

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Es indispensable para el desarrollo integral de las comunidades contar con sistemas de alcantarillado sanitario y un estricto control del funcionamiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Esto asegura una mejor calidad de vida para la población ya que, al no fluir las aguas negras y usadas libremente por las calles y terrenos, se evita la contaminación de ríos, quebradas, lagos y agua subterránea y permiten, en algunos casos, la reutilización de las aguas tratadas. (Fajardo, 2005).

Considerando el impacto negativo de los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales sobre los cuerpos de agua receptores, que en muchos casos saturan su capacidad de autodepuración, resulta importante monitorear las sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a estos vertimientos, ya que los recursos hídricos son esenciales para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental. (Romero, 1999)

Una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, tiene como objetivo principal el de reducir o corregir algunas características indeseables, de tal manera que su uso y su disposición final cumpla las normas y criterios definidos por la autoridades sanitarias. (Quintero, 2007).

Para la ejecución de los Programas de Monitoreo deben cumplirse de acuerdo a lo que establece el Protocolo de Monitoreo de la calidad de Aguas Residuales los cuales nos indican los procedimientos y metodologías y su aplicación contribuye al cumplimiento de las normas ambientales y la protección de los ecosistemas acuáticos, asimismo es una herramienta de evaluación, fiscalización y mejora de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) existentes. A través de la aplicación de este instrumento se contribuye además a realizar una verificación del funcionamiento de la PTAR. (Romero, 1999).

Por lo que es necesario conocer la eficiencia de la planta de tratamiento y la calidad del agua que está siendo tratada, por eso es importante realizar un monitoreo de las

aguas residuales, que permitan determinar la capacidad depuradora de la planta y descubrir sus posibles fallas. (Fajardo, 2005).

El presente trabajo de investigación se realizó en el Valle de la Concepción el cual cuenta con una Planta de Tratamiento para la descarga de las aguas residuales la misma que viene funcionando desde el año 2009 en la comunidad de Valle Bajo, los procesos de tratamientos que se llevan a cabo dentro de la planta son 3: Pretratamiento, Tratamiento Primario y Tratamiento Secundario, cabe resaltar que el mantenimiento de la PTAR está a cargo de la Alcaldía del Municipio de Uriondo y hasta la fecha solo realizo una toma de muestra de las aguas residuales en fecha 26 de septiembre del 2012.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al crecimiento de la población en la capital de Uriondo tenemos el aumento del caudal y flujo de carga de contaminantes, los mismos no se conocen el grado de eficiencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo, además que hasta la fecha no se realizó ningún tipo de monitoreo de las aguas residuales.

JUSTIFICACIÓN

En los últimos años debido al crecimiento poblacional del municipio de Uriondo se ha incrementado el área de urbanización y posterior habilitación de nuevas red de alcantarillados por lo que resulta el aumento del flujo de las aguas residuales y el aumento de carga orgánica, razón por la cual se requiere tener un dato del caudal y de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a muestrear tanto del afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales Valle Bajo y conocer el estado actual que se encuentra su sistema de tratamiento.

El presente trabajo de investigación se justifica porque al realizar un monitoreo de las aguas residuales de la planta de tratamiento de Valle Bajo podremos determinar el grado de eficiencia de dicha planta, también comparar los parámetros de los Límites Permisibles para descargas Liquidadas establecidos en el Reglamento de Materia de Contaminación Hídrica, realizados en el año 2012 con los resultados obtenidos el año 2014. Para conocer la reducción porcentual de los parámetros considerados en el presente trabajo de investigación el cual nos permitirá plantear que se mantenga la infraestructura tal como está, sugerir mejoras en los procesos de tratamiento, o proponer una nueva PTAR.

HIPÓTESIS

Los procesos de tratamiento en su sistema de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Comunidad de Valle Bajo es deficiente.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el grado de eficiencia del funcionamiento en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo, mediante un monitoreo y la verificación a los procesos que se llevan a cabo dentro de la PTAR del municipio de Uriondo.

Objetivos específicos

- ◆ Verificar el funcionamiento de cada uno de los procesos como ser el Pretratamiento, Tratamiento Primario y Tratamiento Secundario de la PTAR Valle Bajo.

- ◆ Determinar el caudal del afluente y efluente de la Planta de tratamiento aguas residuales Valle Bajo mediante un aforo de método de flotador y volumétrico.
- ◆ Monitorear las aguas residuales a través de 6 muestreos tanto en el afluente y efluente del sistema de la Planta de Tratamiento Aguas Residuales Valle Bajo, mediante el análisis de los parámetros (DBO₅, Fosforo, Nitrógeno Amoniacal, Oxígeno Disuelto, pH, Solidos Suspendidos, Temperatura y Coliformes Fecales) en los laboratorios del CEANID y COSSALT.
- ◆ Comparar los parámetros de descarga de la DBO₅, pH, Solidos Suspendidos, Temperatura y Coliformes Fecales con los Límites Permisibles (LP) establecidos en el RMCH.
- ◆ Determinar la eficiencia de la PTAR Valle Bajo con los resultados de laboratorio.
- ◆ Comparar los resultados de laboratorio tomado en el efluente, de los siguientes parámetros: DBO₅, Solidos Suspendidos, Coliformes fecales del mes de septiembre del año 2012 con los parámetros medidos el 2014.

CAPITULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se describen algunos términos y definiciones que se utilizarán durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

1.1.1 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).

1.1.2 Aguas Residuales Domesticas (ARD)

En general se consideran aguas residuales domésticas a los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. También se acostumbra denominar aguas negras a las aguas residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales. Y aguas grises a las aguas residuales provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, aportadoras de DBO, sólidos suspendidos, fósforo, grasas y coliformes fecales, esto es aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros. (Romero, 1999).

1.1.3 Aguas Residuales Municipales (ARM)

Se dominan aguas residuales municipales los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal. (Romero, 1999).

1.1.4 Afluente

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

1.1.5 Cadena de Custodia

Es el proceso de control y vigilancia del muestreo, incluyendo los métodos de toma de la muestra, preservación, codificación, transporte y su correspondiente análisis. Esta es esencial para asegurar la representatividad e integridad de la muestra desde su toma hasta el reporte de sus resultados. Con la cadena de custodia se asegura la confiabilidad de la muestra y permitir la trazabilidad de la misma. (Zambrano, 2010).

1.1.6 Coliformes Fecales

Son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos.

La denominación genérica Coliformes designa a un grupo de especies bacterianas, que tiene ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente, por las heces de los humanos y los animales, por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo existen muchos coliformes de vida libre tradicional. Se los ha considerado como indicadores de contaminación fecales el control de calidad del agua destinada al consumo humano, en razón de que los medios acuáticos los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal.

El grupo de coliformes fecales incluye a los coliformes capaces de crecer a temperatura elevada 44,5 o 45 °C. (Páez , 2009).

1.1.7 Cribado

Es un proceso mecánico que separa los materiales de acuerdo a su tamaño de partícula individual. Esto se cumple proporcionando un movimiento en particular al medio de cribado, el cual es generalmente una malla o una placa perforada.

(<http://es.slideshare.net/aLeeMontijo/cribado>).

1.1.8 Cloruro de Polivinilo (PVC)

Significan cloruro de polivinilo y es un plástico blanco rígido que se usa en las líneas de desechos sanitarios, tuberías de ventilación, y trampas de desagüe para aplicaciones domésticas y comerciales. Es un tubo rígido fuerte, resistente a los químicos, que se corta y mide fácilmente y que se usa a menudo para reparar secciones de tubería de hierro fundido rota.

(<http://reparaciones.about.com/od/termsor/g/Pvc-Or-Pvc-Poly-Vinyl-Chloride-Piping.htm>).

1.1.9 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

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 O₂.

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).

1.1.10 Desbaste

El desbaste se realiza por medio de rejillas, y tiene como objeto retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión, que arrastra consigo el agua residual. (Muñoz, 1992).

1.1.11 Detritus

Resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas. (<http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=detritus>)

1.1.12 Efluente

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

1.1.13 Frecuencia de Monitoreo

Es la periodicidad del monitoreo de calidad del agua residual, el cual está determinado por el caudal de operación de la PTAR. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.14 Fosforo

El fosforo generalmente se encuentra en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, como fosfatos. Estos se clasifican como ortofosfatos, fosfatos condensados y compuestos organofosfatados. Estas formas de fosfatos provienen de una gran cantidad de fuentes, tales como productos de limpieza, fertilizantes, procesos biológicos, etc.

El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de organismos, por lo que la descarga de fosfatos en cuerpos de aguas puede estimular el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos, en cantidades nocivas. Los fosfatos son sustancias solubles en agua, que las plantas necesitan para su desarrollo; pero si se encuentran en cantidad excesiva, inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos, provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno (del agua), y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable. (Marín, 2013).

1.1.15 Grado de Eficiencia

El grado de eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales se define como: la reducción porcentual de indicadores apropiados, considerados en forma acumulativa o de determinadas sustancias. Para la determinación de la reducción se establece para el indicador específico, una relación entre la carga que fluye a la planta o a una unidad de ella y correspondiente carga en el flujo del efluente de la planta. Estas determinaciones se realizan en lapsos apropiados para las observaciones. En caso de existir varios puntos de ingreso o egreso de aguas residuales en la planta, la carga total se determina con base en las cargas parciales. (Asociación Alemana de Saneamiento, agosto/1988).

1.1.16 Humedales Artificiales

Los humedales proveen sumideros efectivos de nutrientes y sitios amortiguadores para contaminantes orgánicos e inorgánicos. Esta capacidad es el mecanismo detrás de los humedales artificiales, para simular un humedal natural con el propósito de tratar las aguas residuales de empresas y municipios.

(http://www.vetiver.org/COL_TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20MEDIANTE%20FILTROS.pdf).

-Procesos de Remoción Físicos:

Los humedales artificiales son capaces de proporcionar una alta eficiencia física en la remoción de contaminantes asociado con material particulado.

(http://www.vetiver.org/COL_TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20MEDIANTE%20FILTROS.pdf).

-Procesos de Remoción Biológicos:

La remoción biológica es quizá el camino más importante para la remoción de contaminantes en los humedales artificiales.

Extensamente reconocido para la remoción de contaminantes en los humedales, es la captación de la planta. Los contaminantes que son también formas de nutrientes esenciales para las plantas, tales como nitrato, amonio y fosfato, son tomados fácilmente por las plantas de estos humedales.

(http://www.vetiver.org/COL_TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20MEDIANTE%20FILTROS.pdf).

-Procesos de Remoción Químicos:

El proceso químico más importante de la remoción de suelos de los humedales artificiales es la absorción, que da lugar a la retención a corto plazo o a la inmovilización a largo plazo de varias clases de contaminantes.

(http://www.vetiver.org/COL_TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20MEDIANTE%20FILTROS.pdf).

1.1.17 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).

1.1.18 Monitoreo

Consiste en una evaluación sistemática cualitativa y cuantitativa de la calidad del agua. (RMCH, 1992).

1.1.19 Monitoreo de la Calidad del Agua Residual

Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua residual, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.20 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).

1.1.21 Muestra Simple o Puntual

Es la que se toma en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual. Representa la composición del agua residual para un lugar, tiempo y circunstancia en la que fue recolectada la muestra. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.22 Muestreo

Acción que consiste en tomar muestras con el objeto de analizar sus propiedades y características. (NB-496, 2005).

1.1.23 Nitrógeno Amoniacal

El amoniaco es uno de los componentes transitorios en el agua, puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados.

Los iones amonio tienen una escasa acción tóxica por sí solos, pero su existencia, aun en bajas concentraciones, puede significar un alto contenido de bacterias fecales, patógenos, etc. La formación de amonio se debe a la descomposición bacteriana de urea y proteínas, siendo esta, la primera etapa del proceso de naturaleza inorgánica. (Marín, 2013).

1.1.24 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/>).

1.1.25 pH

Medida de la concentración de ion hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar del ion hidrógeno. Aguas residuales en concentraciones adversas del ion hidrógeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos. Aguas con pH menor de seis, en tratamiento biológico favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias. A pH bajo el poder bactericida del cloro es

mayor, porque predomina el HOCl; a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal es la forma gaseosa no iónica (NH₃), la cual es toxica, pero también removible mediante arrastre con aire, especialmente a pH de 10,5 a 11,5. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica puede ser muy restrictivo y crítico, pero generalmente es de 6,5 a 8,5. Para descarga de efluentes de tratamiento secundario se estipula un pH de 6,0 a 9,0; para procesos biológicos de nitrificación se recomiendan valores de pH de 7,2 a 9,0 y para desnitrificación de 6,5 a 7,5. (Romero, 1999).

1.1.26 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Infraestructura y procesos que permiten la depuración de los parámetros contaminantes contenidos en las aguas residuales domésticas o municipales. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.27 Punto de Aforo

Dispositivo o estructura donde se realiza la medición de caudal. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.28 Punto de Monitoreo o Punto de Control

Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad (en este caso del agua residual cruda y tratada) en forma periódica. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.29 Protocolo

Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.30 Tanque de Sedimentación Primario

Son tanques que permiten la sedimentación y eliminación de flotantes, actuando también como digestores aerobios.

El tanque de sedimentación es la unidad fundamental del sistema de tratamiento de las Aguas Residuales, ya que en este separa la parte sólida de las aguas servidas, por un proceso de sedimentación simple. Además, se realiza en su interior lo que se conoce como proceso séptico, que es la estabilización de la materia orgánica por acción de las bacterias aerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo. (Marín, 2013).

1.1.31 Temperatura

La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. Dado que el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año, y sólo son menores que ella durante los meses más calurosos del verano. En función de la situación geográfica, la temperatura media anual del agua residual varía entre 10 y 21°C, pudiéndose tomar 15,6 °C como valor representativo.

Dependiendo de la situación y la época del año, las temperaturas del efluente pueden situarse por encima o por debajo de las del afluente.

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles. (<http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>).

1.1.32 Oxígeno Disuelto (OD)

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de OD es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales. (http://www.fiq.unl.edu.ar/gir/archivos_pdf/GIR-TecnicasAnaliticas-OxigenoDisuelto.pdf).

1.1.33 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 MARCO TEORICO

1.2.1 Servicios Básicos

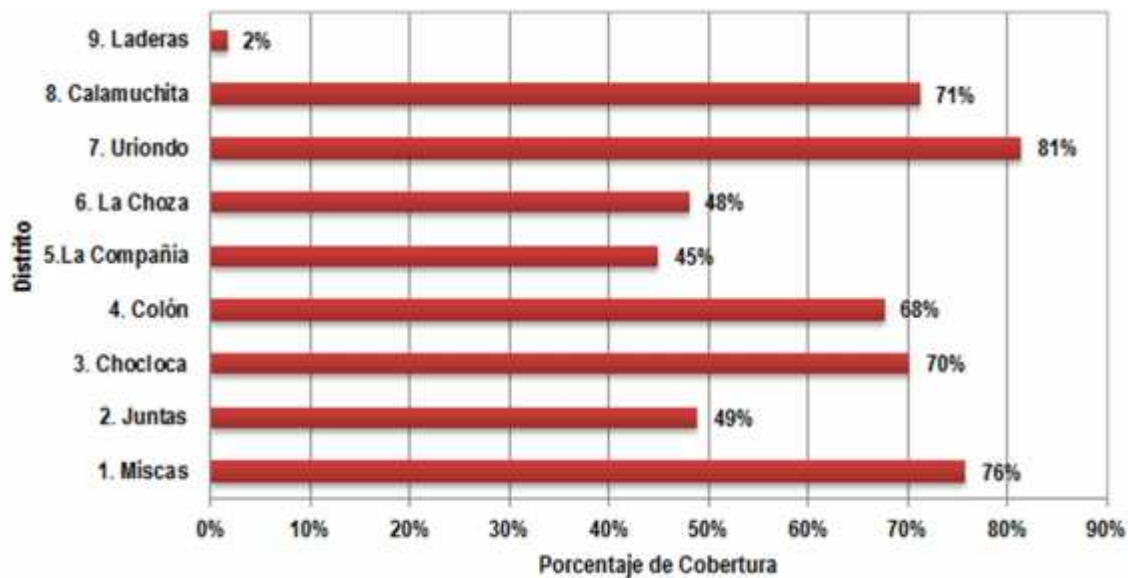
1.2.1.1 Agua Potable

En toda la sección de Uriondo, el 64 % de las viviendas cuenta con una conexión de agua por cañería en su vivienda o en su lote y el 36 % no cuenta con este servicio. Como se puede esperar, hay más viviendas con agua potable en el área urbana que en

el área rural. En el área rural hay muchas comunidades con las viviendas muy dispersas, que hacen difícil y costoso conectar todas las viviendas a una red comunal. (Ver gráfica N° 1)

GRAFICA 1

COBERTURA EN VIVIENDAS DE AGUA POTABLE



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2007-2011

1.2.1.2 Alcantarillado Sanitario

Alcantarillado solamente existe en El Valle de La Concepción (capital de la 1ra Sección), de las 3.932 viviendas existentes actualmente en el municipio los hogares con este servicio representan el 8 % (309 viviendas) del total de hogares en Uriondo. En otras comunidades los hogares utilizan pozos ciegos (51 %), y a campo abierto (41 %).

1.2.1.3 Número de Beneficiarios

El número aproximado de beneficiarios del alcantarillado en el área urbana de la capital de Uriondo es de 309 viviendas.

1.2.2 Proceso de una Planta De Tratamiento de Aguas Residuales

1.2.2.1 Tratamiento Preliminar

Su objetivo es la protección del resto de las etapas de tratamiento. Esta etapa es sumamente importante para evitar problemas posteriores en la planta de tratamiento. (Marín, 2013).

Principales etapas del tratamiento preliminar:

- ◆ Separación de grandes solidos
- ◆ Desbaste
- ◆ Cribado
- ◆ Tamizado
- ◆ Desarenado
- ◆ Regulación
- ◆ Preaereacion

1.2.2.2 Tratamiento Primario

El primer tratamiento importante que sufren las aguas residuales, después de las precedentes fases preliminares, es generalmente, la sedimentación de los sólidos suspendidos en un tanque adecuado en el que se mantienen las aguas por un lapso de 0.5 a 0.3 horas o más, que es suficiente para permitir que el 40% al 65% de los sólidos finamente divididos, se depositen en el fondo del tanque, del cual se extraen por medio de colectores mecánicos, en forma de lodos. La sedimentación primaria es una operación unitaria, diseñada para concertar y remover solidos suspendidos orgánicos del agua residual. (Marín, 2013).

Tipos de tratamientos primarios:

- ◆ Sedimentación simple
- ◆ Sedimentación con sustancias químicas

1.2.2.3 Tratamiento Secundario

El objetivo de este tratamiento es remover la demanda biológica de oxígeno (DBO) soluble que escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos sedimentables.

El tratamiento secundario intenta reproducir los fenómenos naturales de estabilización de la materia orgánica, que ocurre en el cuerpo receptor. La ventaja es que en ese proceso el fenómeno se realiza con más velocidad para facilitar la descomposición de los contaminantes orgánicos en períodos cortos de tiempo. Un tratamiento secundario remueve aproximadamente 85% de la DBO y los SS aunque no remueve cantidades significativas de nitrógeno, fósforo, metales pesados, demanda química de oxígeno (DQO) y bacterias patógenas.

(<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html>).

1.2.2.4 Tratamiento Terciario

El tratamiento terciario es el procedimiento más completo para tratar el contenido de las aguas residuales, pero no ha sido ampliamente adoptado por ser muy caro. Este tratamiento consiste en un proceso físico-químico que utiliza la precipitación, la filtración y/o cloración que utiliza para reducir drásticamente los niveles de nutrientes inorgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final. (Marín, 2013).

1.3 MARCO LEGAL

1.3.1 Ley 1333 de Medio Ambiente

ARTICULO 1° La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medioambiente 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.

1.3.2 Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (Ley 1333)

ARTICULO 1º La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992 en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible.

ARTÍCULO 3º.- 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.

ARTÍCULO 11º 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;
- 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.

1.3.2.1 Monitoreo y Evaluación de la Calidad Hídrica

ARTICULO 30º El Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (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.

ARTICULO 31° Para realizar la inspección indicada en el artículo anterior, el REPRESENTANTE LEGAL deberá permitir el acceso al representante de la Prefectura con el fin de que verifique si:

- a) existen cambios en la estructura de la planta de tratamiento;
- b) existen cambios en los métodos de operación y mantenimiento, o
- c) existen otras condiciones de cambio, sea por reemplazo de materia prima o equipos.

En estos casos, la industria está en la obligación de corregir las diferencias existentes en un plazo adecuado, fijado por la Autoridad Ambiental Competente.

ARTICULO 32° Los muestreos y análisis concernientes a las aguas residuales crudas o tratadas y a los subproductos que se generen durante el tratamiento de las mismas, deberán ser realizados por laboratorios autorizados.

ARTICULO 33° La información resultante de las actividades de revisión y aprobación de proyectos, construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de análisis, mediciones y registro de las descargas y evaluaciones que se practiquen, ingresará en una base de datos integrada y computarizada.

ARTICULO 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.

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.

1.3.2.2 De los Sistemas de Tratamiento

ARTICULO 55° Si la Instancia Ambiental Dependiente de la Prefectura detecta que en el funcionamiento de un sistema o planta de tratamiento se están incumpliendo las condiciones inicialmente aceptadas para dicho funcionamiento, conminará al REPRESENTANTE LEGAL a modificar, ampliar y/o tomar cualquier medida, sea en la estructura de la planta de tratamiento o en los procedimientos de operación y mantenimiento, para subsanar las deficiencias.

ARTICULO 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.

ARTICULO 60° En caso de que se interrumpa temporalmente la operación total o parcial del sistema o planta de tratamiento, se deberá dar aviso inmediato a la correspondiente Prefectura, especificando las causas y solicitando autorización para descargar el agua residual cruda o parcialmente tratada, por un tiempo definido. Además, se deberá presentar un cronograma de reparaciones o cambios para que la planta vuelva a su funcionamiento normal en el plazo más breve posible.

ARTICULO 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.

CAPITULO II
MATERIALES Y METODOS

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1 Localización

La primera da Sección de la provincia Avilés, Uriondo, se encuentra localizada en la parte central del departamento de Tarija, con una orientación sud oeste; constituyendo gran parte de su territorio, El Valle Central del municipio, flanqueada por dos serranías al este y oeste. Geográficamente, Uriondo se encuentra localizado entre los $21^{\circ} 36' 39''$ de Latitud Sud – $64^{\circ} 38' 10''$ Longitud Oeste en la parte Nor-Occidental, $21^{\circ} 46' 06''$, Sur – $64^{\circ} 29' 1''$, Oeste en su región Nor- Oriental, $21^{\circ} 51' 29''$ Sur – $64^{\circ} 37' 20''$ Oeste en el Extremo Sur- Occidental y $21^{\circ} 48' 44''$ Sur – $65^{\circ} 00' 40''$ Oeste.(Ver anexo 1).

La Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas (PTAR) se encuentra ubicada en la comunidad de Valle Bajo a aproximadamente a 2km del área urbana del municipio de Uriondo. El punto de referencia de la PTRa en coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), con el Datum WGS84 (sistema de posicionamiento global): 330427 E y 7600096 N, en la zona 20 K, UTC -4:00 Hrs.(Coordinated Universal Time) a una altura de 1663 m.s.n.m. (Ver Imagen 1)

IMAGEN 1

UBICACIÓN DE LA PTAR VALLE BAJO



Fuente. Google Earth(2014)

El área de estudio cuenta con una superficie de terreno de 2946 m², donde se encuentra la infraestructura, presenta una franja arbustiva de árboles de 10m a 5m alrededor de la PTAR Valle Bajo. Además consta de un cerramiento perimetral con cerca de alambre de púa y un portón de malla olímpica en la entrada principal que está a lado del camino. (Ver fotografía 1)

Fotografía 1

ENTRADA A LA PTAR



Fuente: Elaboración propia, 2014

Colindancia: La PTAR Valle Bajo limita al:

- ◆ **Norte:** Con Propiedad de don Julio Hoyos
- ◆ **Sur:** Con el terreno de viña de la familia Cuellar.
- ◆ **Este:** Con el Camino vecinal de la comunidad.
- ◆ **Oeste:** Con un camino de acceso a terrenos.

2.1.2 Extensión

La extensión territorial del municipio abarca aproximadamente 1.176,12 Km² (117.612,40 ha) la misma que ha sido calculada en base a Sistemas de Información Geográfica (SIG). (PDM, 2007-2011). (Ver cuadro 1)

CUADRO 1

EXTENSIÓN TERRITORIAL PROVINCIA AVILÉS

Secciones Provincia Avilés	Superficie (Has.)	Porcentaje (%)
1ra Sección Uriondo	111.612,04	38,8%
2da Sección Yunchará	176.036,96	61,2%
Total	287.649,00	100,0%

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2007-2011

En la actualidad el Municipio de Uriondo de la Primera Sección de la Provincia Avilés es catalogada como una de las once secciones municipales que conforman el departamento, la población estimada para la gestión 2006 según el INE es de 13.308 Habitantes de los cuales son Hombres 6.736 que representa el (50.61%) y 6.572 son Mujeres que representa el (49.38%) con un índice de crecimiento de 1.1 %, la misma que está distribuida en un territorio de aproximadamente de 1176 Km², con una densidad poblacional de aproximadamente 11 habitantes por Km².(PDM, 2007-2011)

2.1.3 Clima

El clima del municipio de Uriondo varia por ser semiárido fresco, con una temperatura media anual de 17.5°C. Que varía de temperaturas medias anuales entre (16 - 20°C) y precipitaciones más abundantes (600 mm anuales). (PDM, 2007-2011)

2.1.4 Riesgos climáticos

Las heladas, granizadas son las limitaciones más importantes para la producción casi todos los años se presentan estas dificultades causando grandes daños al agricultor y acarrea una pérdida de la producción. (PDM, 2007-2011)

2.1.5 Erosión

La erosión de los suelos, es el conjunto de procesos que causan variaciones en el relieve de la superficie terrestre. Estos procesos son producidos generalmente por precipitaciones altas que producen escurrimiento sobre la superficie del suelo que desgastan y transportan material granular produciendo erosión. (PDM, 2007-2011)

2.1.6 Vegetación

La vegetación con que cuenta esta zona refleja unas características particulares de topografía y climáticas de la región. (Ver cuadro 2). (PDM, 2007-2011)

CUADRO 2

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DEL MUNICIPIO DE URIONDO

Tipo de Vegetación Predominante	Principales Plantas Silvestres	Principales Animales Silvestres
Molle(Schinus molle) Algarrobo(Ceratonia silica) Tusca(Acacia aroma) Eucalipto(Eucalyptus melliodora) Sauce(Salix babylonica)	Churqui (Acacia caven) Keuña(Poylepis australis) Tola(Bacharis dracunculifolia) Aliso (Alnus cordata) Taco(Latania lontaroides)	Vizcacha(Lagidium viscacia) Zorro(Vulpes vulpes) Cóndor(Vultur gryphus) Chanco(scrofa domestica) Urina(Mazama gouzoubira) Perdiz(Alectoris rufa)

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2007-2011.

2.1.7 Fauna

En la región se encuentra una gran variedad de animales silvestres de las cuales nombramos a continuación: Liebre, vizcacha, paloma, huayco, conejo, etc.

Cada una de estas especies se encuentra dependiendo de la zona más húmeda, poca humedad y mayor vegetación. (PDM, 2007-2011)

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Diseño de la Investigación

Los métodos aplicados en el presente trabajo de investigación fueron de carácter descriptivo y analítico con la descripción, registro, análisis e interpretación del estado actual que se encuentra la PTAR Valle Bajo; también se utilizó el método cuantitativo para el análisis de muestras y medición del caudal en la PTAR.

El método descriptivo 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).

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, en 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).

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, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. (Tamayo, 2007).

2.3 DESCRIPCION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

2.3.1 TRABAJO DE GABINETE

Revisión de la información secundaria (PDM, documentos de la planta de tratamiento de aguas residuales Valle-Bajo, NB-496, protocolo de monitoreo, etc.) y la planificación de un cronograma de los parámetros y variables a medir en el monitoreo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo.

2.3.2 TRABAJO DE CAMPO

Para realizar la verificación se tomó en cuenta la metodología descriptiva que nos permitirá la descripción, registro, análisis e interpretación del estado actual que se encuentra la PTAR Valle Bajo del municipio de Uriondo. (Tamayo, 2003).

El procedimiento que me permitirá alcanzar este objetivo consistirá en la medición de la estructura de la PTAR, donde conto con los siguientes materiales: Libreta de campo, cámara fotográfica digital y flexometro y un GPS para la ubicación exacta del área de estudio.

La técnica con la que recabare información es mediante la aplicación de observación y descripción directa de cada proceso de la PTAR Valle Bajo como ser el Pretratamiento, Tratamiento Primario y el Tratamiento Secundario.

Se procedió al monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales, y su posterior medición del caudal y toma de muestras respectivas para medir los siguientes parámetros del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo: (Ver cuadro 3)

CUADRO 3
PARÁMETROS A MEDIR

PARAMETROS	<ul style="list-style-type: none">◆ DBO₅◆ Fosforo◆ Nitrógeno Amoniacal◆ Oxígeno Disuelto◆ pH◆ Solidos Suspendidos◆ Temperatura◆ Coliformes Fecales
-------------------	--

Fuente: Elaboración propia, 2014

2.3.3 MONITOREO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO VALLE BAJO

Para la realización del monitoreo se basó mediante el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales el cual consiste en el siguientes pasos. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013)

2.3.3.1 Puntos de Monitoreo

Para los puntos de monitoreo se tomó en cuenta la metodología del Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales. La misma indica que se deben tomar dos puntos de monitoreo: en la entrada (afluente) de la PTAR y en el dispositivo de salida (efluente) de la PTAR, en el caso de existir conexión a la salida de la PTAR y el punto de vertido con otras descargas se tomara un punto adicional, en el presente trabajo de investigación no se cuenta con otras descargas.

2.3.3.2 Agua Residual Cruda (Afluente), entrada a la PTAR

Se ubicó un punto de monitoreo en el ingreso del agua residual cruda a la PTAR, después de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan a la obra de llegada a la PTAR.

El punto de monitoreo del afluente se colocó en un lugar que evito menos interferencia de sólidos de gran tamaño en la toma de muestras, después del proceso de cribado.

2.4.3.3 Agua Residual Tratada (Efluente), dispositivo de salida

Se ubicó un punto de monitoreo en el dispositivo de salida del agua residual tratada de la PTAR.

2.3.3.4 Identificación del punto de Monitoreo

Los puntos de monitoreo, han sido identificados y reconocidos claramente, de manera que nos permitió su ubicación exacta en los muestreos. En la determinación de la ubicación se utilizó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que se registró en coordenadas UTM. Y posteriormente los puntos establecidos en el monitoreo se colocó una placa de identificación para el reconocimiento de su ubicación.

2.3.3.5 Características del Punto de Monitoreo

Los puntos de monitoreo tuvieron las siguientes características:

- ◆ Los puntos de monitoreo se localizaron en la parte donde existe una mejor mezcla del flujo.
- ◆ Para la medición del afluente, el punto de monitoreo se lo realizo después del pretratamiento.

- ◆ El acceso a la PTAR fue fácil y seguro.
- ◆ Se contó con una etiqueta de caracterización incluyendo la denominación del punto de monitoreo.

2.3.3.6 Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia de monitoreo se realizó en base al Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales, donde se realizó un cronograma para cumplir los objetivos en el muestreo de los parámetros que se efectuó en PTAR Valle Bajo, en el que se realizó la toma de muestras el mes de octubre los días lunes 13, 20 y 27 con tres mediciones en el día a horas 08:00 de la mañana, 14:00 de la tarde y 19:00 de la noche.(Ver anexo 2).

2.4 DESARROLLO DEL MONITOREO

2.4.1 Medición del Caudal (Afluente)

2.4.1.1 Procedimiento

Se aplicó el método del flotador para medir el caudal en el canal de aguas residuales. Este método consiste en lo siguiente:

Controlar el desplazamiento de un objeto flotante entre dos puntos fijos a lo largo de su recorrido. Junto con lo anterior se procedió a medir la profundidad de la vena líquida, medir el área húmeda del canal, la longitud donde recorrió el flotador, y el tiempo que tarda el flotador en recorrer esa distancia. (Flores, abril 2014).

Se realizó 15 pruebas a una distancia de 5 m, usando como flotador un (CD). Estas pruebas se realizaron a las 7:00 am, 13:00 pm, 19:00 pm, durante una semana. (Ver anexo 8)

La siguiente formula es considerada para el cálculo del caudal.

$$Q = v * A$$

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

$$A = Ah * b$$

Dónde:

Q= caudal (m³/s)

A= área (m²)

v= velocidad (m/s)

d= distancia (m)

t= tiempo (s)

Ah = área húmeda (m)

b = base (m)

2.4.2 Medición del Caudal (Efluente)

2.4.2.1 Procedimiento

Se aplicó el método volumétrico que es la forma más sencilla de calcular los caudales pequeños donde se requiere de un recipiente para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

(<http://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hidrometria/material/hidrometria.pdf>).

Se realizó 15 pruebas en un recipiente de 20 litros para el aforo del efluente. Estas pruebas se realizaron a las 7:00 am, 13:00 pm, 19:00 pm, durante una semana. (Ver anexo 9)

La siguiente formula es considerada para el cálculo del caudal.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Dónde:

Q = caudal (m^3/s)

V = volumen (m^3)

T = tiempo (s)

2.4.3 Toma de Muestras

2.4.3.1 Método de Muestreo

Para el Monitoreo del presente trabajo de investigación se desarrollará conforme con lo que establece la Norma Boliviana (NB 496- 2005) agua potable- toma de muestras que tiene el siguiente procedimiento:

◆ Muestreo

La toma de muestras para el análisis físico-químico y microbiológico fue a través de muestras simples y puntuales.

◆ Puntos de Muestreo

Es el registro y ubicación de los puntos de muestreo.

◆ Identificación de Puntos de Muestreo

Todas las muestras fueron claramente identificadas, llevando una etiqueta o tarjeta, señalando los datos detallados.

◆ Transporte y Conservación de Muestras

Trasladar las muestras en conservadora con hielo durante el tiempo que dure el transporte al laboratorio.

2.4.3.2 Procedimiento Para la Toma de Muestras

Afluente

- ◆ Ubicación del punto a monitorear (Afluente) para el muestreo respectivo:
(Ver cuadro 4)

CUADRO 4

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO (AFLUENTE)

Nombre de municipio: Uriondo			
Nombre de PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo			
Ubicación de PTAR: Comunidad Valle Bajo			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
Uriondo	7	Avilés	Tarija
IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)	M1		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
7600099	330385	20K	1664 m.s.n.m
Datos de GPS: GPSmap 76CSx, 76384453			

Fuente: Elaboración propia, 2014

◆ **Procedimiento**

- El envase se enjuaga dos veces con el agua a muestrear donde se tomaron 2000 ml del afluente en dos envases de plástico para el análisis fisicoquímico. Esto se realizó después del Pretratamiento para evitar que entren piezas grandes de Detritus en la muestra, tales como hojas, trapos, plásticos, etc.
- Se tomaron 300 ml del afluente en dos envases de vidrio esterilizado para el análisis microbiológico. Esto igual se realizó después del pretratamiento para Evitar que entren piezas grandes de Detritus.

- Se colocó una etiqueta de caracterización en los recipientes de las muestras.
- Los recipientes con muestras se los colocó cuidadosamente en la conservadora con hielo para su transporte a Tarija, con un lapso de 30 minutos para su recepción de dichos laboratorios.

Efluente

- ◆ Ubicación del punto a monitorear (Efluente) para el muestreo respectivo: (Ver cuadro 5)

CUADRO 5

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO (EFLUENTE)

Nombre de municipio: Uriondo			
Nombre de PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo			
Ubicación de PTAR: Comunidad Valle Bajo			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
Uriondo	7	Avilés	Tarija
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)	M2		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
7600057	330427	20K	1663 m.s.n.m
Datos de GPS: GPSmap 76CSx, 76384453			

Fuente: Elaboración propia, 2014

◆ **Procedimiento**

- El envase se enjuago dos veces con el agua a muestrear donde se tomo 2000 ml del afluente en dos envases de plástico para el análisis fisicoquímico.
- Se tomaron 300 ml del afluente en dos envases de vidrio esterilizado para el análisis microbiológico.
- Se colocó una etiqueta de caracterización en los recipientes de las muestras.
- Los recipientes con muestras se los coloco cuidadosamente en la conservadora con hielo para su transporte a Tarija, con un lapso de tiempo recorrido de 30 minutos para su recepción de dichos laboratorios.

2.4.3.3 Análisis de las Muestras

El análisis fisicoquímico de las muestras se realizó en el laboratorio del centro de análisis investigación y desarrollo (CEANID).

Y para el análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de aguas de la Cooperativa de servicios de agua y alcantarillado de Tarija Ltda. (COSSALT)

2.5 ANÁLISIS DEL GRADO DE EFICIENCIA DE LA PTAR VALLE BAJO

El grado para este sistema será la medida en función del DBO₅ por ser la variable de mayor incidencia en la contaminación respectiva. Esta se la expresa con la siguiente formulación. (Asociación Alemana de Saneamiento agosto/1988).

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{DBO}_{5a} - \text{DBO}_{5e}}{\text{DBO}_{5a}} \times 100\%$$

Dónde:

DBO_{5a} = Demanda Bioquímica en el afluente

DBO_{5e} = Demanda Bioquímica en el efluente

Asimismo este análisis de cálculo se realizó en los parámetros que tuvieron mayor incidencia en la remoción en el sistema de tratamiento según los resultados de análisis de los laboratorios como ser los Sólidos Suspendidos y las Coliformes Fecales.

Eficiencia de Sólidos Suspendidos

$$\text{Eficiencia} = \frac{SSa - SSe}{SSa} \times 100\%$$

SSa = Sólidos Suspendidos afluente

SSe = Sólidos Suspendidos efluente

Eficiencia de las Coliformes Fecales

$$\text{Eficiencia} = \frac{CFa - CFe}{CFa} \times 100\%$$

CFa = Coliformes Fecales afluente

CFe = Coliformes Fecales efluente

2.6 MATERIALES

2.6.1 Indumentaria de protección

- ◆ Botines de seguridad
- ◆ Guantes de látex descartables
- ◆ Barbijos
- ◆ Camisa y Pantalón vaquero

2.6.2 Materiales de campo

- ◆ GPS
- ◆ Libreta de campo
- ◆ pH-metro con función de registro de temperatura
- ◆ Cámara fotográfica digital

2.6.3 Medición del Caudal

2.6.3.1 Afluente

- ◆ Flexómetro
- ◆ Flotador
- ◆ Cronometro
- ◆ Varilla
- ◆ Cámara fotográfica digital.

2.6.3.2 Efluente

- ◆ Cronometro
- ◆ Recipiente de 20 litros
- ◆ Cámara fotográfica digital

2.6.4 Toma de Muestras

- ◆ Recipiente (PET) de 2 litros
- ◆ Frasco de vidrio esterilizado 300 ml
- ◆ Conservadora con hielo
- ◆ Cámara fotográfica digital

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSION

CAPITULO III

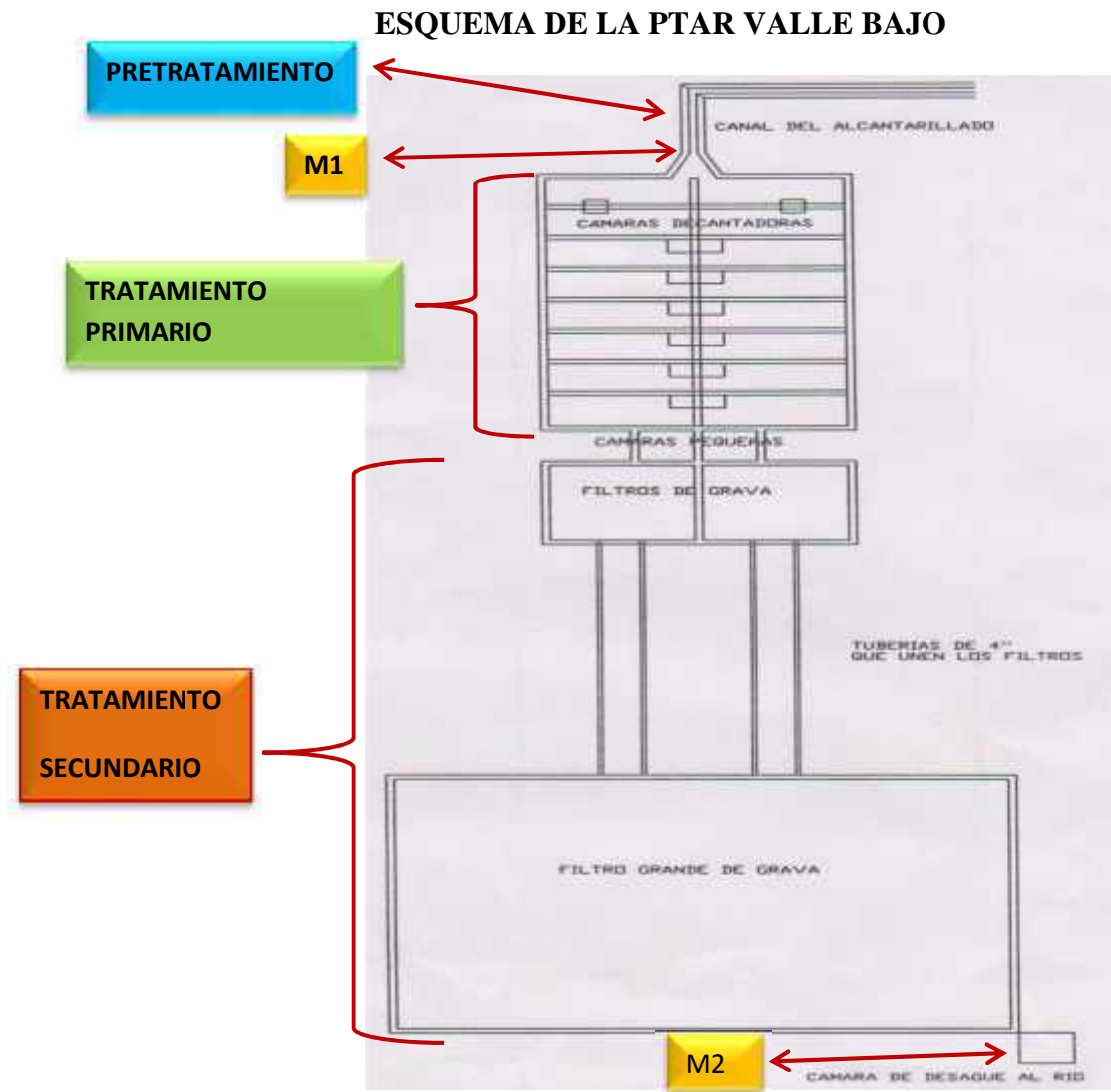
RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 TRABAJO DE CAMPO

3.1.1 Descripción del Proceso y Funcionamiento de la PTAR Valle Bajo

En el presente trabajo de investigación para la descripción del proceso de funcionamiento se realizó bajo el siguiente esquema. (Ver Grafica 2)

GRAFICA 2



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como se puede ver en la gráfica 2 se tiene el esquema de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo, donde se separa en tres etapas de tratamiento como ser el Pretratamiento que se encuentra ubicado en la parte inicial del canal de llegada de las aguas residuales, luego en la parte intermedia está el Tratamiento Primario donde se encuentran las cámaras decantadoras y la última etapa se encuentra ubicado el Tratamiento Secundario que consta de los filtros de grava. También se tiene dos puntos de ubicación para el muestreo M1 en el Afluente y M2 en el Efluente.

3.2.1 PRETRATAMIENTO O TRATAMIENTO PRELIMINAR

Esta parte del pretratamiento es importante ya que evita problemas posteriores en el resto de la PTAR como la protección de taponamientos en las tuberías.

3.2.1.1 Canal de Entrada del Afluente de las AR

Los resultados de medición del canal de entrada hacia el tanque de sedimentación primario tienen una dimensión de elevación de 1,60m de la base del suelo con una pendiente de corriente suave. (Ver fotografía 2)

Fotografía 2 Canal de la PTAR

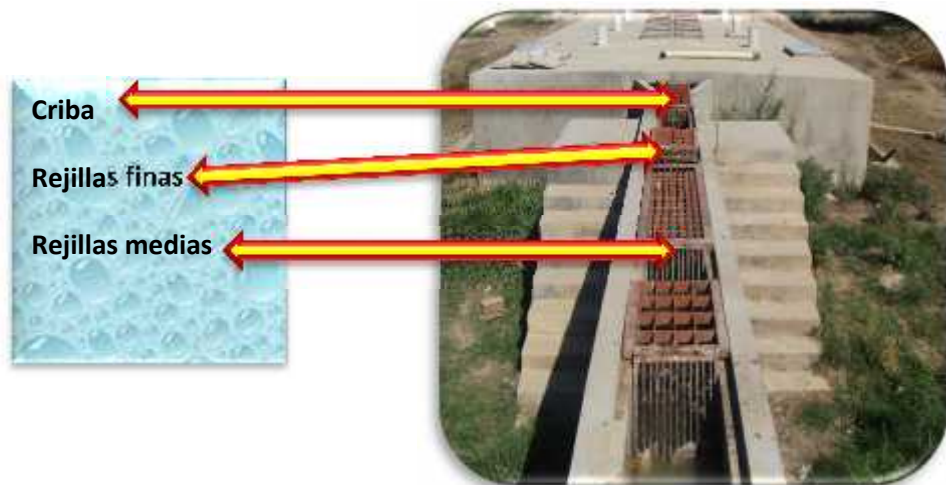


Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.1.2 Rejillas y Cribado de la PTAR

También el canal consta de cuatro rejillas mecánicas móviles que están colocadas cada 1,5m de separación y una criba en el final, donde las dos primeras rejillas medias están colocadas con una inclinación de 60° donde sus rejas están orientadas de manera vertical con un espaciamiento de 2cm para la retención de los sólidos más grandes(trapos, plásticos, palos, etc.). La tercera y cuarta rejilla es más finas que se encuentran en la parte media del canal, con una inclinación de 60° y un espaciamiento de 1cm para la retención de los sólidos más pequeños, y por último la criba que se encuentra en la parte final del canal cerca del tanque sedimentador, esta tiene una forma de cuadrícula con un espaciamiento de 1cm para la retención de sólidos más pequeños y su posición es verticalmente. (Ver fotografía 3)

Fotografía 3 Rejillas de la PTAR



Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.1.3 Dimensiones de las Rejillas

Las dimensiones de las rejas se las puede desglosar de la siguiente manera: (Ver cuadro 6)

CUADRO 6

DIMENSIONES DE LAS REJILLAS

TIPO DE REJILLAS	BARRAS	
	ESPESOR (pulgadas)	ESPACIAMIENTO (centímetros)
Rejas medias	5/16	2
Rejas finas	1/4	1

Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.1.4 División del Canal

En la parte final del canal tiene una forma trapezoidal, ya que se divide en dos secciones para que el caudal de las aguas residuales ingrese al tanque de sedimentación. (Ver fotografía 4)

Fotografía 4 División del Canal



Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.1.5 Deposito de la PTAR

En los costados del canal consta de un depósito pequeño y de gradas para subir al canal donde el encargado de mantenimiento de la PTAR realiza la limpieza de los sólidos que se acumulan en las rejillas y la criba. (Ver fotografía 5)

Fotografía 5 Deposito de la PTAR



Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.2 TRATAMIENTO PRIMARIO

La sedimentación primaria es una operación unitaria, diseñada para la sedimentar y remover solidos suspendidos orgánicos del agua residual.

3.2.2.1 Tanque de Sedimentación Primario

La PTAR Valle Bajo tiene un tanque de sedimentación donde su principal función es la sedimentación y la eliminación de solidos flotantes, actuando también como un digestor aerobio para la estabilización de la materia orgánica.

El tanque de sedimentación cuenta con las siguientes dimensiones. (Ver fotografía 6)

Fotografía 6 Dimensiones Tanque Sedimentador



Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.2.2 Características Físicas del Tanque de Sedimentación

- ◆ Consta de un sistema de 14 cámaras decantadoras. (Ver fotografía 7)

Fotografía 7 Exterior de las Cámaras



Fuente: Elaboración propia, 2014

- ◆ En la parte superior del tanque sedimentador tiene 6 respiraderos de tubos PVC de 6 pulgadas para la expulsión de diversos gases que se generan en el interior del mismo. (Ver fotografía 8)

Fotografía 8 Respiraderos



Fuente: Elaboración propia, 2014

- ◆ Las cámaras de cada sección de los decantadores cuenta con unas tapas de acero para realizar el mantenimiento en su interior. Estas también se evidencian que el 50% de las tapas de acero de las cámaras decantadoras se encuentran deterioradas por la presencia de gases que se pudo percibir el olor como a huevo podrido (sulfuro de hidrogeno). (Ver fotografía 9)

Fotografía 9 Tapas de Acero

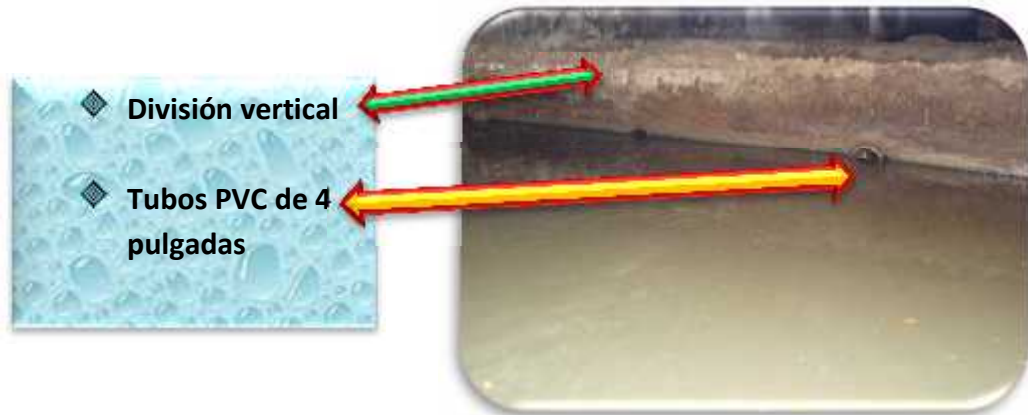


Fuente: Elaboración propia, 2014

- ◆ En la parte interior del tanque de sedimentación se divide en 14 cámaras decantadoras, donde cada una de ellas llevan 3 tubos PVC de cuatro pulgadas

en parte superior para que circule las aguas residual de cámara a cámara. (Ver fotografía 10)

Fotografía 10 Interior del Tanque Sedimentador



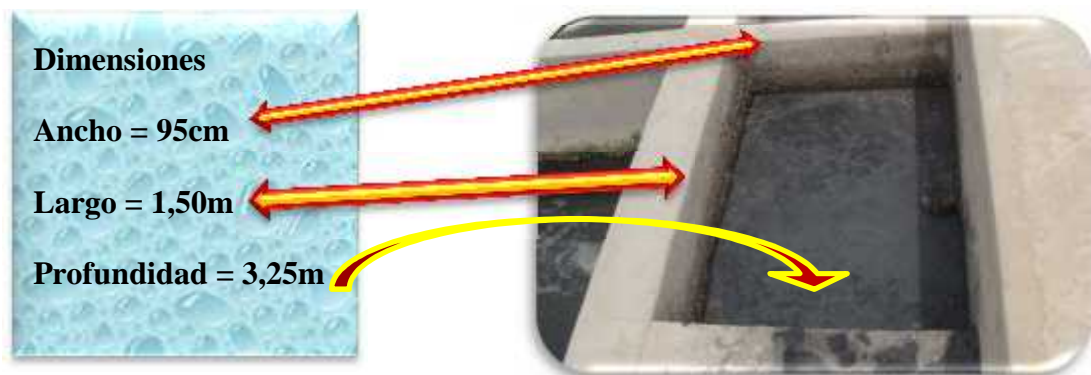
Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO

3.2.3.1 Cámaras Pequeñas

Estas cámaras se encuentran a lado del tanque sedimentador, donde las aguas que están siendo tratadas ingresan a través de dos cañerías PVC de cuatro pulgadas perforadas en diversas partes para que el agua residual se distribuya uniformemente, y tiene las siguientes dimensiones. (Ver fotografía 11)

Fotografía 11 Dimensiones Cámaras Pequeñas



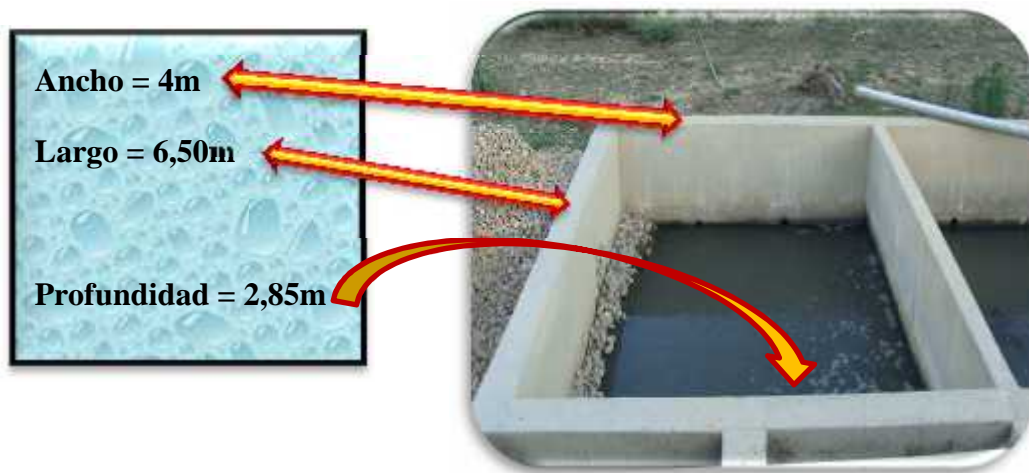
Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.3.2 Filtros de Grava

Estos filtros se encuentran ubicados a lado de las cámaras pequeñas y su principal función es la separación de las partículas y los microorganismos que no han sido removidos en el proceso de sedimentación. Estas cámaras cuentan con una cañería PVC de cuatro pulgadas en cada cámara con una longitud de 3,78m, perforadas en los costados, para que el drenaje del agua residual sea de manera uniforme en las cámaras de filtros de grava.

Las dimensiones de estas dos cámaras son las siguientes: (Ver fotografía 12)

Fotografía 12 Dimensiones de los filtros de grava



Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.3.3 Filtro Grande de Grava

Se encuentra ubicado a 10,25m de los filtros de grava más pequeños unidos con cuatro tuberías PVC de cuatro pulgadas, al tener una mayor dimensión este filtro actúa como un humedal artificial de grava es capaz de mayor remoción de contaminantes para que el agua residual salga más tratada. (Ver fotografía 14)

Ver fotografía 14 Filtro de Grande de Grava

**Dimensiones filtro
grande de grava:**

Ancho = 18,20m

Largo = 20,30m

Profundidad = 4,5m



Fuente: Elaboración propia, 2014

El material de grava su diámetro varía de 3cm la más pequeña y 14 cm la más grande.
(Ver fotografía 15)

Fotografía 15 Grava



Fuente: Elaboración propia, 2014

3.2.3.4 Cámara de Desagüe

La cámara de desagüe se encuentra a lado del filtro grande de grava, donde desemboca el efluente final las aguas residuales. Se evidencio que la cámara de desagüe se encuentra dañada en la parte donde van los dos tubos de tres pulgadas por donde drena el agua a la cámara. (Ver fotografía 16)

Fotografía 16 Cámara de Desagüe



3.3 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE CAUDALES

3.3.1 Caudales Promedios Diarios del Afluyente y Efluente

CUADRO 7

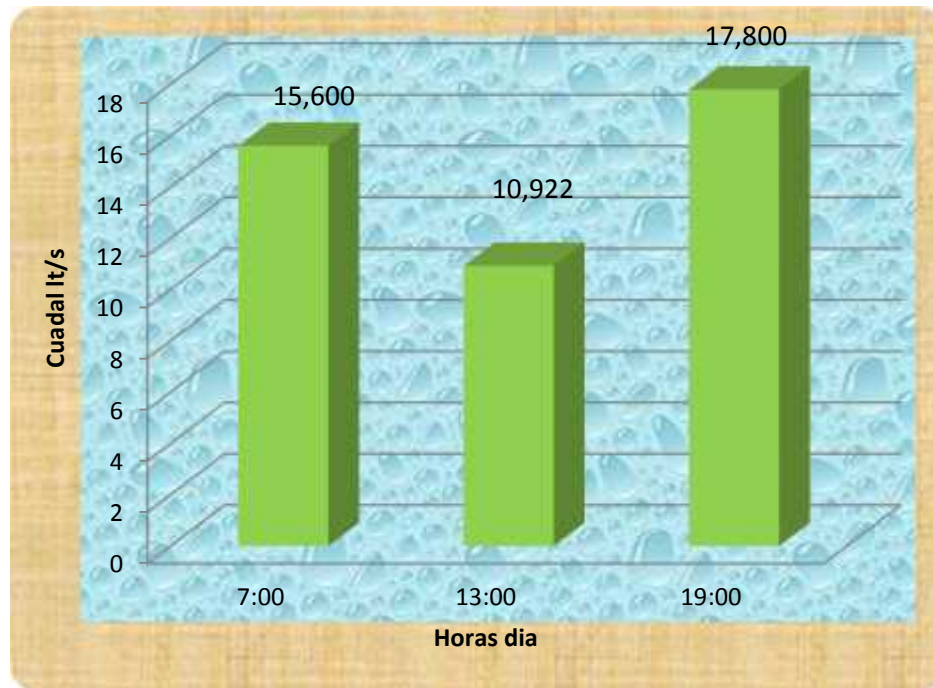
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA LUNES 6 DE OCTUBRE (AFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	15,600	07:00
2	10,922	13:00
3	17,800	19:00
Promedio	14,774 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 3

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA LUNES 6 DE OCTUBRE (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el cuadro 7 y grafica 3 se ve que la mínima de caudal del afluente se da entre las 13:00 de la tarde con 10,922 lt/s y la máxima con 17,800 lt/s se da por la noche de 19:00 hacia adelante. La diferencia entre la mínima y máxima de 7 lt/s, con un promedio de las tres mediciones de 14,774 lt/s.

Este tipo de comportamiento es por las actividades que realiza la población en general de la capital de Uriondo ya que es un día hábil de trabajo. Por tal motivo concluimos que el horario de la noche el caudal aumenta de manera proporcional por el uso del agua.

CUADRO 8

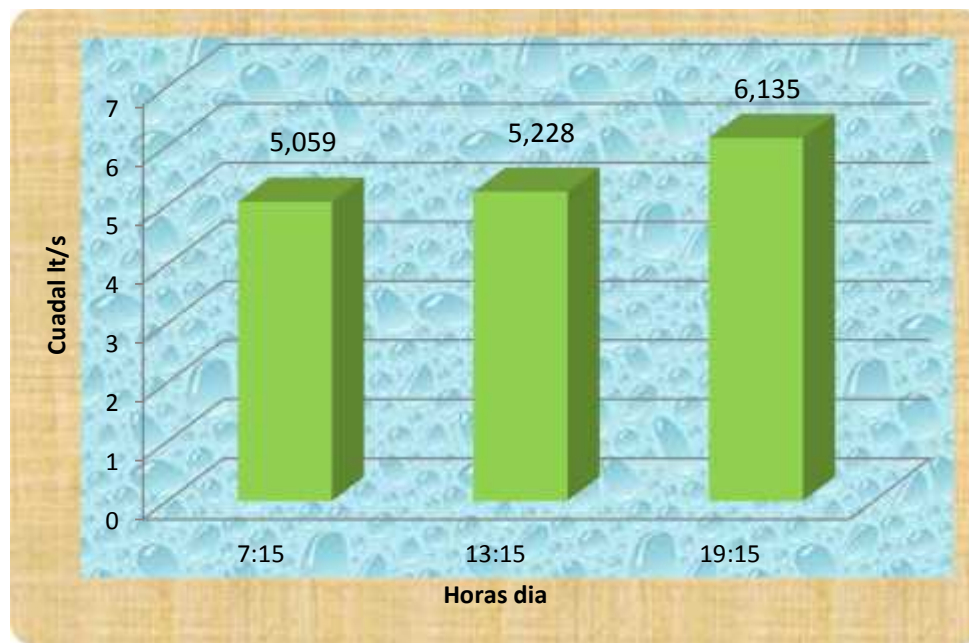
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA LUNES 6 DE OCTUBRE (EFLUENTE)

N° de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	5,059	07:15
2	5,228	13:15
3	6,135	19:15
Promedio	5,441 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 4

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA LUNES 6 DE OCTUBRE (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como podemos observar en el cuadro 8 y grafica 4 la mínima del caudal de efluente se da a las 13:15 de la tarde con 5,059 lt/s, mientras que la máxima se da a las 19:15 adelante con 6,135 lt/s. Con un promedio de 5,441 lt/s de las tres mediciones que se realizó.

Se concluye que el caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por la filtraciones que se tiene en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación que existe en dicha Planta.

CUADRO 9

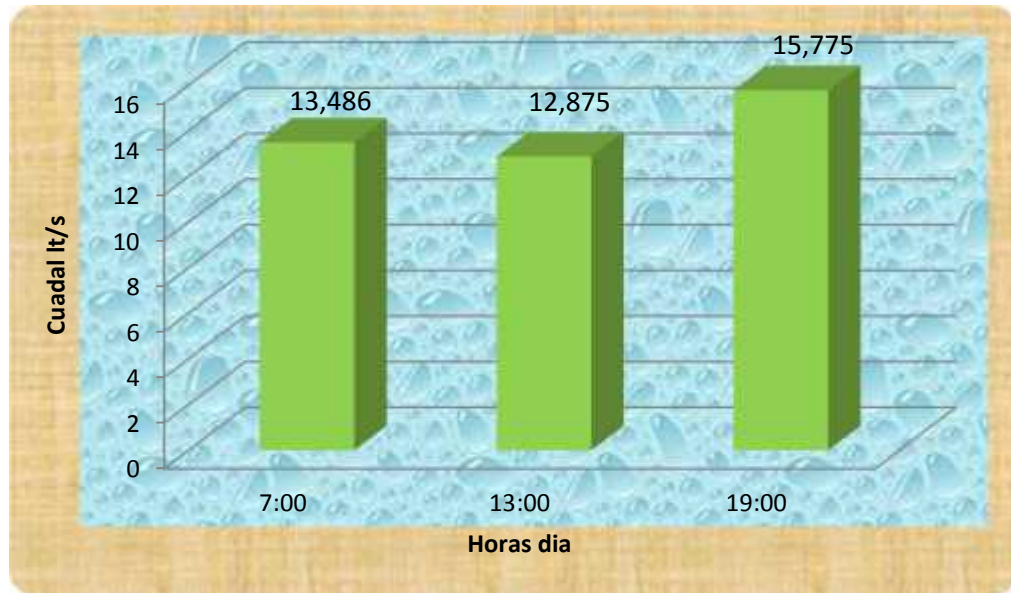
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MARTES 7 DE OCTUBRE (AFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	13,486	07:00
2	12,875	13:00
3	15,775	19:00
Promedio	14,045 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 5

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MARTES 7 DE OCTUBRE (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como se observa en el cuadro 9 y la gráfica 5 del día martes el caudal del afluente registra la mínima a las 13:00 de la tarde con 12,875 lt/s y la máxima se da a las 19:00 de la noche con 15,775 lt/s.

Se ve que la diferencia es de aproximadamente 3 lt/s entre la mínima y la máxima del caudal de las aguas residuales, con un promedio de 14,045 lt/s de las tres mediciones, como se puede apreciar este día el promedio está relacionado con el del día lunes.

Como ya se ha mencionado anteriormente durante la mañana y en la noche las personas hacen el uso de una mayor cantidad de agua, y en la tarde las actividades humanas disminuyen, haciendo que el caudal también tenga este tipo de comportamiento.

CUADRO 10

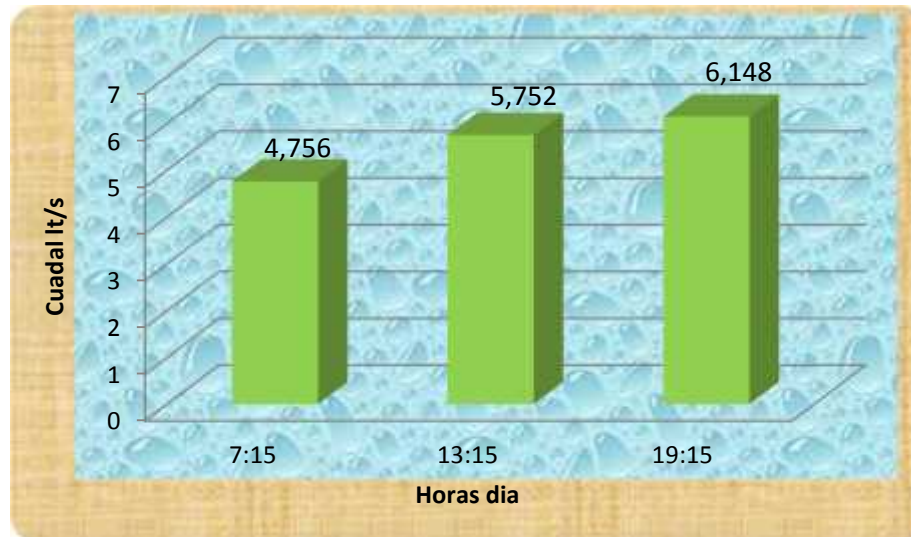
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MARTES 7 DE OCTUBRE (EFLUENTE)

N° de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	4,756	07:15
2	5,752	13:15
3	6,148	19:15
Promedio	5,552 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 6

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MARTES 7 DE OCTUBRE (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como podemos observar en el cuadro 10 y grafica 6 la mínima de caudal del efluente se da a las 07:15 de la mañana con 4,756 lt/s, mientras que la máxima se da a las 19:15 de la noche con 6,148 lt/s adelante. Con un promedio de 5,552 lt/s de las tres mediciones que se realizó, este resultado se mantiene con el promedio del día lunes

Se observa que en este día el efluente tiene un cambio de comportamiento, ya que el caudal va de manera ascendente durante el día por los diversos procesos del sistema de la PTAR Valle Bajo.

El caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por la filtraciones que se tiene en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación.

CUADRO 11

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MIERCOLES 8 DE OCTUBRE (AFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	11,371	07:00
2	10,331	13:00
3	14,478	19:00
Promedio	12,060 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 7

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MIERCOLES 8 DE OCTUBRE (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

El cuadro 11 y la gráfica 8 se ve que la máxima del caudal del afluente, se da a las 19:00 de la noche con 14,478 lt/s, mientras que la mínima se da a las 13:00 de la tarde con 10,331 lt/s. La diferencia entre la máxima y mínima es aproximadamente de 3 lt/s, con un promedio del caudal de las tres pruebas de 12,060 lt/s. Comparando el resultado con el resultado del día miércoles este bajo de manera proporcional aproximadamente 2lt/s.

En este día hay una mayor diferencia de caudal entre la máxima y mínima con respecto a los días lunes y martes, esto se debe al comportamiento de actividades de la población. Teniendo en cuenta que también es un día hábil de trabajo para las personas del Valle por tal motivo se tiene este comportamiento de uso del líquido elemento.

CUADRO 12

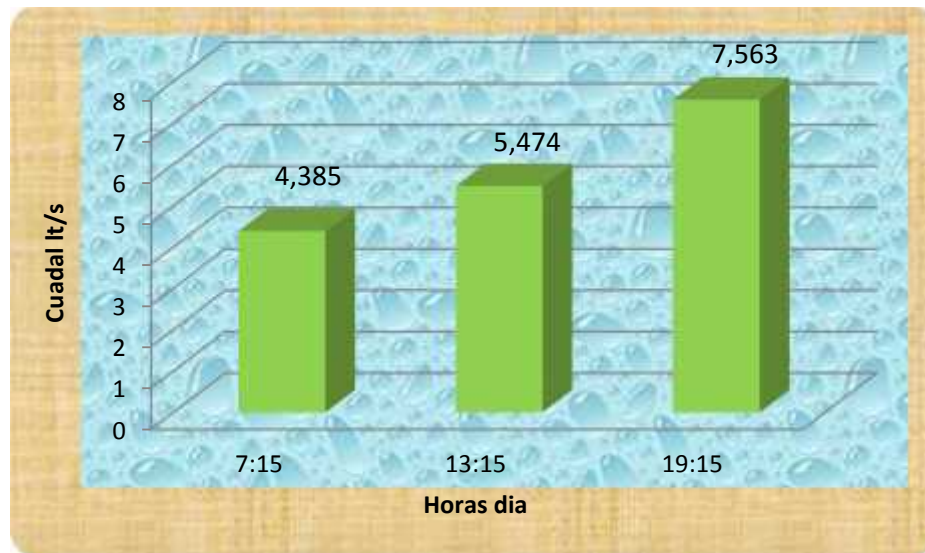
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MIERCOLES 8 DE OCTUBRE (EFLUENTE)

N° de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	4,385	07:15
2	5,474	13:15
3	7,563	19:15
Promedio	5,807 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 8

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MIERCOLES 8 DE OCTUBRE (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Según el cuadro 12 y la gráfica 8 del caudal del efluente, a las 19:15 de la noche se da la máxima de caudal con 7,563 lt/s, y la mínima a las 07:15 de la mañana con 4,385 lt/s. La diferencia entre la máxima y la mínima es de 3 lt/s. Con una media en el día de 5,807 lt/s. Comparando este promedio aumenta de manera no muy significativa con los promedios del día lunes y martes.

En este día en la noche existe una diferencia con mayor caudal del efluente en la noche con respecto de los días lunes y martes, esto se debe al comportamiento del sistema de la PTAR Valle Bajo y al aumento del caudal del afluente.

Se concluye que el caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por la filtraciones que se tiene en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación.

CUADRO 13

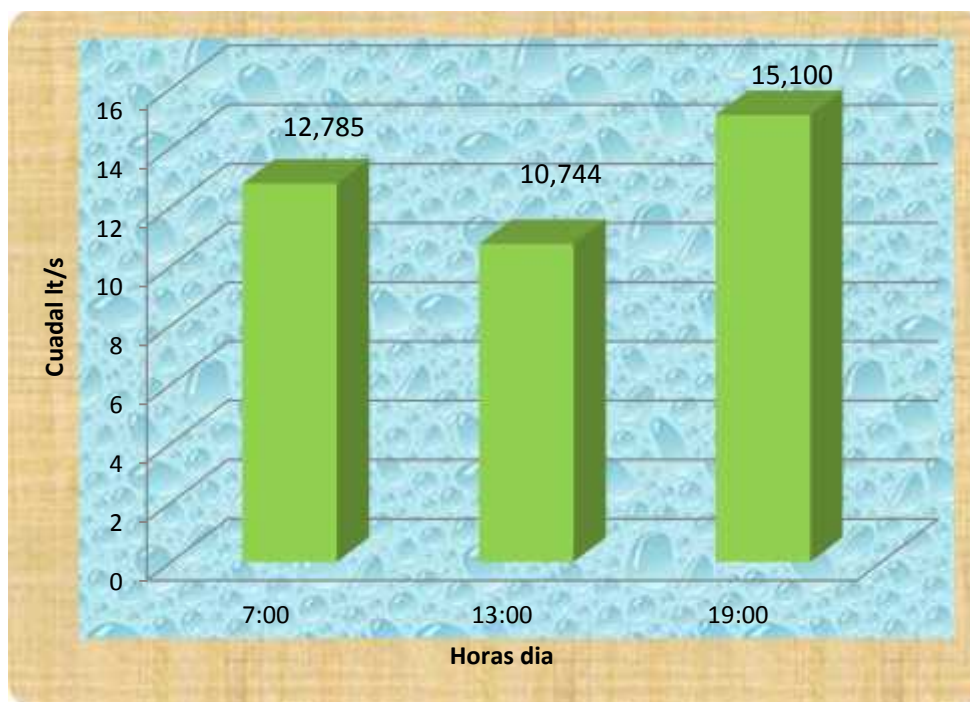
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA JUEVES 9 DE OCTUBRE (AFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	12,785	07:00
2	10,744	13:00
3	15,100	19:00
Promedio	12,876 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 9

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA JUEVES 9 DE OCTUBRE (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el cuadro 13 y grafica 9 se observa que la mínima de caudal del afluente se da entre las 13:00 de la tarde con 10,744 lt/s y la máxima con 15,100 lt/s se da por la noche de 19:00 hacia adelante debido a las actividades que realiza la población en general.

Se puede percibir la diferencia entre la mínima y máxima de 4 lt/s, con un promedio de las tres pruebas que se realizó de 12,876 lt/s, este día su caudal promedio se mantiene con el caudal que se registró el día miércoles.

Debido a este comportamiento se concluye que este día el caudal se mantiene en un rango normal a los demás días por que también es un día de actividad en el Valle.

CUADRO 14

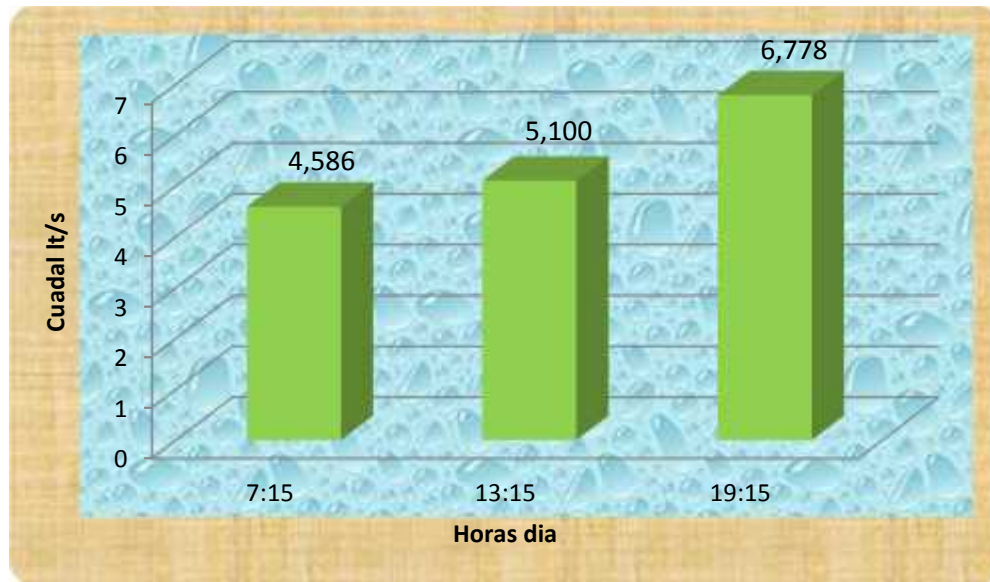
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA JUEVES 9 DE OCTUBRE (EFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	4,586	07:15
2	5,100	13:15
3	6,778	19:15
Promedio	5,488 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 10

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA JUEVES 9 DE OCTUBRE (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como podemos observar en el cuadro 14 y grafica 10 la mínima del caudal de efluente se da a las 07:15 de la mañana con 5,128 lt/s y a las 13:15 de la tarde con 5,059 lt/s, mientras que la máxima se da a las 19:15 adelante con 6,135 lt/s.

Como se hace la comparación del afluente disminuye 7.388 lt/s el flujo de salida por los diversos procesos que tiene la PTAR Valle Bajo.

Concluimos que el caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por la filtraciones que se tiene en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación.

CUADRO 15

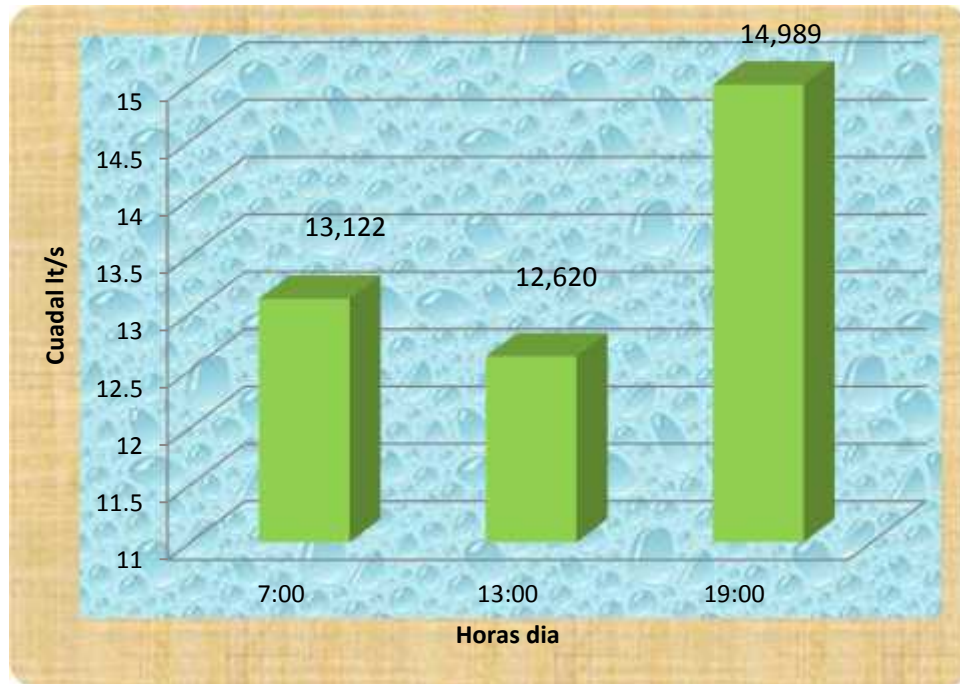
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA VIERNES 10 DE OCTUBRE (AFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	13,122	07:00
2	12,620	13:00
3	14,989	19:00
Promedio	13,577 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 11

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA VIERNES 10 DE OCTUBRE (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como se observa en el cuadro 15 y la gráfica 11 del día viernes el caudal del afluente registra la mínima a las 13:00 de la tarde con 12,620 lt/s y la máxima se da a las 19:00 de la noche con 14,989 lt/s.

Se puede notar la diferencia de aproximadamente de 2 lt/s entre la mínima y la máxima del caudal de las aguas residuales, con un promedio de 13,577 lt/s de las tres mediciones, este día el promedio aumenta de manera proporcional con respecto a los días miércoles y jueves aproximadamente 1lt/s.

Atribuimos este comportamiento del caudal en los distintos horarios que se tomó en cuenta, esto debido por las diversas actividades que se realiza la población en el último día de la semana.

CUADRO 16

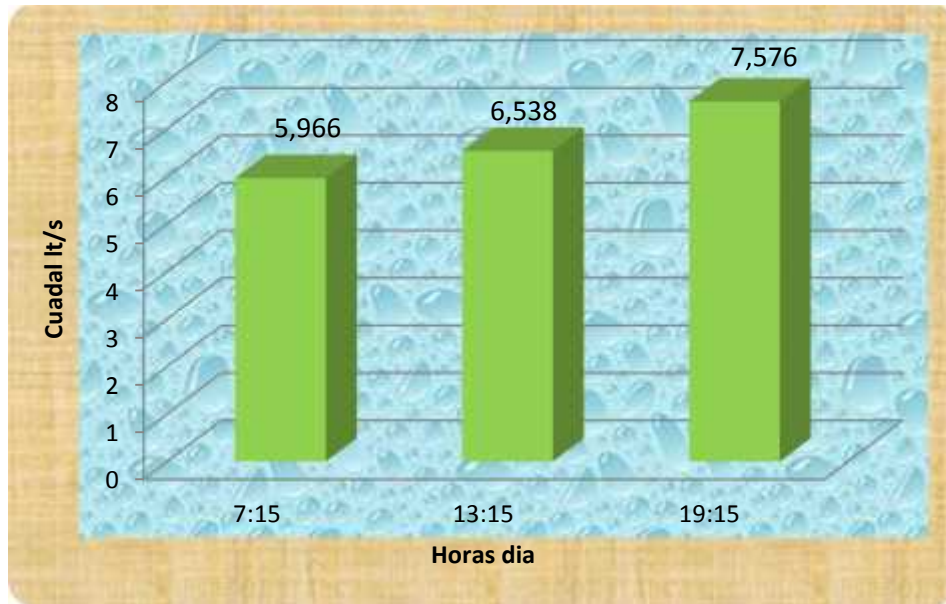
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA VIERNES 10 DE OCTUBRE (EFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	5,966	07:15
2	6,538	13:15
3	7,576	19:15
Promedio	6,693 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 12

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA VIERNES 10 DE OCTUBRE (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el cuadro 16 y grafica 12 se ve que la mínima de caudal del afluente se da entre las 07:15 de la mañana con 5,966 lt/s y la máxima con 7,576 lt/s se da por la noche de 19:15 y un promedio de las tres mediciones de 6,693 lt/s. Comparando este resultado con el promedio del día miércoles y jueves este aumento de manera proporcional aproximadamente 1lt/s.

Se concluye que el caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por la filtraciones que se tiene en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación que existe en dicha Planta.

CUADRO 17

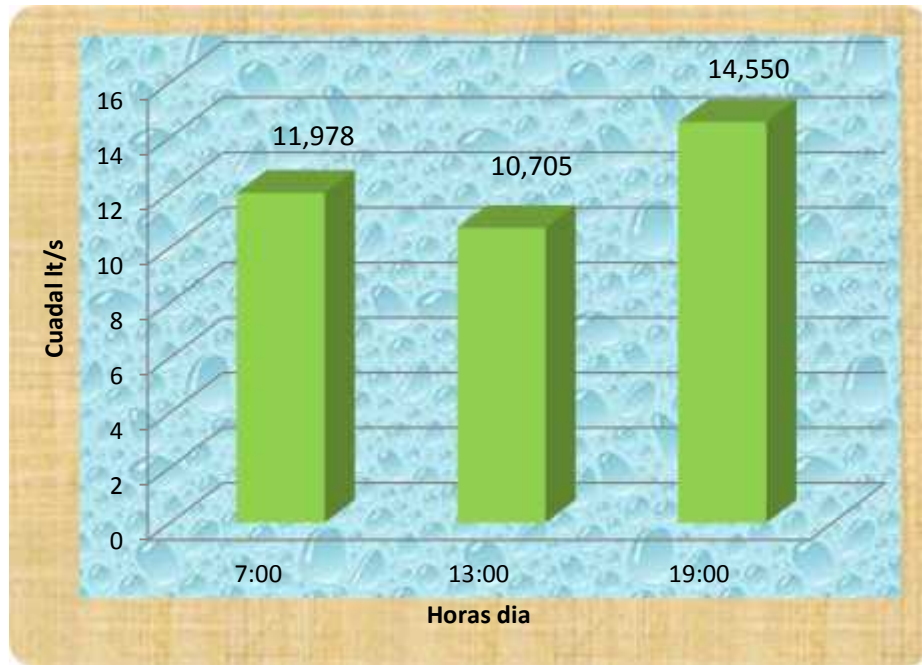
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA SABADO 11 DE OCTUBRE (AFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	11,978	7:00
2	10,705	13:00
3	14,550	19:00
Promedio	12,411 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 13

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA SABADO 11 DE OCTUBRE (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como podemos observar en el cuadro 17 y grafica 13 la mínima del caudal de afluente se da a las 13:00 de la tarde con 10,705 lt/s, mientras que la máxima se da a las 19:00 adelante con 14,550 lt/s. Se puede observar la diferencia de aproximadamente de 4 lt/s entre la mínima y la máxima del caudal de las aguas residuales, con un promedio de 12,411 lt/s de las tres pruebas realizadas. Donde comparando con el promedio del día viernes este disminuyo 1 lt/s.

Podemos concluir este tipo de comportamiento del caudal se da por las diferentes actividades que se realiza en el pueblo en general sabiendo que es fin de semana donde la gente realiza sus actividades cotidianas.

CUADRO 18

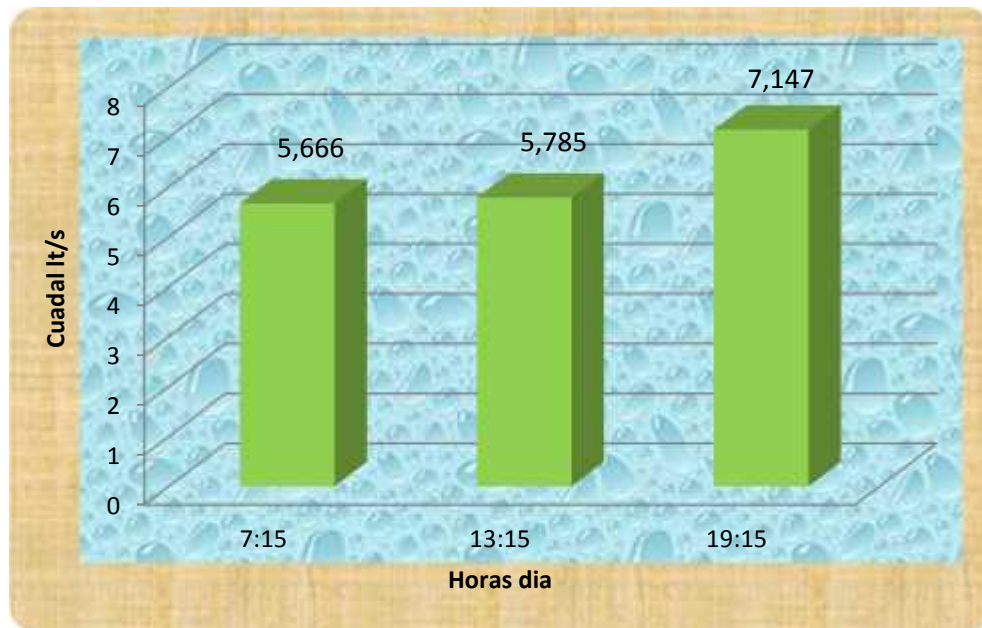
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA SABADO 11 DE OCTUBRE (EFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	5,666	07:15
2	5,785	13:15
3	7,147	19:15
Promedio	6,199 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 14

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA SABADO 11 DE OCTUBRE (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el cuadro 18 y grafica 14 se observa que la mínima de caudal del efluente a las 07:15 de la mañana con 5,666 lt/s y la máxima con 7,147 lt/s se da por la noche de 19:15 hacia adelante.

Se puede percibir la diferencia entre la mínima y máxima de 1 lt/s, con un promedio de las tres mediciones de 6,199 lt/s, Comparando este resultado con el promedio del día viernes este aumenta de manera proporcional aproximadamente 0,5 lt/s.

Se concluye que el caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por las filtraciones que se tienen en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación que existe en dicha Planta.

CUADRO 19

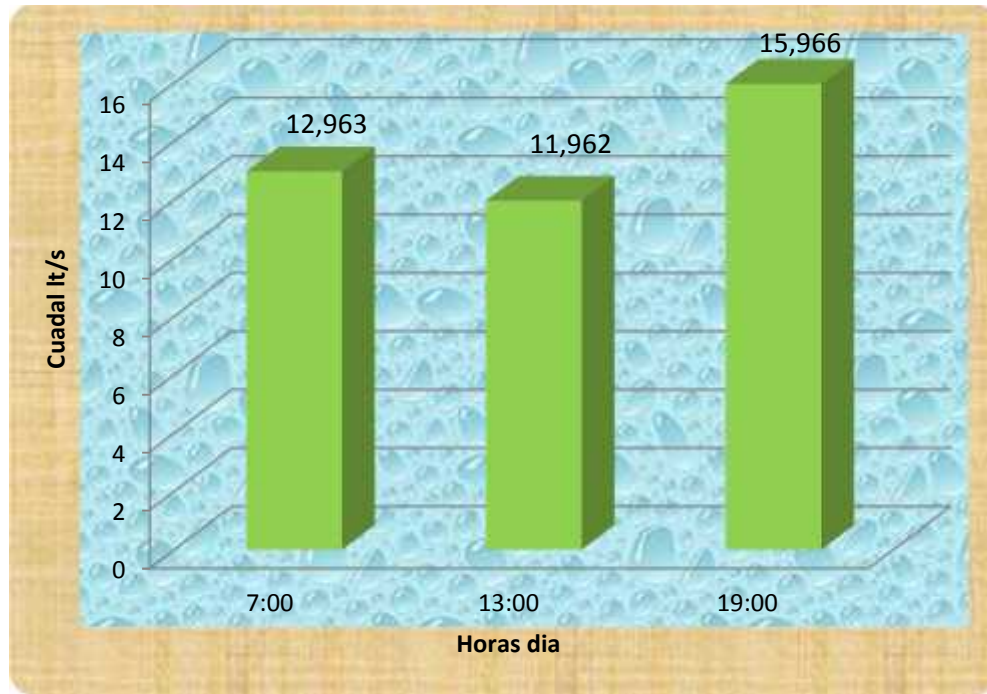
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA DOMINGO 12 DE OCTUBRE (AFLUENTE)

Nº de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	12,963	7:00
2	11,962	13:00
3	15,966	19:00
Promedio	13,630 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 15

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA DOMINGO 12 DE OCTUBRE (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el último día de medición de caudal del afluente como se observa el cuadro 19 y gráfica 15, se tiene la máxima a las 19:00 con 15,966 lt/s y la mínima a horas 13:00 con 11,962 lt/s. Con una diferencia de caudal entre estos dos de 4 lt/s y una media de las tres pruebas realizadas con 13,630 lt/s. Comparando este resultado con el promedio del día sábado este tiene un aumento de manera proporcional aproximadamente 1lt/s.

Se concluye con este comportamiento debido a que es un día de descanso donde la población de Uriondo realiza mayores actividades en sus hogares como ser la limpieza de sus casas, lavan ropa y una mayor actividad turística aumentando en gran medida a que los locales del valle tengan mayor actividad de funcionamiento este día.

CUADRO 20

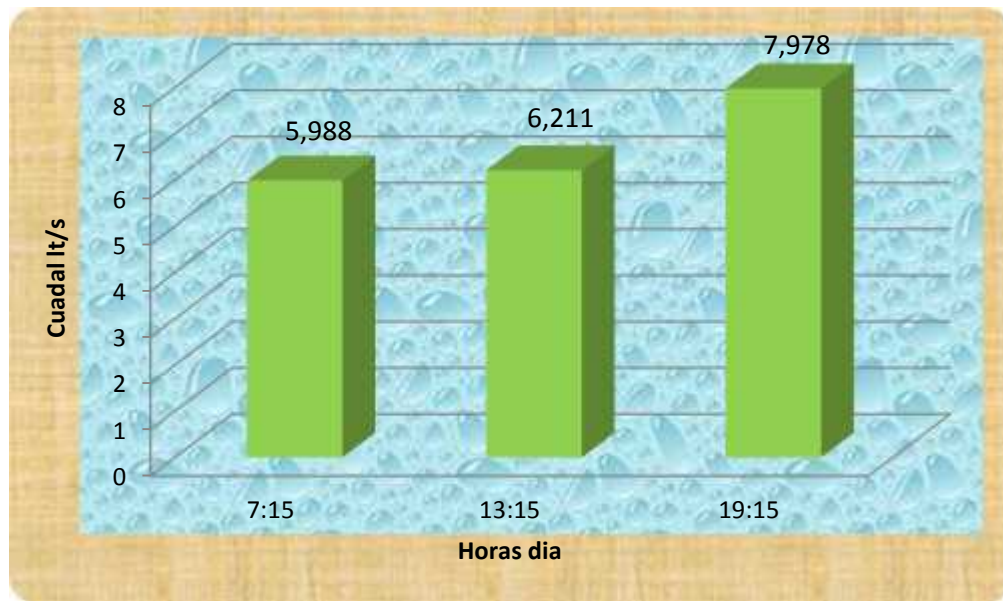
CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA DOMINGO 12 DE OCTUBRE (EFLUENTE)

N° de Pruebas	Caudal promedio lt/s	Hora de Medición
1	5,988	07:15
2	6,211	13:15
3	7,978	19:15
Promedio	6,726 lt/s	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 16

CAUDAL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA DOMINGO 12 DE OCTUBRE (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el último día de medición de caudal del efluente como se observa el cuadro 20 y gráfica 16, se tiene la máxima a las 19:15 con 7,978 lt/s y la mínima a horas 13:15 con 5,988 lt/s. Con una diferencia de caudal entre estos dos de aproximadamente 2 lt/s y una media de las tres pruebas realizadas con 6,726 lt/s. comparando este resultado con el promedio del día sábado, este aumenta 0,5 lt/s

Se concluye que el caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por la filtraciones que se tiene en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación que existe en dicha Planta.

3.3.2 Caudales Promedio Semanal (Afluente)

CUADRO 21

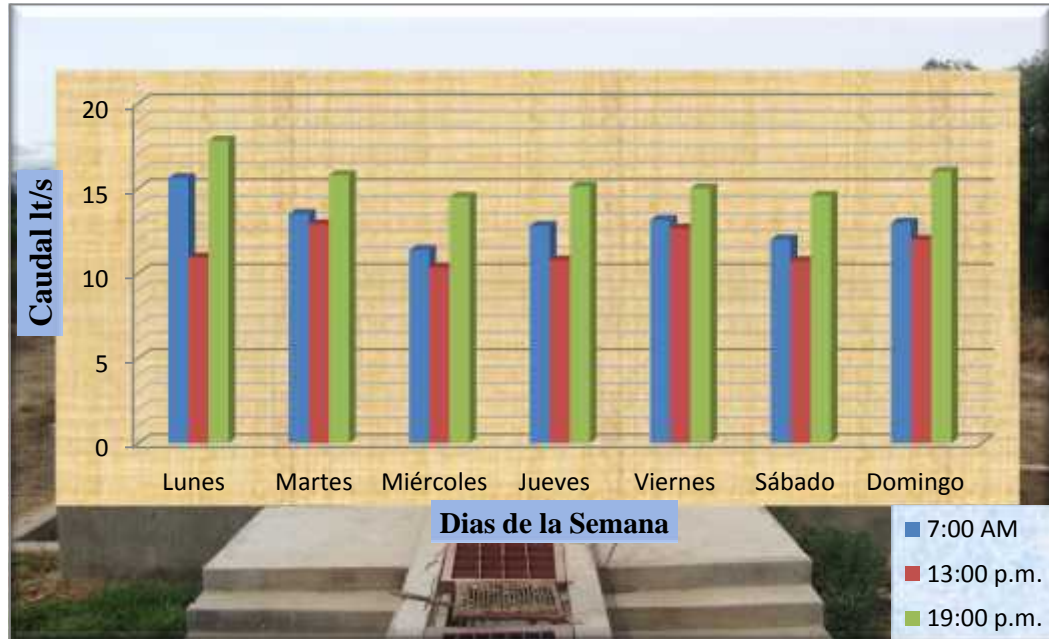
CAUDAL PROMEDIO MEDIDO DURANTE LA SEMANA (AFLUENTE)

Hora	Caudal medido en la semana lt/s							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio
07:00	15,600	13,486	11,371	12,785	13,122	11,978	12,963	13,044
13:00	10,922	12,875	10,331	10,744	12,620	10,705	11,962	11,451
19:00	17,800	15,775	14,478	15,100	14,989	14,550	15,966	15,523
Promedio								13,339

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 17

CAUDAL PROMEDIO MEDIDO DURANTE LA SEMANA (AFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

De acuerdo con el cuadro 21 y la gráfica 17, se observa que los caudales del afluente de los días lunes y domingos a las 19:00 de la noche son las máximas de la semana, con 17,800 y 15,966 lt/s. Mientras que los días miércoles y sábados a las 13:00 de la tarde se dan las mínimas, con 10,331 y 10,705 lt/s. Las diferencias entre la máxima y mínima de estos días son de 7,1 lt/s.

Los demás días de la semana se mantienen en un rango de 10,744 a 15,600 lt/s con variaciones entre unos y otros. El caudal promedio semanal es de 13,339 lt/s.

Los siete días de la semana se observa que el caudal del afluente se comporta de la siguiente manera:

A las 13:00 de la tarde se registran todos los caudales mínimos.

A las 07:00 de la mañana se registran todos los caudales medios.

A las 19:00 de la noche se registran todos los caudales máximos.

Atribuimos éste comportamiento de los caudales de días activos de la semana de la mañana y en la noche debido a que la mayor parte de la población realiza sus actividades cotidianas diarias. Teniendo una conclusión en el fin de semana se nota una diferencia entre el sábado y domingo, ya que el domingo existe una mayor actividad en el tema del turismo debido a que mucha gente del exterior e interior del departamento de Tarija visitan distintos lugares del pueblo más acudidos como la casa vieja, la casona, casa del abuelo, etc.

3.3.3 Análisis Estadístico del Cuadro 21

Cuadro 22

Análisis de Varianza

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Tabulada	F Calculada
Tratamiento	2	59,5	29,8	21,3	3,56
Error	18	25	1,4		
Total	20	84,5			

Fuente: Elaboración propia, 2014

Como podemos observar en el cuadro 22 los datos calculados en el análisis estadístico de Varianza nos arroja como resultados finales en el cálculo de valor F tabulada es de 21.3 y la F calculada con la tabla de distribución de Fisher al 0,95% fue de 3,56 en donde se comparó el resultado de la F tabulada con el resultado de la F

calculada. Como $21,3 > 3,56$ se evidencia que si hay diferencias entre tratamientos de los días respectivos y por lo tanto existiría un comportamiento poblacional diferente a la misma hora pero en distinto día debido a que no se emplea la misma cantidad del líquido.

En conclusión se afirma que la población de la capital de Uriondo su comportamiento de uso del agua es diferente en cada día que se calculó el caudal de las aguas residuales y por este motivo existe las respectivas diferencias entre la F tabulada y la F calculada.

3.3.4 Caudales Promedio Semanal (Efluente)

CUADRO 23

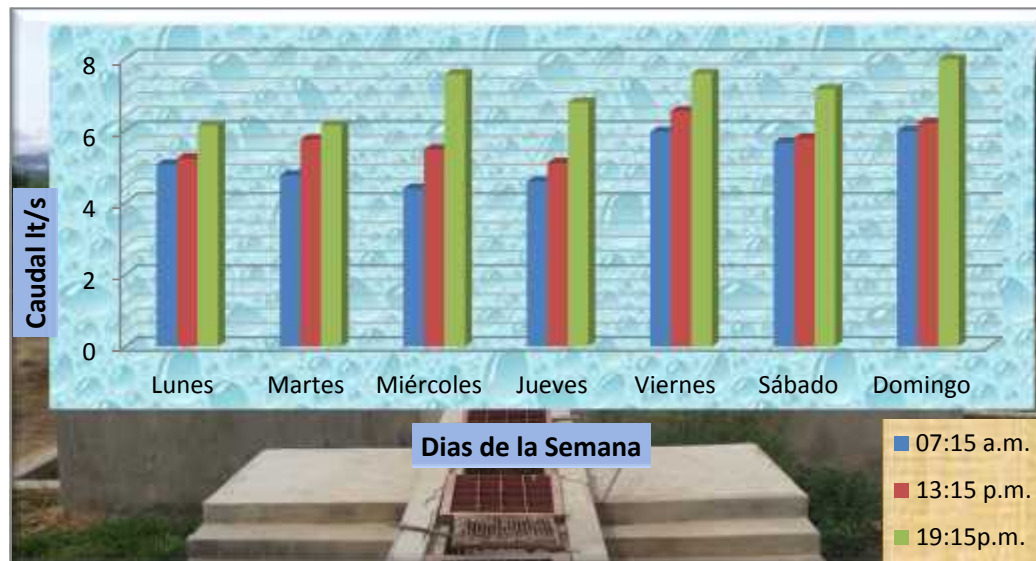
CAUDAL PROMEDIO MEDIDO DURANTE LA SEMANA (EFLUENTE)

Hora	Caudal medido en la semana lt/s							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio
07:15	5,059	4,756	4,385	4,586	5,966	5,666	5,988	5,211
13:15	5,228	5,752	5,474	5,100	6,538	5,785	6,211	5,703
19:15	6,135	6,148	7,563	6,778	7,576	7,147	7,978	7,046
Promedio								5,987

Fuente: Elaboración propia, 2014.

GRAFICA 18

CAUDAL PROMEDIO MEDIDO DURANTE LA SEMANA (EFLUENTE)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Según con el cuadro 22 y la gráfica 18, se ve que los caudales del efluente de los días viernes y domingos a las 19:15 de la noche son las máximas de la semana, con 7,576 y 7,978 lt/s. Mientras que los días miércoles y jueves a las 07:15 de la mañana se dan las mínimas, con 4,385 y 4,586 lt/s. Las diferencias entre la máxima y mínima de estos días son de 3,6 lt/s.

Los siete días de la semana se observa que el caudal del efluente se comporta de forma ascendente de la siguiente manera:

A las 07:00 de la mañana se registran todos los caudales mínimos.

A las 13:00 de la tarde se registran todos los caudales medios.

A las 19:00 de la noche se registran todos los caudales máximos.

Se observa que este comportamiento

La variación de caudal promedio del afluente con el efluente es de 7,4 lt/s es decir sale un menor caudal en el efluente, concluyendo que el caudal del efluente sale menos que la del afluente debido a que existe una disminución del flujo de agua residual en el sistema de la PTAR Valle Bajo, por la retención que existe en las cámaras decantadoras donde se sedimenta la mayor parte de la materia orgánica, también por la filtraciones que se tiene en algunos sectores de la infraestructura y la por la evaporación que existe en dicha Planta.

3.3.5 Análisis Estadístico del cuadro 23

Cuadro 24

Análisis de Varianza

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Tabulada	F Calculada
Tratamiento	2	12,9	6,5	7,4	3,56
Error	18	15,9	0,88		
Total	20	28,8			

Fuente: Elaboración propia, 2014

Como podemos observar en el cuadro 24 los datos calculados en el análisis estadístico de Varianza nos arroja como resultados finales en el cálculo de valor F tabulada es de 7,4 y la F calculada con la tabla de distribución de Fisher al 0,95% fue de 3,56 en donde se comparó el resultado de la F tabulada con el resultado de la F calculada. Como $7,4 > 3,56$ se evidencia que si hay diferencias entre tratamientos de los días respectivos y por lo tanto existiría un comportamiento poblacional diferente a

la misma hora pero en distinto día debido a que no se emplea la misma cantidad del líquido.

En conclusión se afirma que la población de la capital de Uriondo su comportamiento de uso del agua es diferente en cada día que se calculó el caudal de las aguas residuales y por este motivo existe las respectivas diferencias entre la F tabulada y la F calculada.

3.4 RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO

3.4.1 Resultados de los Análisis Físicoquímico en el Laboratorio del CEANID

CUADRO 25

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL AFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 08:00 a.m.)

PARÁMETROS	TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD
DBO₅	SM 5210-B	mg/l	254
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/l	4,84
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH ₃ .E	mg/l	47,6
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O-G	mg/l	0,38
pH	SM 4500-H-B	mg/l	7,61
Solidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	120
Temperatura	SM 4500-H-B	°C	21,9

Fuente: CEANID, 2014

En el cuadro 25 se observa que los parámetros de mayor incidencia tenemos a la DBO₅ que entra a la PTAR Valle Bajo con la mayor carga orgánica de 254 mg/l y también los Solidos Suspendidos ingresan con una mayor carga orgánica de 120 mg/l, mientras que el Oxígeno disuelto esta con la menor carga con 0,38 mg/l.

Atribuimos a este comportamiento de datos en el afluente de la PTAR Valle Bajo de los parámetros de mayor incidencia como el DBO₅ y los Solidos Suspendidos es porque en la población existe a esta hora de la mañana una mayor actividad en sus necesidades de defecar, orinar y uso del agua para su aseo personal.

CUADRO 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL EFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 08:10 a.m.)

PARÁMETROS	TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD
DBO ₅	SM 5210-B	mg/l	145
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/l	3,47
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH ₃ .E	mg/l	34,5
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O-G	mg/l	1,78
pH	SM 4500-H-B	mg/l	7,14
Solidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	50
Temperatura	SM 4500-H-B	°C	22

Fuente: CEANID, 2014

En el cuadro 26 se observa que la DBO₅ sale con la mayor carga de materia con 145 mg/l, seguido de los Solidos Suspendidos con 50 mg/l y por ultimo con la menor carga de nuevo se repite el Oxígeno Disuelto con 1,78 mg/l. Comparando los

resultados de los parámetros del Efluente de mayor incidencia en el sistema como ser el DBO₅ tuvo una disminución de 109 mg/l y los Solidos Suspendidos con rebaja de 70 mg/l con respecto al Afluente.

Esta diferencia que existe en el afluente que entra una mayor carga de los parámetros que se midieron, con respecto al efluente que sale con una menor carga de dichos parámetros es debido a los procesos que tiene la PTAR Valle Bajo como ser el Pretratamiento, Tratamiento Primario y el Tratamiento Secundario.

Atribuyéndose este comportamiento concluimos que la PTAR Valle Bajo existe una eliminación de la carga orgánica de los contaminantes en los procesos de Tratamiento que tiene y el único parámetro que estaría en el límite permisible de acuerdo al RMCH de descarga a esta hora son los Solidos Suspendidos, mientras que los demás parámetros sobrepasan los límites permisibles.

CUADRO 27

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL AFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 14:00 a.m.)

PARÁMETROS	TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD
DBO ₅	SM 5210-B	mg/l	232
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/l	2,88
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH ₃ .E	mg/l	17,55
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O-G	mg/l	1,01
pH	SM 4500-H-B	mg/l	6,77
Solidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	108
Temperatura	SM 4500-H-B	°C	22,3

Fuente: CEANID, 2014

Como se observa en el cuadro 27 los parámetros de mayor incidencia tenemos a la DBO₅ que entra a la PTAR Valle Bajo con la mayor carga orgánica de 232 mg/l, seguido también de los Sólidos Suspendidos que ingresa con 108 mg/l, mientras que el Oxígeno disuelto esta con la menor carga con 1,01 mg/l. Comparando con los resultados de los parámetros medidos a las 08:00 de la mañana se tiene una disminución gradual respecto a los parámetros de mayor incidencia de la 14:00 de la tarde.

Concluimos este tipo de comportamiento de datos en el afluente de la PTAR Valle Bajo de los parámetros de mayor incidencia como el DBO₅ y los Sólidos Suspendidos disminuyeron debido en que la población existe a esta hora de la tarde una menor actividad en sus necesidades de defecar, orinar y uso del agua para su aseo personal.

CUADRO 28

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL EFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 14:10 p.m.)

PARÁMETROS	TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD
DBO₅	SM 5210-B	mg/l	212
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/l	3,34
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH ₃ .E	mg/l	23,4
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O-G	mg/l	1,09
pH	SM 4500-H-B	mg/l	7,10
Sólidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	83
Temperatura	SM 4500-H-B	°C	22.4

Fuente: CEANID, 2014

En el cuadro 28 se observa que la DBO₅ sale con la mayor carga de materia con 212 mg/l, seguido de los Solidos Suspendidos con 83 mg/l y por ultimo con la menor carga de nuevo se repite el Oxígeno Disuelto con 1,09 mg/l. Comparando los resultados de los parámetros del Efluente de mayor incidencia en el sistema como ser el DBO₅ tuvo una disminución de 20 mg/l y los Solidos Suspendidos con rebaja de 25 mg/l con respecto al Afluente.

Esta diferencia que existe en el afluente que entra una mayor carga de los parámetros que se midieron, en relación con el efluente que sale con una menor carga de dichos parámetros es debido a los procesos que tiene la PTAR Valle Bajo como ser el Pretratamiento, Tratamiento Primario y el Tratamiento Secundario.

Atribuyéndose este comportamiento que se tuvo a esta hora de la tarde concluimos que la PTAR Valle Bajo existe una eliminación de la carga orgánica de los contaminantes en los procesos de Tratamiento que tiene, pero todos los parámetros medidos sobrepasan los límites permisibles establecidos en el RMCH.

CUADRO 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL AFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 19:00 p.m.)

PARÁMETROS	TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD
DBO ₅	SM 5210-B	mg/l	254
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/l	4,45
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH ₃ .E	mg/l	23,1
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O-G	mg/l	1,04
pH	SM 4500-H-B	mg/l	7,51
Solidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	77
Temperatura	SM 4500-H-B	°C	16,4

Fuente: CEANID, 2014

Como se observa en el cuadro 29 los parámetros de mayor incidencia tenemos a la DBO₅ que entra a la PTAR Valle Bajo con la mayor carga orgánica de 254 mg/l, seguido también de los Solidos Suspendidos que ingresa con 77 mg/l, mientras que el Oxígeno disuelto esta con la menor carga con 1,04 mg/l. Comparando con los resultados de los parámetros medidos a las 14:00 de la tarde, los que aumentan de manera proporcional es la DBO₅, Fosforo, Nitrógeno Amoniacal y Oxígeno Disuelto.

Concluimos este tipo de comportamiento de datos en el afluente de la PTAR Valle Bajo de los parámetros de mayor incidencia como la DBO₅, Nitrógeno Amoniacal y Fosforo aumentaron debido a que la población existe a esta hora de la noche una mayor actividad en sus necesidades de defecar, orinar y uso del agua para su aseo personal.

CUADRO 30

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL EFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 19:10 p.m.)

PARÁMETROS	TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD
DBO₅	SM 5210-B	mg/l	190
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/l	3,38
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH ₃ .E	mg/l	27,2
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O-G	mg/l	1,21
pH	SM 4500-H-B	mg/l	7,25
Solidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	48
Temperatura	SM 4500-H-B	°C	15,5

Fuente: CEANID, 2014

En el cuadro 30 se observa que la DBO₅ sale con la mayor carga de materia con 190 mg/l, seguido de los Solidos Suspendidos con 48 mg/l y por ultimo con la menor carga de nuevo se repite el Oxígeno Disuelto con 1,21 mg/l. Comparando los resultados de los parámetros del Efluente de mayor incidencia en el sistema como ser el DBO₅ tuvo una disminución de 64 mg/l y los Solidos Suspendidos con rebaja de 29 mg/l con respecto al Afluente.

Esta diferencia que existe en el afluente que entra una mayor carga de los parámetros que se midieron, con respecto al efluente que sale con una menor carga de dichos parámetros es debido a los procesos que tiene la PTAR Valle Bajo como ser el Pretratamiento, Tratamiento Primario y el Tratamiento Secundario.

Percibiendo este comportamiento que se tuvo a esta hora de la noche concluimos que la PTAR Valle Bajo existe una eliminación de la carga orgánica de los contaminantes en los procesos de Tratamiento que tiene, y el único parámetro que estaría en el límite permisible de acuerdo al RMCH de descarga a esta hora son los Solidos Suspendidos, mientras que los demás parámetros sobrepasan los límites permisibles.

3.4.2 Resultados de los Análisis Microbiológico en el Laboratorio de COSAALT

CUADRO 31

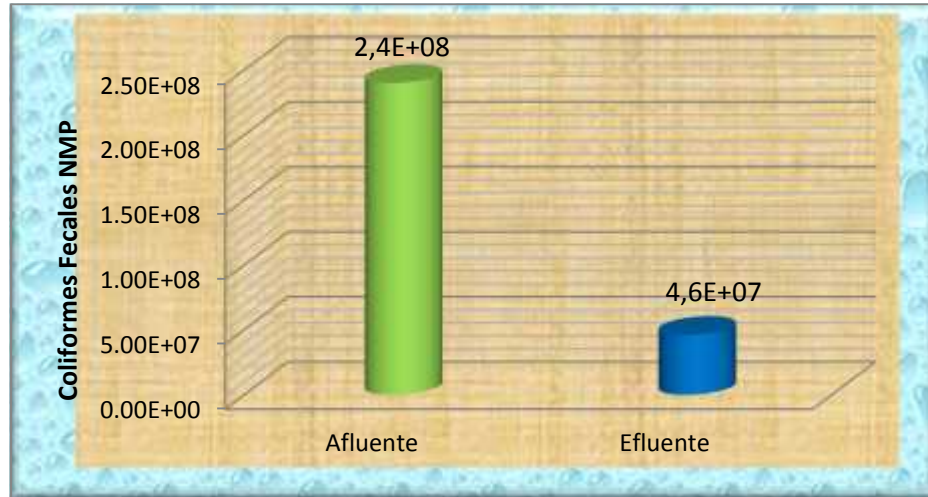
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS COLIFORMES FECALES

AFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 08:00 a.m.)			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado
Coliformes fecales	NMP/100ml	Tubos de ensayo	2,4E+08
EFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 08:10 a.m.)			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado
Coliformes fecales	NMP/100ml	Tubos de ensayo	4,6E+07

Fuente: COSAALT, 2014

GRAFICA 19

AFLUENTE Y EFLUENTE DE LAS COLIFORMES FECALES



Fuente: Elaboracion propia, 2014

En el cuadro 31 y la grafica 19 se ve una diferencia en el afluente que entra con $2,4E+08$ NMP/100ml al las 08:00 de la mañana con una mayor carga de coliformes fecales y efluente sale $4,6E+07$ NMP/100ml menos de coliformes fecales.

Este comportamiento de las Coliformes Fecales es debido a que el sistema de tratamiento existe un mayor rendimiento de remocion de este parametro por la actividad microbiologica que se tiene en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo.

Atribuyéndose este comportamiento que se tuvo a esta hora de la mañana concluimos que la PTAR Valle Bajo existe una eliminación de la carga microbiológica en los procesos de Tratamiento que tiene, pero este parámetro no estaría en el límite permisible de acuerdo al RMCH de descarga a esta hora en el Efluente.

CUADRO 32

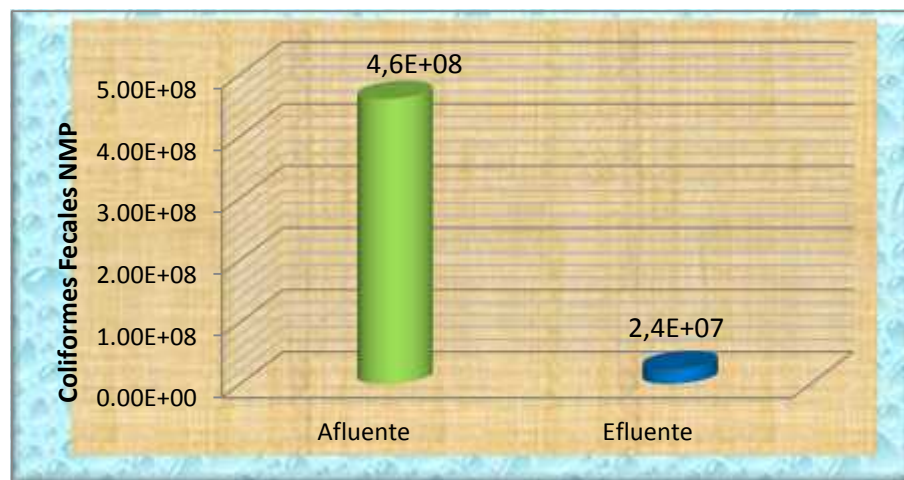
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS COLIFORMES FECALES

AFLUENTE (20/10/2014 Hrs. 14:00 p.m.)			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado
Coliformes fecales	NMP/100ml	Tubos de ensayo	4,6E+08
EFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 14:10 p.m.)			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado
Coliformes fecales	NMP/100ml	Tubos de ensayo	2,4E+07

Fuente: COSAALT, 2014

GRAFICA 20

AFLUENTE Y EFLUENTE DE LAS COLIFORMES FECALES



Fuente: Elaboración propia, 2014

Como se observa en el cuadro 32 y grafica 20 se nota una diferencia en el afluente que entra con 4,6E+08 NMP/100ml a las 14:00 de la tarde con una mayor carga de coliformes fecales y efluente sale con 2,4E+07 NMP/100ml menos coliformes fecales. Comparando este resultado con el de la mañana es se evidencia que es similar en los datos del afluente y efluente de las Colis.

Este comportamiento de las Coliformes Fecales es debido a que el sistema de tratamiento existe un mayor rendimiento de remocion de este parametro por la actividad microbiologica que se tiene en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo.

Percibiendo este comportamiento que se tuvo a esta hora de la tarde concluimos que la PTAR Valle Bajo existe una eliminación de la carga microbiológica en los procesos de Tratamiento que tiene, pero este parámetro no estaría en el límite permisible de acuerdo al RMCH de descarga a esta hora en el Efluente.

CUADRO 33

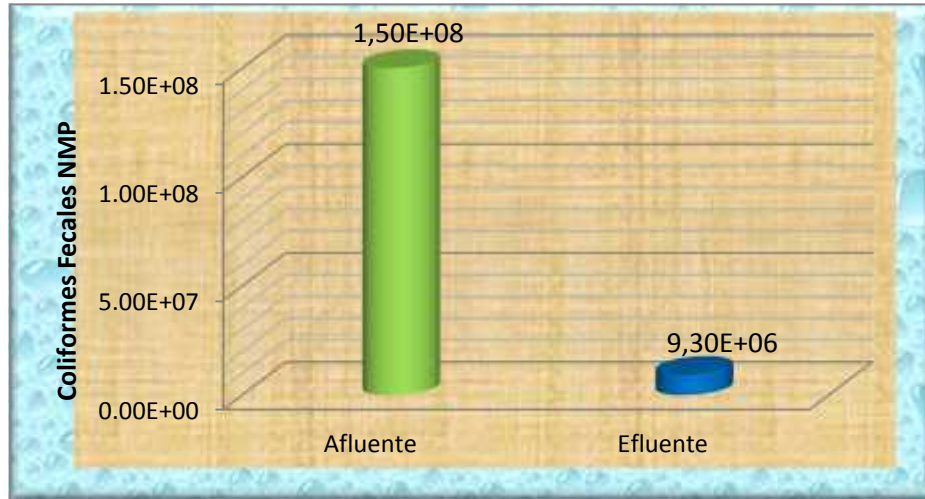
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS COLIFORMES FECALES

AFLUENTE (20/10/2014 Hrs. 19:00 p.m.)			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado
Coliformes fecales	NMP/100ml	Tubos de ensayo	1,50E+08
EFLUENTE (14/10/2014 Hrs. 19:10 p.m.)			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado
Coliformes fecales	NMP/100ml	Tubos de ensayo	9,30E+06

Fuente: COSAALT, 2014

GRAFICA 21

AFLUENTE Y EFLUENTE DE LAS COLIFORMES FECALES



Fuente: Elaboración propia, 2014

Según el cuadro 33 y la grafica 21 se observa una diferencia en el afluente de las 19:00 de la noche que se da con $1,50E+08$ NMP/100ml, que entra con una mayor carga microbiologica de coliformes fecales y efluente sale $9,30E+06$ con menor carga de coliformes fecales. Comparando este comportamiento con el de la tarde y mañana este baja de manera gradual las Coliformes Fecales tanto en el afluente como el efluente.

Este comportamiento de las Coliformes Fecales es debido a que el sistema de tratamiento existe un mayor rendimiento de remocion de este parametro por la actividad microbiologica que se tiene en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo.

Percibiendo este comportamiento que se tuvo a esta hora de la tarde concluimos que la PTAR Valle Bajo existe una remoción de la carga microbiológica en los procesos de Tratamiento que tiene, pero este parámetro no estaría en el límite permisible de acuerdo al RMCH de descarga a esta hora en el Efluente.

3.4.3 Análisis Estadístico con Referencia a los Datos de Muestreo

Cuadro 34

Promedio y Desviación Estándar de los Parámetros Muestreados

Parámetro	Afluente	Efluente
DBO₅	Promedio = 246.7 Desviación Estándar=12,7	Promedio = 182.3 Desviación Estándar = 34,2
Fosforo	Promedio = 4,1 Desviación Estándar = 1,3	Promedio = 3,4 Desviación Estándar = 0,07
Nitrógeno Amoniacal	Promedio = 29,4 Desviación Estándar = 15,9	Promedio = 28,4 Desviación Estándar = 5,6
Oxígeno Disuelto	Promedio = 0,81 Desviación Estándar = 0,37	Promedio = 1,36 Desviación Estándar = 0,36
pH	Promedio = 7,3 Desviación Estándar = 0,5	Promedio = 7,2 Desviación Estándar = 0,07
Solidos Suspendidos	Promedio = 101,7 Desviación Estándar = 22,2	Promedio = 60,3 Desviación Estándar = 19,7
Coliformes Fecales	Promedio = 2,40E+08 Desviación Estándar =1,5E+08	Promedio = 2,64E+07 DesviaciónEstándar=1,8E+07

Fuente: Elaboración propia, 2014

Como se puede observar en el cuadro 34 el cálculo nos arroja como resultados los promedios que se realizó de los parámetros del muestreo del laboratorio y las desviaciones estándar que más relevancia tienen es la de la DBO₅ en el efluente con 34,2 mg/l, Nitrógeno Amoniacal en el afluente con 15,9 mg/l, Solidos Suspendidos en el efluente con 19,7 mg/l y por ultimo a las Coliformes Fecales en el efluente con

1,8E+07 NMP/100 ml. Estas diferencias que se tiene son debido al grado de error con respecto al promedio de los datos.

En conclusión se afirma que el afluente tiene una mayor variabilidad desviación estándar con respecto al efluente la desviación es menor en los datos tabulados.

3.4.1 Comparacion de los Limites Permisibles de los Resultados del Laboratorio del Efluente con los del RMCH

CUADRO 35

LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS DE8 AGUAS RESIDUALES

Parametros	Resultados de Laboratorio en el Efluente del año 2014	Limites Permisibles según el RMCH	
DBO₅	182,3 mg/l	80.0 mg/l	No cumple
Solidos Suspendidos	60.3 mg/l	60.0 mg/l	No cumple
pH	7,2 mg/l	6,9 mg/l	No cumple
Coliformes Fecales	2,6E+07 NMP/100ml	1,0E+03 NMP/100ml	No cumple
Nitrogeno Amoniacal	28,4 mg/l	4.0 mg/l	No cumple

Fuente: Elaboracion propia, 2014

Como podemos observar el cuadro 35 todos los parametros de los resultados de laboratorio del efluente del año 2014, sobrepasan los limites permisibles establecidos según el RMCH. La DBO₅ y las Coliformes Fecales son los parametros que con mayor carga sobrepasan los Limites permisibles. En cambio los Solidos Suspendidos estan muy cerca de cumplir con la normativa de descarga del agua residual.

Comparando estos resultados de laboratorio con los de la norma se percata que ninguno cumple con los limites permisibles de descarga en el efluente.

Atribuyendose a este comportamiento concluimos que la PTAR Valle Bajo su funcionamiento es deficiente por que no esta cumpliendo con la normativa ambiental vigente, contaminando de esta manera al curso hidrico donde se descarga el Agua Residual.

3.5 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EFICIENCIA EN LA PTAR VALLE BAJO

3.5.1 Resultado de Eficiencia de la DBO₅

CUADRO 36

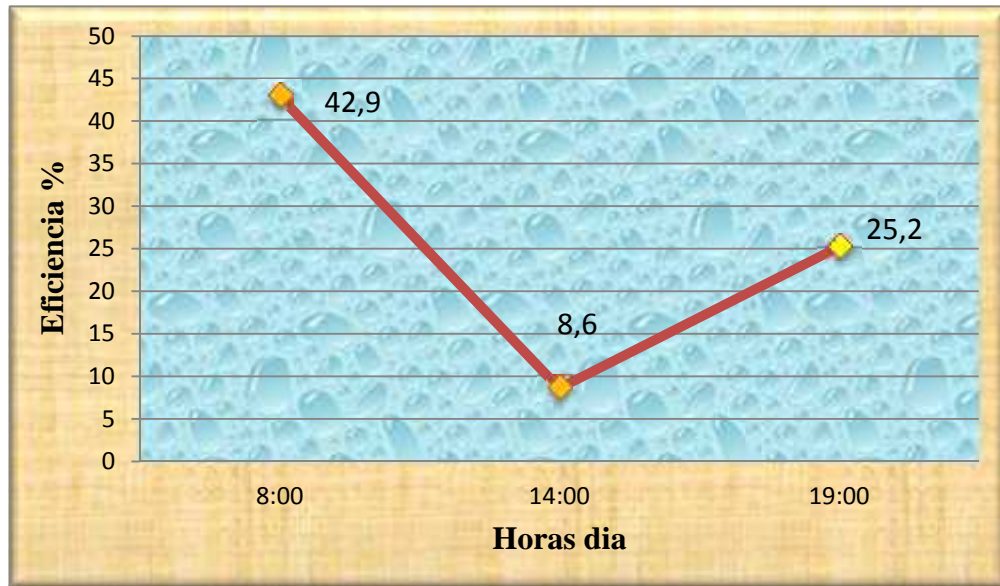
EFICIENCIA PROMEDIO DEL DBO₅

N°	PARAMETRO	HORA DIA	TURNO	EFICIENCIA %
1	DBO ₅	08:00 a.m.	MAÑANA	42,9
2	DBO ₅	14:00 p.m.	TARDE	8,6
3	DBO ₅	19:00 p.m.	NOCHE	25,2
PROMEDIO				26

Fuente: Elaboracion propia, 2014

GRAFICA 22

COMPORTAMIENTO DE EFICIENCIA DE LA DBO₅



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el cuadro 36 y grafica 22 se observa que la mayor eficiencia del DBO₅ se da a las 08:00 de la mañana con 42,9%, mientras que la menor eficiencia se da a las 14:00 de la tarde con 8,6%. Esta diferencia se atribuye a que en la mañana hay una menor carga del DBO₅ en el efluente y en la tarde aumenta la carga de la DBO₅ en el Efluente por este motivo son distintas las eficiencias en la PTAR. La diferencia entre la mayor y menor eficiencia es de 34,3%, con un promedio de los tres resultados de 26%.

El promedio que nos arroja del 26% nos permite comprobar que el sistema de tratamiento de la DBO₅ en la PTAR de Valle Bajo es ineficiente, esto se debe al aumento del caudal y el flujo de carga orgánica. Por el crecimiento urbano que se tiene en la capital de Uriondo hace que se instale nuevas conexiones de alcantarillado.

3.5.2 Resultado de Eficiencia de Solidos Suspendidos

CUADRO 37

EFICIENCIA PROMEDIO DE SOLIDOS SUSPENDIDOS

N°	PARAMETRO	HORA DIA	EFICIENCIA %
1	Solidos Suspendidos	08:00 a.m.	58,3
2	Solidos Suspendidos	14:00 p.m.	23,1
3	Solidos Suspendidos	19:00 p.m.	37,7
PROMEDIO			40

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 23

COMPORTAMIENTO DE EFICIENCIA DE LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS



Fuente: Elaboracion propia, 2014

Según el cuadro 37 y grafica 23 se ve que la mayor eficiencia de los sólidos suspendidos se da a las 08:00 de la mañana con 58,3%, mientras que la menor eficiencia se da a las 14:00 de la tarde con 23,1%. La diferencia entre la mayor y menor eficiencia es de 35,2%. Este resultado promedio que nos arroja del 40% nos permite comparar que existe una mejora en la eficiencia de un 14% de carga orgánica con respecto al promedio de la DBO₅.

Percibiendo este dato promedio del 40% de eficiencia de los Solidos Suspendidos concluimos que el sistema de tratamiento es ineficiente en la PTAR Valle Bajo. Esto se debe al aumento del caudal y el flujo de carga orgánica. Por el crecimiento urbano que se tiene en la capital de Uriondo hace que se instale nuevas conexiones de alcantarillado.

3.5.3 Resultado de Eficiencia de las Coliformes Totales

CUADRO 38

EFICIENCIA MEDIA DE LAS COLIFORMES FECALES

N°	PARAMETRO	HORA DIA	TURNO	EFICIENCIA %
1	Coliformes Fecales	08:00 a.m.	MAÑANA	80,8
2	Coliformes Fecales	14:00 p.m.	TARDE	94,8
3	Coliformes Fecales	19:00 p.m.	NOCHE	93,8
PROMEDIO				90

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 24

COMPORTAMIENTO DE EFICIENCIA DE COLIFORMES FECALES



Fuente: Elaboración propia, 2014

En el cuadro 38 y grafica 24 se observa que la mayor eficiencia de las coliformes fecales se da a las 14:00 de la tarde con 94,8%, mientras que la menor eficiencia se da a las 08:00 de la mañana con 80,8%. La diferencia entre la mayor y menor eficiencia es de 14%. Haciendo una comparación con la DBO₅ y los Solidos Suspendidos estas arrojan los datos de su mayor eficiencia empieza a la 08:00 de la mañana y su menor eficiencia es en la tarde en cambio las coliformes fecales es al revés su mayor eficiencia es en la tarde y la menor en la mañana.

El comportamiento en la gráfica que se tiene va de manera ascendente, debido en la mañana existe menor actividad de las colis por que la temperatura es menor, en cambio a medida que transcurre el día la temperatura sube y por este motivo la actividad microbiológica aumenta haciendo que el sistema de tratamiento sea más eficiente.

Atribuyendo este comportamiento del promedio que nos arroja del 90%, nos permite concluir que existe una mejor remoción de carga de las Coliformes Fecales, donde el

sistema de tratamiento es eficiente en la PTAR Valle Bajo por la actividad microbiológica que existe.

3.6 COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

3.6.1 Resultados de Laboratorio del mes de Septiembre de 2012 con el año 2014:

La comparación de los resultados de laboratorio se realizó tomando en cuenta tres parámetros: DBO₅, Solidos Suspendidos y Coliformes Fecales.

3.6.1.1 Aumento de la DBO₅ en el Efluente (2012 a 2014)

$$\text{Aumento DBO}_5 = 182,3 - 83,94 = 98,89$$

$$\text{Porcentaje de aumento} = 98,89 / 182,3 \cdot 100 = 53,9\%$$

CUADRO 39

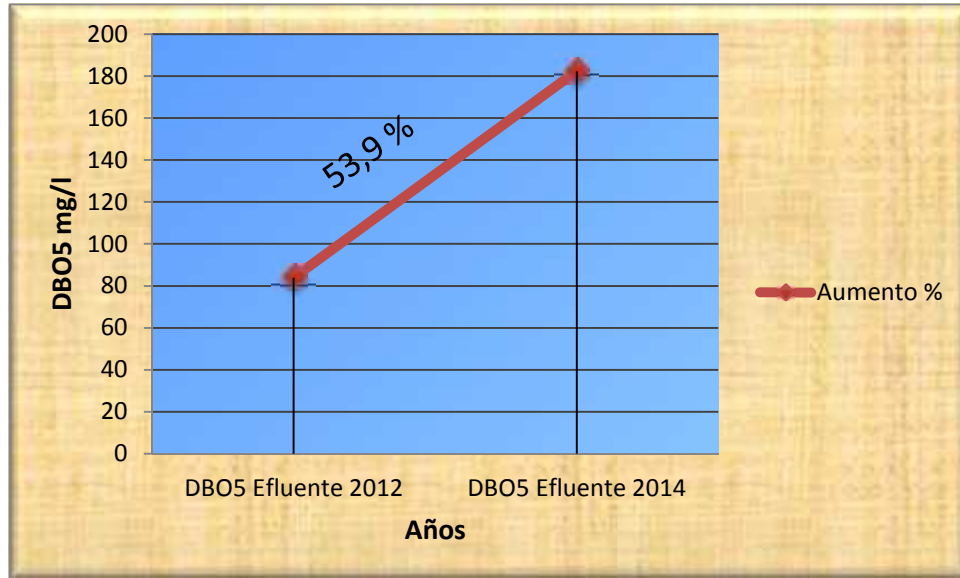
AUMENTO DE LA DBO₅ EN EL EFLUENTE (2012 a 2014)

Parámetro	mg/l	Aumento de la DBO ₅ en el Efluente %
DBO₅ Efluente 2012	83,94	53,9
Fuente: Alcaldía de Uriondo		
DBO₅ Efluente 2014	145	
	212	
	190	
	Promedio = 182,3	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 25

AUMENTO DE LA DBO₅ EN EL EFLUENTE (2012 a 2014)



Fuente: Elaboración propia, 2014

Según el cuadro 39 y grafica 25 se observa la diferencia que existe en el efluente de la DBO₅ del año 2012 era menor con 83,94mg/l, en cambio en el año 2014 el efluente de la DBO₅ es mayor con 182,3mg/l. La diferencia entre el mayor y menor es de 98,89mg/l, que representa un aumento de la carga orgánica de la DBO₅ en un 53,9%.

Este porcentaje de aumento de la DBO₅ se atribuye al crecimiento urbano en la capital de Uriondo por tal motivo que se incrementa la carga orgánica en el flujo de las aguas residuales, debido con la conexión de nueva red de alcantarillado a las familias que necesitan este servicio básico.

En conclusión afirmáramos que la DBO₅ aumento el doble de carga orgánica en solo dos años en la PTAR Valle Bajo.

3.6.1.2 Aumento de los Solidos Suspendidos en el Efluente (2012 a 2014)

Aumento Solidos Suspendidos = $60,3 - 47,08 = 13,22$

Porcentaje de aumento = $13,22/60,3 \cdot 100 = 21,9 \%$

CUADRO 40

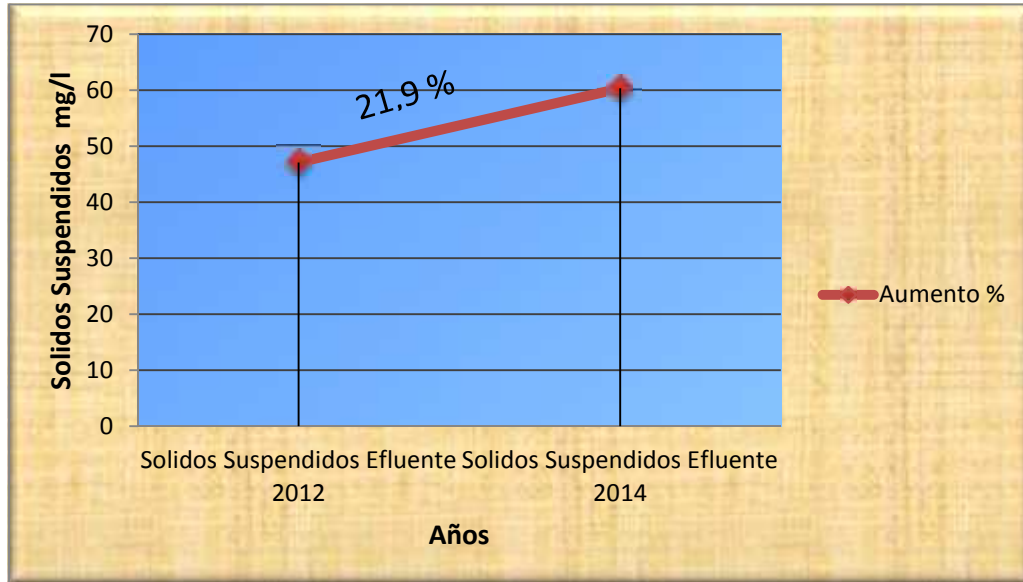
AUMENTO DE SOLIDOS SUSPENDIDOS EN EL EFLUENTE (2012 a 2014)

Parámetro	mg/l	Aumento de Solidos suspendidos en el Efluente %
Solidos Suspendidos Efluente 2012 Fuente: Alcaldía de Uriondo	47,08	21,9
Solidos Suspendidos Efluente 2014	50	
	83	
	48	
	Promedio = 60,3	

Fuente: Elaboración propia, 2014

GRAFICA 26

AUMENTO DE SOLIDOS SUSPENDIDOS EN EL EFLUENTE (2012 a 2014)



Fuente: Elaboración Propia, 2014

El cuadro 40 y 26 grafica se observa la diferencia que existe en el efluente de los Sólidos Suspendidos del año 2012 era menor con 47,08mg/l, en cambio en el año 2014 el efluente de los Sólidos Suspendidos es mayor con 60,3mg/l. La diferencia entre el mayor y menor es de 13,22mg/l, que representa un aumento de la carga orgánica de los Sólidos Suspendidos en un 21,9%. Comparando este resultado con el de la DBO₅, el aumento del porcentaje del efluente de los Sólidos Suspendidos es menor.

Este porcentaje de aumento de los Sólidos Suspendidos se atribuye al crecimiento urbano en la capital de Uriondo por tal motivo que se incrementa la carga orgánica en el flujo de las aguas residuales, debido con la conexión de nueva red de alcantarillado a las familias que necesitan este servicio básico.

En conclusión los Solidos Suspendidos aumento en dos años de manera no muy significativa en los resultados de laboratorio que se obtuvo de dicha medición del año 2014.

3.6.1.3 Aumento de las Coliformes Fecales en el Efluente (2012 a 2014)

$$\text{Aumento Coliformes Fecales} = 2,6\text{E}+07 - 5,00\text{E}+06 = 2,1\text{E}+07$$

$$\text{Porcentaje de aumento} = 2,1\text{E}+07 / 2,6\text{E}+07 \cdot 100 = 80,8 \%$$

CUADRO 41

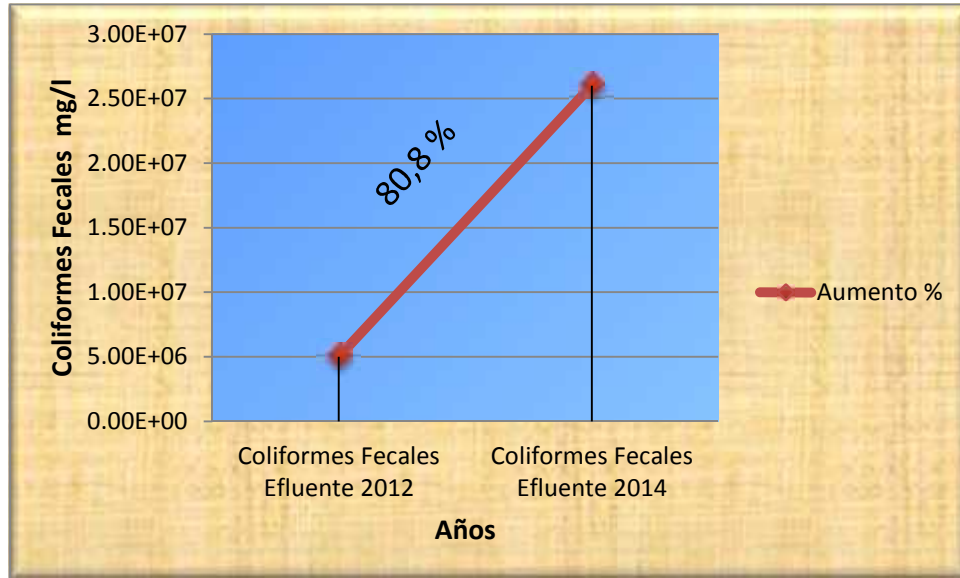
AUMENTO DE COLIFORMES FECALES EN EL EFLUENTE (2012 a 2014)

Parámetro	NMP/100ml	Aumento de Coliformes Fecales en el Efluente %
Coliformes Fecales Efluente 2012 Fuente: Alcaldía Uriondo	5,00E+06	80,8
Coliformes Fecales Efluente 2014	4,6E+07	
	2,4E+07	
	9,30E+06	
	Promedio = 2,6E+07	

Fuente: Elaboración Propia, 2014

GRAFICA 27

AUMENTO DE COLIFORMES FECALES EN EL EFLUENTE (2012 a 2014)



Fuente: Elaboración propia, 2014

El cuadro 41 y grafica 27 se observa la diferencia que existe en el efluente de las Coliformes Fecales del año 2012 era menor con $5,00E+06$ NMP/100ml, en cambio en el año 2014 el efluente de las Coliformes Fecales es mayor con $2,6E+07$ NMP/100ml. La diferencia entra la mayor y menor es de $2,1E+07$ NMP/100ml, que representa un aumento de gran proporción de la carga microbiológica de las Colis Fecales en un 80,8%. Comparando este resultado con el DBO_5 y los Solidos Suspendedos se nota un aumento superior de las Coliformes Fecales en dos años.

Este porcentaje de aumento de las Coliformes Fecales se atribuye al crecimiento urbano en la capital de Uriondo por tal motivo que se incrementa la carga microbiológica en el flujo de las aguas residuales, debido con la conexión de nueva red de alcantarillado a las familias que necesitan este servicio básico.

En conclusión las Coliformes Fecales aumento en dos años de manera significativa con respecto a los otros parámetros que se midieron en el laboratorio el año 2014.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la verificación del funcionamiento del sistema de la PTAR Valle Bajo se logró comprobar que la misma presenta deficiencias en los proceso de tratamiento de las aguas residuales. Esto debido a que la PTAR Valle Bajo lleva funcionando más de cinco años, por lo que algunas partes de la infraestructura se encuentra deteriorada.

- La medición de los caudales de las aguas residuales del afluente y efluente que se realizó durante una semana completa en diferentes horarios, arrojan como resultado promedio de 13.339 lt/s de entrada y 5,987 lt/s de salida. En conclusión este dato nos da a entender que el caudal que sale es menor debido a que la misma se retiene en los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- En base a los resultados de laboratorio obtenidos durante el monitoreo de las aguas residuales de la PTAR Valle Bajo se llegó a la conclusión que todos los parámetros analizados en laboratorio de COSSALT y CEANID sobrepasan los Límites Permisibles establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, por lo que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Bajo no está cumpliendo con la normativa vigente.

- El cálculo que se realizó del grado de eficiencia de la PTAR Valle Bajo se tomó en cuenta tres parámetros que nos arrojó como resultado de la DBO₅ 26%, Solidos Suspendidos con 40% y las Coliformes Fecales que tuvieron mayor porcentaje 90% de remoción microbiológica en dicha Planta. Pero

estos porcentajes de eficiencia sobrepasan los límites permisibles establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación hídrica.

- En la comparación que realizo de los resultados de los 3 parámetros de mayor incidencia del año 2012 y 2014 en el efluente. Se tuvo un aumento de la DBO₅ de 53,9% en el efluente. Mientras que los Solidos Suspendidos aumento solo el 21.9%. En cambio las coliformes Fecales tuvieron un mayor incremento dando como resultado de 90% de aumento en el efluente para el año 2014.
- Se comprueba la hipótesis planteada, afirmando que los procesos que se llevan a cabo dentro de la PTAR Valle Bajo son deficientes.

4.2. RECOMENDACIONES

- ◆ Todos los municipios que cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento, se recomienda realizar un monitoreo más continuo como está estipulado en Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica cada seis meses, con el único fin de evaluar el funcionamiento de las PTAR y no sobrepasar los límites máximos permisibles de descarga de las aguas del efluente.
- ◆ Se recomienda al municipio de Uriondo, ampliar y mejorar PTAR Valle Bajo, esto debido a que su sistema de tratamiento es ineficiente y por tal motivo afecta al medio ambiente, principalmente al recurso hídrico.
- ◆ Se recomienda al municipio de Uriondo realizar un nuevo estudio para una nueva PTAR debido al crecimiento poblacional en la capital de Uriondo y que esta nueva planta de tratamiento de aguas residuales cuente con tecnologías nuevas donde su tratamiento sea el más idóneo.

- ◆ Se recomienda al Alcalde del municipio de Uriondo contar con el personal formado en el área ambiental, para que el mismo desempeñe sus funciones de manera óptima en todas las obras que está ejecutando el municipio.