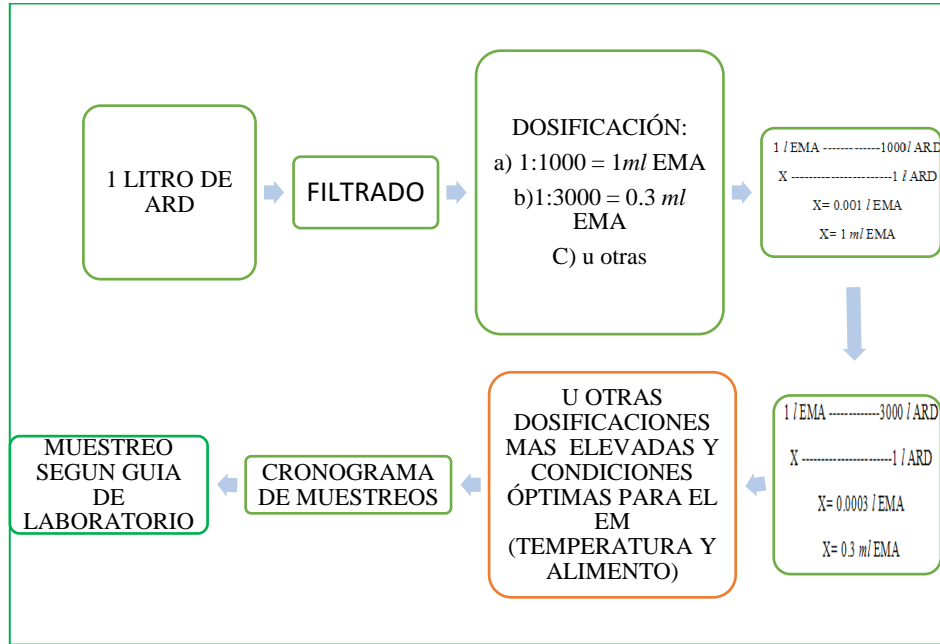
**Fuente:** *Elaboración propia.*

Se presenta una propuesta general de un proceso experimental mejorado, tomando en cuenta factores que pueden ayudar a un resultado eficaz, los cuales los marcamos en rojo. Se puede llevar a cabo en sistema cerrado a dos niveles sea en laboratorio o repitiendo en UEs. Tomando en cuenta más variables, y uno a sistema abierto que por existir una planta de tratamiento solo de sedimentación en la ciudad de Entre Ríos, se puede aplicar en ésta, modulando el caudal de entrada, así evitando costos de una nueva construcción, proyectada según resultados para realizar tratamientos a barrios o comunidades que no cuenten con este servicio.

### 3.9.1.1. Sistema Cerrado

#### a) Nivel laboratorio

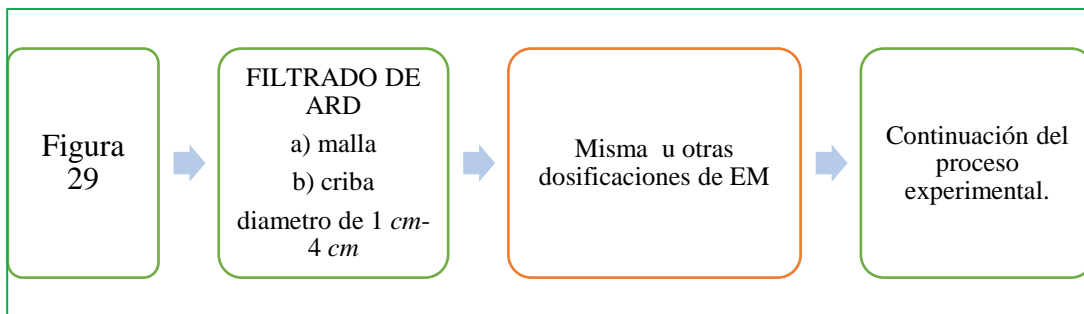
**FIGURA 29.** Dosificación a nivel laboratorio de la propuesta del proceso experimental.



Fuente: Elaboración propia.

#### b) Nivel UEs

**FIGURA 30.** Filtración a nivel UEs de la propuesta del proceso experimental.



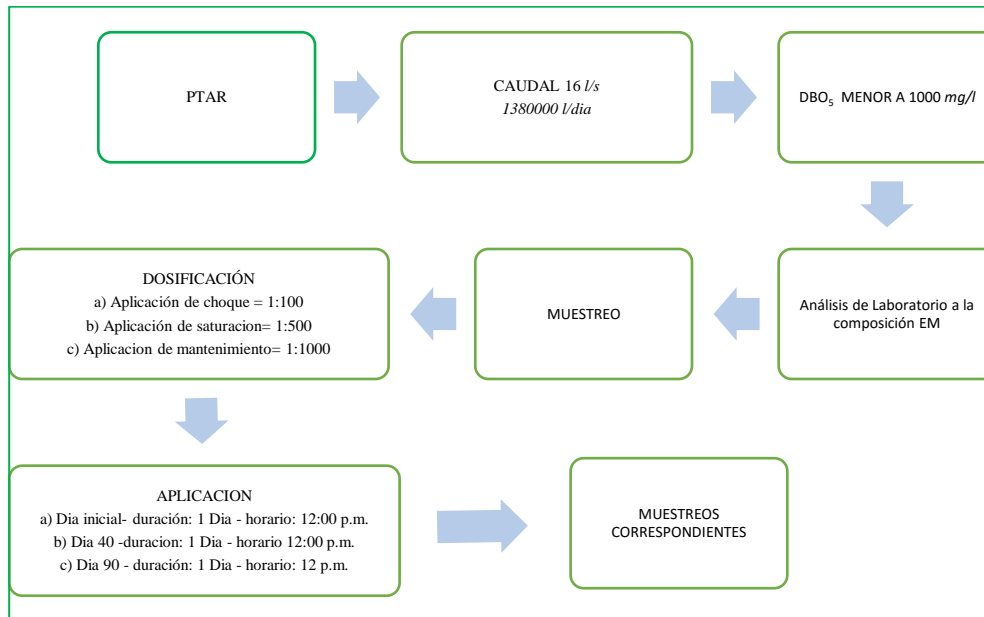
Fuente: Elaboración propia.



### 3.9.1.2. Sistema continuo

#### c) Nivel PTAR

**FIGURA 31.** Dosificación a nivel PTAR de la propuesta del proceso experimental.



**Fuente:** *Elaboración propia.*

- **Aplicación de Choque:** Esta aplicación sirve para acondicionar a los microorganismos al nuevo ambiente con características típicas de la composición de los afluentes. (EMRO, 2014)
- **Aplicación de Saturación:** La aplicación de saturación o asentamiento de los microorganismos activados será para cubrir la demanda de estos para un buen desarrollo en la depuración
- **Aplicación de Mantenimiento:** Conocida también como aplicación de optimización, esta fase ayudará a establecerse a los microorganismos (tiempo de residencia) para una buena depuración.

Para un sistema continuo con un flujo de entrada y salida, se toma en consideración otra metodología de aplicación con las dosificaciones mostradas en los 3 puntos anteriores.

**Tabla 44.** Aplicaciones para sistema continuo.

Aplicación para sistema continuo	m <sup>3</sup> EMA /m <sup>3</sup> ARD
Aplicación de choque.	1:100
Aplicación de saturación.	1:500
Aplicación de mantenimiento.	1:1000

**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 45.** Cálculos para la PTAR de la ciudad de Entre Ríos

PTAR ENTRE RIOS	260 m <sup>3</sup>
Aplicación de choque.	2.6 m <sup>3</sup> = 2600 l
Aplicación de saturación.	0.52 m <sup>3</sup> = 520 l
Aplicación de mantenimiento.	0.26 m <sup>3</sup> = 260 l

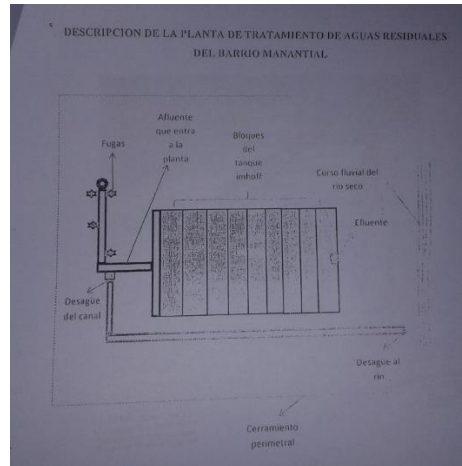
**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 46.** Costo para la PTAR de la ciudad de Entre Ríos.

APLICACIÓN	TIEMPO	CANTIDAD l	COSTO EM Bs
aplicación de choque	1 día	2600	91000
aplicación de saturación	1 día	520	18200
aplicación de mantenimiento	1 día	260	9100
<b>Costo total</b>			<b>118300</b>

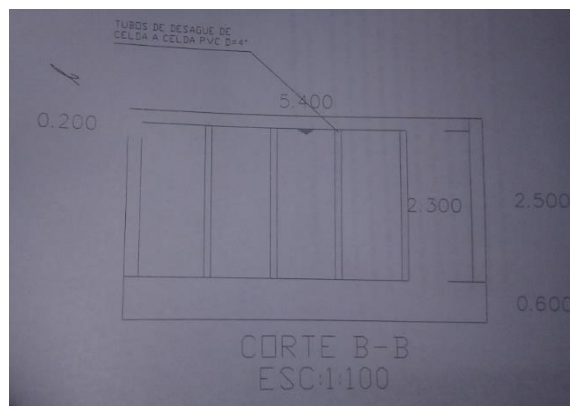
**Fuente:** Elaboración propia.

**FIGURA 32.** Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos.



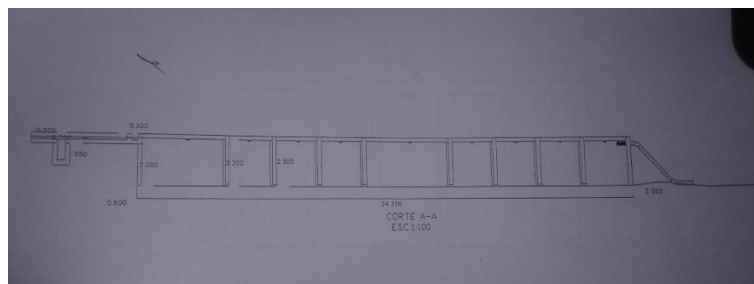
*Fuente:* Alcaldía del Municipio de Entre Ríos.

**FIGURA 33.** Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos, corte B-B.



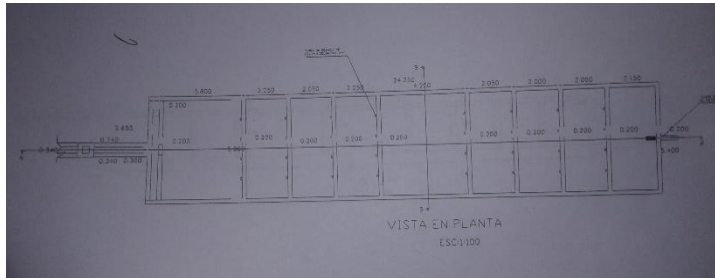
*Fuente:* Alcaldía del Municipio de Entre Ríos.

**FIGURA 34.** Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos corte A-A.



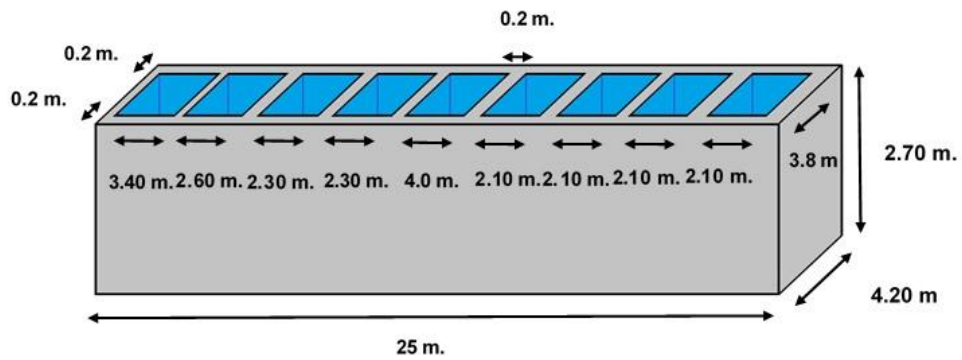
*Fuente:* Alcaldía del Municipio de Entre Ríos.

**FIGURA 35.** . Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos vista en Planta.



**Fuente:** Alcaldía del Municipio de Entre Ríos.

**FIGURA 36.** Dimensiones de la PTAR de la ciudad de Entre Ríos.



**Fuente:** Elaboración propia.

**FIGURA 37.** Fotografía de la PTAR de la ciudad de Entre Ríos.



**Fuente:** Elaboración propia.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 4.1. CONCLUSIONES

1. Se logró preparar la activación de los microorganismos eficaces con melaza en presencia del especialista en EM en Bolivia, esta activación se realizó en el departamento de Santa Cruz. La mezcla es la misma que se propone en bibliografía. 1 litro de EM +1 litro de melaza + 18 litros de agua sin cloro, el agua es entibiada en algunas ocasiones considerando las condiciones del clima esto para disolver mejor la melaza, para la activación se midió el pH a los 7 días para corroborar si la preparación ya está activada, resultando con 3.5. de pH y se trasladó el EMA a la ciudad de Entre Ríos para su posterior aplicación. En ese lapso su pH bajo a 4.51, habiendo sido afectado por la temperatura ambiental baja, el preparado se aplicó después de dos semanas de haberlo trasladado, debido a las inclemencias del clima, con días lluviosos. Sin embargo se aplicaron las dosis propuestas de 1:1000 y 1:3000.
2. Los resultados de laboratorio para los microorganismos Coliformes Fecales en función del tiempo, en los análisis disminuyeron drásticamente desde 240000 NMP, hasta el valor mínimo de 2400 NMP en el tratamiento 1:1000 de la UE 1, tres semanas después de ser aplicado el EM Activado. En la UEs 2 con dosificación de 1:3000, se observó una disminución abrupta desde el valor de 4600000 NMP hasta 4600 NMP, sucediendo de manera similar en forma natural en el testigo con un descenso desde 930000 NMP hasta 46000 NMP, resultando el tratamiento 1 con dosificación de 1:1000 el más significativo en cuanto a reducción de este parámetro con 2400 pero no suficiente para llegar al límite permisible de la ley 1333 de 1000 NMP.
3. En la determinación de la reducción de la concentración de los parámetros físico – químicos, antes y después de aplicar la metodología EM. Se puede observar:
  - Se vieron resultados de disminución en la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) desde la primera dosificación 1:3000 en la UE 2 con 183 *mg/l* en relación al resultado sin EM de la UE 3 Sin EM (testigo) de 243 *mg/l* que es el de antes de añadir EM. Llegando hasta el valor aproximado de la ley 1333 (80 *mg/l*), observándose también una reducción natural en testigo llegando a 194 *mg /l*. (Gráfica 31)
  - Demanda Química de Oxígeno DQO los datos del testigo indican que el ARD se encuentra con un valor inicial 539 *mg/l*, se observa una disminución en cuanto a los tratamientos en la dosificación EM 1:3000 de la UE 2 con 170*mg/l*

en el tercer muestreo, el cual se eleva a 183  $mg/l$  (factor cascara de huevo de zancudo), en el último muestreo, no obstante ambos valores entran al límite permisible 250  $mg/l$ . El testigo UE3 sin EM tiene la mayor disminución con una depuración natural llegando a 146  $mg/l$  tomando en consideración el tercer muestreo ya que el cuarto se vio alterado al agregarle más Agua Residual Doméstica, aumentando el valor a 255  $mg/l$ . (gráfica 35).

- Oxígeno Disuelto (OD), el ARD se encuentra con un valor inicial de 0.72  $mg/l$  en el testigo, disminuyendo con depuración natural hasta 0.6  $mg/l$  pero aumentando en los tratamientos 1 y 2 de EM con 3.42  $mg/l$  UE1 y 1.85  $mg/l$  UE 2. (Gráfica 36)
- Sólidos Suspendidos (SS), el ARD comienza con un valor de 54  $mg/l$  en el testigo UE 3 sin EM hay una depuración natural con disminución hasta 47  $mg/l$  en el segundo muestreo, valor que sube y se mantiene entre (54-55)  $mg/l$  en los dos últimos muestreos entrando en los límites permisibles de la ley 1333 (60  $mg/l$ ), y se tiene el mejor resultado en la UE 2 con dosificación 1:3000 llegando a una disminución de 37  $mg/l$  en el tercer muestreo, valor que se ve afectado por la presencia de huevos de larvas de zancudos aumentando a 79  $mg/l$  (Gráfica 37).
- pH, el valor inicial antes de añadir EM es 7.68 <sub>media</sub>, de las mediciones que se realizaron a las 3 UEs por contar con el pH-metro, siendo el mejor resultado el de 8.19 de la UE 2 dosificación EM 1:3000 llegando a un pH alcalino. (Gráfica 32).
- Temperatura ARD, tiene como resultado un valor de 26 °C antes de añadir el EM, el muestreo que registro más baja temperatura dio 20.7°C en el sexto muestreo en la UE 1 de dosificación 1:1000 e igualmente el testigo, y el resultado final fue de 20.8 °C en la UE 3 sin EM y entre (21.3-21.4) °C en los tratamientos 1 y 2. (Gráfica 33).
- De los tratamientos aplicados el que dio mejores resultados fue de la UE 2 con dosificación de EM 1:3000.

Considerando que la temperatura es un factor importante para estos tratamientos y la ciudad de Entre Ríos no entra dentro de los rangos óptimos para que se realice eficazmente, tomando en cuenta que las temperaturas más elevadas son en el mes de primavera, además que estas estuvieron bajas y con días lluviosos y un clima cambiante, no obstante, no descartamos que se pueda

realizar investigaciones con otras dosificaciones para que se llegue a límites permisibles de la ley 1333, y se realice eficazmente un tratamiento en estas Aguas Residuales de en la ciudad de Entre Ríos, los cuales se deben estudiar a profundidad, o mediante otras técnicas artificiales como la utilización de invernaderos.

Se realizó un mes de muestreo por ser aguas retenidas en las unidades experimentales, sin un flujo continuo de entrada y salida, no hay un aporte de alimento para los microorganismos presentes en los tratamientos. El costo de muestreo, y el tiempo académico también fueron factores determinantes para llevar a cabo el proceso.

Observando una disminución del Agua Residual Doméstica de la UE 3 debido a una fuga del mismo, es por esta razón que por no contar con Agua Residual Doméstica se tomó la decisión de añadir más Agua Residual Doméstica, caso que hizo variar los resultados de laboratorio por el tiempo de retención y poca depuración natural, la cual necesita un tiempo determinado para llevarse a cabo. Cabe decir que los datos sí tienen incidencia en los resultados finales para prevenir en siguientes trabajos y evitar que se comentan estos tipos de errores humanos.

4. Los costos de tratamiento fueron divididos en 3 partes:
  - Costo de instalación con un precio 1600 Bs.
  - Costos de aplicación con un precio de 740 Bs.
  - Costos de laboratorio con un precio 5710 Bs.

Obteniendo como costo total de 8050 Bs. En todo el proceso de investigación, teniendo en cuenta que se realizó desde un punto cero, porque no se contaban con los materiales, y los precios más elevados fueron los de laboratorio. Es por que no se pudo muestrear más de un mes, por ser un experimento con agua residual retenida en UEs. sin financiamiento externo alguno, como se tenía planeado antes de realizar dicho trabajo.

5. Con los resultados obtenidos proponemos:
  1. ° Un esquema de un mejor proceso experimental, tomando en cuenta nuevos factores puntualizados (Activación, cantidad ARD, Filtración, dosificación, y tiempo de muestreo, laboratorio de la composición de EM para que este esquema ayude a un tratamiento efectivo de las Aguas Residuales Domésticas de la ciudad de Entre Ríos.



2.° Llevar a cabo un experimento más profundizado a nivel de laboratorio con una cantidad menor de agua residual para ver el efecto y conocer mejor el comportamiento del EM en las Aguas Residuales de la ciudad de Entre Ríos para calcular una dosificación que se adecue al clima variante de la ciudad. Reduciéndose así los costos del proceso.

3. ° Un proceso similar con dosificación más elevada y adecuando mejor los factores importantes de temperatura y filtración de ARD antes del tratamiento.

4. ° Un estudio y aplicación más avanzada proyectada a la PTAR de la ciudad de Entre Ríos, debido a que es un sistema continuo real y a escala poblacional y que se puede optimizar su funcionamiento planteado. Con dosificaciones mayores, aplicando dosis de choque, de saturación y manteniendo, a recomendación de EMRO para sistemas continuos.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

1. Entre los factores importantes en el proceso de activación que se deben tener en cuenta, es controlar el nivel de pH, el EM Activado debe utilizarse durante los 35 días siguientes después de su activación, de lo contrario pierde eficacia. También se debe almacenarlo bien tapado, en un lugar fresco, aireado y fuera del alcance de niños y de animales domésticos.

Se recomienda ser cuidadoso en la instalación de UEs para evitar fugas y disminución del Agua Residual Doméstica.

2. Otro factor importante es tomar en cuenta las mediciones de la temperatura ambiente y del agua residual doméstica al momento antes y después de la aplicación del EM en el Agua Residual. Se debe prever qué parámetros a muestrear pueden evidenciar el comportamiento de los componentes del EM. Uno de los problemas que se tuvo trabajo es que no se tenía el análisis de todos los parámetros en un solo laboratorio, como ser el de Coliformes fecales y totales, los cuales se realizaron en el laboratorio de COSAALT.
3. Todos los datos deben ser cuidadosamente registrados todo el entorno desde inicio hasta el final para poder observar que variables pueden intervenir en el

tratamiento, incluyendo al ambiente externo o la presencia de mosquitos u otros vectores. Evitar cometer errores humanos en el momento de muestreo, seguir las especificaciones para la toma de muestra esterilizando los materiales a utilizar.

Es importante que se realice una filtración del ARD antes de realizar el tratamiento este puede ayudar a que los microorganismos puedan digerir más rápidamente el alimento y así acelerar el proceso del tratamiento teniendo en menos tiempo el resultado de su comportamiento. También se puede incluir un aireador si sería necesario para el experimento.

4. En lo posible conseguir un financiamiento fiable para todo o parte del proceso que se tenga pensado realizar, ya que los costos de laboratorio son los más elevados, en la temática de Aguas Residuales.
5. La mejor propuesta que se puede llevar a cabo y la más completa es la de nivel laboratorio tomando incluso factores no contemplados en este trabajo. Se recomienda poder ejecutarlo en los siguientes trabajos de investigación.