

## 1. INTRODUCCIÓN

El Tratamiento de Aguas Residuales, se convierte hoy por hoy en algo imprescindible para todo núcleo urbano, por motivos de salud pública y la protección del medio ambiente (Francisco Cuba 2004). .

Son numerosos los usos que en diversas partes del mundo se dan a las aguas residuales, tales como riego agrícola (cultivos y semilleros), riego de parques y jardines (campos de golf, cementerios, medianas, cinturones verdes), reutilización industrial (refrigeración, alimentación de calderas), recarga artificial (recarga de acuíferos, control de la intrusión marina, control de subsidencias), usos urbanos no potables (riego de zonas verdes, lucha contra incendios, sanitarios, aire acondicionado, lavado de coches, riego de calles), uso medio ambiental (caudales ecológicos, zonas húmedas) u otros (acuicultura, fusión de nieve, construcción, eliminación de polvo, limpieza de ganado). (Asano, 1991)

Si se tratan adecuadamente y se utilizan en forma segura, las aguas residuales domésticas constituyen una valiosa fuente tanto de agua como de nutrientes y en la agricultura puede generar grandes beneficios.(UNESCO 2017)

En tal sentido, debe entenderse que la reutilización de los efluentes es una alternativa válida toda vez que se comprenda que constituyen “un recurso” y no “un desperdicio” (Fulhage, 1993); su implementación es considerada segura y aceptable produciendo importantes incrementos de rendimientos en cantidad y calidad (Grosso, 2005; Crespi 2006).

Se pretende que los efluentes dejen de tener un enfoque tradicionalmente “lineal”, para pasar a ser “cíclico”; esto implica la reutilización de los aguas residuales domiciliarias ( Crespi, 2005)

La finalidad de esta investigación es proponer la implementación del Sistema de reutilización de las aguas residuales para el municipio de Entre Ríos, de manera que permita mejorar la responsabilidad social y el desempeño ambiental para así poder enfrentar el continuo y acelerado deterioro ambiental.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cómo se puede mitigar la contaminación de las aguas provocadas por el vertido de los efluentes al río Santa Ana?

## **3. JUSTIFICACIÓN**

La ubicación de las plantas de aguas residuales urbanas en la ciudad de Entre Ríos no es la adecuada como también sobrepasó su capacidad funcional por lo que en tiempos de estiaje produce malos olores que causan molestias a las familias que habitan cerca a estas descargas de aguas servidas.

La ciudad de Entre Ríos hasta el año 2004 tenía 493 familias con un promedio de 3000 habitantes y hoy en día según el último censo realizado, la ciudad de Entre Ríos cuenta con 5876 habitantes con una tasa de crecimiento de 0,92 (INE), por lo que será mayor el uso del agua.

Al realizar el tratamiento de las aguas residuales se mejorará el hábitat acuático del cuerpo receptor y se reducirá el nivel de contaminación.

La reutilización de las aguas servidas deberá buscar un cambio que debe producirse mediante un concepto que considere a la naturaleza como un elemento activo, que responda y reaccione ante los estímulos de las personas y sean protagonistas de un desarrollo, que vaya en armonía con los recursos naturales que posee la provincia de manera de alcanzar un desarrollo sostenible con equidad y justicia social.

En la problemática de las aguas residuales urbanas está sujeta a la contaminación del río Santa Ana en la ciudad de Entre Ríos como así varias comunidades río abajo, es

necesario mitigar los problemas que ocasionan estas aguas ya que las mismas son descargadas directamente. Provocando malos olores y molestias a las personas que habitan cerca de la descarga de aguas residuales; así también provocando la atracción de fauna nociva que son proveedoras de diferentes enfermedades que puedan ocasionar. Y por último induciendo a una serie de contingencias que puedan ocasionar con el tiempo en el río Salinas.

#### **4. HIPÓTESIS**

Las aguas residuales de la planta de tratamiento del barrio Manantial de Entre Ríos podrán ser reutilizadas.

#### **5. OBJETIVO GENERAL**

Reutilizar las Aguas Residuales Urbanas de la planta de tratamiento del barrio Manantial ubicada a orillas del río Santa Ana del municipio de ENTRE RÍOS por medio de una propuesta de mitigación.

#### **6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico mediante análisis en laboratorio de las aguas residuales de la planta del barrio Manantial.
- Investigar los procesos actuales de la planta del barrio Manantial.
- Proponer la implementación de un desarenador a la planta de tratamiento de aguas residuales (ARU) del barrio Manantial que permitirá mitigar la contaminación de las aguas del río Santa Ana y poder reutilizarlas.

# **CAPÍTULO I**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 MARCO CONCEPTUAL**

Las aguas residuales, son líquidos turbios que contienen materia sólida en suspensión y materia orgánica e inorgánica disuelta, así como una gran cantidad de microorganismos que son del carácter patógeno o parasitario debido a los desechos fecales. O bien es el líquido de composición variada proveniente de usos municipal, industrial, comercial, servicios, hogares o de cualquier otra índole ya sea pública o privada y que por tal motivo haya degradación o alteración en su calidad original.

#### **1.1.1. Origen de las Aguas Residuales**

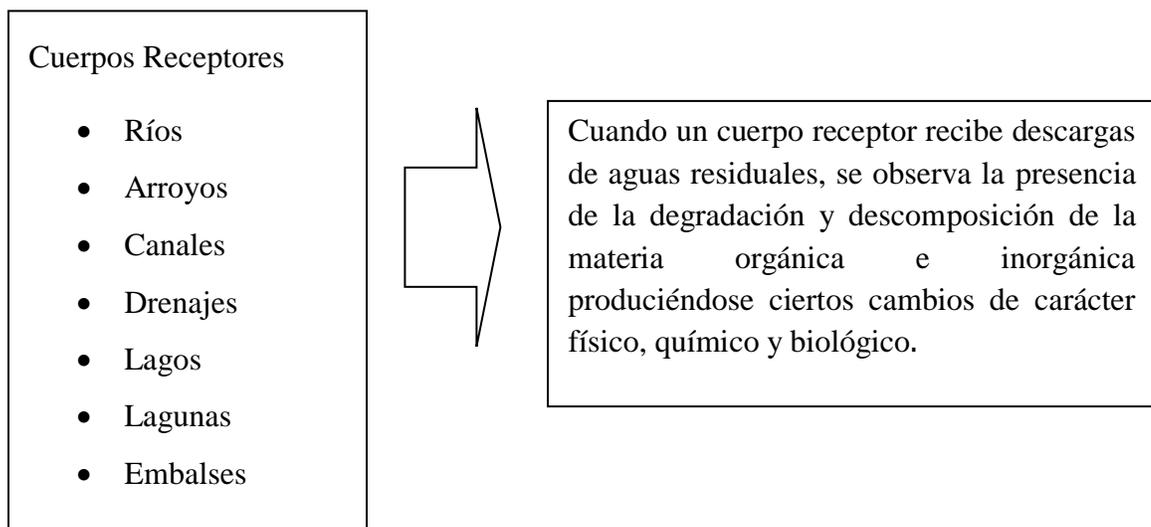
Las aguas residuales son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de: edificios comerciales, instituciones públicas, industrias, casas habitación, aguas subterráneas y escurrimientos superficiales.

- Desechos Humanos y Animales.
- Desperdicios Caseros.
- Corrientes Pluviales.

- Desechos Industriales.
- Otros Desechos.

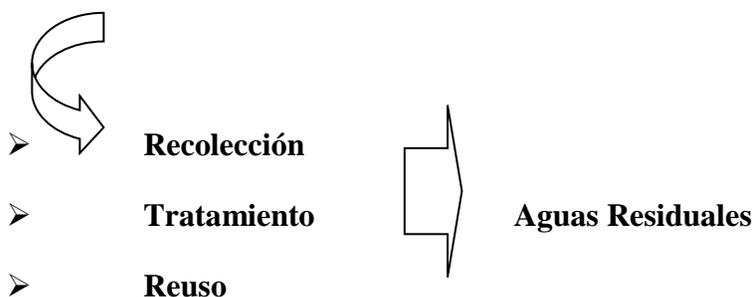
### 1.1.2. Cuerpo Receptor

Se define como todo aquel cuerpo natural de agua superficial que recibe aportaciones de aguas residuales y que alteran sus características Físicas, Químicas y Biológicas originales.



### 1.1.3. Manejo de las aguas residuales

En el manejo de las aguas residuales hay 3 aspectos relacionados entre sí.



### **Recolección**

La recolección de las aguas de desecho doméstico se ejecutan mejor por medio de una red de drenaje completa, desafortunadamente éste método es el más costoso, y relativamente pocas comunidades de climas cálidos están en condiciones económicas de pagarlo sin embargo existen formas alternas de recolectarlas.

### **Tratamiento**

El tratamiento es utilizado principalmente para destruir agentes de origen patógeno en las aguas residuales o en las heces fecales recolectadas, de algún otro modo para garantizar que estas sean evacuadas para cualquier proceso de reuso que se seleccione.

### **Reuso**

El reuso responsable de un efluente en la acuicultura o en el riego agrícola puede constituir una significativa contribución en la producción de alimentos para la comunidad y forrajes para el ganado, y por lo tanto se debe contribuir con el desarrollo social.

(Mario Báez Vásquez - Potabilización y tratamiento de aguas residuales)

## **1.2 MARCO TEÓRICO**

### **1.2.1. Aguas Residuales (AR)**

Son las aguas usadas y los sólidos que por uno u otro medio se introducen en las cloacas y son transportados mediante el sistema de alcantarillado. Estas son generadas inevitablemente de actividades humanas y sus características son muy diversas, dependiendo de sus orígenes, a la vez los alcances de su tratamiento depende del uso específico a los cuales está destinada. (Romero, 1999).

### **1.2.2. Afluente**

Agua residual que ingresa a una planta de tratamiento de aguas residuales o proceso de tratamiento. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

### **1.2.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismo para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. Cuando se refiere a la DBO necesaria para oxidar todo el material orgánico carbonáceo biodegradable, se denomina demanda bioquímica última del oxígeno carbonácea (DBOUC). En condiciones normales de laboratorio, esta demanda se cuantifica a 20 °C, el ensayo estándar se realiza a cinco días de incubación y se conoce convencionalmente como DBO, con valores numéricos expresados en mg/l O<sub>2</sub>.

La DBO es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras. (Romero, 1999).

#### **1.2.4. Efluente**

Agua residual que sale de una planta o un proceso de tratamiento. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

#### **1.2.5. Limite Permisible**

Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua, para preservar la salud y el bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas. (RMCH, 1992).

#### **1.2.6. Muestra de Agua**

Parte representativa del material a estudiar (para este caso agua residual cruda y tratada) en la cual se analizan los parámetros de interés. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

#### **1.2.7. Parámetro**

Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva. (<http://definicion.de/parametro/>).

#### **1.2.8. Sólidos Suspendidos**

(Residuo no filtrable o material no disuelto): son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. El crisol con su contenido se seca a 103 – 105 °C; el incremento de peso, sobre el peso

inicial, representa el contenido de sólidos suspendidos o residuo no filtrable. (Romero, 1996).

### **1.2.9. Nitrógeno Total**

Es la suma de los nitrógenos amoniacal y orgánico presentes en la muestra conocida como kjeldahl varios compuestos de Nitrógeno, son nutrientes esenciales, su exceso en las aguas causa eutrofización. ( Jalisco 2012)

### **1.2.10. Fósforo Total**

Son los nutrientes generados por los jabones y detergentes utilizados en el aseo y limpieza de habitaciones y de algunas actividades industriales, de servicios y pecuarios. La importancia de los fosfatos en las aguas residuales, radica en que son los nutrientes más importantes para el desarrollo biológico de plantas y organismos vivos. (Jalisco 2012)

### **1.2.11. Coliformes totales**

Comprende todos los bacilos Gram-negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de gas, este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: Enterobacter, Escherichia, Citrobacter y Klebsiella.(Jalisco 2012)

### **1.2.12. Reuso**

Utilización de aguas residuales tratadas que cumplan la calidad requerida por el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica. (RMCH)

### **1.3 MARCO LEGAL**

#### **1.3.1. NUEVA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO PLURINACIONAL**

##### **1.3.1.1.DERECHO AL MEDIO AMBIENTE**

**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.

**Artículo 343.** La población tiene derecho a la participación en la gestión ambiental, a ser consultado e informado previamente sobre las decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente.

##### **1.3.2. LEY DEL MEDIO AMBIENTE N° 1333**

**ARTÍCULO 1°;** La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

**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.

##### **1.3.2.1. DEL RECURSO AGUA**

**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.

**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.

**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.

**ARTÍCULO 39°;** El Estado normará y controlará el vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido o gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas o la degradación de su entorno.

Los organismos correspondientes reglamentaran el aprovechamiento integral, uso racional, protección y conservación de las aguas.

### **1.3.2.2. REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA**

**ARTÍCULO 11°** Los Gobiernos Municipales, para el ejercicio de las atribuciones y competencias que les reconoce la ley en la presente materia, dentro del ámbito de su jurisdicción territorial deberán:

- 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 Prefecto 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 Prefecto y coordinar con Defensa Civil en casos que ameriten una emergencia hídrica, a nivel local por deterioro de la calidad hídrica.

### **1.3.2.3. DEL MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA**

**ARTÍCULO 30°** El MDSMA y el Prefecto, con el personal de los laboratorios autorizados, efectuarán semestralmente el monitoreo de los cuerpos receptores y de las descargas de aguas residuales crudas o tratadas, tomando muestras compuestas de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental, en relación al caudal y durante las horas de máxima producción. Los resultados de los análisis serán presentados al REPRESENTANTE LEGAL.

En caso de que uno o más parámetros excedan los límites establecidos en el presente reglamento, se procederá a la toma de una segunda muestra en similares condiciones y con la intervención del REPRESENTANTE LEGAL o delegado de éste, según los resultados del análisis se tomará una de las siguientes decisiones:

- a) Si los resultados dan valores que no exceden los límites establecidos, se dará por terminada la investigación;
- b) En caso de que los resultados reiteren lo encontrado en el primer análisis, el Prefecto con jurisdicción sobre la cuenca correspondiente fijará día y hora para inspeccionar la planta de tratamiento a fin de definir la posible causa de tales resultados; la inspección se realizará de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Reglamento de Prevención y Control.

**ARTÍCULO 57°** Para evitar el riesgo de contaminación, queda prohibido el acceso de personas no autorizadas a las instalaciones de las plantas de tratamiento debiéndose también tomar las medidas que el caso aconseje a fin de evitar que animales pueda llegar hasta dichas instalaciones.

#### **1.3.2.4. DEL REUSO DE AGUAS**

**ARTÍCULO 67°** El reuso de aguas residuales crudas o tratadas por terceros, será autorizado por el Prefecto cuando el interesado demuestre que estas aguas satisfacen las condiciones de calidad establecidas en el cuadro N° 1 -Anexo A- del presente Reglamento.

**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 Prefectura.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

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 zona denominada Subandina, a 110 km de la ciudad capital. Limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con las Provincias Arce (municipio de Padcaya) y Gran Chaco (municipio de Caraparí), al este con la Provincia Gran Chaco (municipios de Caraparí y Villa Montes) y al oeste con la Provincia Cercado.

##### **2.1.1. Creación**

La Provincia O'Connor fue creada el 10 de noviembre de 1.832 en el gobierno del Mariscal Andrés de Santa Cruz con el nombre de Provincia Salinas. Posteriormente el 3 de diciembre de 1.903 en el gobierno de Ismael Montes, su nombre fue cambiado por el de Provincia O'Connor el mismo que permanece hasta nuestros días (PDM).

##### **2.1.2. Aspectos Geográficos**

Geográficamente el Municipio de Entre Ríos se encuentra ubicado entre las coordenadas:

20° 51' 57'' y 21° 56' 51'' de latitud sud.

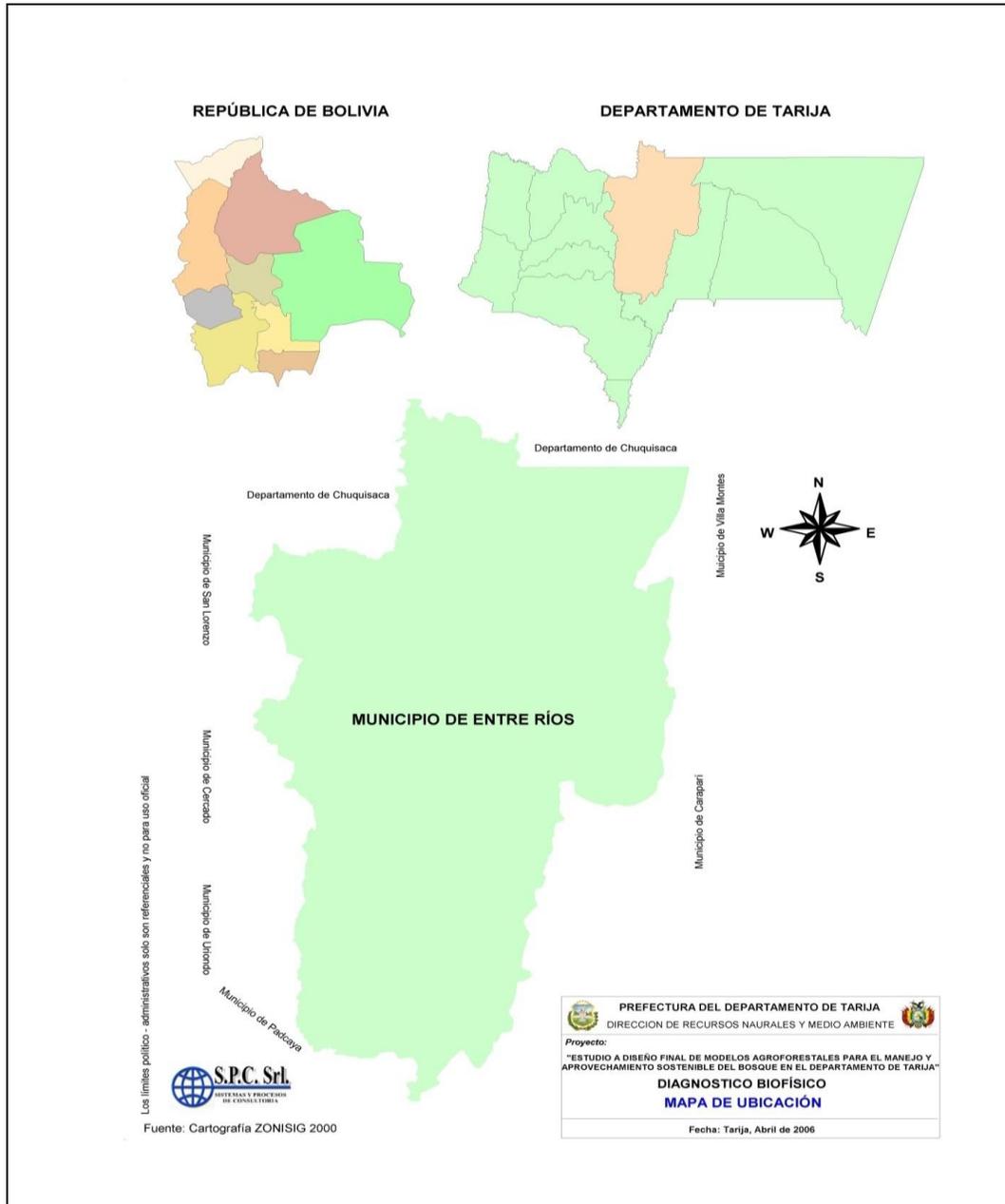
63° 40' 23'' y 64° 25' 6'' de longitud oeste.

Su capital, el centro poblado de Entre Ríos, se encuentra a 1.232 m.s.n.m.

El territorio del Municipio de Entre Ríos comprende una extensión territorial de 6.406 km<sup>2</sup> aproximadamente, que representa el 17,2% de la superficie departamental y el 0,58% del territorio nacional. Datos que fueron proporcionados por Zonisig APDS Tarija.

# GRÁFICA 1

## MAPA DE LA PROVINCIA O'CONNOR



Fuente: cartografía ZONISIG 2000

## **2.2. ASPECTOS FÍSICOS BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES**

### **2.2.1. COMPONENTE BIOFÍSICO**

El análisis del medio biofísico para el Municipio de Entre Ríos se realiza a través de la elaboración y caracterización de los siguientes mapas: clima, geología, fisiografía, suelos, cobertura de la vegetación natural, uso actual de la tierra y la fauna presente en el territorio municipal. Los cuales se caracterizan a continuación:

### **2.2.2. ÁREA DE ESTUDIO:**

#### **LOCALIZACIÓN**

La planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de la ciudad de Entre Ríos en la cual se ha realizado la propuesta de reutilización de sus aguas residuales se encuentra en el barrio Manantial de Entre Ríos, área de influencia del estudio, se encuentra localizado en la provincia O'Connor del departamento de Tarija, entre las coordenadas geográficas:

21° 17' y 21° 53' de Latitud Sud.

64° 03' y 64° 18' de Longitud Oeste.

Altura Promedio 1230 m. s. n. m.

El presente estudio fue implementado en el municipio de Entre Ríos. Ubicado a 110 km. De la ciudad de Tarija capital del departamento sobre el camino carretero al Chaco.

### **2.2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Políticamente Entre Ríos pertenece a la jurisdicción de la provincia O'Connor del departamento de Tarija limita al Norte con Rancho potreros; al Sud con los ríos

Salinas y San Lucas; al Oeste con la serranía de Santa Clara y Castellón y al Este con la serranía de San Simón.

La provincia O'Connor, posee recursos naturales y condiciones de suelo y clima para un desarrollo integral sostenido, para la identificación de sus potencialidades se lo ha dividido en tres grandes zonas ecológicas (Norte, Centro y Sud). La zona central adquiere importancia por cuanto en ella se desarrolla una actividad no solamente agrícola sino pecuaria. La actividad agrícola con mayor intensidad se desarrolla dentro de lo que llamamos Valle Central debido a que por ella surcan los ríos Pajonal y Santa Ana donde está ubicada la mayor cantidad de tierras cultivadas bajo riego.

Entre Ríos comprende una parte de la zona central y tiene una superficie de 215 km<sup>2</sup>. Con una población 5320 habitantes tomando en cuenta la división cantonal del INE censo de 1992.

#### **2.2.4. ECOLOGÍA.**

Según el mapa ecológico de Bolivia el Valle de Entre Ríos se encuentra ubicado dentro del bosque húmedo templado (bh – TE); por sus condiciones ecológicas favorables esta zona consta de dos sectores extensos; uno formado por la faja subandina y la otra ubicada en el extremo Oriental.

La Asociación climática de esta formación en su estado original es un “bosque latifoliadomixto con más de 26 especies de las cuales la mitad pierden sus hojas en los meses secos y fríos.

El bioclima de esta zona de vida ofrece las condiciones más favorables para la agricultura productiva y sostenible y también donde la ganadería puede llevarse mediante el uso de pastos naturales que son nutritivos para permanecer verdes por el largo periodo de humedad. Unzueta (1975).

### **2.2.5. FACTORES CLIMÁTICOS**

Según el mapa climático del departamento de Tarija, el área de estudio de Entre Ríos, corresponde al clima seco sub húmedo, López (1975).

En general la zona de estudio está considerada como término medio de un clima semi - cálido; sin cambio térmico invernal, bien definido.

#### **2.2.5.1. TEMPERATURA**

- ✓ La temperatura media anual es de 19,6°C
- ✓ Las temperaturas medias mensuales de los meses más calurosos varía entre 21,4°C y 23,0°C entre los meses de octubre a marzo.
- ✓ Las temperaturas medias mensuales de los meses más fríos varía entre los 14,6°C y 19,6°C entre los meses de abril a septiembre.
- ✓ La temperatura máxima extrema se registró en el mes de octubre 1989 que fue de 40°C.
- ✓ La temperatura mínima extrema se registró en el mes de agosto 1978 que fue de - 6,9°C.

Entre Ríos, tiene una precipitación promedio de 1163,4 mm de los cuales 1069,0 mm o sea un 92% se distribuyen entre los meses de noviembre a marzo lo que nos indica que no está bien distribuida; pues existe una mayor concentración en los meses de enero a marzo con precipitaciones de alrededor de 100 mm. Mensuales y los meses más secos entre mayo y diciembre.

#### **2.2.5.2. HUMEDAD RELATIVA.**

Dadas las características de clima en la región la humedad es relativamente alta con un promedio anual de 68% a excepción de agosto, septiembre y octubre, la humedad relativa sobrepasa los 65%.

#### **2.2.5.3. EVAPORACIÓN.**

Entre Ríos presenta una evaporación superior a la precipitación la evaporación anual es de 1254,4 mm/año, el promedio mensual es de 104,5 mm/mes. Los meses de mayor evaporación corresponden, agosto a enero, coincidiendo con los meses de

agosto y septiembre, que se presentan vientos desecantes y los meses de octubre a enero, en que tiene lugar con mayor frecuencia las temperaturas máximas.

#### **2.2.5.4. 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.

#### **2.2.5.5. VIENTOS.**

Los vientos son frecuentes con intensidades moderadas y con una dirección variada. Los meses de mayor intensidad son: julio, agosto y septiembre, con un promedio en horas de la tarde de 10 a 15 km /h, algunas veces con ráfagas que sobrepasan los 70 km/h En general se tiene un régimen de vientos moderados. La dirección predominante mayormente es de Sud y Sud Este.

#### **2.2.6. HIDROLOGÍA.**

Hidrológicamente Entre Ríos pertenece a la cuenca del Rio Tarija, que tiene su origen en el río Guadalquivir sus aguas corren de Noreste a Sudeste.

Entre los afluentes de la cuenca del Río Tarija. Están precisamente los ríos pajonal y Santa Ana que se juntan a la altura de la comunidad de Alambrado, aguas abajo cambia de nombre por el río Salinas hasta las confluencias con el rio Tarija.

El Río Pajonal que tiene un régimen acuífero permanente, cuyas aguas corren en dirección Norte a Sud.

En cambio el Río Santa Ana cuyo régimen acuífero es también permanente, sus aguas corren en dirección Nor Oeste a Sud Este, como afluentes tiene a los ríos Las Trancas.

Tanto los ríos Pajonal y Santa Ana son considerados como la sub cuenca más importante dentro de Entre Ríos porque sus aguas riegan las partes más bajas del Valle donde se practica la agricultura.

## **2.2.7. FACTORES EDAFOLÓGICOS**

### **2.2.7.1.GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

El área de estudio se encuentra ubicado en la faja sub Andina cuya conformación montañosa se manifiesta en una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales subparalelos con dirección Norte Sud y que corresponden a las partes altas y bajas respectivamente.

Desde el punto de vista geomorfológico, la zona corresponde a un valle estructural, en la fosa de Entre Ríos de un modo general se observa un drenaje subsecuente y en partes consecuente.

Con relación a la geología, regionalmente se distinguen formaciones litológicas que van desde el paleozoico al reciente, sobresaliendo las del lugar como Mesozoicos. Fuente CODETAR ASOC. CAMBER – INYPSA 1989).

## **2.2.8. FACTORES TOPOGRÁFICOS**

### **2.2.8.1.TOPOGRAFÍA.**

La capital del Municipio de Entre Ríos se encuentra a una altura de 1.181 msnm, sin embargo la altitud del municipio varía desde los 3.500 msnm en el Abra el Cóndor hasta los 500 msnm en las riberas del Pilcomayo.

El área objeto de estudio tiene topografía irregular y variadas altitudes y diversidad de accidentes geográficos, que han dado lugar a tres formaciones:

- a) Altura montaña de 1300 a 3500 m.s.n.m
- b) Media montaña de 800 a 1200 m.s.n.m.
- c) Baja montaña de 500 a 800 m.s.n.m.

### **2.2.8.2 .FISIOGRAFÍA.**

Durante el cuaternario que pertenece al paleozoico se formaron cuencas cerradas de origen tectónico llegando a formar Valles estrechos en dirección de los ríos Pajonal y Santa Ana, estas formaciones definen dos zonas geomorfológicas CODETAR 1979.

A). ZONA MONTAÑOSA Y SUBMONTAÑOSA

B). ZONA BAJA O DE VALLE:

- Pie de Monte coluvio aluvial.
- Llanura aluvial.

### **2.2.9. FACTORES BIÓTICOS**

#### **2.2.9.1.VEGETACIÓN**

Según el informe de vegetación Camino al Chaco (Coro, 1984) el área de estudio pertenece a la formación Tucumano Oranence; que en su piso medio a una altura promedio 1230 m.s.n.m. la cobertura vegetal está en base a pastos naturales y en su parte alta presenta un bosque “latifoliado mixto”, estas especies pueden perder sus hojas durante la época seca y fría.

## **2.3. MATERIALES**

### **2.3.1. MATERIAL PARA LA MEDICIÓN DE CAUDAL DEL CANAL DEL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES**

Cronometro.

Flotador.

Cámara fotográfica.

Guantes.

Barbijo.

Varilla.

Tablero.

Fluxómetro.

Linterna.

Material de escritorio.

### **2.3.2. MATERIAL PARA LA TOMA DE MUESTRA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS**

Recipiente de politereftalato de etileno (botella de agua mineral)

Hielo.

Cámara fotográfica.

Conservador para el mantenimiento de muestras.

Barbijo.

Guantes.

Material de escritorio.

## **2.4. METODOLOGÍA**

El tipo de metodología para realizar y llevar adelante el trabajo de investigación son mencionadas a continuación.

### **2.4.1. DESCRIPTIVA**

La metodología que se utilizó en este análisis es el método descriptivo que se utiliza para recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar, los resultados de las observaciones. Este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una determinada situación.

Las ventajas que tiene este estudio es que la: metodología es fácil, de corto tiempo y económica. En el estudio descriptivo el propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir, cómo es y se manifiesta determinado fenómeno.

Este tipo de metodología nos permite realizar una descripción del comportamiento de las aguas residuales y el comportamiento de estas mismas aguas en el tratamiento que se va a realizar.

### **2.4.2. CUANTITATIVA**

La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer Inferencia a una población de la cual toda muestra procede.

Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada.

Con la metodología cuantitativa se pretende lograr y alcanzar un dato específico en cuando al caudal máximo del canal de agua residual, al número de muestras tomadas, a los resultados obtenidos de los parámetros mediante el muestreo y los costos durante el tratamiento de las aguas.

### **2.4.3. ANALÍTICA**

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.

El análisis 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.

La aplicación de la metodología analítica es para estar al tanto sobre los análisis de las muestras realizadas en laboratorio con relación al grado de contaminación de aguas residuales que se descargan en los ríos de la población y ver como se la podría reutilizar de mejor manera.

(Santiago Zorrilla 1985)

## 2.5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 2.5.1. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN POR ETAPAS

#### ETAPA I

#### DIAGNÓSTICO DE LAS AGUAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ARU POR MEDIO DE ANÁLISIS EN LABORATORIO

#### PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DEL CAUDAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para determinar el caudal que tienen las aguas residuales se utilizó el método del flotador en un área específica y puntos clave, dicho método consiste en la utilización de un flotador tomando en cuenta el peso y la superficie del mismo, utilizando un flexómetro para medir la distancia que recorrerá el objeto flotante entre dos puntos específicos, cuya distancia fue de 5 m de longitud, como también se utilizó un cronómetro para controlar el tiempo que tardó en llegar el flotador al punto específico de la medición. Como también se midió el área húmeda del canal haciendo uso de una varilla y un flexómetro.

Las pruebas se realizaron 3 veces al día a las 7:00 am, 12:00pm y 7:00pm

En estas pruebas para la medición del caudal se utilizó la metodología cuantitativa.

Se consideró la siguiente fórmula:

$$v = \frac{d}{t}$$

$$Q = V * A$$

$$A = h * w$$

Donde:

$v$  = velocidad (m/s)

$d$  = distancia (m)

$t$  = tiempo (s)

$Q$  = caudal (m/s)

$A$  = área (m)

$h$  = altura (m)

$w$  = ancho (m)

Autor: Ortega, Manuel R. (1989-2006) lecciones de física.

#### CUADRO 1

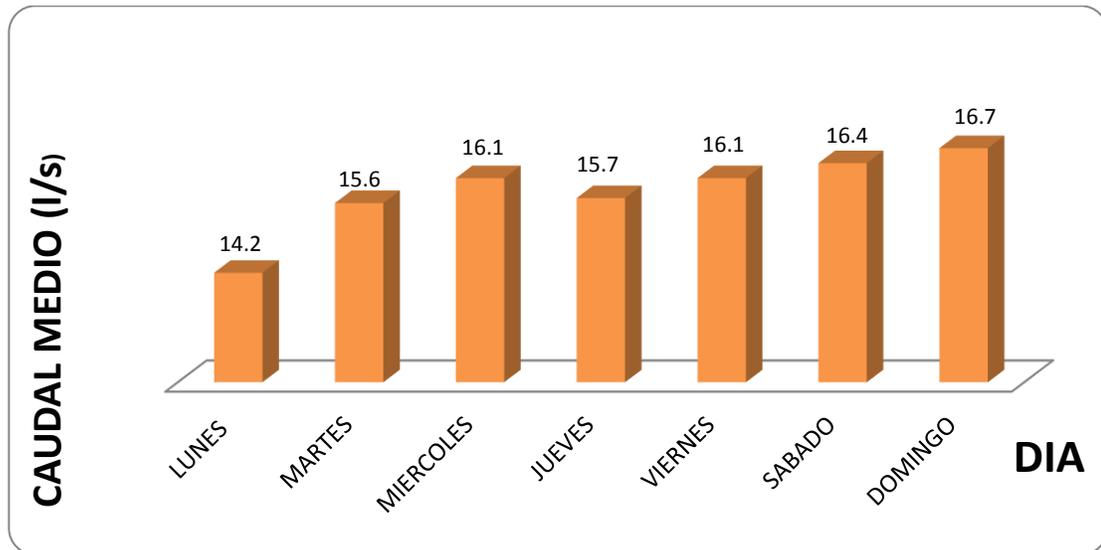
##### CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS DIARIAS

Nº	CAUDAL (l/s)	DÍA
1	14,2	LUNES
2	15,6	MARTES
3	16,1 1	MIÉRCOLES
4	15,7	JUEVES
5	16,1	VIERNES
6	16,4	SÁBADO
7	16,7	DOMINGO
PROMEDIO	15,8	

Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICA 2

CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS DIARIAS



Fuente: Elaboración Propia.

### **PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Para la obtención de las muestras se efectuó de acuerdo a lo establecido en la Norma Boliviana (NB) 496-2005 agua potable – toma de muestra.

Para la toma de esta muestra se consideró los siguientes parámetros DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO<sub>5</sub>), SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST), NITRÓGENO SOLUBLE (N sol.), FÓSFORO (P), y COLIS TOTALES.

Punto 1 AFLUENTE DE ENTRADA DE AGUAS RESIDUALES.

Punto 2 EFLUENTE DE SALIDA DEL AGUAS RESIDUALES.

**CUADRO 2**  
**PARAMETROS DE SALIDA EN LA PTARU**

<b>PARAMETROS</b>	<b>SALIDA DEL REACTOR (promedios)</b>	<b>REGLAMANTEO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
<b>Coliformes totales</b>	9,3E+05 NMP/100ml	1000,0 NMP/100ml	No cumple
<b>DBO<sub>5</sub></b>	30,4 mg/l	80,0 mg/l	Cumple
<b>Fosfato total</b>	18,4 mg/l	1,0mg/l	No cumple en cuerpo receptor
<b>Nitrógeno total</b>	36,40 mg/l	10 mg/l	Cumple
<b>Sol. Susp. totales</b>	30,7 mg/l	60,0 mg/l	Cumple

Fuente: COSAALT

Según el concepto de reuso del R.M.C.H. todos los parámetros deben estar por debajo de los límites permisibles para reuso de esta agua, por lo que como podemos observar en este cuadro N° 2 los coliformes totales no cumplen esta normativa, por lo tanto esta agua no puede ser reusada en forma directa necesiándose un tratamiento previo.

Para el caso del Potasio total se tomo el anexo del CUADRO No A-1 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES del R.M.C.H ya que en el ANEXO A-2 LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS EN mg/l, no se tiene este parámetro. Como se puede observar los Fosfatos totales que descarga la PTARU es de 18,4 mg/l supera ampliamente al valor máximo admisible de 1,0 mg/l del cuerpo de agua receptor.

## ETAPA II

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE LA PTARU

Como se puede observar el afluente antes de ingresar a la planta de tratamiento o a los bloques respectivos, gran cantidad de esta agua ingresa al desagüe o bay pass canal por el cual estas aguas pasan de forma directa al efluente filtrando solamente materia orgánica y no así compuestos químicos como son el Nitrógeno y el Fosfato, esta planta de tratamiento cuenta actualmente con un insuficiente sistema depurador de aguas residuales, ya que se encuentra colapsado por falta de limpieza en los bloques, una operación adecuada como también por el tiempo y la cantidad de residuos que reciben.

Los filtros de materiales inorgánicos que se encuentran en cada uno de estos bloques se encuentran colapsados por motivo del tiempo que ha transcurrido sin tener ningún tipo de limpieza como también por ausencia de un desarenador el cual permitiría que los residuos o arenas orgánicas no taponearían la planta, ya que así solo pasaría material coloidal que bajaría por la corriente y estos serían comidos por la bacterias, para después en el último bloque agregar el hipoclorito de calcio.

1. Colector
2. Canal del afluente.
3. Sistema de desagüe o Bay Pass
4. Bloques:

Bloque 1 = 3,8 m m

Bloque 2 – 3 - 4 = 2,0 m

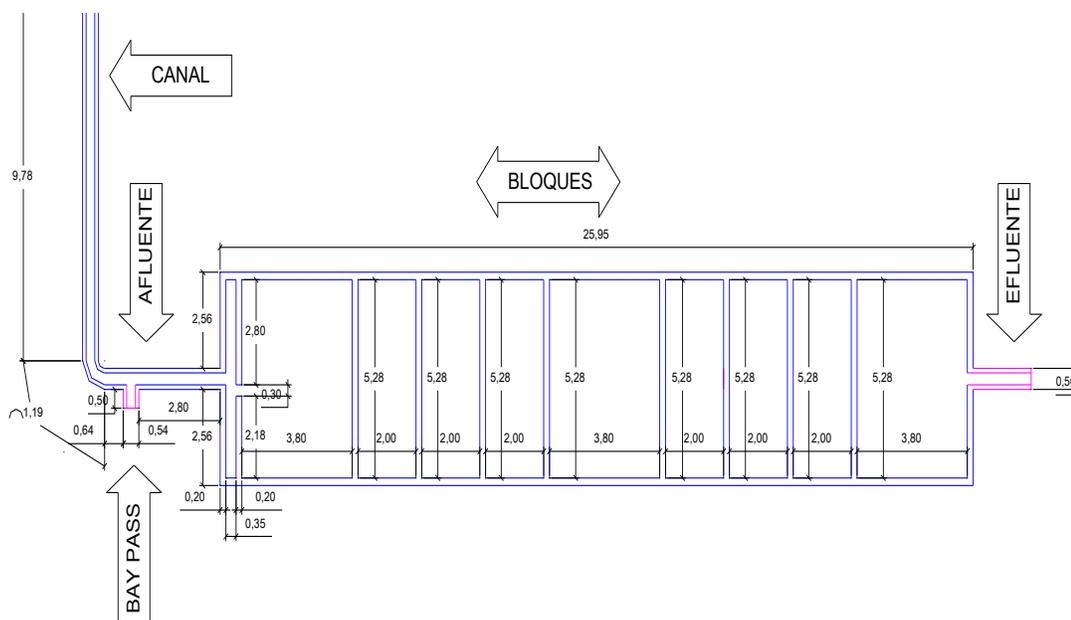
Bloque 5 = 3,8 m

Bloque = 6-7-8 2 m

Bloque 9 = 3,8 m

5. Canal del efluente.

**GRÁFICO 3**  
**PTARU DEL BARRIO MANANTIAL ENTRE RÍOS**



Fuente: PTARU Municipio de E.R.

**CUADRO 3**

MEDIAS- AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU DEL BARRIO MANANTIAL

PARAMETROS	AFLUENTE	EFLUENTE	RMCH
<b>Coliformes totales</b>	4,6E+08 NMP/100ml	9,3E+05 NMP/100ml	1000,0 NMP/100ml
<b>DBO5</b>	137,4 mg/l	30.4 mg/l	80,0 mg/l
<b>Fosfato total</b>	7,7 mg/l	18.4 mg/l	1,0 mg/l
<b>Nitrógeno total</b>	7,8 mg/l	36.40 mg/l	10 mg/l
<b>Sol. Susp. totales</b>	65,3 mg/l	30.7 mg/l	60,0 mg/l

Fuente: COSAALT y RMCH

### ETAPA III

#### **PROPUESTA PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL BARRIO MANANTIAL**

Para proponer la reutilización de las aguas residuales urbanas de esta planta de tratamiento en cuanto al trabajo de tesis que se realizó, se tomará en cuenta si los parámetros de estas aguas después de su tratamiento en la planta de aguas residuales nos brindan un resultado acorde con los límites permisibles con la ley 1333 para descargas líquidas en el RMCH anexo A-2, con la finalidad de poder mitigar con la contaminación actual existente en las aguas del río Santa Ana producida por la desembocadura directa de estas aguas servidas, las cuales sin tener previo tratamiento ingresan a este río por las diferentes fugas que existen en los canales que conducen estas aguas a la planta de tratamiento, las cuales a su vez también pueden provocar alteraciones e infiltrarse a las aguas subterráneas.

Por lo cual la reutilización de éstas, previamente un adecuado tratamiento de ellas y un mayor y más eficiente control, teniendo en cuenta que actualmente esta planta de tratamiento no está en buenas condiciones y no cuenta con un adecuado funcionamiento ni monitoreo, después de cumplir con este previo tratamiento de estas aguas se propondría una reutilización de ellas para contribuir a la mitigación de la contaminación de las aguas del río Santa Ana.

#### **Pre tratamiento de las aguas residuales**

El pre tratamiento de las aguas residuales se define como el proceso de eliminación por medios físicos de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares.

En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para **proteger** el equipo de bombeo y **facilitar** los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos

para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites y grasas.

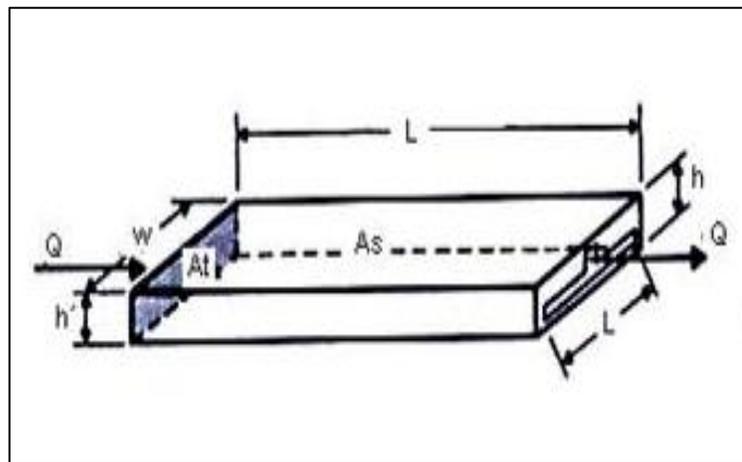
### DESARENADOR

Los desarenadores sirven para la eliminación de la materia en suspensión gruesa que pueda causar obstrucciones en los equipos y un desgaste excesivo de los mismos.

Tiene por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0,2 mm (Org. Panamericana de la salud 2005)

GRÁFICA 4

DESARENADOR IMPLEMENTADO A LA PTARU DEL BARRIO MANANTIAL



Fuente: OPS lima 2000

**a) Zona de entrada**

Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.

**b) Zona de sedimentación**

Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas.

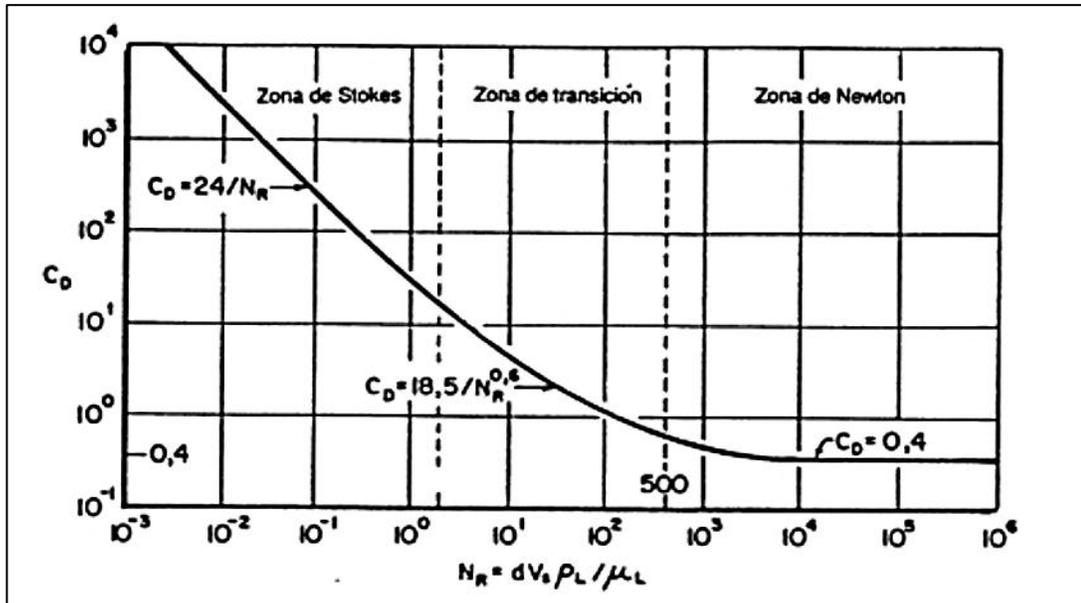
**c) Zona de salida**

Constituida por un vertedero que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

**Criterios de diseño**

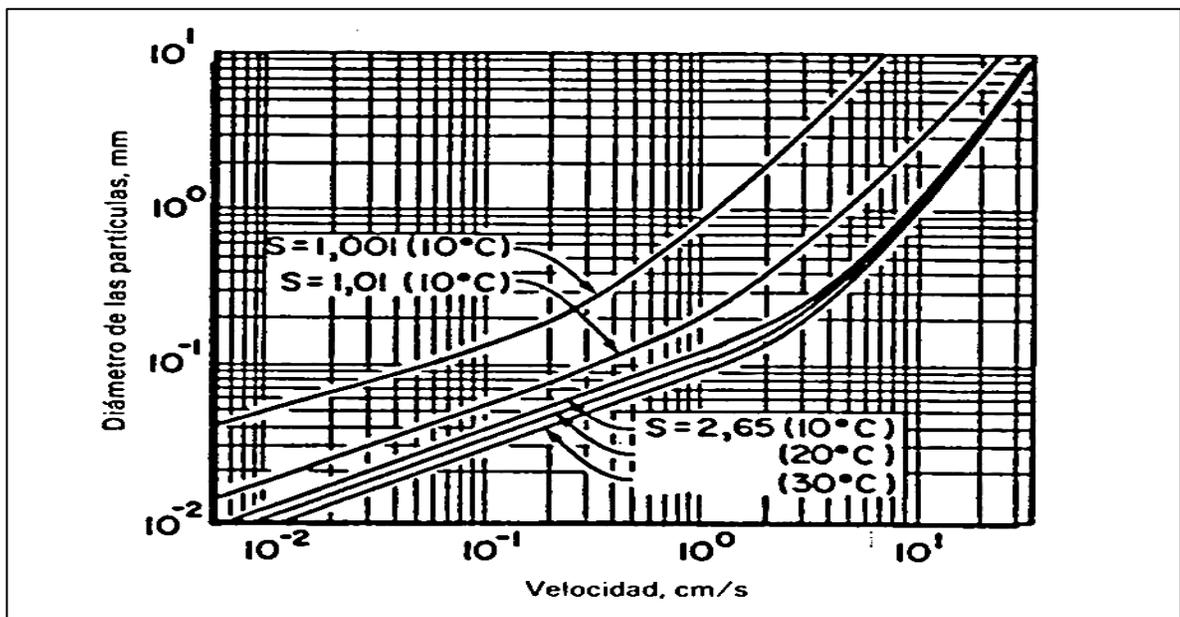
- El periodo de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos es de 8 a 16 años.
- El periodo de operación es de 24 horas por día.
- La profundidad del sedimentador será 1m.
- La relación de las dimensiones de largo y profundidad (L/H) será entre los valores de 5,2 - 1.
- El fondo de la unidad debe tener una pendiente entre 5 a 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento.

GRÁFICA 5  
ZONA DE STOKES



Fuente: Rubens Ramalho.

GRÁFICA 6  
CÁLCULO DE REYNOLDS



Fuente: Rubens Ramalho.

$$Q = A * V_s$$

$$A = W * L$$

$$Q = 0,0158 \text{ m}^3/\text{s}$$

(cuadro.1)

$$Re = \frac{d * V_s * \delta_L}{\mu_L}$$

DONDE:

Q= Caudal de diseño.

A= Área.

V<sub>s</sub>= Velocidad de sedimentación.

W= Ancho.

L= Largo.

d= distancia.

δ<sub>L</sub>= Densidad del líquido.

μ<sub>L</sub>= Viscosidad del líquido.

Temperatura Promedio de Entre Ríos = 19°C

**CÁLCULOS:****PRIMER CÁLCULO:**

Zona de Stokes:  $Re < 1$

GRÁFICA 1 }  $d = 0.1\text{mm} = 0.0001\text{ m}$

GRÁFICA 2 }  $d = 0.1\text{mm} = V_s = 0.692\text{ cm/s} = 0.00692\text{ m/s}$

$$A = \frac{Q}{V_s} \qquad A = \frac{0,0158\text{ m}^3/\text{s}}{0,00692\text{ m/s}} = 2,3\text{ m}^2$$

**Si:**  $W = 0.5\text{ m}$  (se toma este valor debido a que es el valor utilizado en varias plantas)

$$L = \frac{A}{W} \qquad L = \frac{2,3\text{ m}^2}{0,5\text{ m}} = 4,6\text{ m}$$

Comprobación de zona de stokes (Gráfica 3)

$$d = 0.0001\text{m}$$

$$V_s = 0,00692\text{m/s}$$

$$\delta = 1000\text{kg/m}^3$$

$$\mu = 0,0001\text{ kg/m*s}$$

$$Re = \frac{0.0001\text{m} * 0,00692\text{m/s} * 1000\text{kg/m}^3}{0,0001\text{ kg/m*s}} = 6.92 \quad (\text{no está en la zona de stokes})$$

SEGUNDO CÁLCULO:

Zona de Stokes:  $Re < 1$

GRÁFICA 1}  $V_s = 0,002 \text{ m/s}$

GRÁFICA 2}  $d = 0,0055 \text{ mm} = 0,000055 \text{ m}$

$$A = \frac{Q}{V_s} \qquad A = \frac{0,0158 \text{ m}^3/\text{s}}{0,002 \text{ m/s}} = 7,9 \text{ m}^2$$

Si:  $W = 0.5 \text{ m}$

$$L = \frac{A}{W} \qquad L = \frac{7,9 \text{ m}^2}{0,5 \text{ m}} = 15,8 \text{ m}$$

Comprobación de zona de stokes (Gráfica 3)

$d = 0,000055 \text{ m}$

$V_s = 0,002 \text{ m/s}$

$\delta = 1000 \text{ kg/m}^3$

$\mu = 0,0001 \text{ kg/m}^*\text{s}$

$$Re = \frac{0,000055 \text{ m} * 0,002 \text{ m/s} * 1000 \text{ kg/m}^3}{0,0001 \text{ kg/m}^*\text{s}} = 1,1 \quad (\text{no está en la zona de stokes})$$

TERCER CÁLCULO:

Zona de Stokes:  $Re < 2$

GRÁFICA 1 }  $V_s = 0,03 \text{ cm/s} = 0,003 \text{ m/s}$

GRÁFICA 2 }  $d = 0,050 \text{ mm} = 0,000050 \text{ m}$

$$A = \frac{Q}{V_s} \qquad A = \frac{0,0158 \text{ m}^3/\text{s}}{0,003 \text{ m/s}} = 5,2 \text{ m}^2$$

Si:  $W = 0.5 \text{ m}$

$$L = \frac{A}{W} \qquad L = \frac{5,2 \text{ m}^2}{0,5 \text{ m}} = 10,4 \text{ m}$$

Comprobación de zona de stokes (Gráfica 3)

$d = 0,000050 \text{ m}$

$V_s = 0,003 \text{ m/s}$

$\delta = 1000 \text{ kg/m}^3$

$\mu = 0,0001 \text{ kg/m}^*\text{s}$

$$Re = \frac{0,000050 \text{ m} * 0,003 \text{ m/s} * 1000 \text{ kg/m}^3}{0,0001 \text{ kg/m}^*\text{s}} = 1,5$$

(Sí está en la zona de stokes)

## CUARTO CÁLCULO:

Zona de Stokes:  $Re < 2$ GRÁFICA 1 }  $V_s = 0,03 \text{ cm/s} = 0,003 \text{ m/s}$ GRÁFICA 2 }  $d = 0,050 \text{ mm} = 0,000050 \text{ m}$ 

$$A = \frac{Q}{V_s} \qquad A = \frac{0,0158 \text{ m}^3/\text{s}}{0,003 \text{ m/s}} = 5,2 \text{ m}^2$$

En vista que en el anterior cálculo el desarenador tiene un tamaño considerable y no apto para esta planta, disminuyendo y reduciendo el espacio para la colocación de cribas se tomará este valor. **Si:**  $W = 1 \text{ m}$

$$L = \frac{A}{W} \qquad L = \frac{5,2 \text{ m}^2}{1 \text{ m}} = 5,2 \text{ m}$$

Comprobación de zona de stokes (Gráfica 3)

$$d = 0,000050 \text{ m}$$

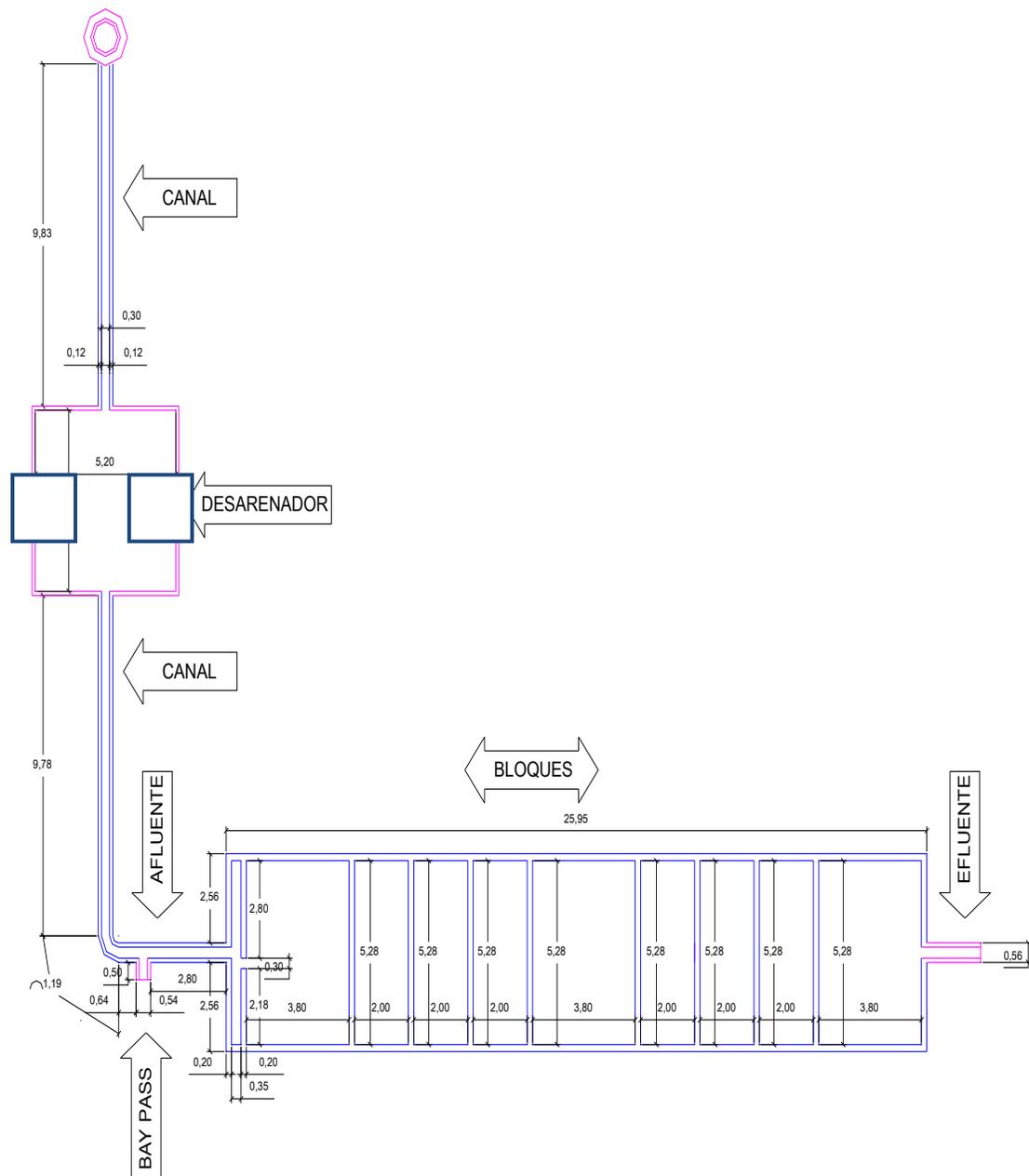
$$V_s = 0,003 \text{ m/s}$$

$$\delta = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,0001 \text{ kg/m*s}$$

$$Re = \frac{0,000050 \text{ m} * 0,003 \text{ m/s} * 1000 \text{ kg/m}^3}{0,0001 \text{ kg/m*s}} = 1,5 \quad (\text{Sí está en la zona de stokes})$$

GRÁFICA 7  
IMPLEMENTACIÓN DE DESARENADORES A LA PTARU  
DEL BARRIO MANANTIAL



Fuente: PTARU Barrio Manantial.

Para evitar el colapso por el índice de crecimiento poblacional se optó por implementar dos desarenadores, los cuales funcionarían por separado o en paralelo según la necesidad requerida y el aumento de caudales.

### **REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DE LA PTARU DEL BARRIO MANANTIAL EN EL CULTIVO DEL MAÍZ**

Estas aguas serían reutilizables previo un tratamiento adecuado y mejora del sistema de la PTARU en plantaciones de maíz ya que este tiene las condiciones para que se pueda verter estas aguas para su riego ya que es de tallo largo y sus productos están a una altura elevada donde no podrían contraer ningún contacto directo con estas aguas siendo sus raíces las que incorporen los ricos nutrientes que contienen estas aguas proporcionando solo lo necesario para su buen crecimiento y desarrollo de ellas. Como así todas las familias ubicadas en inmediaciones de esta planta de tratamiento son productores principalmente de este producto.

El maíz tiene unas necesidades nutricionales por unidad de producción similares a otros cereales, como el trigo o la cebada. Pero debido a sus producciones, habitualmente mucho más altas, las cantidades de nutrientes demandadas por el maíz, en términos absolutos, son mucho más elevadas. Existen diferentes referencias sobre las cantidades de nutrientes esenciales consumidos en mayor cantidad.

Cabe situar las necesidades de maíz, en un máximo de 28-30 kg de nitrógeno (N), 10-12 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y 23-25 kg de potasio (K<sub>2</sub>O), por cada 1.000 kg de grano producido. Adicionalmente, hay un consumo significativo de calcio, magnesio y azufre. Hay que destacar el hecho de que una parte importante de los nutrientes extraídos son destinados a partes de la planta que no siempre se retiran del campo. Esto hace que existan importantes diferencias entre la extracción total de nutrientes y la exportación. (Jesús Betran Azo - Gobierno de Aragón).

De acuerdo a un estudio realizado en la rep. De Nicaragua sobre la reutilización de las aguas residuales para riego de una parcela de cultivo de maíz ( *Zea mays* L.) que se realizó en la comunidad de el Aguacate municipio de Jinotepe aprovechando los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Jinotepe, con el objetivo de evaluar los efectos de esta práctica sobre las características físicas y químicas del suelo y los rendimientos obtenidos con respecto a una parcela de referencia.

El manejo que se dio al cultivo fue el que tradicionalmente realizan los agricultores de la zona excepto que no se aplicó ningún fertilizante para aprovechar los nutrientes contenidos en el agua residual tratada. El monitoreo de las características del suelo se realizaron en una etapa inicial, una etapa intermedia y una etapa final del ciclo del cultivo. Los resultados obtenidos indican que estadísticamente las variaciones experimentadas en las características del suelo en la parcela de estudio no fueron significativas. Por otro lado, la calidad del efluente en cuanto al contenido de nutrientes, compensa el no uso de fertilizantes por cuanto los rendimientos obtenidos en el estudio superaron hasta en un 60 % la media de rendimientos de maíz en la zona reportados que es de 1.61 t/ha (Lic. Francis Martínez Nicaragua 2014)

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL CÁLCULO DE CAUDALES EN EL AFLUENTE DE LA PTARU DEL BARRIO MANANTIAL

Para la interpretación de todos los números de intentos de los ensayos realizados en el canal del afluente de la planta de aguas residuales y las pruebas realizadas en diferentes horarios, se consideró la fórmula estadística de la media y los correspondientes cálculos a considerar.

#### CUADRO 4

##### ENSAYOS REALIZADOS EL DÍA LUNES 19/09/2016

Nº DE	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO (s)	HORA
1	23	7:00 am
2	23	7:05 am
3	23	7:10 am
4	24	7:15 am
5	23	7:20 am
6	23	7:25 am
7	22	7:30 am
8	23	7:35 am
9	24	7:40 am
10	23	7:45 am
PROMEDIO	= 23,3	

Fuente: Elevación propia.

A continuación se aplicará la fórmula para la obtención de los resultados (LA MEDIA).

MEDIA ARITMÉTICA:

$$X = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots \dots \dots x_n}{N}$$

X = Media.

x = Suma de datos.

N = número y cantidad de los datos.

$$X = \frac{231}{10} = 23.3 \text{ s}$$

Esta misma técnica se utilizará para sacar el promedio de las tres pruebas realizadas durante el día en diferentes horarios de los datos obtenidos para la medición del caudal.

### **3.1.1. FÓRMULAS Y PROCEDIMIENTOS PARA ENCONTRAR EL CAUDAL MEDIO**

Utilizando la misma fórmula de la media, se procederá a la implementación de otras fórmulas para finalmente encontrar el caudal medio.

En caso de la profundidad o altura del canal para encontrar el área, también se aplicará la fórmula estadística de la MEDIA, y el ancho del canal es específico, teniendo una medición exacta de 29 centímetros (cm).

A continuación se aplicarán las fórmulas para encontrar el caudal respecto al cuadro 1, para luego aplicar la misma técnica en cuanto a los caudales medios durante el día en los ensayos realizados.

Las fórmulas correspondientes para encontrar el caudal son las siguientes:

Datos:

Ancho del canal = 29 centímetros.

Profundidad = 23 centímetros.

Distancia = 500 centímetros.

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

v = velocidad (m/s)

d = distancia (m/s)

t = tiempo (m/s)

$$V = \frac{5\text{m}}{23.3\text{ s}} = 0.2\text{ m/s}$$

$$A = h * w$$

Donde:

h = altura (m)

w = ancho (m)

A = área (m<sup>2</sup>)

$$A = 23\text{ cm} * 29\text{ cm}$$

Conversión a metros (m)

$$A = 0,23\text{ cm} * 0.29\text{m}$$

$$A = 0,07\text{ m}^2$$

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/ s)

A = área (m<sup>2</sup>)

V = velocidad (m/s)

$$Q = 0,2\text{ m/s} * 0,07\text{ m}^2$$

$$Q = 0,014\text{ m}^3/\text{s}$$

Conversion a l/s

$$0,014\text{ m}^3/\text{s} * 1\text{ l/s} / 0,001\text{ m}^3/\text{s} = 14\text{ l/s}$$

$$Q = 14\text{ l/s}$$

Las fórmulas consideradas fueron tomadas en cuenta en todos los datos obtenidos durante el trabajo para la medición del caudal.

CUADRO 5

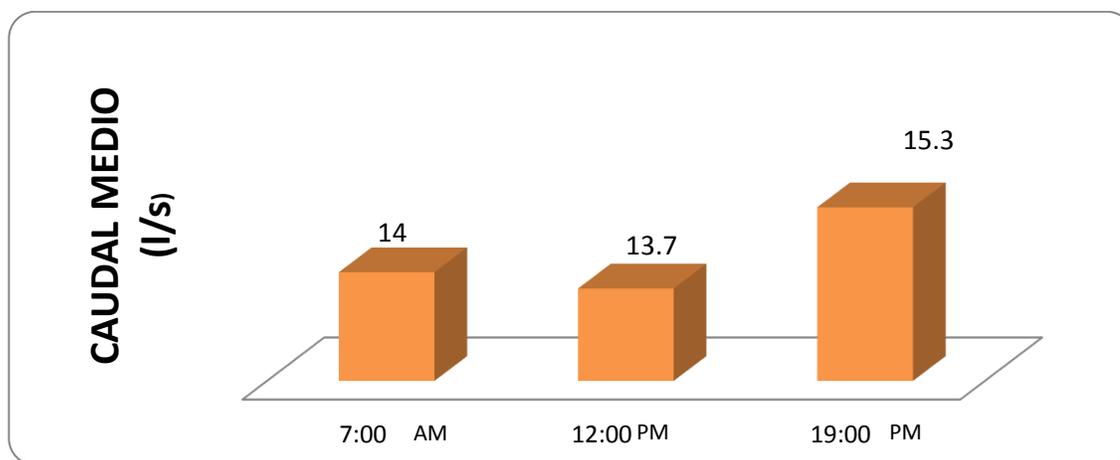
CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA LUNES 19/09/2016

Nº DE PRUEBAS	CAUDAL (l/s)	HORA
1	14	7:00 am
2	13,7	12:00 pm
3	15,3	19:00 pm
PROMEDIO	14,2	

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 8

CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA LUNES 19/09/2016



Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico podemos observar las variaciones identificando un caudal mayor a las 7:00 pm de la noche con un caudal de 15,3 l/s, por lo cual es habitual de que a esa hora de la noche y al retornar de sus trabajos habituales el uso del agua es mas constante.

A diferencia de que a las 7:00 de la mañana en esta época casi todas las personas ya se dirigen a sus trabajos por las altas temperaturas teniendo un caudal de 14 l/s y a las

12pm se puede observar un 13,7 ascendiendo el caudal debido al uso en cocina y actividades domésticas.

CUADRO 6

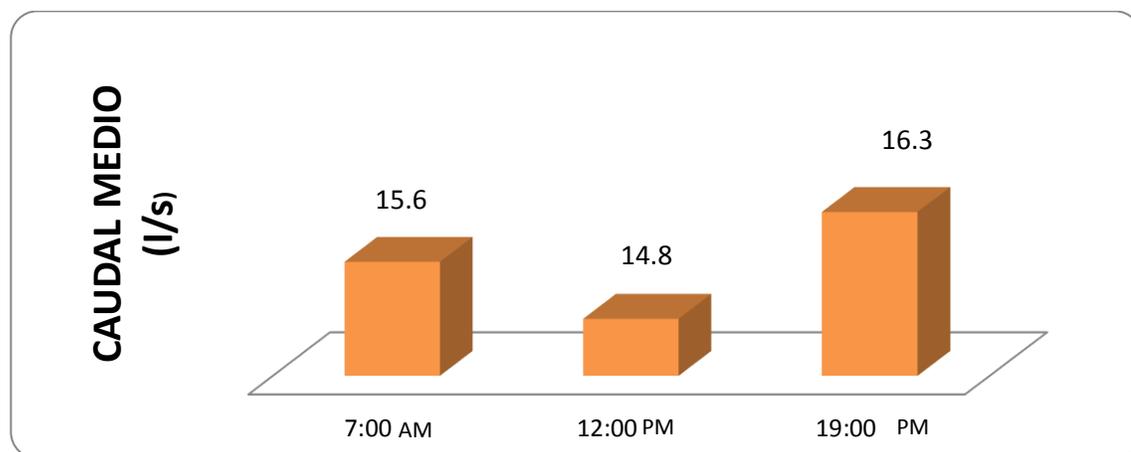
CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MARTES 20/09/2016

Nº DE PRUEBAS	CAUDAL MEDIO (l/s)	HORA DE MEDICIÓN
1	15,6	7:00 am
2	14,8	12:00 pm
3	16,3	19:00 pm
PROMEDIO	15,6	

Elaboración: Fuente propia.

GRÁFICA 9

CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MARTES 20/09/2016



Fuente: Elaboración propia.

En este cuadro y gráfica se observa un caudal elevado por la mañana como por la noche elevándose a comparación del día lunes dando como promedio 15.6 l/s siendo esta mayor que el día anterior debido al ascenso de temperatura que se dio este día

llevando así a un mayor consumo de aguas por la población, la cual requiere con más frecuencia hacer el uso de ella.

CUADRO 7

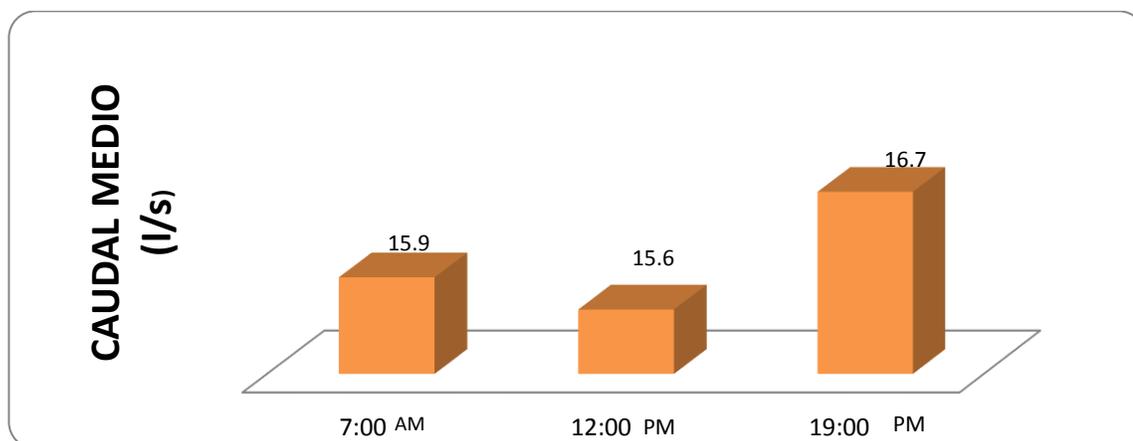
CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL MIÉRCOLES 21/09/2016

Nº DE PRUEBAS	CAUDAL (l/s)	HORA
1	1,9	7:00 am
2	15,6	12:00 pm
3	16,7	19:00 pm
PROMEDIO	16,1	

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 10

CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL MIÉRCOLES 21/09/2016



Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4 y gráfica 3 podemos observar que en tempranas horas de la mañana se hace un uso considerable de aguas teniendo un 15,9 l/s de caudal medio ya que como el día anterior hubo una elevación de temperatura por lo tanto una elevación en el uso de este líquido elemento, como así a las 12:00pm se dio un 15,6 l/s y por horas de la

noche 16,7 l/s dando como resultado al igual que tempranas horas un incremento del usos de agua.

CUADRO 8

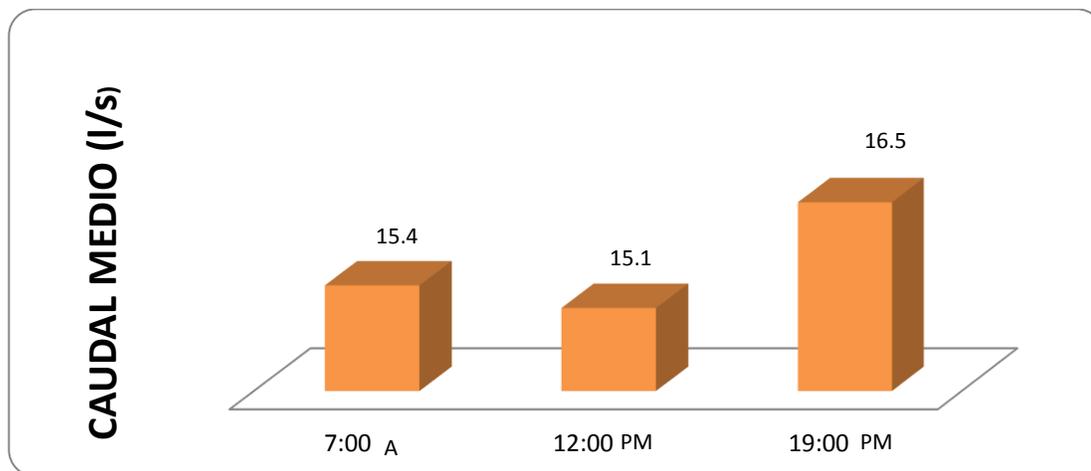
**CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA JUEVES 22/09/2016**

Nº DE PRUEBAS	CAUDAL (l/s)	HORA
1	15,4	7:00 am.
2	15,1	12:00 pm.
3	16,5	19:00 pm.
PROMEDIO	15,7	

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 11

**CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA JUEVES 22/09/2016**



Fuente: Elaboración propia.

Este gráfico y cuadro nos muestra como a horas 7:00 am a diferencia del día miércoles anterior ocurre una ligera baja de 0.5 l/s, a las 12:00 pm se da un 15.1 l/s de

caudal medio y por la noche a horas 7:00 pm ocurre una elevación del caudal dando un 16.5 l/s .

CUADRO 9

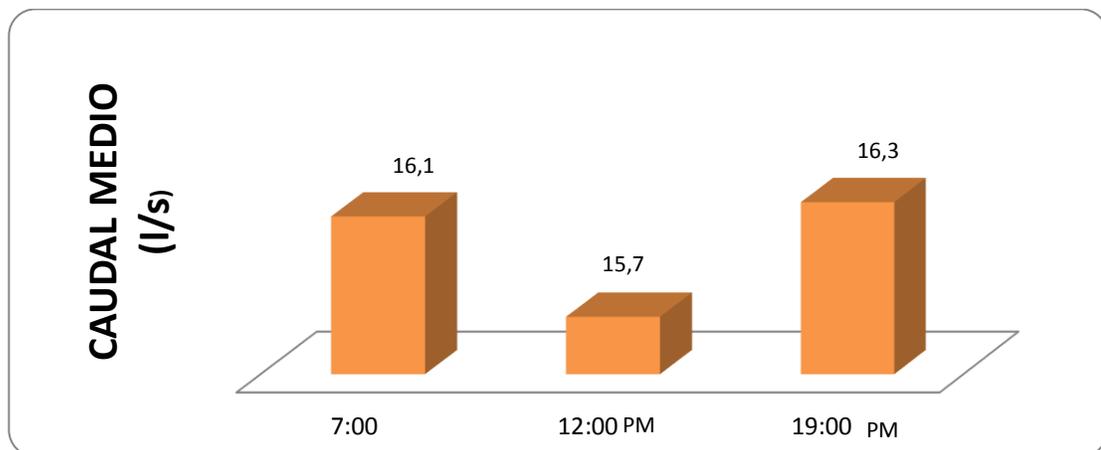
CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL VIERNES 23/09/216

Nº DE PRUEBAS	CAUDAL (l/s)	HORA
1	16,1	7:00 am.
2	15,7	12:00 pm.
3	16,3	19:00 pm.
PROMEDIO	16,1	

Elaboración: Fuente propia.

GRÁFICA 12

CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA VIERNES 23/09/2016



Fuente: Elaboración propia.

Este día como vemos en el cuadro 6 y gráfica 5 podemos observar que en tempranas horas de la mañana con respecto al día anterior existe una elevación del caudal con 16,1 l/s, a comparación de lo que ocurre al medio día hay una baja de 15.7 l/s esto

debido que a esta hora las personas en su mayoría esta almorzando en sus viviendas y respectivos centros de expendio de comidas dejando de hacer el uso continuo o en exceso del agua y por la noche observamos el caudal con 16,3 l/s esto debido a que todas las personas retornan a sus hogares y por ello hacen un uso más constante del agua.

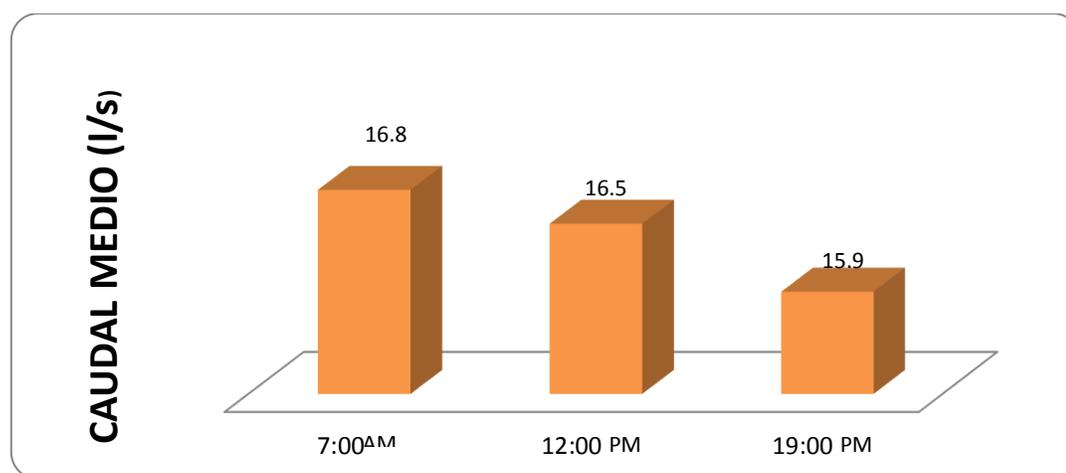
CUADRO 10

**CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA SÁBADO 24/09/2016**

Nº DE PRUEBAS	CAUDAL MEDIO (l/s)	HORA DE MEDICIÓN
1	16,8	7:00 am.
2	16,5	12:00 pm.
3	15,9	19:00 pm.
PROMEDIO	16,4	

Elaboración: Fuente propia.

GRÁFICA 13

**CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA SÁBADO 24/09/2016**

Fuente: Elaboración propia.

En este cuadro y gráfica podemos ver como a diferencia de toda la semana existe una elevación del caudal a horas 7:00 am con un 16.8 l/s, a medio día a horas 12:00 pm se dio un caudal medio de 16.5 l/s y por la noche a las 7:00 pm se dio un descenso de caudal de 15.9 l/s esto debido nuevamente a cambios de temperatura.

CUADRO 11

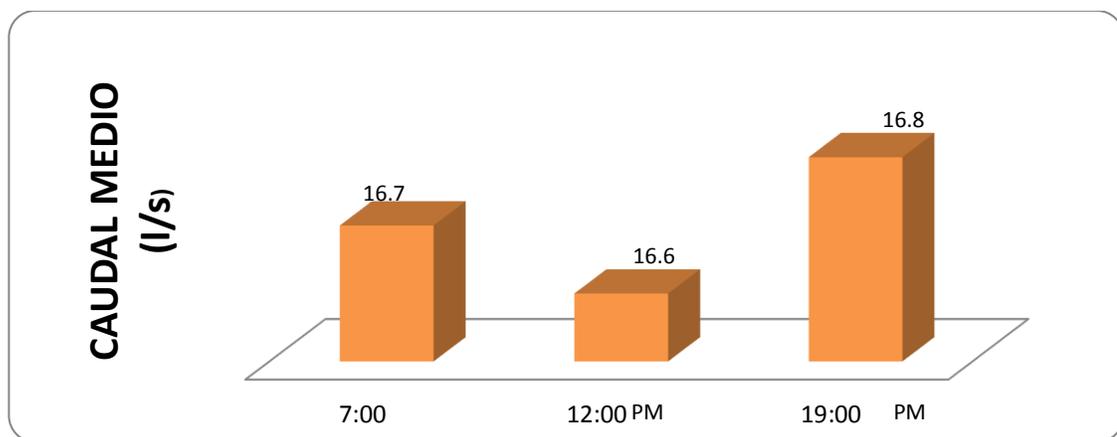
CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DOMINGO 25/09/216

N° DE PRUEBAS	CAUDAL (l/s)	HORA
1	16,7	7:00 am.
2	16,6	12:00 pm.
3	16,8	19:00 pm.
PROMEDIO	16,7	

Elaboración: fuente propia

GRÁFICA 14

CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA DOMINGO 25/09/2016



Fuente: Elaboración propia.

Este día como podemos ver en el cuadro y la gráfica que por tempranas horas de la mañana existe un caudal de 16,7 l/s, al medio día se da una elevación del caudal medio con 16.6 l/s por todos los usos que se dan constantemente en este día por las distintas actividades cotidianas que se dan y por la noche este caudal se eleva con un mínimo del 0,2 % a 16,8 l/s.

### CUADRO 12

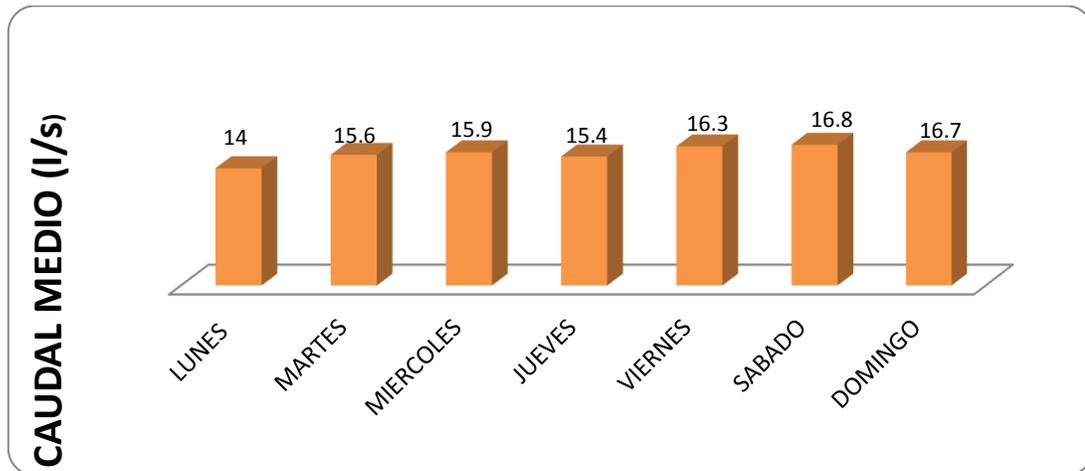
#### CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 7:00 AM

N°	CAUDAL (l/s)	HORA	DÍA
1	14	7:00 AM	LUNES
2	15,6	7:00 AM	MARTES
3	15,9	7:00 AM	MIÉRCOLES
4	15,4	7:00 AM	JUEVES
5	16,3	7:00 AM	VIERNES
6	16,8	7:00 AM	SÁBADO
7	16,7	7:00 AM	DOMINGO
PROMEDIO	15,8		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 15

CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 7:00 AM.



Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 9 y gráfica 8 podemos observar a horas 7:00 am que durante toda la semana se da un cambio de caudal diario que durante el sábado y domingo se incrementa ya que en estos días se realizan diversas actividades sociales aumentando el uso del agua en diversas formas, y las personas requieren de este líquido elemento para expendio de comidas y bebidas las cuales se expenden en diversos locales y ferias de la población.

CUADRO 13

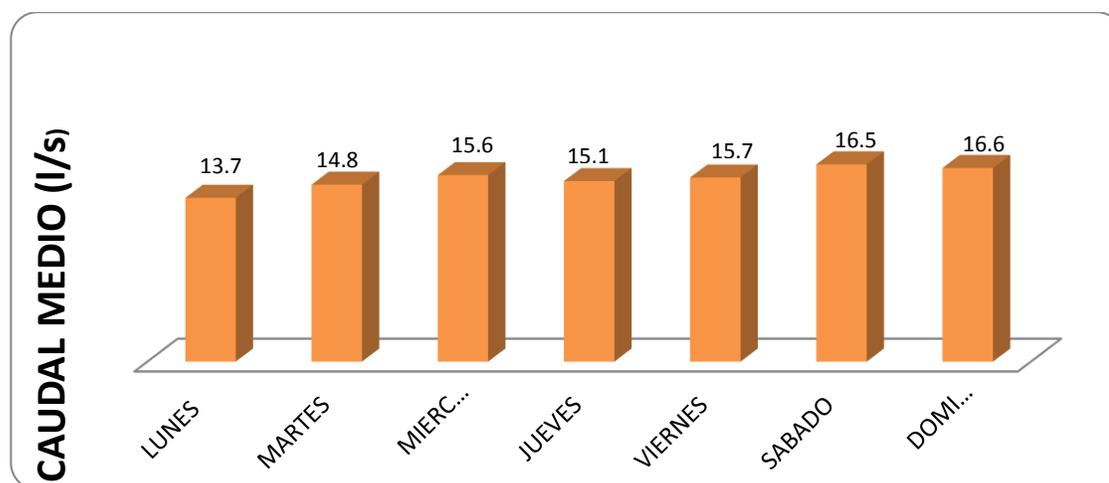
CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 12:00 PM.

Nº	CAUDAL (l/s)	HORA	DÍA
1	13,7	7:00 AM	LUNES
2	14,8	7:00 AM	MARTES
3	15,6	7:00 AM	MIÉRCOLES
4	15,1	7:00 AM	JUEVES
5	15,7	7:00 AM	VIERNES
6	16,5	7:00 AM	SÁBADO
7	16,6	7:00 AM	DOMINGO
PROMEDIO	15,4		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 16

CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 12:00 PM.



Fuente. Elaboración propia.

En este cuadro y gráfica podemos observar que el caudal más elevado se da el día domingo ya que en este día existe una demanda mayor de agua, y en la población se concentra gran cantidad de personas provenientes del área rural provenientes de las comunidades aledañas, el resto de la semana mantiene un caudal casi constante con ligeras elevaciones y variaciones.

CUADRO 14

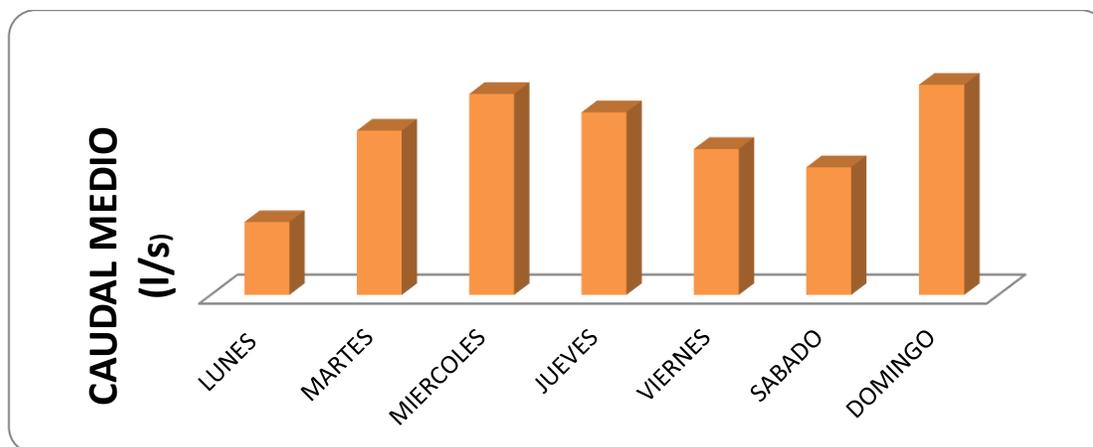
CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 19:00 PM.

Nº	CAUDAL (l/s)	HORA	DÍA
1	15,3	7:00 AM	LUNES
2	16,3	7:00 AM	MARTES
3	16,7	7:00 AM	MIÉRCOLES
4	16,5	7:00 AM	JUEVES
5	16,1	7:00 AM	VIERNES
6	15,9	7:00 AM	SÁBADO
7	16,8	7:00 AM	DOMINGO
PROMEDIO	16,2		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 17

CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 19:00 AM.



Fuente: Elaboración propia.

En este cuadro y gráfica podemos ver que hay distintas variaciones en los diferentes caudales medidos diariamente durante toda la semana a horas 7:00 pm de la noche existiendo una elevación el domingo con 16.8 l/s seguido del día miércoles con 16.7 l/s estos 2 días se diferencian por ser los días en que el caudal se elevó en esta semana.

CUADRO 15

CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS DIARIAS

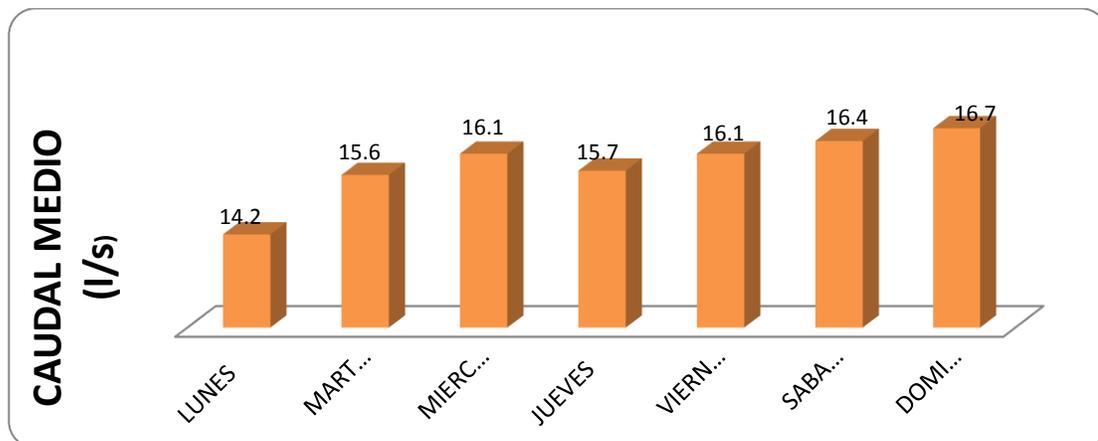
Nº	CAUDAL (l/s)	DÍA
1	14,2	LUNES
2	15,6	MARTES
3	16,1	MIÉRCOLES
4	15,7	JUEVES

5	16,1	VIERNES
6	16,4	SÁBADO
7	16,7	DOMINGO
PROMEDIO	15,8	

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 18

CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS DIARIAS



Fuente: Elevación propia.

En el cuadro 12 y gráfica 10 podemos definir el caudal medio que presenta cada día de la semana, observamos que el caudal mínimo se presenta el día lunes con 14.2 l/s con respecto al caudal máximo presentado el día domingo con 16.7 dando una diferencia de 2.5 l/s respectivamente esto se debió a la diferencia de temperatura que se presentaron estos días. Según los respectivos ensayos que se hicieron durante toda la semana podemos obtener un caudal medio de 15.8 l/s.

### **3.1.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA RESIDUAL**

**OLOR:** en la planta de tratamiento existe un olor levemente desagradable esto debido a que las aguas al retener sus sólidos en las distintas cámaras quedan atrapados allí provocando dicho olor las cuales al estar expuestas a la aireación, el olor que desprenden es llevado a muchos metros a su alrededor, como también existe un canal por donde estas aguas son dirigidas al río directamente antes de pasar al tanque como también existen varias fugas donde el olor es desagradable por el contenido de estas . En la salida del tanque donde desembocan estas aguas al río su olor es bastante desagradable y fuerte por la gran aireación que existe en dicha zona.

Debido a la gran presencia de materia orgánica, nutrientes como el fósforo, el nitrógeno, el potasio y amoníaco por estar presentes en la orina y otras sustancias.

**COLOR:** el color que presentan mayormente estas aguas es gris debido al recorrido que hacen estas aguas antes de llegar al tanque imhoff esto se da tanto en tempranas horas como por la noche, a la salida del tanque se observa un color verdoso, esto se debe a la gran acumulación de restos vegetales que existen en los lodos que se encuentran en las últimas cámaras del tanque.

## 3.2. ANÁLISIS EN LABORATORIO

### 3.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS EN EL LABORATORIO DE COSAALT

#### 3.2.1.1. COLIFORMES TOTALES

RESULTADOS DE LOS COLIFORMES TOTALES PRESENTES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

CUADRO 16

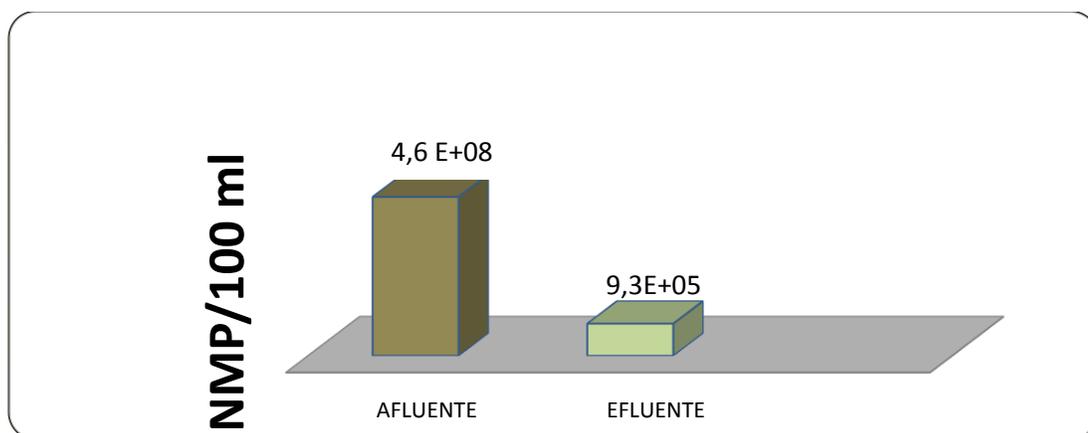
COLIFORMES TOTALES PRESENTES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU DEL BARRIO MANANTIAL

Nº	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	Colif. Tot.	27/11/2016	11:00 am	NMP/100ml	4.6E+08
2	Colif. Tot.	27/11/2016	05:00 am	NMP/100ml	9.3E+05

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 19

COLIFORMES TOTALES PRESENTES EN LA AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU DEL BARRIO MANANTIAL



Fuente: COSAALT

La muestra para este análisis microbiológico es diferente que los otros parámetros ya que no tienen ninguna relación, estos arrojan resultados bastante altos y variables, el método utilizado fue el de tubos múltiples y dando una diferencia bastante amplia tanto en la entrada como en la salida de la PTARU del agua residual.

### 3.2.1.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

#### RESULTADOS DEL DBO5 DEL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

ANÁLISIS 1. FECHA 27/10/2016

CUADRO 17

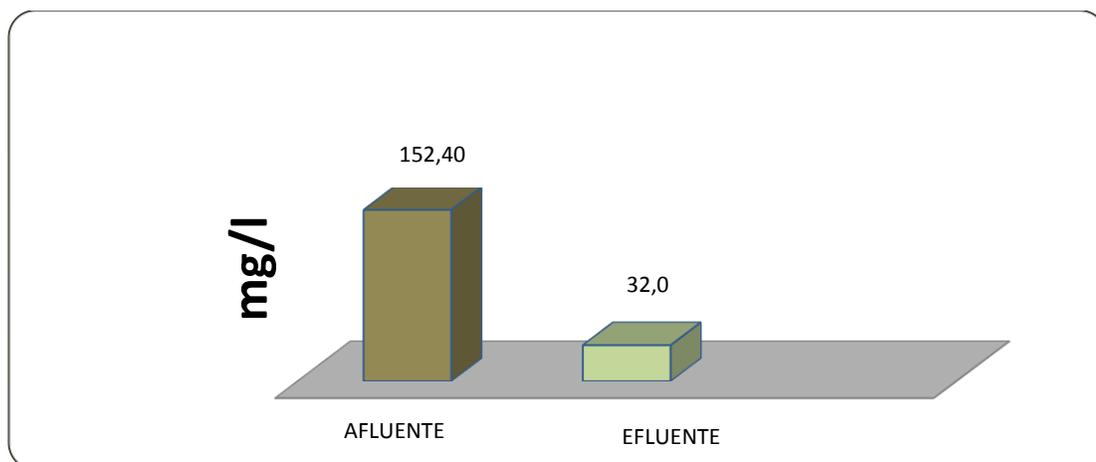
DBO5 PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

N°	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	DBO5	27/10/2016	11:00 am	mg/l	152,40
2	DBO5	27/10/2016	11:00 am	mg/l	32,00

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 20

DBO5 PRESENTE EN EL AFLUENTE - EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

**ANÁLISIS 2. EN FECHA 9/11/2016**

**CUADRO 18**

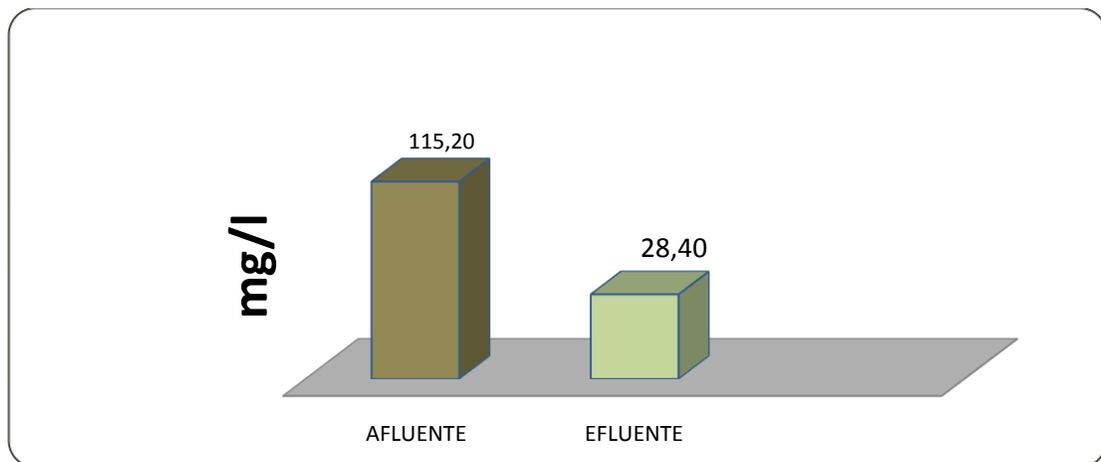
**DBO5 EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE EN LA PTARU**

N°	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	DBO5	09/10/2016	05:00 am	mg/l	115,20
2	DBO5	09/12/2016	05:00 am	mg/l	28,40

Fuente: COSAALT

**GRÁFICA 21**

**DBO5 EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU**



Fuente: COSAALT

### ANÁLISIS 3. EN FECHA 16/11/2016

CUADRO 19

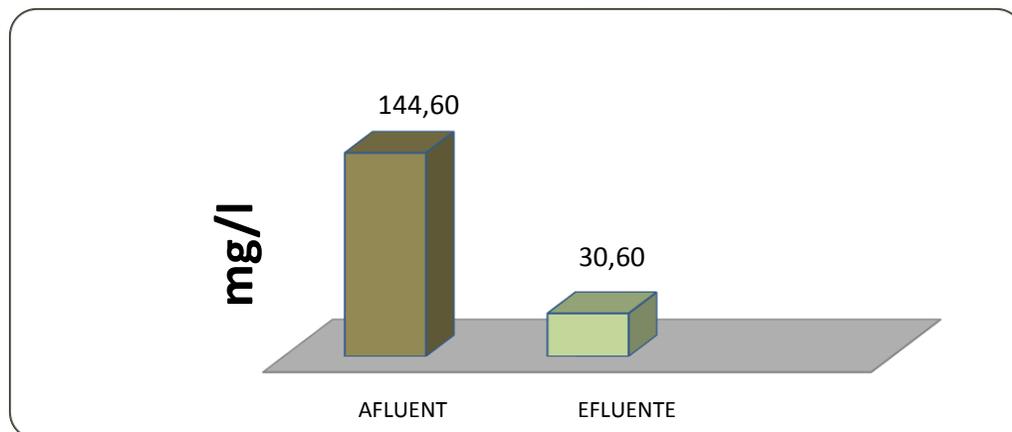
#### DBO5 EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE EN LA PTARU

N°	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	DBO5	16/10/2016	11:00 am	mg/l	144,60
2	DBO5	16/12/2016	11:00 am	mg/l	30,60

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 22

#### DBO5 EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

Estas muestras se tomaron con la finalidad de diagnosticar el grado de contaminantes con las que ingresan estas aguas a la planta de tratamiento e investigar los métodos actuales del tratamiento de estas aguas y si es el apropiado, si resulta efectivo o no según los resultados arrojados este parámetro se encuentra bajo los límites permisibles según la ley 1333 en descargas líquidas.

### 2.2.1.3. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

#### RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

ANÁLISIS 1 27/10/2016

CUADRO 20

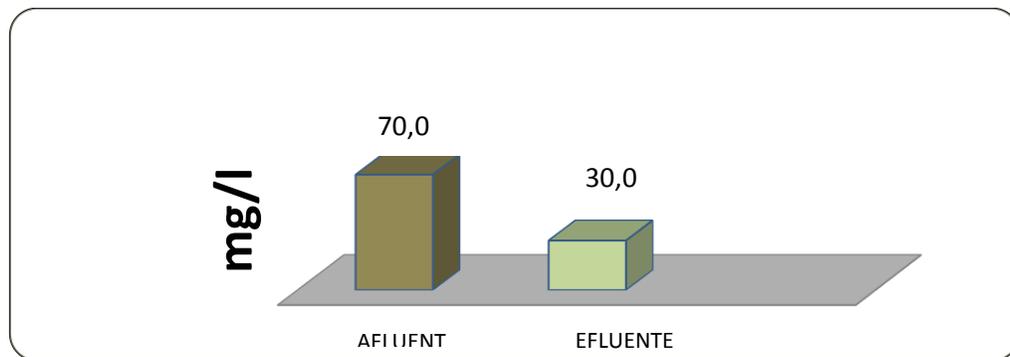
#### SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES PRESENTES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

N°	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	SOL. SUSP. TOT.	27/10/2016	11:00 AM	Mg/l	70,00
2	SOL. SUSP. TOT.	27/10/2016	11.00 AM	Mg/l	30,00

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 23

#### SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

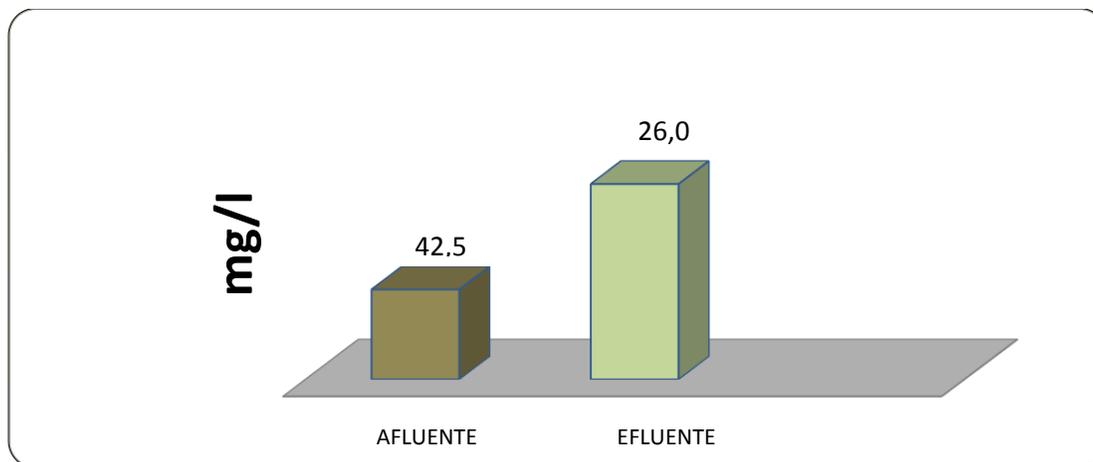


Fuente: COSAALT

**ANÁLISIS 2 09/11/2016****CUADRO 21****SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES DEL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU**

Nº	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	SOL. SUSP. TOT.	09/11/2016	05:00 AM	Mg/l	42,50
2	SOL. SUSP. TOT.	09/11/2016	05.00 AM	Mg/l	26,00

Fuente: COSAALT

**GRÁFICA 24****SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU**

Fuente: COSAALT

## ANÁLISIS 3 16/11/2016

CUADRO 22

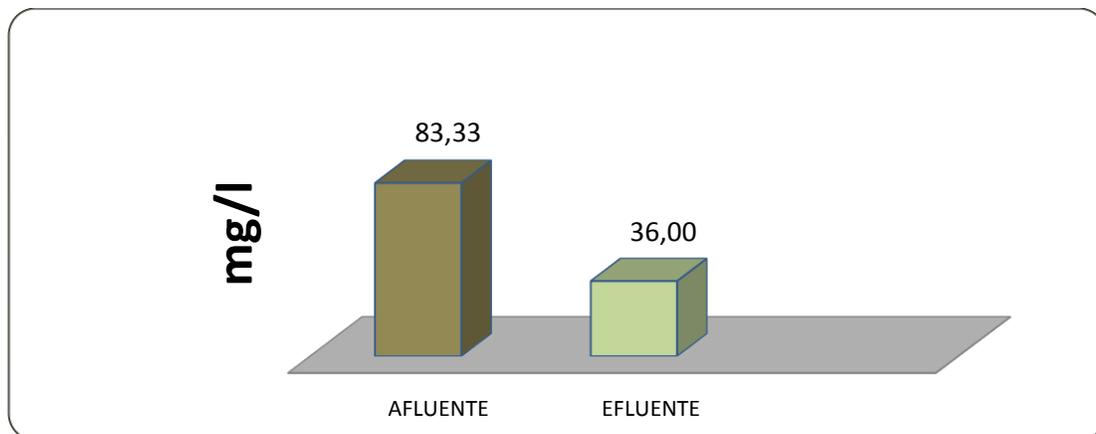
## SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES PRESENTES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

Nº	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	SOL. SUSP. TOT.	16/11/2016	11:00 AM	Mg/l	83,33
2	SOL. SUSP. TOT.	16/11/2016	11.00 AM	Mg/l	36,00

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 25

## SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES PRESENTES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

Con el mismo fin de diagnosticar el funcionamiento de la PTARU se realizó el análisis de los sólidos suspendidos totales y según la ley 1333 en el anexo 13-c el límite permisible para la descarga es de 60 mg/l dando como resultado valores menores y evidenciando que después del tratamiento de estas aguas se obtienen buenos resultados y la descarga de estas aguas se encuentra bajo lo requerido por la ley en descargas líquidas permisibles.

### 3.2.1.4. NITRÓGENO TOTAL

#### RESULTADO DEL NITRÓGENO TOTAL DEL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

ANÁLISIS 1 27/10/2016

CUADRO 23

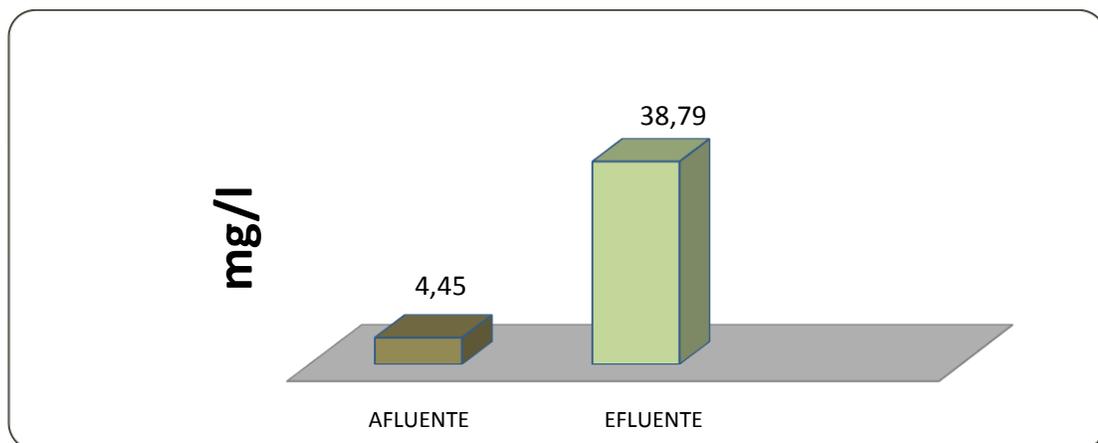
NITRÓGENO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

Nº	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	NITROG. TOTAL	27/10/2016	11:00 AM	Mg/l	4,45
2	NITROG. TOTAL	27/10/2016	11.00 AM	Mg/l	38,79

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 26

NITROGENO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

ANÁLISIS 2 09/11/2016

CUADRO 24

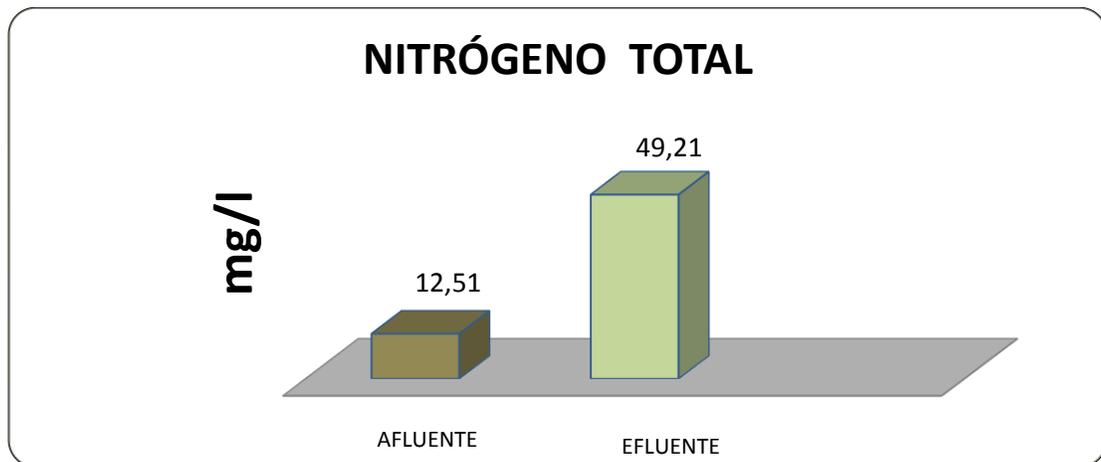
NITRÓGENO TOTAL DEL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

Nº	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	NITROG. TOTAL	09/11/2016	11:15 AM	Mg/l	12,51
2	NITROG. TOTAL	09/11/2016	05.15 AM	Mg/l	49,21

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 27

NITRÓGENO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS 3 16/11/2016

CUADRO 25

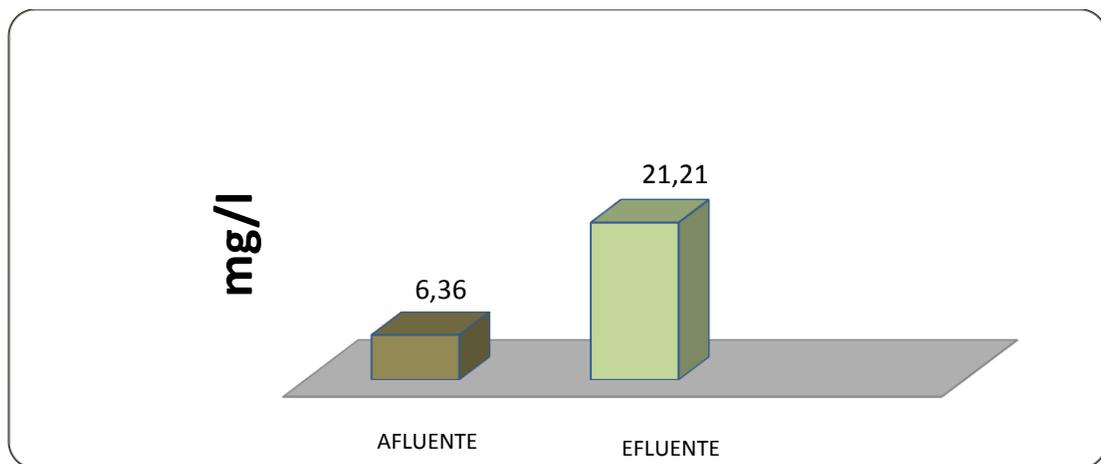
NITRÓGENO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

N°	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	NITROG. TOTAL	16/11/2016	11:15 AM	Mg/l	6,36
2	NITROG. TOTAL	16/11/2016	05.15 AM	Mg/l	21,21

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 28

NITRÓGENO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

El nitrógeno según los parámetros de la ley 1333 anexo 13-C se encuentra bajo los límites permisibles y el aumento considerable que se tiene es debido al mal funcionamiento de la planta ya que existe un bay-pass por el cual logran pasar directamente estos elementos teniendo un inadecuado tratamiento.

### 2.2.1.5. FOSFATO TOTAL

#### RESULTADO DEL FOSFATO TOTAL DEL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

ANÁLISIS 1 27/10/2016

CUADRO 26

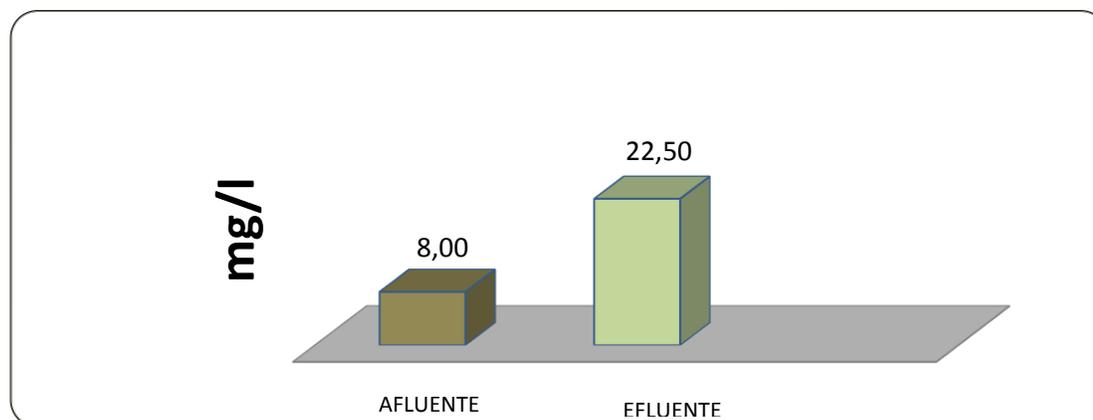
FOSFATO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

N°	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	FOSFAT. TOTAL	27/10/2016	11:00 AM	Mg/l	8,00
2	FOSFAT. TOTAL	27/11/2016	11.00 AM	Mg/l	22,50

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 29

FOSFATO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

## ANÁLISIS 2 27/10/ 2016

CUADRO 27

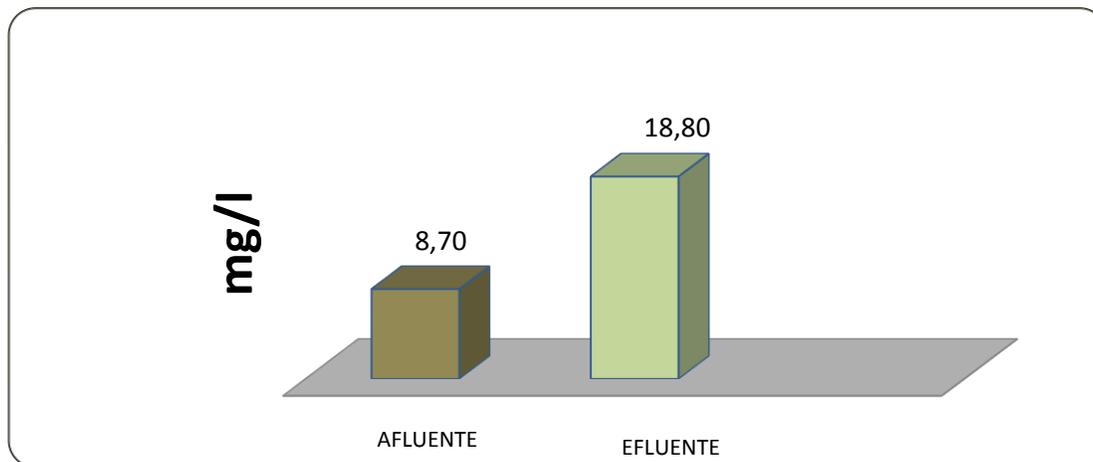
FOSFATO TOTAL DEL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

Nº	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	FOSFAT. TOTAL	09/11/2016	05:00 am	Mg/l	8,70
2	FOSFAT. TOTAL	09/11/2016	05.00 am	Mg/l	18,80

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 30

FOSFATO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

## ANÁLISIS 3 16/11/2016

CUADRO 28

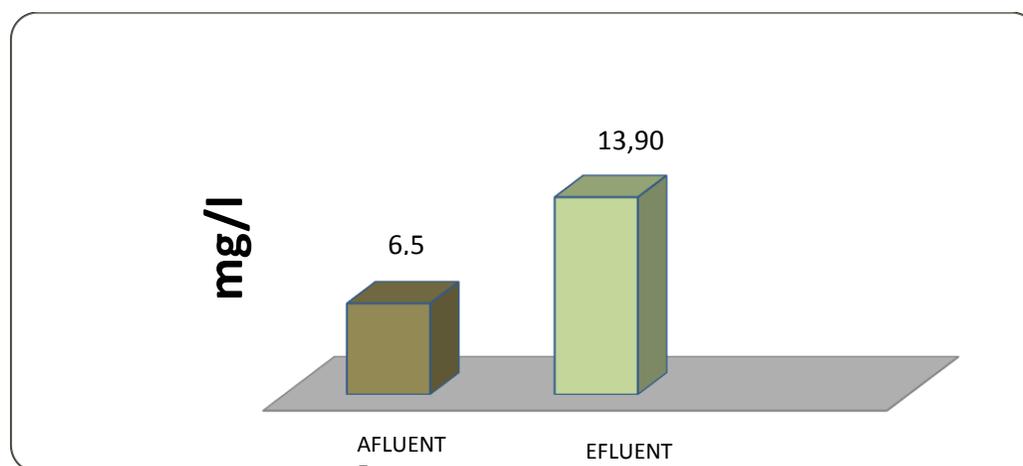
## FOSFATO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU

N°	PARÁMETRO	FECHA	HORA	UNIDAD	RESULTADO
1	FOSFAT. TOTAL	16/11/2016	11:00 am	Mg/l	6,50
2	FOSFAT. TOTAL	16/11/2016	11.15 am	Mg/l	13,90

Fuente: COSAALT

GRÁFICA 31

## FOSFATO TOTAL PRESENTE EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU



Fuente: COSAALT

El fosfato es un compuesto que se encuentra bajo un nivel adecuado según los análisis realizados como también en la ley 1333 no requiere un parámetro permisible para su descarga líquida.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- ❖ La PTARU tiene un caudal de 0,0158 m<sup>3</sup>/s, como también esta dotado de 9 celdas cada una conectada en serie, cuyas dimensiones generales son de 25,95 m de largo, 5,28 m de ancho y 1m de alto. No se tiene cribas, como tampoco desarenador, en los análisis realizados en los laboratorios de COSAALT se tiene los siguientes datos:

<b>PARAMETROS</b>	<b>AFLUENTE</b>	<b>EFLUENTE</b>
<b>Coliformes totales</b>	4,6E+08 NMP/100 ml	9,3E+05NMP/100 ml
<b>DBO5</b>	137,4 mg/l	30.4 mg/l
<b>Fosfato total</b>	7,7 mg/l	18.4 mg/l
<b>Nitrógeno total</b>	7,8 mg/l	36.40 mg/l
<b>Sol. Susp. totales</b>	65,3 mg/l	30.7 mg/l

Fuente: COSAALT

- ❖ Esta PTARU esta dotada de un colector inicial que reciba a las aguas crudas, de las cuales se transportan mediante un canal de 0,30 m de ancho. Cuya forma es en “L”, hasta llegar al sistema de tratamiento.

Como observamos en el diseño de la grafica 7 Esta Planta funciona con microorganismos orgánicos anaerobios en su parte inferior del fondo de las celdas, y

en su parte superior que esta expuesta al medio ambiente, esta con microorganismos orgánicos aerobios. Tb cada celda tiene un relleno de piedras o material inerte que van desde el mas grueso hasta el mas fino cuyas dimensiones de cada bloque son:

Bloque 1 = 3,80 m x 1m

Bloque 2 = 2 m x 1 m

Bloque 3 = 2 m x 1 m -

Bloque 4 = 2 m x 1 m -

Bloque 5 = 3,80 m x 1m -

Bloque 6 = 2 m x 1 m -

Bloque 7 = 2 m x 1 m -

Bloque 8 = 2 m x 1 m -

Bloque 9 = 3,80 m x 1m -

Tiene un sistema de recirculación para evitar los desbordes respectivos por el aumento de caudal.

- ❖ Como se muestra la grafica 7 del desarenador, este va tener un funcionamiento en paralelo, por motivos de limpieza, de manera que mientras funcione uno el otro reciba la limpieza respectiva que en caso de no tenerlo las aguas crudas tendrían que ir directamente al cuerpo receptor contaminando su ecosistema. Las medidas del desarenador son: 5,2m de ancho x 5,2m de largo x 1 m de altura para un caudal de 0,0158m<sup>3</sup>/s medidos el mes de septiembre.
- ❖ En base al Cuadro No 2 podemos observar que hoy en día esta descarga no cumple con el requisito de coliformes totales, por lo que no debería ser reusada de forma directa. Para su uso recomendaríamos tratar estas aguas con Hipo Clorito de Calcio, para eliminar los microorganismos orgánicos.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Para poder conseguir una mejora y mitigar la contaminación de estas aguas las cuales son una fuente indispensable de la vida de todo ser humano y nuestra obligación es cuidarlas, protegerlas y mantenerlas de una forma adecuada ya que sin agua no hay vida, se recomendaría a las autoridades competentes las cuales estas encargadas de dicha planta de tratamiento, poner en marcha una mejora y ampliación de esta, ya que por el gran aumento de población en los últimos años y viendo que esta planta fue construida aproximadamente hace 25 años atrás, ya no cumple con la tarea adecuada de poder depurar adecuadamente las aguas servidas que son dirigidas hacia allá.
  
- Que el Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos, por medio de los técnicos encargados de las plantas de tratamiento, realicen una limpieza del tanque de esta planta de tratamiento regularmente, monitoreando su funcionamiento y efectividad, ya que por el momento no cumple con las condiciones necesarias para el tratamiento de aguas residuales, provocando grandes pérdidas por medio de fugas antes de llegar al canal que ingresa al tanque llegando estas aguas directamente al río.
  
- A los estudiantes se recomendaría realizar experimentos para trabajos de tesis con métodos de depuración de aguas residuales más efectivos, para así lograr una reutilización de estas aguas con menos contaminantes y darles mas usos en bien de la población que vive río abajo como también protegerla de posibles enfermedades causadas por estas aguas.