



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

“EVALUACIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES DEL AFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PUERTO ARTURO DEL CANTÓN AMBATO PARA EL DISEÑO DE INDICADORES OPERACIONALES”

Trabajo de titulación para optar el grado académico de:

BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: TANNIA SOFIA NUÑEZ PUNGAÑA

TUTOR: ING. ANDRÉS BELTRÁN

RIOBAMBA-ECUADOR

2015

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES DEL AFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PUERTO ARTURO DEL CANTÓN AMBATO PARA EL DISEÑO DE INDICADORES OPERACIONALES”, de responsabilidad de la señorita Tannia Sofía Nuñez Pungaña, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FECHA

FIRMA

Ing. Andrés Beltrán

DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN

Dr. Gerardo León

MIEMBRO DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN

Yo, Tannia Sofía Nuñez Pungaña, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Tannia Sofía Nuñez Pungaña

C.I 180469776-9

DEDICATORIA

Con mucho amor a Dios por su bendiciones, amor y compañía, a mis padres por sus sabios consejos y guía a cada instante.

A mis queridos hermanos, que con su alegría y amor han sido mi fortaleza para seguir adelante sin dejarme vencer por las adversidades.

A mi tía Teresa y su esposo por el apoyo, paciencia y amor brindados.

A mí querida familia, docentes y amigos que han estado a mí lado en cada momento brindándome su apoyo e incondicional amistad.

Tannia Sofía Nuñez Pungaña

AGRADECIMIENTO

El amor y la perseverancia te permiten alcanzar tus sueños, una vez culminada esta etapa importante de mi vida agradezco a Dios por su compañía, guía, amor y bendiciones a mi familia por su apoyo incondicional, a mi director de Trabajo de titulación el Ing. Andrés Beltrán por el apoyo brindado y a mi colaborador el Dr. Gerardo León por sus conocimientos impartidos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su acogimiento en hermosa carrera de ingeniería en Biotecnología Ambiental, a mis queridos profesores por sus enseñanzas y conocimientos impartidos, a todo el personal que labora en la Facultad de Ciencias, a mis compañeros y amigos.

A la EP-EMAPA-A por permitirme realizar mi trabajo de investigación en esta prestigiosa institución, a mis guías Ing. Giannine Sánchez e Ing. Paúl Acurio

El apoyo de cada uno de ustedes me ha permitido escalar un peldaño más. Bendiciones

Tannia Sofía

GLOSARIO

Afluente: Entrada de líquidos que ingrese a una planta de tratamiento, reservorio o cuerpo receptor.

Aforo: Serie de operaciones unitarias empleadas para determinar el caudal de agua en tuberías para el nivel de fluido observado.

Biodegradabilidad: Capacidad intrínseca de las sustancias para descomponerse en estructuras químicas más simples, por la acción de los microorganismos.

Carga contaminante: Cantidad de contaminante que se encuentra en el agua, se representa en Kg/d.

Congruente: Hace referencia a obtener información o datos coherentes y oportunos.

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno.

DQO: Demanda química de oxígeno.

MAE: Ministerio de Ambiente del Ecuador.

Muestra: Porción representativa sometida a análisis.

Pendiente: Inclinación del canal o sección por donde circula el fluido.

PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales.

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
ANTECEDENTES.....	iii
JUSTIFICACIÓN.....	iv
OBJETIVOS.....	v
CAPITULO I.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1 EL AGUA.....	5
1.1 Agua potable.....	5
1.1.1 Tratamientos primarios.....	6
1.1.2 Tratamientos Secundarios.....	6
1.1.3 Tratamientos Terciarios.....	6
1.2 Aguas Residuales.....	6
1.2.1 Tipos de aguas residuales.....	7
1.2.2 Parámetros a determinar en las aguas residuales.....	8
1.3 Métodos para medir el caudal.....	13
1.3.1 Caudal.....	13
1.3.2 Medición de caudales.....	13
1.4 Toma de Muestras.....	19
1.4.1 Tipos de muestra.....	20
1.4.2 Preservantes.....	21

1.4.3	Volumen de la muestra	23
1.4.4	Material para la toma de muestras	23
1.4.5	Métodos para la determinación de parámetros	25
1.5	Carga contaminante	25
1.5.1	Impactos de la carga contaminante	26
1.5.2	Evaluación del impacto ambiental	28
1.5.3	Tratamientos para la remoción de la carga contaminante.....	29
1.5.4	Normativa ambiental.....	30
CAPITULO II.....		32
PARTE EXPERIMENTAL		32
2	PARTE EXPERIMENTAL Y METODOLOGÍA.....	32
2.1	Información de la zona de estudio	32
2.1.1	Datos geográficos de la Parroquia Unamuncho.....	32
2.1.2	Tipos y usos del suelo.....	33
2.1.3	Población	34
2.1.4	Sistema económico	36
2.1.5	Información del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	37
2.2	Metodología.....	39
2.2.1	Caracterización del afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Puerto Puerto Arturo”	39
2.2.2	Recolección de la información	43
2.2.3	Análisis de los datos	49
CAPITULO III.....		51

3	Resultados y Discusión.....	51
3.1	Resultados de la caracterización de la PTAR “Puerto Arturo”.....	51
3.1.1	Resultados del área de influencia directa e indirecta	55
3.2	Resultados de la evaluación del impacto ambiental de la PTAR “Puerto Arturo”	56
3.2.1	Componentes Ambientales	56
3.2.2	Matriz para la identificación de impactos ambientales.....	57
3.3	Resultados de la evaluación del afluente de la PTAR “Puerto Arturo”.....	60
3.3.2	Resultados de los análisis mensuales de la muestra del efluente de la PTAR “Puerto Arturo”	71
3.3.3	Determinación de la carga contaminante.....	72
3.3.4	Análisis de resultados	80
	CAPITULO IV.....	86
4	Diseño del indicador operacional	86
4.1	Introducción.....	86
4.2	Objetivo	86
4.3	Normativa	86
4.4	Tratamiento de aguas residuales	87
4.4.1	Antecedentes.....	87
4.4.2	Medidas.....	87
	Conclusiones.....	89
	Recomendaciones.....	90
	Bibliografía.....	
	Anexos.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Efectos indeseables de las aguas residuales.....	8
Tabla 2-1: Coeficiente de Manning.....	15
Tabla 3-1: Material para la toma de muestras	23
Tabla 4-1: Análisis químicos.....	25
Tabla 6-2: Factores climáticos de la Parroquia Unamuncho.....	33
Tabla 7-2: Tipos de vivienda.....	34
Tabla 8-2: Disponibilidad de agua	35
Tabla 9-2: Disposición de las aguas servidas	35
Tabla 10-2: Manejo de desechos sólidos.....	35
Tabla 11-2: Instituciones educativas de la Parroquia Unamuncho	36
Tabla 12-2: Principales cultivos de la parroquia Unamuncho.....	37
Tabla 13-2: Magnitud del Impacto.....	41
Tabla 14-2: Duración del Impacto	41
Tabla 15-2: Extensión del Impacto	42
Tabla 16-2: Fragilidad del Impacto.....	42
Tabla 17-2: Nivel de significancia	43
Tabla 19-2:Técnicas para el análisis de aguas residuales.....	46
Tabla 20-3: Componentes ambientales de la PTAR "Puerto Arturo"	57
Tabla 21-3: Hidrograma de la PTAR "Puerto Arturo.....	61
Tabla 22-3: Resultado estadístico caudal Lunes	63
Tabla 23-3: Resultado estadístico caudal Martes.....	64

Tabla 24-3: Resultado estadístico caudal Miércoles	65
Tabla 25-3: Resultado estadístico caudal Jueves	66
Tabla 26-3: Variación de caudal día Viernes	67
Tabla 28-3: Resultados de los análisis mensuales.....	71
Tabla 29-3: Carga contaminante	72
Tabla 30-3: Máximas, medianas, medias y mínimas de las cargas contaminantes	80
Tabla 49-4: Indicador operacional PTAR "Puerto Arturo"	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Phmetro	10
Figura 2-1: Tubería parcialmente llena	14
Figura 3-1: Método Volumétrico	16
Figura 4-1: Ecuaciones de acuerdo al tipo de vertedero.....	17
Figura 5-1: Vistas de la canaleta Parshall	18
Figura 6-1: Preservantes, recipientes y periodos de almacenamiento	22
Figura 7-1: Tipos de tratamientos de aguas residuales.....	30
Figura 8-2: División Parroquial del Cantón Ambato	32
Figura 9-2: Ubicación del efluente de la PTAR "Puerto Arturo".....	38
Figura 10-3: Resultados existe olores desagradables al transitar por el lugar.....	51
Figura 11-3: Resultados los olores desagradables son frecuentes.....	52
Figura 12-3: Resultados del cuerpo receptor presenta alguna coloración.....	52
Figura 13-3: Resultados algún miembro de su familia padece alguna enfermedad gastrointestinal	53
Figura 14-3: Resultados ¿qué sistema ambiental (agua, aire, suelo) es afectado por las aguas residuales? residuales?.....	53
Figura 15-3: Resultados conoce alguna industria o fábrica dentro de la parroquia Unamuncho	54
Figura 16-3: Área de influencia directa.....	55
Figura 17-3: Área de influencia indirecta.....	56
Figura 18-3: Identificación de impactos ambientales de la PTAR "Puerto Arturo"	58
Figura 19-3: Valoración de impactos ambientales de la PTAR "Puerto Arturo"	59
Figura 20-3: Variación de caudal día Lunes	63

Figura 21-3: Variación de caudal día Martes	64
Figura 22-3: Variación de caudal día Miércoles	65
Figura 23-3: Variación de caudal día Jueves.....	66
Figura 24-3: Variación de caudal día Viernes.....	67
Figura 25-3: Variación total de caudal	68
Figura 26-3: Resumen total	68
Figura 27-3: Variación de caudal general	69
Figura 28-3: Relación carga contaminante cloruros y caudal	73
Figura 29-3: Relación carga contaminante DBO ₅ y caudal.....	73
Figura 30-3: Relación carga contaminante DQO y caudal.....	74
Figura 31-3: Relación carga contaminante fluoruros y caudal.....	75
Figura 32-3: Relación carga contaminante sólidos suspendidos y caudal	76
Figura 33-3: Relación carga contaminante sólidos totales y caudal.....	77
Figura 34-3: Relación carga contaminante sólidos totales disueltos y caudal	77
Figura 35-3: Relación carga contaminante sulfatos y caudal.....	78
Figura 36-3: Relación carga contaminante tensoactivos.....	79
Figura 37-3: % de Remoción cloruros	80
Figura 38-3: % de Remoción DBO	81
Figura 39-3: % de Remoción DQO.....	81
Figura 40-3: % de Remoción fluoruros.....	82
Figura 41-3: % de Remoción sólidos suspendidos.....	82
Figura 42-3: % de Remoción sólidos totales.....	83

Figura 43-3: % de Remoción sólidos totales disueltos.....	83
Figura 44-3: % de Remoción de sulfatos	84
Figura 45-3: % de Remoción tensoactivos.....	84
Figura 46-3: % de Remoción total	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	95
Anexo B: Vista aérea de la PTAR "Puerto Arturo"	97
Anexo C: Dimensiones y caudal para canaleta Parshall.....	98
Anexo D: Registro de precipitaciones	99
Anexo E: Equipo de protección personal para la toma de muestras.....	100
Anexo F: Cadena de Custodia. Laboratorio EP-EMAPAA.	102
Anexo G: Tabla de caudal vs pendiente-sección PTAR "Puerto Arturo"	103
Anexo H: Afluente PTAR Puerto Arturo	107
Anexo I: Medición del tirante.....	107
Anexo J: Toma de muestras Abril.....	107
Anexo K: Toma de muestras Mayo	108
Anexo L: Toma de muestras Junio.....	108
Anexo M: Toma de muestras Julio	108
Anexo N: Toma de muestras Agosto	109
Anexo O: Toma de muestras Septiembre	109
Anexo P: Transporte de las muestras.....	109
Anexo Q: Entrega de muestras al Laboratorio de Calidad de la EP-EMAPA-A.....	110
Anexo R: Preparación de la muestra compuesta	110
Anexo S: Determinación de sólidos y espectrofotómetro	111
Anexo T: Resultados de laboratorio	¡Error! Marcador no definido.2

RESUMEN

Se evaluó las cargas contaminantes del afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Puerto Arturo del cantón Ambato para el diseño de indicadores operacionales. Se determinó la variación de caudal diario mediante la realización de un hidrograma, identificando las horas pico. Se procedió a la toma de muestras compuestas durante una hora a intervalos de tiempo de 30 minutos, dos veces al mes. Los días fueron elegidos aleatoriamente al inicio y al final del mes, durante el periodo Abril- Septiembre 2015. Las muestras fueron analizadas de manera cualitativa y cuantitativa, los resultados preliminares fueron empleados para el cálculo de la carga contaminante, expresada en kilogramos por día (Kg/d), relaciona el caudal con la concentración de los parámetros de interés, cloruros, DBO₅, DQO, fluoruros, sólidos suspendidos, sólidos totales, sólidos totales disueltos, sulfuros, tensoactivos. Se consideró estos parámetros debido a que la presencia de estos indica el grado de contaminación y las potenciales fuentes. Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, analítica y gráficas. Los resultados finales: cloruros 237,37 y 0,90, DBO₅ 156,42 y 15,21, DQO 317,12 y 32,59, fluoruros 3,23 y 0, sólidos suspendidos 542,31 y 8,21, sólidos totales 1410,88 y 56,45, sólidos totales disueltos 868,57 y 48,24, sulfatos 95,64 y 0.06, tensoactivos 903,21 y 0, máximas y mínimas respectivamente. Se concluyó que la carga contaminante y el caudal presentan una relación directamente proporcional, esto permitió realizar un indicador operacional en base al caudal y la carga contaminante, ya que el caudal nos permite diseñar el volumen del componente, y la carga contaminante nos indica cuales son los componentes que debe tener la planta de tratamiento de aguas residuales para que el tratamiento sea eficiente. Se recomienda realizar estudios más exhaustivos de cargas contaminantes en los afluentes de aguas residuales para optimizar el tratamiento.

Palabras Clave:

<CARGA CONTAMINANTE>, < CAUDAL DEL AFLUENTE>, <HIDROGRAMA DEL CAUDAL>, <MATRIZ DE INDICADOR OPERACIONAL>, <MUESTRAS COMPUESTAS>, <DÍAS ALEATORIO>, <PARÁMETROS ANALIZADOS>, <ANÁLISIS QUÍMICOS>, <ANÁLISIS FÍSICOS>, <TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES >, <PUERTO ARTURO [PARROQUIA] >, < AMBATO [CANTÓN] >.

SUMMARY

The pollutants of the tributaries of the waste water treatment plant of Puerto Arturo, from Ambato canton; was carried on for the design of operational indicators. The variation of the daily flow was determined by a hydrograph, identifying peak hours. Composite waste water sampling was made during one hour at time intervals of 30 minutes twice a month. The days were chosen randomly at the beginning and end of the month during the period from April to September 2015. The samples were analysed both, qualitatively and quantitatively. Preliminary results were used to measure the pollutant load, expressed in kg per day (kg/d) it relates the flow to the concentration of the parameters of interest: chlorides, BOD₅, COD, fluorides, suspended solids, total dissolved solids, sulphides, surfactants. These parameters were considered as the presence of the elements previously mentioned; indicates the degree of contamination and potential sources. The collected data were analysed by descriptive, analytical and statistical graphs. The final findings: chlorides 237,37 and 0,90, BOD₅ 156,42 and 15,21, COD 317,12 and 32,59, fluorides 3,23 and 0, suspended solids 542,31 and 8,21, TDS 868,57 and 48,24, sulphates 95,64 and 0.06, surfactants 903,21 and 0, maximum and minimum respectively. It was concluded that the pollution load and flow are directly related, which made possible to develop an operational indicator based on flow and pollutant load because the flow allows us to design the volume of the component, and the pollutant load shows which are the components that the treatment plant wastewater must have in order make the treatment be effective. It is recommended to conduct more comprehensive studies of pollution in the tributaries to enhance the treatment of wastewater.

KEY WORDS:

<POLLUTANT LOAD>, < TRIBUTARY FLOW>, <FLOW HYDROGRAPH>, <PATTERN OF OPERATIONAL INDICATOR>, <COMPOSITE SAMPLE>, <RANDOM DAYS>, <ANALYSED PARAMETERS>, <CHEMICAL ANALYSIS>, < PHYSICAL ANALYSIS >, <WASTE WATER TREATMENT >, <PUERTO ARTURO >, < AMBATO [CANTÓN] >, < BOD₅ [BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND]>, < COD [CHEMICAL OXYGEN DEMAND] >.

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales son el producto de las actividades que realiza el ser humano, su tratamiento es de vital importancia para controlar la contaminación que puede causar al cuerpo de agua receptor y los alrededores. Los afluentes de aguas residuales están compuestos por un sin número de sustancias entre las que podemos encontrar materia orgánica, sólidos, y microorganismos, estos efluentes pueden convertirse en focos infecciosos debido a que presentan las características adecuadas para que se desarrollen vectores voladores.

Las personas afectadas son las que habitan en la cercanías del lugar, ase debe destacar que los afluentes de aguas residuales se encuentran en lugares alejados dentro del área de influencia directa se encuentran varios tipos de cultivos de vegetales y hortalizas, e incluso alfalfa que es utilizada para alimentar a los animales, por ello es recomendable que el afluente no sea utilizado para el regadío por las enfermedades que puede causar, siendo los alimentos el vector para que ocurra las enfermedades.

El tratamiento de las aguas residuales es un problema en los países en vías de desarrollo debido a que no se cuenta con los recursos económicos suficientes y el personal adecuado para la toma de muestras e instrumentación necesaria para el análisis de las aguas residuales.

Otro de los problemas que se evidencia en el tratamiento de aguas residuales es la presencia de efluentes industriales, los cuales contienen metales que dificultan la remoción de los contaminantes presentes en las aguas residuales, este problema se da por la presencia de industrias dentro del perímetro urbano o en sectores residenciales.

Muchas de las industrias funcionan de manera clandestina y descargan su aguas residuales en horas estratégicas con el fin de no ser detectados por el ente regulador, estas aguas al entrar en contacto con las aguas domesticas genera olores desagradables.

Por estas situaciones he visto conveniente la realización de esta investigación con la finalidad de establecer lineamientos que permitan la evaluación adecuada del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales “Puerto Arturo” del cantón Ambato y diseñar un Indicador Operacional que permita visualizar los componentes que debe tener la planta de tratamiento para un mejor desempeño.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el siglo XIX se registraron los primeros problemas ambientales relacionados con la contaminación del agua en Europa, las aguas resultantes de las actividades humanas eran depositadas en letrinas, una vez llenas los residuos eran vertidos a los ríos. Esto ocasiono enfermedades como el cólera que mato a cientos de personas, se descubrió que la turbiedad además de ser un problema estético indica la presencia de pequeñas partículas de materia orgánica que pueden contener microorganismos patógenos. Se iniciaron con los primeros análisis de aguas con la ayuda del microscopio.

De allí parte la necesidad de tratar el agua residual y evitar que esta contamine los recursos hídricos, convenios internacionales y cumbres desarrolladas con el propósito de cuidar y preservar el ambiente y sobre todo el recurso hídrico han llevado a crear normas y leyes en los diferentes países.

En el año de 1996 se crea el ministerio de Medio Ambiente en Ecuador, con la finalidad de regular, proteger y mantener un ambiente ecológicamente equilibrado. Años más tarde, 1999 se publica el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, que indica los límites máximos permisibles para los diferentes contaminantes que afecten al aire, agua y suelo.

En el año 2003 mediante decreto 3516 se reforman las políticas ambientales del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente bajo el nombre, Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

En el año 2015 se publica el acuerdo ministerial 028, que sustituye al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, donde se muestra los límites máximos permisibles de descarga a los cuerpos receptores y los análisis que deben realizarse de acuerdo al tipo de industrias donde se realice la descarga, e indica que si el agua a descargarse no cumple con esta norma se debe emplear métodos de tratamiento previo a la descarga, en caso de incumplir con esta norma el ministerio de Ambiente procederá a la sanción pertinente.

Las normativas publicadas por el Ministerio de Ambiente rigen a todas las industrias y entidades responsables de las descargas a cuerpos receptores, en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, parroquia Unamuncho, sector Puerto Arturo, el consejo provincial de Tungurahua construye la planta de tratamiento de aguas residuales, tiempo más tarde, en el año

2011 esta planta pasa a ser parte de EP-EMAPA-A, el objetivo principal es de depurar las aguas residuales domesticas del sector de Puerto Arturo. La EP-EMAPA-A, diseño un tanque de cloración complementando la estructura entregada por el Consejo provincial de Tungurahua.

La EP-EMAPA-A, toma muestras puntuales trimestrales y realiza los análisis de laboratorio correspondientes del afluente y efluente de la planta de tratamiento con el fin de verificar la calidad del agua, los resultados obtenidos muestran varios parámetros fuera de norma.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La generación de aguas residuales producto de las actividades domésticas e industriales, contienen materia orgánica, metales, sólidos y patógenos con potencial de contaminación y eutrofización sobre los cuerpos receptores. La mezcla de aguas residuales domésticas con aguas residuales industriales presenta niveles altos de contaminación debido a la presencia de sustancias químicas que se originan durante los procesos de transformación de la materia prima, este inconveniente se da debido a la presencia de industrias en zonas residenciales.

En la ciudad de Ambato, parroquia Unamuncho se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales de Puerto Arturo en el sector del mismo nombre a cargo de EP-EMAPA-A, que trata las aguas residuales provenientes de la red de alcantarillado que beneficia a 2500 habitantes, se han presentado anomalías debido a que varias industrias asentadas en la zona no cuentan con sistemas de depuración previo a su descarga, e incumplen con lo establecido en el acuerdo 028. Tabla 9 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. (Ver Anexo A).

La caracterización y evaluación de estos afluentes surge de la necesidad de identificar caudales y cargas contaminantes máximas y mínimas que pueden presentarse durante el transcurso del día, y verificar si la variación de caudal incide en la concentración de carga contaminante, este estudio permitirá crear una base de datos referentes a las variaciones de caudal y carga contaminante. La obtención de datos se lo hará mediante muestreo compuesto, con la finalidad de obtener muestras significativas y verificar la variación del caudal y carga contaminante diariamente.

Los datos obtenidos de este estudio servirán de guía Capacidad intrínseca de las sustancias para descomponerse en estructuras químicas más simples, por la acción de los microorganismos para la realización de estudios similares en otras plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Ambato y para la realización de obras de infraestructura de la planta de tratamiento de Puerto Arturo. Esta caracterización y evaluación es el primer eslabón para posteriores proyectos que se realicen en esta planta de tratamiento de aguas residuales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las cargas contaminantes del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Puerto Arturo del Cantón Ambato para el diseño de indicadores operacionales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la variación del caudal en el afluente de la planta de tratamiento de Puerto Arturo ubicada en el Cantón Ambato.

Establecer las concentraciones de cloruros, , DBO₅, DQO, fluoruros, sólidos suspendidos, sólidos totales, sólidos totales disueltos, sulfuros, tensoactivos en el periodo Abril 2015- Septiembre 2015, en el afluente de la planta de tratamiento de Puerto Arturo ubicada en el Cantón Ambato.

Evaluar la relación entre el caudal y las concentraciones de cloruros, DBO₅, DQO, fluoruros, sólidos suspendidos, sólidos totales, sólidos totales disueltos, sulfuros, tensoactivos, en el periodo Abril 2015- Septiembre 2015, en el afluente de la planta de tratamiento de Puerto Arturo ubicada en el Cantón Ambato.

Valorar las cargas contaminantes máximas y mínimas del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Puerto Arturo del Cantón Ambato para el diseño de indicadores operacionales

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1 EL AGUA

El agua es una sustancia inorgánica compuesta por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, ocupa las tres cuartas partes del planeta, siendo el 95.5% agua salada y el 2.5% agua dulce, de este porcentaje el 1% está disponible para el consumo en ríos, manantiales y agua subterránea, el resto se encuentra en estado sólido formando los casquetes polares.

Este líquido vital, llamado así por la importancia para el origen y desarrollo de la vida es de difícil acceso en muchos lugares del planeta, el cuerpo humano necesita de agua para el buen funcionamiento de sus órganos y sistemas, además es conocido por su poder disolvente en contacto con otras sustancias.

La escasez de agua se ha evidenciado a lo largo de los años debido a la contaminación originada por la diferentes actividades humanas, existen varias fuentes, entre ellas domésticas donde las aguas luego de ser utilizadas produce afluentes con altos contenidos de materia orgánica y coliformes e industriales que utilizan el agua en diferentes procesos en las cuales se incorporan sustancias químicas de difícil remoción, a esto se suma la continuidad con que se realizan estos procesos lo que no permite una autodepuración.

1.1 Agua potable

El Agua del planeta puede contener muchas sustancias o microorganismos que pueden ser nocivas para el ser humano, más aun cuando estas son de procedencia subterránea debido a las filtraciones y arrastres de sustancias orgánicas e inorgánicas, por ello las aguas deben ser tratadas mediante procesos de purificación que constan de tratamientos primarios, secundarios y terciarios

La Organización Mundial de la Salud (OMS), es un organismo internacional encargado de difundir y controlar la calidad de las aguas de consumo así como el saneamiento luego de que estas hayan sido utilizadas, en nuestro país se cuenta con empresas municipales de agua potable

y alcantarillado que son encargadas de la captación, conducción y dotación de agua potable a la comunidad.

La empresa pública municipal de agua potable emplea diferentes métodos de remoción de sustancias ajenas al agua que pueden alterar la salud de los consumidores

1.1.1 Tratamientos primarios

Los tratamientos primarios consisten en una de serie de operaciones unitarias físicas empleados para la remoción de partículas de pequeño o gran tamaño, las fuentes que son captadas para el proceso de potabilización del agua son en su mayoría vertientes, es decir el aspecto organoléptico del agua es aceptable ya que es transparente y no hay presencia de sólidos.

1.1.2 Tratamientos Secundarios

Las aguas que son destinadas para el consumo humano dependiendo del tipo de captación pueden presentar cantidades considerables de carbonatos que aunque no son perjudiciales para la salud, pueden afectar en la industria. La presencia excesiva de carbonatos puede causar incrustaciones en las tuberías por ello es necesario ablandar las aguas mediante procesos de aireación, este proceso se lo hace en la planta de tratamiento o dependiendo del lugar se puede dar mediante la conducción del agua.

1.1.3 Tratamientos Terciarios

Esta fase se la considera como final, una vez que las aguas han pasado por los tratamientos primarios y secundarios se debe emplear una cierta cantidad de cloro para eliminar la presencia de patógenos, para esto se emplea hipoclorito, la dosis de esta sustancia química dependerá del caudal que trata la planta y se determina mediante una prueba de jarras.

1.2 Aguas Residuales

Se denomina aguas residuales a todos los líquidos resultantes de las actividades domésticas, comerciales, industriales, agrícolas y ganaderas. Las aguas residuales poseen una coloración oscura desagradable además de contener sustancias contaminantes como sulfuros, cloruros, metales, organismos patógenos, materia orgánica e inorgánica que alteran la composición y disponibilidad del recurso hídrico.

Estas aguas deben ser depuradas previas a su descarga, deben ser conducidas hacia una estación depuradora donde recibirán tratamientos que eliminen la carga contaminante presente. Se incluye tratamientos primarios, secundarios y terciarios.

1.2.1 Tipos de aguas residuales

El origen de las aguas residuales es diverso y su composición variada, son procedentes de las actividades humanas y transportadas mediante un sistema de alcantarillado.

1.2.1.1 *Aguas residuales domésticas*

Las aguas residuales domésticas son líquidos provenientes de las viviendas o conjuntos habitacionales así como de edificios industriales y comerciales, están formadas por aguas grises y negras de composición variada, materia orgánica, microorganismos patógenos provenientes del tracto intestinal y detergentes. El contenido de estas sustancias en agua bruta ocasiona el crecimiento indeseado de vegetación en esteros, ríos o quebradas causando la eutrofización y muerte de la vida acuática del lugar.

Este tipo de aguas residuales son comunes en las zonas rurales de la ciudad de Ambato, donde no la presencia de industrias es casi nula.

1.2.1.2 *Aguas residuales industriales*

Las aguas residuales industriales son las que provienen de las descargas de industrias de manufactura, se originan en las diferentes etapas durante el proceso de transformación de la materia prima. La adición de sustancias químicas en los procesos de manufactura convierte a sus efluentes en potenciales fuentes de contaminación para la fauna y flora del lugar. El parque industrial de Ambato (PIA) es una fuente de aguas residuales industriales de todo tipo.

1.2.1.3 *Aguas residuales doméstico-industriales*

Es la mezcla de aguas residuales domésticas e industriales, el asentamiento de industrias en zonas residenciales precisa la descarga de aguas residuales industriales a la alcantarilla lugar donde se da la mezcla. Estas aguas poseen altos contenidos de materia orgánica, microorganismos patógenos y metales pesados, originados durante las etapas de procesamiento de la materia prima. El agua industrial posee niveles altos de contaminación, que requieren de procesos específicos para su depuración.

En el casco urbano de la ciudad de Ambato se encuentran un gran número de industrias que descarga sus aguas residuales con altos contenidos de contaminantes, a la alcantarilla dificultando el proceso de depuración en la planta de tratamiento debido a que su diseño es exclusivamente para aguas residuales domésticas.

Tabla 1-1: Efectos indeseables de las aguas residuales

CONTAMINANTE	EFEECTO
Materia Orgánica Biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
Materia Suspendida	Deposición en los lechos de los ríos, si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de los gases, cubre el fondo e interfiere con la reproducción de los peces o trastorna la cadena alimenticia.
Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles	Extinción de peces y la vida acuática, destrucción de bacterias, interrupción de la auto-purificación.
Microorganismos Patógenos	Las aguas residuales domesticas pueden transportar organismos patógenos, los residuos de curtiembre ántrax.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor.	El incremento de la temperatura afecta a los peces, el color, olor y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para su uso público.
Sustancias o factores que transforman el equilibrio biológico.	Pueden causar el crecimiento excesivo de hongos y plantas acuáticas, causando malos olores.
Constituyentes minerales	Aumenta la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementa el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua

Realizado por:(Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

1.2.2 Parámetros a determinar en las aguas residuales

Según el TULSMA Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 “Limites de descarga a un cuerpo de agua dulce” (ANEXO 1), hace énfasis en varios parámetros para le medición de la contaminación de los afluyente de agua residual provenientes de la red de alcantarillado. Para la medición de cada parámetro hay que considerar aspectos como costos y el personal disponible, entre los que tenemos

- ❖ Parámetros Físicos
- ❖ Parámetros Químicos
- ❖ Parámetros Microbiológicos

Estos nos indican el grado de contaminación que existe en el agua residual.

1.2.2.1 Parámetros Físicos

Los parámetros físicos nos dan una idea aproximada de la Calidad del Agua residual, entre los principales podemos encontrar:

- Sólidos Suspendidos Totales

Se denominan también sólidos en suspensión (SST), son la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión luego de un periodo de tiempo de 10 minutos de asentamiento.

Se los considera como un indicador debido a que su presencia disminuye la entrada de luz al agua evitando la actividad fotosintética en sus corrientes, que influye directamente en la producción de oxígeno. La determinación de este parámetro mide la cantidad de partículas filtrables (minerales y materia orgánica) e indica la efectividad de los tratamientos biológicos.

- Sólidos Totales Disueltos

Conocidos como TDS o TSD por sus siglas en inglés, es la cantidad de sólidos disueltos en el agua y está relacionada directamente con la conductividad eléctrica, este material permanece luego de filtrar y evaporar una alícuota de muestra y posteriormente secada a 180°C, a esta temperatura el agua de cristalización el agua está ausente y su determinación se la puede hacer mediante diferencia de pesos entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos totales.

1.2.2.2 Parámetros Químicos

a) pH

El pH es una medida que indica la concentración de iones de hidrogeno en una muestra, permite identificar si el agua es alcalina o acida. Para su medición se emplea el Phmetro calibrado con una solución buffer o tiras de comparación con patrones coloreados. La importancia de este parámetro radica en su influencia sobre los coagulantes usados en el tratamiento de aguas naturales y residuales.



Figura 1-1: Phmetro

Fuente: Rojas, J. A. (2002). "Tratamiento de aguas residuales", 2° Edición, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia.

La concentración de ion hidrógeno es un parámetro que representa la calidad de las aguas naturales y residuales. Condiciones óptimas de pH ayuda a la proliferación y desarrollo de vida biológica durante los tratamientos que involucren microorganismos o plantas. Las aguas residuales domésticas alcanzan un valor entre 7 y 8, si existen valores altos de pH indica que existe la presencia de aguas residuales provenientes de industrias o comercios, el pH ácido o alcalino es perjudicial para las cañerías, es causante de la corrosión.

b) Carbonatos

La circulación de las aguas por diferentes tipos de suelos y rocas incorpora carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio, responsables de la dureza de las aguas e influencia directo sobre el pH. La presencia de estas sustancias interfiere en los tratamientos de aguas residuales debido a las variaciones de pH, influyendo en la actividad de las sustancias que se adiciona para la coagulación.

El carbonato cálcico (CaCO_3) o carbonato magnésico (MgCO_3), son los más comunes debido a sus altas concentraciones en el ambiente, causando problemas de incrustaciones en las tuberías. Las aguas residuales contienen bajos contenidos de carbonatos y en algunos casos no contienen, debido que durante el trayecto de las aguas se da un ligero ablandamiento.

c) Cloruros

El ion cloruro, Cl^- , forma sales y suele ir asociada al ion Na^+ , se encuentra en aguas naturales y residuales. El contenido de cloruros es variado y depende de la naturaleza de los terrenos por donde transita. Las aguas residuales presentan concentraciones de cloruros debido a que el cloruro de sodio (NaCl) o sal de mesa es muy común en la dieta diaria y pasa sin ser alterado a

través del sistema digestivo, las heces humanas contienen aproximadamente 6g de cloruros por persona, los compuestos empleados para reducir la dureza también son fuente de cloruros. Al igual que los carbonatos posee potencial de dañar las estructuras metálicas.

El aumento de la concentración de cloruros se debe a varios factores, en las zonas costeras se pueden dar por infiltraciones de agua de mar que contiene aproximadamente 20.000 ppm, mientras que en zonas áridas el lavado de los suelos causado por las precipitaciones y la contaminación de aguas residuales, aporta al contenido de cloruros.

El alto contenido de cloruros puede ocasionar daños en las estructuras metálicas y afectar el crecimiento vegetal de la zona receptora de la descarga.

d) Demanda Bioquímica de Oxígeno

La DBO (demanda bioquímica de oxígeno), es una medida de biodegradabilidad que indica la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para oxidar el material orgánico mediante procesos biológicos. Para la determinación de la DBO₅ se requiere de una temperatura de 20°C de incubación durante cinco días, antes de iniciar el análisis de la muestra se debe estabilizar el pH con una solución buffer, la muestra debe ser representativa y homogenizada.

La DBO se expresa en mg/l, el resultado es la diferencia de los valores de oxígeno disuelto al inicio y al final durante la realización del análisis. El contenido puede variar dependiendo de la procedencia de las aguas residuales, las aguas residuales industriales contienen niveles altos de DBO debido a la presencia de materia orgánica y otras sustancias que son utilizadas por los microorganismos como nutrientes, la eliminación se la puede realizar mediante procesos fisicoquímicos y biológicos que pueden ser aerobios o anaerobios.

e) Demanda Química de Oxígeno

La DQO (demanda química de oxígeno) es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar completamente la materia orgánica, para este análisis se utiliza dicromato potásico en medio ácido. La determinación de este parámetro debe realizarse lo más pronto posible para evitar la oxidación natural, caso contrario debe agregarse el preservante correspondiente. (6)

El valor debe tener relación con el resultado de DBO, en caso de presentar valores superiores a los de DBO significa que un porcentaje de la materia orgánica presente en el agua no será de fácil degradación.

f) *Fluoruros*

Los fluoruros son considerados contaminantes inorgánicos presentes en las aguas residuales de varios procesos industriales. Entre las industrias que se caracterizan por contener sus aguas residuales fluoruros tenemos la industria del acero, aluminio, fertilizantes, durante la elaboración de esmaltes y vidrios, en la fabricación de gomas y almidones adhesivos así como el pre-tratamiento de cueros y pieles. Sus niveles altos al igual que los carbonatos son responsables del aumento del pH.

g) *Sulfatos y Sulfuros*

El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrógeno que se origina al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios, el contenido excesivo puede alterar el desarrollo de los tratamientos biológicos. Las infiltraciones de aguas subterráneas en los tubos de alcantarilla es también una fuente potencial de sulfatos y cloruros.

h) *Tensoactivos*

Las sustancias tensoactivos son detergentes que no se unen con el agua, forman espumas y por su alto contenido de fosfatos crean un ambiente óptimo para la reproducción de organismos patógenos, si los tensoactivos superan el límite permisible durante la descarga producen el crecimiento de vegetación excesiva.

1.2.2.3 Parámetros Microbiológicos

a) Coliformes fecales

Los organismos que existen en las aguas residuales son pocos pero de difícil identificación por ello se utiliza el término coliformes como indicador confiable del contenido de agentes patógenos bacterianos con potencial de ocasionar enfermedades.

Según Jairo Romero Rojas, el ser humano arroja diariamente en sus excrementos entre 10^9 y 4×10^{11} coliformes, esto hace que facilita su identificación lo que permite utilizarlas como un indicador sanitario. Las coliformes son bacilos gram-negativos, aerobios y facultativos, siendo el género *Escherichia* con su especie *E. coli* la más representativa de contaminación fecal.

Los tratamientos biológicos seguidos de una cloración adecuada evitando originar cloro residual que puede ser nocivo para la salud, estas operaciones unitarias aseguran la remoción de este tipo

de organismos patógenos, pero se pueden ver afectados por el tiempo de retención hidráulica y la concentración de nutrientes.

1.3 Métodos para medir el caudal

1.3.1 Caudal

El caudal es la cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo a través de un canal, tubería o río. El fluido es medido en unidades de volumen y se expresa en litros por unidad de tiempo, m³/s o l/s. Este parámetro varía con el tiempo, por lo que es necesario realizar mediciones a intervalos pequeños de tiempo dependiendo del origen de las aguas residuales, recursos económicos y objetivos del estudio.

1.3.2 Medición de caudales

La medición de los caudales se basa en determinar la cantidad de líquido que pasa por unidad de tiempo, se emplea el aforo como método de determinación. Existen lugares donde el caudal debe ser conducido por un espacio específico, para esto se emplea vertederos, canales de régimen crítico o el método de diámetro pendiente en caudales bajos. Mientras que para caudales altos como de ríos se emplea molinetes y caudalímetro.

1.3.2.1 Método Manning

La fórmula de Manning permite calcular el caudal en tuberías con secciones llenas y parcialmente llenas, se determina el diámetro de la tubería, la pendiente mediante el empleo del equipo topográfico, y la altura del agua. (10)

Ec. (1-1)

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde:

V = velocidad, m/s

n= coeficiente de rugosidad (adimensional)

R= radio hidráulico, m

S= Pendiente m/m

Para tuberías con sección llena, el radio se calcula aplicando la siguiente ecuación.

Ec. (2-1)

$$R = \frac{D}{4}$$

Se sustituye en la fórmula de Manning.

Ec. (3-1)

$$V = \frac{0,397}{n} D^{2/3} * S^{1/2}$$

En función del caudal tenemos.

Ec. (4-1)

$$Q = \frac{0,312}{n} D^{8/3} * S^{1/2}$$

Para tuberías con sección parcialmente llena, se aplica las siguientes fórmulas.

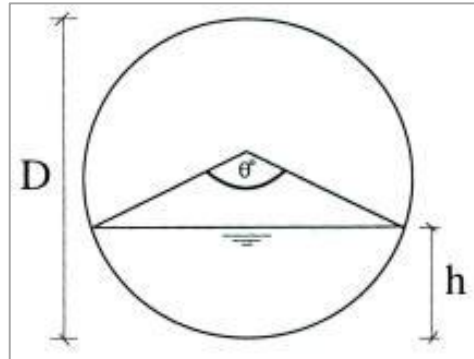


Figura 2-1: Tubería parcialmente llena

Fuente:(<http://www.ops.org.bo/textocompleto/nac23890.pdf>)

El ángulo central θ° (en grado sexagesimal)

Ec. (5-1)

$$\theta^\circ = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$$

Radio hidráulico

Ec. (6-1)

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{sen} \theta^\circ}{2\pi \theta^\circ} \right)$$

Sustituyendo el valor de R, la fórmula de Manning para tuberías con sección parcialmente llena es:

Ec. (7-1)

$$V = \frac{0.397 D^{2/3}}{n} \left(1 - \frac{360 \text{sen} \theta^\circ}{2\pi \theta^\circ} \right) S^{1/2}$$

Para la determinación del caudal en tuberías con sección parcialmente llena, se aplica la siguiente ecuación.

Ec. (8-1)

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15 * n (2 * \pi * \theta^\circ)^{2/3}} (2 * \pi * \theta^\circ - 360 * \text{sen} \theta^\circ)^{5/3} * S^{1/2}$$

Tabla 2-1: Coeficiente de Manning

Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016

Fuente: (http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/5_1ic/apartados/4.htm)

1.3.2.2 Método Volumétrico

Este método es aplicable para caudales pequeños de hasta 50 l/s, consiste en medir el tiempo que tarda en llenar un recipiente de boca ancha (balde, barriles) de volumen conocido, nunca se debe llenar el recipiente en su totalidad solo hasta la escala del recipiente.

Para caudales de 4 l/s se recomienda un recipiente de 10 litros y para caudales de 50 l un recipiente de 200 l, en este caso se emplea barriles plásticos. Este proceso se debe repetir de cuatro a cinco veces con la finalidad de promediar el tiempo y obtener un dato congruente. Luego aplicamos la ecuación 4, que relaciona el volumen sobre el tiempo. (18)

Ec. (9-1)

$$Q = V/t$$

Dónde:

Q = Caudal en litros por segundo, L/s

V = Volumen en litros, L

T = Tiempo en segundos, s

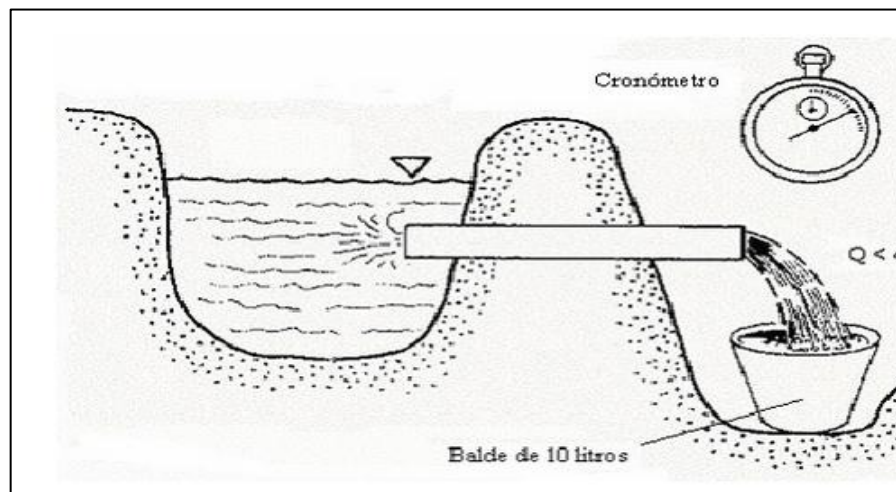


Figura 3-1: Método Volumétrico

Fuente:(<http://es.scribd.com/doc/105255484/MEDICION-DE-CAUDALES-AFOROS#scribd>)

1.3.2.3 Vertederos y Medidores de régimen crítico

Para determinar los caudales se pueden utilizar vertederos planos y los medidores de régimen crítico. Los vertederos tienen la desventaja de acumular sedimentos, lo cual no ocurre con los medidores de régimen crítico.

- a) Vertederos

Los vertederos, son estructuras que permiten controlar el pase del agua en los escurrimientos superficiales, direccionando el cauce hacia un lugar específico. Estas estructuras son empleados hasta caudales máximos de 60 L/s, presentan la desventaja de acular sólidos.

Los sólidos que se acumulan antes del vertedero, deben ser removidos de forma permanente para obtener valores exactos de caudal. Se debe disipar la velocidad de entrada del flujo al vertedero mediante una cámara de aquietamiento, que consiste en una canaleta longitudinal. Existen diversos tipos según la forma de los vertederos, se los utiliza de acuerdo a los recursos económicos, caudal y objetivo de estudio.

- Vertederos Triangulares
- Vertedero rectangular sin contracciones
- Vertedero rectangular con contracciones
- Vertedero Trapezoidal
- Vertedero rectangular de cresta gruesa

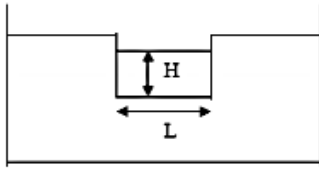
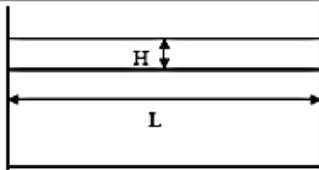
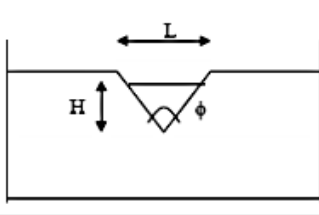
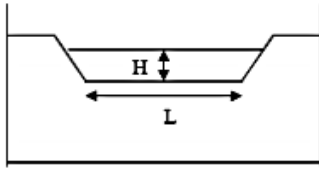

TIPO DE VERTEDERO	DIAGRAMA	ECUACIÓN
Rectangular con contracción		$Q = 1,83 * L * H^{1,5}$ $Q = \text{caudal en m}^3/\text{seg}$ $L = \text{longitud de cresta, m}$ $H = \text{cabeza en m}$
Rectangular sin contracción (cuando cae por una pared)		$Q = 3,3 * L * H^{1,5}$ $Q = \text{caudal en m}^3/\text{seg}$ $L = \text{longitud de cresta, m}$ $H = \text{cabeza en m}$
Triangular		$\phi = 90^\circ$ $Q = 1,4 * H^{5/2}$ $Q = \text{caudal en m}^3/\text{seg}$ $H = \text{cabeza en m}$ $\phi = 60^\circ$ $Q = 0,775 * H^{2,47}$ $Q = \text{caudal en m}^3/\text{seg}$ $H = \text{cabeza en m}$
Trapezoidal		Si la pendiente de los lados tiene una relación $4_{\text{(vertical)}} / 1_{\text{(horizontal)}}$, se aplica: $Q = 1,859 * L * H^{1,5}$ $Q = \text{caudal en m}^3/\text{seg}$ $L = \text{longitud de cresta, m}$ $H = \text{cabeza en m}$
Cresta gruesa		$Q = 1,67 * L * H^{1,5}$ $Q = \text{caudal en m}^3/\text{seg}$ $L = \text{longitud de cresta, m}$ $H = \text{cabeza en m}$

Figura 4-1: Ecuaciones de acuerdo al tipo de vertedero

Fuente: (http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301332/Tratamiento_de_aguas_residuales_AVA/_Residuales.pdf)

b) Canaleta Parshall

Es un aforador de flujo crítico, más utilizado para medir caudales críticos. Formada por una contracción lateral que forma la garganta (W), y una caída en la longitud correspondiente a la garganta, seguida de un ascenso en la parte divergente.

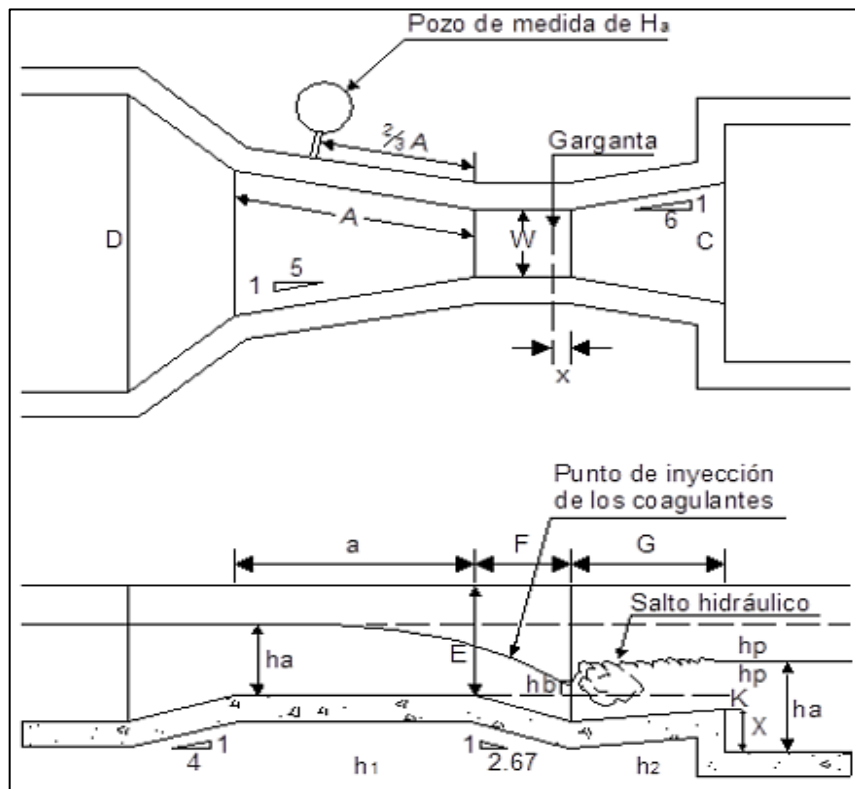


Figura 5-1: Vistas de la canaleta Parshall

Fuente: (<http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s06.htm>)

Para el dimensionamiento de la canaleta Parshall es auto-limpiante, opera con mucha exactitud y poca pérdida de energía. Para su diseño se requiere de la lectura de la lámina de agua (H_a), y debe aplicarse las siguientes dimensiones para su construcción.

1.3.2.4 Variación de caudales

Debido a las actividades domésticas e industriales que se desarrollan, se originan variaciones de caudales a corto plazo y estacionales.

1.3.2.4.1 Variaciones a corto plazo

El consumo de agua durante las primeras horas de la mañana se ve limitado y por ende el caudal de las aguas residuales es bajo, a medida que transcurren las horas las actividades que demandan consumo de agua van en aumento y con ello las aguas residuales.

Durante el día, las variaciones del caudal de las aguas residuales varía alcanzando caudales mínimos y máximos, al igual que sus cargas contaminantes.

1.3.2.4.2 Variaciones estacionales

Las variaciones estacionales son evidentes en determinados meses del año debido a la demanda turística, festividades, presencia de establecimientos comerciales y zonas donde las actividades comerciales e industriales se concentran en diferentes épocas del año.

Estas variaciones se ven influenciadas por las temporadas de invierno, existe mayor número de precipitaciones.

a) Precipitaciones

Las precipitaciones son un conjunto de fenómenos que comprenden lluvias, lloviznas, la incidencia de este fenómeno favorece al sector agrícola pero puede causar desastres cuando se presenta en forma continua y fuerte. El sistema de alcantarillado es el encargado de la evacuación de estas aguas, para ser conducidas hacia plantas de tratamiento de aguas residuales debido a que este sistema de alcantarillado es combinado, conduce aguas servidas y pluviales causando incrementos del caudal considerables.

Las variaciones de precipitación es una de las variables importante a considerar durante la evaluación de los afluentes, permite conocer si es causante de la dilución de los contaminantes que se encuentran en dicho afluente.

1.4 Toma de Muestras

Es una técnica que permite la obtención de una muestra para su evaluación de las características físicas, químicas y biológicas, para ello se debe seguir métodos estándar que aseguren un muestreo apropiado. Para que la muestra sea representativa es preferible realizarlos en sitios donde haya flujo turbulento, donde el afluente este integrado por la mayoría de descargas provenientes del lugar de interés.

1.4.1 Tipos de muestra

Los periodos de muestreo dependen de las variaciones de caudal del lugar, disponibilidad de recursos económicos y propósitos del programa de muestreo.

1.4.1.1 Muestra Simple

Muestras simples, puntuales o instantáneas, son aquellas que son tomadas en un momento determinado representando exclusivamente las características del agua muestreada en ese instante. Esta muestra puede ser no representativa debido a las variaciones que se da con el tiempo, de caudal y carga contaminante.

Este tipo de muestras son preferibles cuando el caudal a muestrear no es continuo y la descarga de contaminantes es intermitente.

1.4.1.2 Muestra Compuesta

Es la mezcla de muestras simples individuales proporcionales al caudal instantáneo, tomadas a intervalos de tiempo constantes, el tiempo de toma y los intervalos dependen del estudio que pretenda realizarse, este tipo de muestreo trata de asegurar la representatividad de la muestra.

Entre menores sean los intervalos de tiempo que se toma la muestra simple mayor será la representatividad, de esta forma se verifica las variaciones de caudal y características del agua residual.

Las muestras deben ser refrigeradas a una temperatura de -4°C por un periodo de dos horas como máximo, pero en caso de demora se utiliza preservantes. Los frascos deben estar bien identificados con fecha, hora y lugar de muestreo y el nombre del preservante usado.

Para conocer el volumen de la alícuota que debe tomarse, se debe aplicar la siguiente ecuación.

Ec. (10-1)

$$V_i = \frac{V * Q_i}{n * Q_p}$$

V_i = volumen de cada alícuota o porción de muestra,

V = volumen total a componer (pueden ser 10 L),

Q_i = caudal instantáneo de cada muestra,

Q_p = caudal promedio durante el muestreo

n = número de muestras tomadas

1.4.1.3 Muestra Integrada

Este tipo de muestra está formada por la mezcla de muestras puntuales o simples tomadas en diferentes puntos a un tiempo determinado, simultáneamente. La distancia que debe existir entre los puntos de muestreo debe ser considerada de acuerdo a los objetivos de estudio.

1.4.2 Preservantes

Varias de las características de las aguas residuales cambian por efectos de la temperatura, pH, rayos UV, para la determinación adecuada de las características de estos desechos líquidos se requiere que se agreguen preservantes que impidan la alteración del o los parámetros a analizar.

El preservativo debe ser colocado en el recipiente donde se recolectara la muestra, previo al muestreo con la finalidad de evitar accidentes, debido a que los preservantes en su mayoría son ácidos que pueden causar quemaduras de no ser manipulados con las debidas precauciones y equipo de protección personal adecuado.

Determinación	Recipiente ₂	Vol. mín. de muestra, mL	Preservación ₃
Acidez	P, V	100	Refrigeración
Alcalinidad	P, V	200	Refrigerar
Boro	P	100	No requiere
Bromuro	P	100	No requiere
Carbono orgánico, total	V	100	Análisis inmediato; o refrigerar y agregar H ₃ PO ₄ o H ₂ SO ₄ hasta pH<2
Cianuro total	P, V	500	Agregar NaOH hasta pH≥12, refrigerar en la oscuridad ⁵
Cianuro Clorable	P, V	500	Agregar 100 mg Na ₂ S ₂ O ₃ /L
DBO	P, V	1000	Refrigerar
DQO	P, V	100	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH≤2; refrigerar
Cloruro	P, V	50	No requiere
Color	P, V	500	Refrigerar
Plaguicidas	V(S), tapón de TFE	1000	Refrigerar; agregar 1000 mg ácido ascórbico/L si hay cloro residual
Fenoles	P, V	500	Refrigerar; agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2
Conductividad	P,V	500	Refrigerar
Dureza	P, V	100	agregar HNO ₃ hasta pH<2
Fluoruro	P	300	No requiere
Fosfato	V	100	Para fosfato disuelto filtrar inmediatamente; refrigerar
Fósforo Total	V (A)	100	Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH≤2; refrigerar
Grasa y aceite	V, boca ancha	1000	Agregar HCL hasta pH≤2, refrigerar
Metales, General	P(A), V(A)	500	Filtrar ⁷ , agregar HNO ₃ hasta pH<2
Metales: Cromo VI, Cobre colorimetría	P(A), V(A)	300	Refrigerar
Cromo Colorimetría	VI P (A), V(A)	300	Refrigerar
Mercurio	P (A), V(A)	500	Agregar K ₂ Cr ₂ O ₇ al 5% en HNO ₃ hasta pH<2, 4°C refrigerar
Nitrógeno Amoniacal	P, V	500	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar
Nitrato + nitrito	P, V	200	Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH≤2, refrigerar
Nitrito	P, V	100	Analizar lo más pronto posible o refrigerar
Nitrógeno Orgánico, Kjeldahl	P, V	500	Refrigerar; agregar H ₂ SO ₄ hasta pH≤2
Olor	V	500	Analizar lo más pronto posible; refrigerar
pH	P, V	50	Análisis inmediato
Salinidad	V	240	Análisis inmediato o usar sello de cera
Sílice	P	200	Refrigerar, no Congelar
Sólidos	P, V	200	Refrigerar
Sulfato	P, V	100	Refrigerar
Sulfuro	P, V	100	Refrigerar, agregar 4 gotas de acetato de zinc 2N/100ml; agregar NaOH hasta pH≥9
Recuento de Microorganismos Heterotróficos, Recuento Hongos y Levaduras, Coliformes Totales y Fecales, E. Coli	V	200	Refrigerar por debajo de 5°C hasta 24 horas
Sustancias activas de azul de metileno	P, V	250	Refrigerar
Temperatura	P, V		Análisis inmediato
Turbidez	P, V	100	Analizar el mismo día; para más de 24 h guardar en oscuridad, refrigerar

Figura 6-1: Preservantes, recipientes y periodos de almacenamiento

Fuente: (<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4558/1/628161V712.pdf>)

1.4.3 Volumen de la muestra

El volumen requerido depende del número de parámetros a determinar, en caso de requerir de un solo parámetro se requiere de por lo menos 100mL, mientras que para el análisis de muestras simples de 2L y para muestras compuestas se requiere de 4L. La coordinación con el laboratorista para determinar la cantidad de la muestra es de importancia en ciertos casos.

1.4.4 Material para la toma de muestras

El material utilizado para el muestreo debe asegurar la protección y cuidado de la muestra, garantizar que las características físicas, químicas y biológicas no serán alteradas.

Tabla 3-1: Material para la toma de muestras

Material	Descripción
Cooler	Ayuda a mantener la temperatura requerida
Gel refrigerante	Producto tipo gel, envasado en bolsa de polietileno. Ayuda a mantener una temperatura de menor a cero, permite mantener la cadena de frío de las muestras.
Envases plásticos	Para las muestras simples se requiere de envases de 2L y para muestras compuestas de 4L.
Envases de vidrio ámbar	Este tipo de envases se los utiliza cuando se requiere de análisis donde los rayos UV pueden alterar sus características.
Envases estériles	Para la determinación de microorganismos se debe emplear material estéril o autoclavado previamente para evitar contaminación cruzada.
Cronómetro y balde graduado	El cronómetro y el balde se requieren para medir el caudal mediante aforo.
Jarra	La jarra facilita la recolección de la muestra y su colocación en los respectivos recipientes

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

1.4.4.1 Cadena de custodia

Es un sistema de seguridad empleado para la preservación y garantía de la integridad de las muestras, evitando su alteración desde la recolección, transporte, hasta su análisis. (Ver Anexo C).

La cadena de custodia está integrada por la cadena de frío, que debe garantizar una temperatura de -4°C , durante el transporte de la muestra. De esta forma las características de las muestras no se verán afectadas.

1.4.4.2 Equipo de protección personal para la toma de muestras

La actividad de muestreo de aguas residuales implica, estar expuesto a contaminantes con potencial de causar enfermedades. Es necesario usar la vestimenta adecuada con el fin de preservar la salud.

1.4.4.3 Plan de la toma de muestras

- Para realizar con éxito el muestreo se debe considerar lo siguiente.
- Objetivo de la realización del muestreo
- Revisar información existente sobre el afluente. (tipos de agua residuales que recibe el lugar, horas pico)
- Seleccionar el lugar, debe ser representativo
- Establecer el horario de recolección de la muestra
- Acordar con el laboratorio la cantidad de muestra, preservante a utilizar y horario de recepción.
- Llevar los materiales para el muestreo y el equipo de protección personal (checklist, lista de materiales requeridos para el muestreo)
- Revisar con el laboratorista los resultados obtenidos

1.4.4.4 Ejecución de la toma de muestras

La ejecución del muestreo debe darse el día y la hora planificada, el personal encargado de realizar esta actividad debe estar media hora antes de lo señalado con la finalidad de mantener en orden y disponer los materiales a utilizar.

La actividad de muestreo demanda personal y recursos económicos, es necesario verificar que todos los materiales necesarios para el muestreo sean conducidos por el personal hasta el lugar, de esta manera se evita contratiempos.

Existen factores de carácter ambiental que impiden la realización del muestreo, si existen precipitaciones que alteran la concentración de los contaminantes es mejor postergar el muestreo.

1.4.5 Métodos para la determinación de parámetros

Para la determinación de los parámetros requeridos por el Acuerdo 028 que sustituye al Libro VI Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), Tabla 10 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, se requiere de una serie de análisis de métodos analíticos que permitan conocer las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales.

Tabla 4-1: Análisis químicos

Análisis	
Gravimétricos	Precipitación
Volumétricos	Titulación
Electroanalíticos	Potenciómetro Conductímetro
Ópticos	Colorimétricos Espectrofotómetros

Realizada por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

1.5 Carga contaminante

Los efectos de las aguas residuales sobre el sistema de tratamiento y la fuente receptora se dan en función de la concentración de contaminantes y la variación de caudal. El análisis de los diferentes parámetros ayuda a evaluar la concentración de los contaminantes que fluyen en unidad de tiempo por las aguas del afluente, se expresa en Kg/d, y se aplica la siguiente ecuación que relaciona la concentración por el caudal.

Ec. (11-1)

$$CC = Q * C$$

CC: carga contaminante

C: concentración del contaminante

Q: caudal de la fuente hídrica

La relación entre la carga contaminante y el caudal es directa, por tanto la importancia de medir el caudal con el nivel de precisión requerido, mediante el método volumétrico o de Manning.

El estudio de las cargas contaminantes parte, de que en todo recurso hídrico se encuentran una amplia gama de sustancias que de acuerdo a sus concentraciones pueden ser contaminantes o no, el alto contenido de sustancias contaminantes origina procesos de putrefacción, eutrofización y muerte de especies animales acuáticas. Para la determinación de la carga contaminante se emplean los siguientes parámetros; DBO5, DQO, SST (Sólidos Suspendidos Totales), N (Nitrógeno) y P (Fósforo), no obstante estos pueden variar de acuerdo a los requerimientos del estudio.

El control de caudal y cargas contaminantes son factores que influyen en la operación de las plantas de tratamiento, si no se cuenta con un registro periódico de la calidad de los afluentes difícilmente se podrá tomar las medidas correctivas y preventivas. Las PTAR son diseñadas para depurar un nivel máximo de carga orgánica contaminante contemplado en su diseño, el tratamiento de estas aguas es garantizado cuando la carga contaminante del afluente no sobrepase los límites de carga máxima diaria.

El crecimiento poblacional y el asentamiento de industrias dentro de zonas residenciales altera la composición de las aguas residuales, presentando un caudal y carga contaminante elevados, esto impide una depuración inadecuada de las aguas residuales, provocando un incumplimiento en de los límites permisibles.

1.5.1 Impactos de la carga contaminante

La carga contaminante representa la cantidad de contaminantes presentes en el agua residual, estas concentraciones varían de un momento a otro pero su impacto sobre los diferentes componentes del ambiente puede deteriorarse paulatinamente, presentando daños en la salud de los seres humanos, animales y la vegetación cercana al lugar.

Los daños producidos por la carga contaminante de las aguas residuales pueden afectar a:

1.5.1.1 Salud

Los efluentes de las plantas de tratamiento de las aguas residuales son consideradas como focos de infección, más aun cuando estas no cumplen con los límites permisibles establecidos por el acuerdo 028, debido a que su descarga se da en la mayoría de casos hacia cuerpos de agua dulce o quebradas cuyos cauces llegan a zonas donde son captados y utilizados para el consumo, sin realizar tratamientos previos que garanticen la calidad del agua.

Esta forma de contaminación es la más común en nuestro medio y entre las principales enfermedades que se pueden dar tenemos enfermedades estomacales como el cólera que si no son detectadas a tiempo pueden causar incluso la muerte

1.5.1.2 Vida Acuática

Los organismos que habitan en los ecosistemas acuáticos son sensibles a las alteraciones físicas y químicas y estas interfieren directamente en la reproducción, crecimiento y desarrollo de las especies acuáticas, además si las concentraciones de los contaminantes son elevadas causan la muerte de varios tipos de organismos.

La cantidad de oxígeno disuelto presente en los cuerpos de agua se ve afectado y disminuye debido a la presencia de organismos patógenos que utilizan el oxígeno durante los procesos de metabolismo. La disminución de oxígeno incide directamente sobre la calidad del agua e imposibilita su consumo y uso, ya que contiene sustancias ajenas con potencial de provocar enfermedades.

Por ello la razón de tratar las aguas residuales con la finalidad de preservar y conservar organismos que ayudan a mantener el equilibrio ecológico y cuidar las fuentes de agua, las normas establecidas en el acuerdo 028 respecto a los límites permisibles son los que el cuerpo de agua receptor puede tolerar y depurar.

1.5.1.3 Vegetación

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen la finalidad de reducir la carga contaminante con la finalidad de evitar la contaminación de los cuerpos de agua receptores, pero cuando la planta de tratamiento no funciona correctamente muchos contaminantes como materia orgánica no son retenidos y pueden llegar hasta el cuerpo receptor provocando el crecimiento indeseable de vegetación.

El crecimiento excesivo de vegetación cerca de los cuerpos de agua dulce provoca el agotamiento del oxígeno disponible, y si el crecimiento va en aumento, puede originar eutrofización. Los fosfatos, las grasas y la materia orgánica constituyen los principales nutrientes precursores para el crecimiento de vegetación, estos compuestos son comunes en aguas de tipo domésticas.

1.5.2 Evaluación del impacto ambiental

Los contaminantes presentes en las aguas residuales consisten en material orgánico e inorgánico, sólidos, materia orgánica y tensoactivos resultantes de las actividades diarias de los seres humanos, las aguas residuales sin un tratamiento adecuado y eliminadas hacia un cuerpo receptor causan problemas de contaminación y puede convertirse en un foco infeccioso.

El cuerpo receptor es vulnerable al recibir las aguas residuales sin un adecuado tratamiento debido a que los contaminantes presentes ingresan a la cadena trófica y tienden a bioacumularse, también se produce agotamiento del oxígeno disponible debido al crecimiento de especies vegetales y la vida acuática se extingue.

Para la evaluación de los impactos ambientales se utilizó una matriz de Leopold adecuándola a las características del presente trabajo, para esto se identificó las posibles impactos del afluente hacia los diferentes componentes del ambiente suelo, aire, agua calificándolos de forma cuantitativa, otorgándoles un rango como se muestra en la siguiente tabla.

NIVEL DE SIGNIFICANCIA

RANGO	VALOR
BAJO	0,00-1
MODERADO	1,01-1,5
SEVERO	1,6-2,09
CRITICO	2,10- 3,00

Fuente: (Plan de Manejo Ambiental Central Hidroeléctrica, 2009)

1.5.3 Tratamientos para la remoción de la carga contaminante

1.5.3.1 *Tratamiento primario*

Se usa tratamientos físicos o físico químicos para remover materiales sedimentables, mediante procesos como decantación, floculación-coagulación y precipitación. La decantación permite la eliminación de sólidos en suspensión por diferencia de densidades, la coagulación-floculación trata partículas coloidales mediante reactivos químicos adecuados denominados coagulantes. Finalmente la precipitación elimina metales pesados por la adición de reactivos apropiados.

1.5.3.2 *Tratamiento secundario*

Consiste en procesos biológicos para convertir la materia orgánica soluble y de partículas coloidales, en sólidos sedimentables floculentos que puedan separarse en tanques de sedimentación secundaria.

Puede ser mediante procesos aeróbicos, siendo el más común, de lodos activados, en donde intervienen microorganismos facultativos que en presencia de oxígeno metabolizan la materia orgánica, ideal para tratamiento de aguas con carga orgánica leve.

Otro tipo de procesos son los anaeróbicos para tratar efluentes con alta carga orgánica, empleando bacterias específicas para degradar la materia orgánica en ausencia de oxígeno, produciendo metano, o filtros aerobios de flujo ascendente o descendente de superficie sólida a base de piedras donde crece la película bacteriana encargada de la remoción de materia orgánica.

1.5.3.3 *Tratamiento Terciario*

Mediante procesos físicos y químicos se eliminan contaminantes específicos como: minerales, fósforo; hay procesos como adsorción que utilizan carbón activado para fijar en su superficie ciertos compuestos presentes en los efluente a tratar. Además, dependiendo de la complejidad del efluente se emplean otros procesos como: intercambio iónico, ultrafiltración, electrodiálisis, oxidación-reducción, desinfección, entre otras.

Tratamiento primario
Cribado o desbrozo
Sedimentación
Flotación
Separación de aceites
Homogeneización
Neutralización
Tratamiento secundario
Lodos activos
Aireación prolongada (procesos de oxidación total)
Estabilización por contacto
Otras modificaciones del sistema convencional de lodos activos: aireación por fases, mezcla completa, aireación descendente, alta carga, aireación con oxígeno puro
Lagunaje con aireación
Estabilización por lagunaje
Filtros biológicos (péroladores)
Discos biológicos
Tratamientos anaerobios: procesos de contacto, filtros (sumergidos)
Tratamiento terciario o «avanzado»
Microtamizado
Filtración (lecho de arena, antracita, diatomeas...)
Precipitación y coagulación
Adsorción (carbón activado)
Intercambio iónico
Ósmosis inversa
Electrodialisis
Cloración y ozonización
Procesos de reducción de nutrientes
Otros

Figura 7-1: Tipos de tratamientos de aguas residuales

Fuente: (R. RAMALHO, 1993 Tratamiento de aguas residuales)

1.5.4 Normativa ambiental

1.5.4.1 Constitución de la República del Ecuador

Registro Oficial # 449, del 20 de noviembre del 2008, Capítulo Segundo, Derechos del buen vivir Sección segunda, Ambiente sano, dispone.

Art. 14.- El Estado reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. (8)

1.5.4.2 Ley de Gestión Ambiental

Esta ley con Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre de 2002 es la encargada de promulgar la protección del ambiente, está relacionada con la prevención, control, y sanción a las actividades contaminantes sobre los recursos naturales, establece directrices de política ambiental y las obligaciones en los diferentes niveles de participación pública y privada en la gestión ambiental, señala los límites permisibles, controles y sanciones dentro del campo ambiental.

1.5.4.3 Acuerdo 028

En el Acuerdo 028 con Registro Oficial del día viernes 13 de febrero de 2015, Edición Especial No. 270 encontramos los límites permisibles para la descarga hacia cuerpo de agua dulce, además hace referencia sobre los tipos de análisis físicos, químicos y biológicos que se requiere según el tipo de actividad industrial que se realice.

1.5.4.4 Ordenanzas

La ordenanza 400.92 discutida y aprobada el 2 de Febrero de 1999 en el Cantón Ambato, Reglamento de prevención y control de la contaminación ambiental producidas por las descargas líquidas y emisiones gaseosas de fuentes fijas, capítulo 4 Registro de los establecimientos y caracterización de las descargas, en su artículo 10 hace referencia a la caracterización de las aguas residuales mediante análisis de laboratorio, esto se realizara de manera periódica por parte del ente regulador, el Ministerio del Ambiente.

CAPITULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL Y METODOLOGÍA

2.1 Información de la zona de estudio

2.1.1 Datos geográficos de la Parroquia Unamuncho

2.1.1.1 Localización

En el cantón Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua a 17 Km al norte de la ciudad se encuentra la parroquia de Unamuncho, ubicada según el sistema de coordenadas UTMWGS84 en la zona: 17M a 768367.365E y 9872470.669N, entre las parroquias de Cunchibamba, Izamba y Atahualpa.



Figura 8-2: División Parroquial del Cantón Ambato

Fuente: (El Comercio, 2013)

2.1.1.2 Extensión y altitud

La Parroquia Unamuncho posee una superficie territorial de 15.1 Km² correspondiente al 1,5% del área cantonal. posee una altitud media de 2600 msnm.

2.1.1.3 Temperatura y humedad Relativa

Unamuncho posee un clima templado pero en ciertas épocas del año presenta fríos acompañados de vientos, la temperatura promedio es de 12 a 18° C y la humedad relativa promedio es de 20 a 50%.

2.1.1.4 Precipitación

La parroquia Unamuncho presenta precipitaciones con una media anual de 484 mm, el mes de mayo se registra mayor número de precipitaciones con una media de 99 mm.

Tabla 5-2: Factores climáticos de la Parroquia Unamuncho

FACTORES CLIMÁTICOS	
Mes con mayor precipitación	Junio
Precipitación media mensual de junio	99 mm
Temperatura	12-18 °C
Precipitación media anual	485 mm

Fuente: (Estación Meteorológica La Granja. Instituto Tecnológico Agropecuario “Luis A. Martínez”. ITA- LAM, 2010)

2.1.2 Tipos y usos del suelo

2.1.2.1 Tipos de suelo

En la parroquia de Unamuncho se encuentra dos tipos de suelo, el H y C

2.1.2.1.1 Suelos H

Este tipo de suelos se deriva de materiales piroclásticos, profundos de color negro, el primer metro se caracteriza por poseer un contenido menor cantidad de arcilla. Este tipo de suelo contiene gran cantidad de materia orgánica por lo que son aptos para el cultivo.

2.1.2.1.2 Suelos C

Suelos poco profundos y erosionados, a menos de un metro se encuentra una capa dura conocida como cangagua poco apta para el cultivo.

2.1.2.2 Usos del suelo

La parroquia Unamuncho posee grandes extensiones de cultivos de ciclo corto como coliflor, lechuga, remolacha. Además existen parcelas de alfalfa que sirven de alimento para especies menores como cuyes y conejos.

2.1.3 Población

La parroquia de Unamuncho según el último censo realizado por el INEC cuenta con una población de 4672 Habitantes, de los cuales 2250 son hombres y 2422 mujeres. La población económicamente activa es de 2581, es decir aquellas que producen bienes y servicios en un momento determinado.

2.1.3.1 Tipo de vivienda

Se puede identificar que las edificaciones existentes en la parroquia Unamuncho pueden ser

Tabla 6-2: Tipos de vivienda

Casa/Villa	Departamento en casa o edificio	Cuarto(s) en casa de inquilinato	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otra vivienda particular	Total viviendas
1013	6	6	130	2	1	0	2	1160

Fuente: (Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC)

2.1.3.2 Servicios básicos

A continuación se detalla la accesibilidad de los servicios básicos de los habitantes de la parroquia Unamuncho.

2.1.3.2.1 Agua

Tabla 7-2: Disponibilidad de agua

De red pública	De pozo	De río, vertiente, acequia o canal	De carro repartidor	Otro (Agua lluvia/albarrada)	Total Viviendas
928	11	17	126	78	1160

Fuente: (Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC)

2.1.3.2.2 Disposición de las aguas servidas

Tabla 8-2: Disposición de las aguas servidas

Conectado a red pública de alcantarillado	Conectado a pozo séptico	Conectado a pozo ciego	Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada	Letrina	No tiene	Total Viviendas
377	186	416	17	47	117	1160

Fuente: (Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC)

2.1.3.2.3 Manejo de desechos sólidos

Tabla 9-2: Manejo de desechos sólidos

Por carro recolector	La arrojan en terreno baldío o quebrada	La queman	La entierran	Arrojan al río, acequia o canal	De otra forma	Total Viviendas
739	75	307	20	9	10	1160

Fuente: (Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC)

2.1.3.2.4 Educación

a) Educación básica

La población en edad escolar se educa en las instituciones de la zona, un porcentaje mínimo acude a escuelas de la ciudad de Ambato

b) Educación secundaria

Según datos de la Dirección provincial de educación un 80% de la población termina la primaria y accede a centros educativos de educación media de la ciudad de Ambato.

c) Educación superior

Del 80% anteriormente mencionado, un 50% accede a la educación superior en la ciudad de Ambato, mientras un porcentaje mínimo accede a universidades privadas.

Tabla 10-2: Instituciones educativas de la Parroquia Unamuncho

Nombre del Plantel	Total	Prof. Grado	Prof. Especiales
	Alumnos		
CENTRO EDUCATIVO TOMÁS SEVILLA	231	14	1
ADELA MARTÍNEZ	66	4	4
ALFONSINA STORNI	157	7	4
GALO VELA	10	1	1

FUENTE: (DIRECCIÓN PROVINCIAL DE EDUCACIÓN. MEC, 2010)

2.1.3.2.5 Salud

La parroquia de Unamuncho cuenta con un centro médico, entre las funciones que desarrolla es la protección y recuperación de la salud. En la parroquia son comunes enfermedades como: dermatitis, diabetes, hipertensión arterial, enfermedades diarreicas entre otras, esto debido a la falta de infraestructura básica.

2.1.4 Sistema económico

La economía de esta parroquia se basa principalmente en la agricultura y la producción pecuaria

2.1.4.1 Agricultura

La agricultura se basa en la producción de hortalizas y legumbres y algunos huertos frutales, existen pastizales utilizados para la crianza de ganado. La mayor parte del sector no cuenta con agua de riego, las siembras se realizan en épocas de lluvia y los productos cultivados son comercializados en las ciudades de Ambato y Salcedo.

Entre los principales cultivos de la parroquia tenemos

Tabla 11-2: Principales cultivos de la parroquia Unamuncho

Principales cultivos	Superficie aproximada
Lechuga	70% del área de cultivo
Remolacha	30% del área de cultivo
Maíz	50% del área de cultivo
Coliflor	20% del área de cultivo
Col	50 % del área de cultivo
Papas	10% del área de cultivo

Fuente: (Autodiagnóstico Parroquial, 2010)

2.1.4.2 Producción pecuaria

La producción pecuaria se desarrolla en esta parroquia en poca cantidad, crían ganado vacuno y comercializan la leche en mercados cercanos a la zona

2.1.5 Información del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales

El presente estudio se desarrolló en el afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Puerto Arturo, donde se unen las aguas residuales provenientes del sector del mismo nombre. Esta plantan de tratamiento está a cargo de la EP-EMAPA-A, encargada de la depuración de las aguas residuales para su posterior descarga.

2.1.5.1 Ubicación geográfica del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales "Puerto Arturo"

Parroquia: Unamuncho

Cantón: Ambato

Provincia: Tungurahua

Coordenadas: Según el sistema de coordenadas UTMWGS84 se encuentra en la zona: 17M,

767942.366 E;

9868900.670 N;

Altitud de 2709 msnm

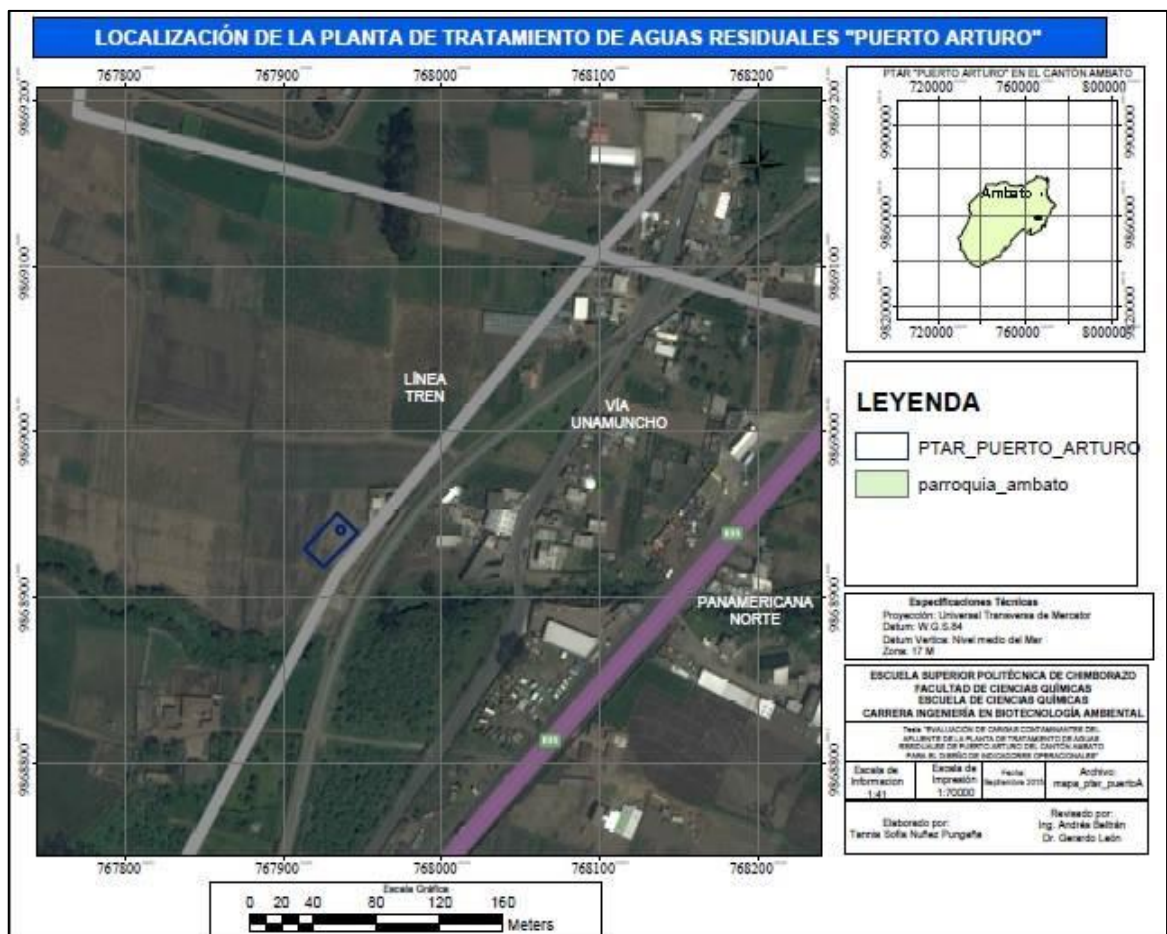


Figura 9-2: Ubicación del efluente de la PTAR "Puerto Arturo"

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

2.2 Metodología

2.2.1 Caracterización del afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Puerto Arturo”

Para la caracterización del afluente de la planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Puerto Arturo” se consideró la información sobre las actividades de la población del lugar y el número de habitantes.

Una vez obtenida la información de la zona de estudio se procedió a realizar encuestas a las personas que viven en zonas aledañas al afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales con el objetivo de conocer qué tipo de contaminación origina este afluente y las afectaciones al ambiente, las preguntas realizadas a la población:

- ❖ Existe olores desagradables al transitar por el lugar
- ❖ Los olores desagradables son frecuentes
- ❖ El agua del cuerpo receptor presenta alguna coloración
- ❖ Algún miembro de su familia padece alguna enfermedad gastrointestinal
- ❖ ¿Qué sistema ambiental (agua, suelo, aire) es afectado por las aguas residuales?
- ❖ ¿Conoce alguna industria o fabrica dentro de la parroquia Unamuncho?

Estas preguntas nos ayudan a la identificación y valoración de los impactos ambientales y a la identificación del área de influencia directa e indirecta, para verificar la información obtenida se realizaron inspecciones al afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.

2.2.1.1 *Identificación y valoración de los impactos ambientales en la PTAR “Puerto Arturo”*

2.2.1.1.1 *Metodología para determinar el área de influencia*

a) Área de influencia directa

Para la determinación del área de influencia directa se consideró treinta metros a la redonda del punto de ingreso del afluente de las aguas residuales.

b) Área de influencia indirecta

Debido a que el afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra alejado de zonas pobladas pero cerca de zonas agrícolas se consideró 300 metros a la redonda, esto con la finalidad de determinar el grado de contaminación de este afluente a los alrededores.

2.2.1.1.2 *Metodología para la evaluación del impacto ambiental del afluente de la PTAR “Puerto Arturo”*

I. Identificación de los impactos ambientales

Para evaluar el impacto ambiental que produce el afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales “Puerto Arturo” se utilizará la Matriz de Leopold.

La metodología empleada para la identificación y posterior evaluación se elaboró como se detalla a continuación:

Identificación de los componentes ambientales aéreos, acuáticos y terrestres que pueden ser potencialmente afectados por el afluente de aguas residuales.

a) Identificación de los componentes ambientales

Este fue el primer paso para la identificación de los diferentes aspectos bióticos, abióticos y socioeconómicos sean estos positivos o negativos, Leopold en su matriz nos muestra que existe 88 componentes susceptibles a ser afectados por distintas actividades.

En esta investigación se seleccionara los factores y componentes más significativos, es decir aquellos que puedan causar alguna afectación.

b) Caracterización del efluente de la PTAR “Puerto Arturo”

El segundo paso es analizar muestras de agua con la finalidad de verificar el estado de las aguas que llegan hasta el punto denominado afluente, e interpretar los posibles impactos.

c) Matriz de identificación de los impactos ambientales

Luego de identificar el componente ambiental y la actividad procedemos a calificarlos como positivos o negativos según la matriz de Leopold.

II. Valoración del impacto ambiental

Para proceder con la valoración se considera una matriz con puntajes donde se tomó en cuenta varias características para de esta manera determinar su importancia y jerarquización de las diferentes interacciones, y se debe determinar lo siguiente:

a) Criterios de identificación de impactos

Una vez identificados los impactos producidos por el afluente de la PTAR “Puerto Arturo” de la parroquia Unamuncho ya sean positivos o negativos, se realiza una matriz de valoración, tomando en cuenta los siguientes atributos:

Magnitud (M): Grado de afectación de la actividad con respecto al componente

Tabla 12-2: Magnitud del Impacto

VALOR NUMÉRICO	MAGNITUD	OBSERVACIÓN
1	Pequeña	Leve alteración
2	Mediana	Moderada alteración
3	Alta	Alteración significativa

Fuente: (Plan de Manejo Ambiental Central Hidroeléctrica, 2009)

Duración (D): Tiempo que tarda para eliminar o desaparecer los efectos causados por la actividad sobre el componente.

Tabla 13-2: Duración del Impacto

VALOR NUMÉRICO	DURACIÓN	OBSERVACIÓN
1	Días	1 día
2	Semanas	1 Semana
3	Meses	1 Mes

Fuente:(Plan de Manejo Ambiental Central Hidroeléctrica, 2009)

Extensión (E): Hace referencia a la superficie que fue afectada

Tabla 14-2: Extensión del Impacto

VALOR NUMÉRICO	EXTENSIÓN	OBSERVACIÓN
1	Puntual	En un punto de descarga
2	Local	En una sección del cuerpo receptor
3	Regional	Avanza a cuencas de otras provincias

Fuente: (Plan de Manejo Ambiental Central Hidroeléctrica, 2009)

Fragilidad (F): Nivel de fragilidad que presenta el componente ambiental frente a las actividades identificadas.

Tabla 15-2: Fragilidad del Impacto

VALOR NUMÉRICO	FRAGILIDAD
1	Poco frágil
2	Medianamente frágil
3	Frágil

Fuente:(Plan de Manejo Ambiental Central Hidroeléctrica, 2009)

b) Calificación del nivel de significancia

Para establecer la calificación se hace una relación entre Magnitud (M), duración (D), extensión (E) y fragilidad (F), para ello se aplica la siguiente fórmula

$$IDS = \left(\frac{2M + D + E}{12} \right) * F$$

Ecuación 12: Índice de significancia

Fuente:(Plan de Manejo Ambiental Central Hidroeléctrica, 2009)

La calificación que se obtenga nos ayudara a conocer el grado de afectación de los impactos

Tabla 16-2: Nivel de significancia

RANGO	VALOR
BAJO	0,00-1
MODERADO	1,01-1,5
SEVERO	1,6-2,09
CRÍTICO	2,10- 3,00

Fuente:(Plan de Manejo Ambiental Central Hidroeléctrica, 2009)

III. Matriz de valoración del impacto ambiental

Una vez realizadas cada una de las interacciones mediante cada una de las características se procede a calificar mediante un valor y un rango que luego será representado en la matriz.

2.2.2 Recolección de la información

Los datos obtenidos durante la investigación fueron cuantitativos, midiendo valores y cualitativos interpretando y analizando los datos, y el diseño de la matriz operativa se la realizó en base a un análisis de la carga contaminante y el caudal.

I. Descripción de los equipos y materiales utilizados

a) Equipo de protección personal

Se utilizó protección de las vías respiratorias y piel, para esto se emplea mascarilla, guantes y mandil, véase Anexo

b) Cinta métrica

La cinta métrica fue empleada para medir el tirante en el canal de ingreso del afluente y determinar el caudal

c) Cooler

Se utilizó un cooler para el almacenamiento y transporte de las muestras hacia el laboratorio

d) Envases plásticos

Se utilizaron envases plásticos para la recolección de las muestras, mientras que para la determinación de los análisis microbiológicos se empleó envases estériles

e) Gel Refrigerante

Para mantener una temperatura de -4° C durante el almacenamiento y transporte hacia el laboratorio se colocó gel refrigerante.

f) Cadena de custodia

Fue utilizada para anotar datos referentes a la muestra, clima y caudal. Véase Anexo D

2.2.2.1 Determinación del caudal

La determinación del caudal se la realizó mediante dos métodos, el método volumétrico que consistió en colocar un balde a la salida del desarenador y cronometrar el tiempo que tarda en llenarse el recipiente.

El segundo método empleado fue el método de Manning, con el equipo topográfico se determinó la pendiente, y se programó en la hoja de cálculo de Excel. La determinación de caudal se la hizo mediante la medición del tirante.

2.2.2.2 Realización del hidrograma

Se midió el caudal del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de “Puerto Arturo” a intervalos de tiempo determinados en un horario considerado como ideal durante el día y parte de la noche para determinar los horarios que se debían tomar las muestras. El hidrograma fue realizado los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, descartando los fines de semana por evidenciar caudales bajos.

2.2.2.3 Toma de muestras

La metodología aplicada fue basada en el libro de Metcalf & Eddy, donde indica que para la evaluación del caudal y la carga contaminante se debe realizar primero un hidrograma con la finalidad de obtener las horas pico, para esto se debe medir el caudal de forma continua, a intervalos cortos de tiempo según el tipo de estudio y las necesidades.

2.2.2.3.1 Toma de muestras de las aguas residuales

Una vez que realizado el hidrograma se identificó los caudales críticos y se procedió a tomar muestras compuestas durante una hora a intervalos de media hora. Se tomaron alícuotas de 4L cada media hora, las muestras fueron identificadas y etiquetadas, y transportadas al laboratorio.

Se tomó dos muestras mensuales durante seis meses desde el mes de abril hasta el mes de septiembre, los días fueron elegidos al azar mediante selección aleatoria y el horario fue establecido en base al hidrograma.

2.2.2.3.2 Metodología para el análisis de las muestras de aguas residuales

Tabla 17-2: Técnicas para el análisis de aguas residuales

PARÁMETROS FÍSICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA
Sólidos Suspendidos totales (SST)	mg/L	APHA 2540 D	<p>Reposar la muestra hasta que se encuentre a temperatura ambiente, Tomar un filtro previamente tarado del desecador, colocarlo en el equipo de filtración para iniciar la succión, Agitar la muestra, y depositar el volumen requerido sobre el filtro, secarlo a 103-105°C durante una hora. El proceso se debe repetir hasta que la variación de peso sea de 0.5mg. Aplicar la fórmula</p> $\text{mg sólidos suspendidos totales/L} = [(B - A) \times 1000] / \text{volumen muestra (mL)}$ <p>Dónde: A: peso del filtro seco antes de la filtración (en mg) B: peso del filtro + residuo seco (en mg)</p>
Sólidos totales	mg/L	APHA-2540-B	<p>Reposar la muestra hasta que se encuentre a temperatura ambiente, tomar de 25 a 100 ml de muestra y colocar, llevar la muestra a la estufa a 103-105°C durante una hora. El proceso se debe repetir hasta que la variación de peso sea de 10mg. Aplicar la fórmula mg sólidos</p>

			<p>suspendidos totales/L = [(B- A) X 1000] / volumen muestra (mL)</p> <p>Dónde:</p> <p>A: peso del filtro seco antes de la filtración (en mg)</p> <p>B: peso del filtro + residuo seco (en mg)</p>
Sólidos totales disueltos	mg/L	APHA-2540-C	Colocamos 10mL de la muestra en las celdas y leemos en el conductivímetro
Color real	Unid Pt-Co	HACH 8025	Colocar 200mL en un vaso de precipitación, ajuste el pH, filtrar 50mL de la muestra y colocar 10mL de la muestra filtrada en la celda, y colocar en el espectrofotómetro.
PARÁMETROS QUÍMICOS			
pH	UpH	APHA 4500 H+	Colocamos 5mL de la muestra en viales o tubos de ensayo y leemos directamente con el pHmetro.
Cloruros	mg/L	HACH 8113	Colocar 10mL de muestra en la celda, luego 8mL de la solución de tiocianato mercuríco, agitar hasta obtener una mezcla homogénea, colocar 4mL de solución férrica, colocar la celda con la muestra en el espectrofotómetro y esperar los resultados.
	mg/L	APHA-5210-B	Mantener un pH entre 6,5 y 7,5, calentar 160mL de muestra, y se vierte en la botella ámbar de muestra, añadir el contenido de una bolsa de buffer nutritivo DBO, colocar hidróxido de litio

DBO5			en cada copa para sellar, colocar en la incubadora a una temperatura de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante cinco días.
DQO	mg/L	HACH 8000	En el tubo del Kit HACH se coloca 2mL de la muestra y se calienta a 250°C , durante dos horas se deja digestando, luego se coloca el tubo en el espectrofotómetro y se lee el resultado
Fluoruros	mg/L	HACH 8029	Colocar 10mL de la muestra en la placa, 2mL del reactivo SPADNS
Sulfuros	mg/L	HACH-8131	Se coloca 10mL de la muestra, se coloca el reactivo para sulfuros, mezclamos bien, colocamos en la celda del espectrofotómetro y se lee.
Tensoactivos	mg/L	HACH 8028	Colocar 300mL de la muestra en una probeta, colocar la muestra en el embudo de separación, añadir 10mL de solución buffer de sulfato cerrar y agitar durante 5 segundos, añadir el reactivo, agitar hasta que se disuelva, colocar 30ml de benceno, tapar y agitar durante 1 minuto, colocar en la celda 10ml, llevarla al espectrofotómetro y leer.

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

2.2.2.4 *Determinación de cargas contaminantes*

Una vez que se obtuvo los resultados de los análisis de laboratorio se procedió a la determinación de la carga contaminante mediante el empleo de la ecuación 11, los parámetro que se consideraron fueron cloruros, DBO₅, DQO, fluoruros, sólidos suspendidos, sólidos totales, sólidos totales disueltos, sulfatos, tensoactivos.

Los parámetros antes mencionados son los que recomiendan fuentes colombianas para la determinación de la carga contaminante.

2.2.3 *Análisis de los datos*

2.2.3.1 *Base de datos en Excel*

Para la determinación del caudal y cargas contaminantes máximo, medio y mínimo se debe emplear un software que me permita realizar cálculos.

Se realizó una base de datos en una hoja de cálculo donde constaba frecuencia de la toma de muestras y los resultados de los análisis realizados. Posteriormente se procedió al cálculo de las cargas contaminantes y su representación gráfica.

La base de datos consta de las siguientes columnas: parámetros considerados para la determinación de la carga contaminante y meses en que se realizaron los análisis de las aguas residuales.

2.2.3.2 *Determinación de la carga contaminante máxima y mínima*

1. Una vez que tenemos la hoja de cálculo con las columnas y filas respectivas de la base de datos procedemos a realizar las gráficas correspondientes, en el eje de las X colocamos el caudal y en las ordenadas la carga contaminante.
2. Exportamos los datos hacia el programa Rstudio.
3. Identificamos las cargas contaminantes máximas y mínimas en la gráfica, de cada uno de los parámetros.
4. Realizamos la respectiva tabla de los valores máximos y mínimos obtenidos de la carga contaminante.

2.2.3.2.1 Porcentaje de remoción

El porcentaje de remoción indica la eficiencia de operatividad de cada uno de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales, con este porcentaje se conoce el grado de operatividad y remoción de la carga contaminante, se determina mediante la siguiente ecuación:

Ec. (13-2)

$$E = \frac{(S_0 - S)}{S_0} * 100$$

Dónde:

E: Eficiencia de remoción del sistema [%]

S: Carga contaminante de salida

S₀: Carga contaminante de entrada

CAPITULO III

3 Resultados y Discusión

3.1 Resultados de la caracterización de la PTAR “Puerto Arturo”

En la caracterización y evaluación ambiental del efluente de la PTAR “Puerto Arturo” ubicada en la parroquia Unamuncho, mediante entrevistas realizadas a 50 personas que habitan cerca del lugar, realizan actividades agrícolas y a los operarios de la cuadrilla de mantenimiento de la EP-EMAPA-A quienes realizan trabajos diariamente, se obtuvo lo siguiente:



Figura 10-3: Resultados existe olores desagradables al transitar por el lugar

Realizado por:(Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La mayoría de las personas entrevistadas indicaron que se perciben olores desagradables al transitar por el lugar y cuando realizan sus actividades agrícolas.

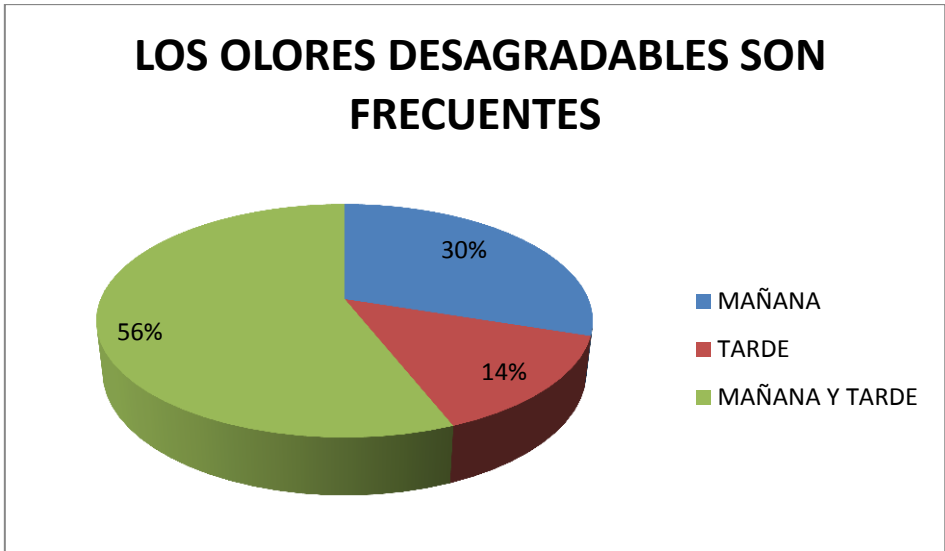


Figura 11-3: Resultados los olores desagradables son frecuentes

Realizado por:(Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Se obtuvieron resultados donde se nos indicó que la frecuencia era en determinadas horas de la mañana y tarde, los olores desagradables se intensificaban en días soleados.

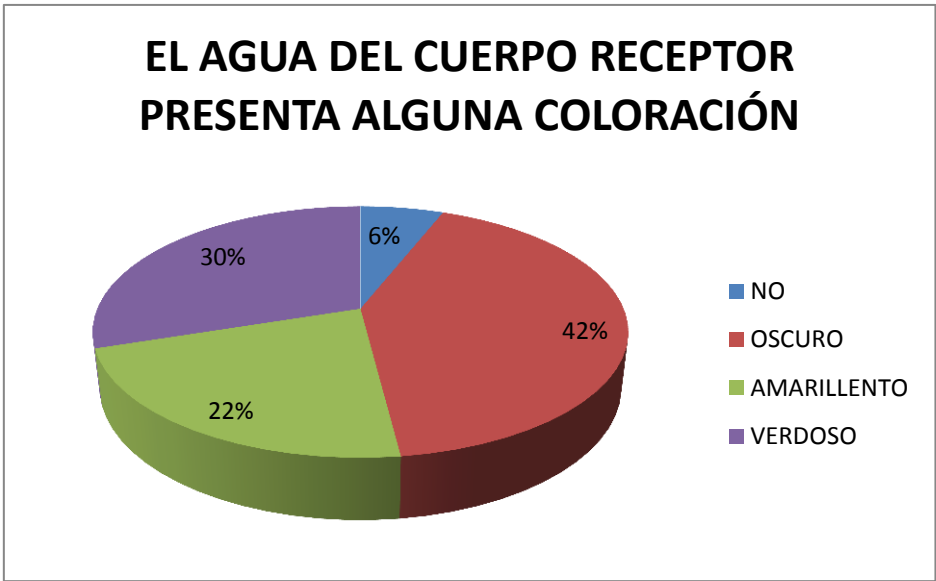


Figura 12-3: Resultados del cuerpo receptor presenta alguna coloración

Realizado por:(Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Las personas entrevistadas indicaron en su mayoría que el agua del cuerpo receptor presenta coloración oscura.

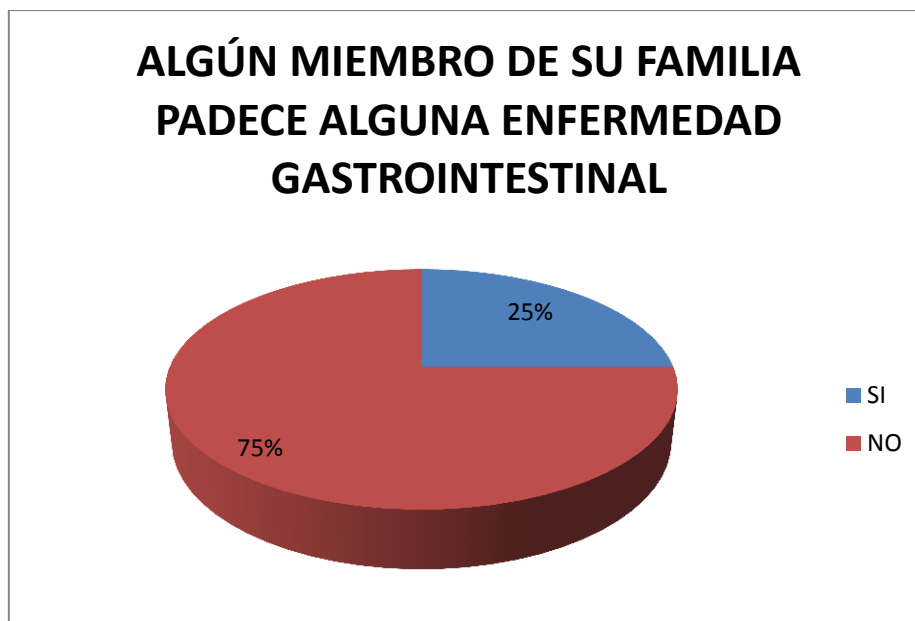


Figura 13-3: Resultados algún miembro de su familia padece alguna enfermedad gastrointestinal

Realizado por:(Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Las personas que presentabas enfermedades gastrointestinales fueron pocas pero se debía a que consumían alimentos durante sus jornadas de trabajo sin lavarse previamente las manos.

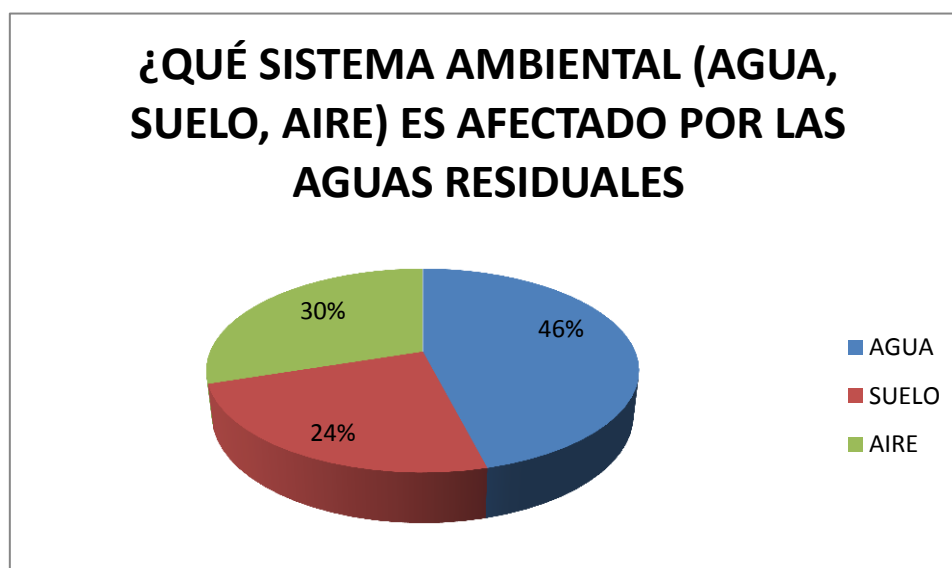


Figura 14-3: Resultados ¿qué sistema ambiental (agua, aire, suelo) es afectado por las Aguas residuales?

Realizado por:(Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La mayoría de personas entrevistadas coincidió en que el agua presenta mayor afectación.

CONOCE ALGUNA INDUSTRIA O FÁBRICA DENTRO DE LA PARROQUIA UNAMUNCHO?

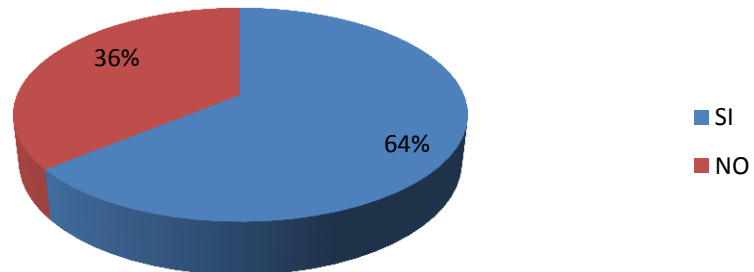


Figura 15-3: Resultados conoce alguna industria o fábrica dentro de la parroquia Unamuncho

Realizado por:(Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Las personas encuestadas resaltaron que si existen varias industrias que operan de manera clandestina puesto que no cuentan con letreros, es difícil de identificar para un ente regulador debido a que se localizan en viviendas.

3.1.1 Resultados del área de influencia directa e indirecta

3.1.1.1 Área de influencia directa

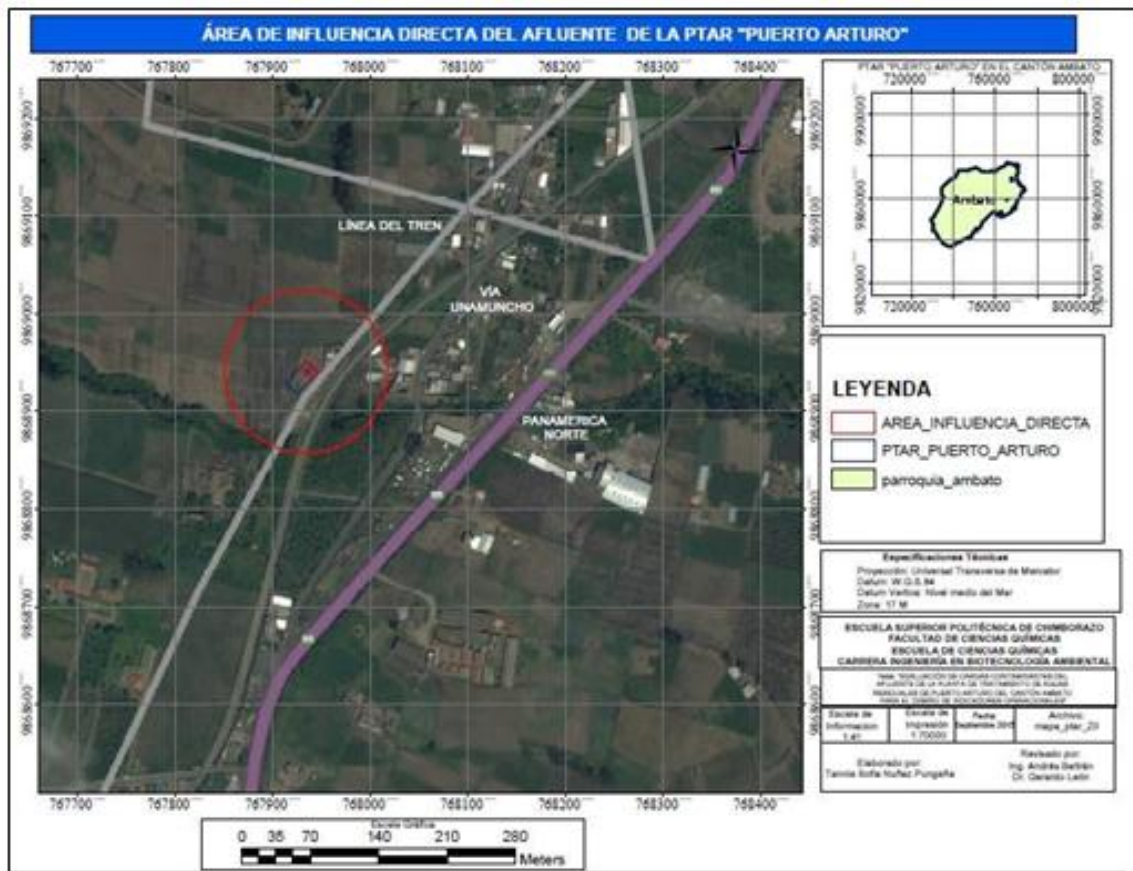


Figura 16-3: Área de influencia directa

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

El área de influencia directa corresponde a treinta metros a la redonda del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en la parroquia Unamuncho sector Puerto Arturo, según el sistema de coordenadas UTMWGS84 se encuentra en la zona: 17M, 767942.366 E; 9868900.670 N a 2709 msnm.

Se determinó esta área debido a que el afluente es conducido en tubería y existe un punto específico de llegada.

3.1.1.2 Área de Influencia Indirecta



Figura 17-3: Área de influencia indirecta

Realizado por: (Tania Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Se estableció un área de influencia indirecta de 300 metros a la redonda debido a que se detectó que existe la presencia de una quebrada, de cultivos de hortalizas y la línea del tren.

3.2 Resultados de la evaluación del impacto ambiental de la PTAR “Puerto Arturo”

Identificación del Impacto Ambiental de la PTAR “Puerto Arturo”

3.2.1 Componentes Ambientales

Se identificó los componentes ambientales bióticos y abióticos que pueden ser afectados por las aguas residuales del afluente de la planta de tratamiento de Puerto Arturo, que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 18-3: Componentes ambientales de la PTAR "Puerto Arturo"

MEDIO	COMPONENTE	
MEDIO FÍSICO NATURAL	AIRE	Emisión de malos olores
	AGUA	Contaminación del agua
	SUELO	Derrumbes y deslizamientos Arrastre de materiales
MEDIO BIOLÓGICO	FAUNA	Perturbación del ambiente natural
	FLORA	Crecimiento indeseable de vegetación
MEDIO SOCIAL	SALUD	Foco de infecciones
	INTERÉS ESTÉTICO	Paisaje

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

3.2.2 Matriz para la identificación de impactos ambientales

La siguiente matriz identifica el impacto de las aguas residuales del afluente de la planta de tratamiento "Puerto Arturo" en el ambiente de acuerdo a la magnitud, duración, extensión y fragilidad que tiene sobre el medio físico natural, biológico y social.

VARIABLES DE INCIDENCIA	EFECTO		MAGNITUD			DURACIÓN			EXTENSIÓN			FRAGILIDAD			TOTAL
	POSITIVO	NEGATIVO	PEQUEÑA	MEDIANA	ALTA	DÍAS	SEMANAS	MESES	PUNTUAL	LOCAL	REGIONAL	POCO FRÍGIL	MEDIANAMENTE	FRÁGIL	
MEDIO FÍSICO NATURAL															
Contaminación del Agua		X			X			X			X			X	5
Contaminación del Suelo		X		X				X	X				X		5
Contaminación del Aire		X		X		X			X			X			5
Derrumbes y deslizamientos		X			X		X		X				X		5
Arrastre de materiales		X			X		X		X				X		5
MEDIO BIOLÓGICO															
Fauna (Perturbación del ambiente natural)		X			X			X	X					X	5
Flora (crecimiento indeseable de vegetación)		X			X			X	X					X	5
MEDIO SOCIAL															
Salud (focos infecciosos)		X			X			X	X					X	5
Modificación del paisaje		X			X			X	X					X	5
TOTAL		9		2	7	1	2	6	8		1	1	3	5	45

Figura 18-3: Identificación de impactos ambientales de la PTAR "Puerto Arturo"

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La figura 18-3 nos muestra que el impacto del afluente de la planta de tratamiento de "Puerto Arturo" presenta efectos negativos de mediana y alta magnitud, dependiendo del medio afectado puede tener una extensión regional y presentar una fragilidad mediana.

Matriz de valoración de los impactos ambientales

VARIBLES DE INCIDENCIA	MAGNITUD			DURACIÓN			EXTENSIÓN			FRAGILIDAD			INDICE DE SIGNIFICANCIA	RANGO
	PEQUEÑA	MEDIANA	ALTA	DÍAS	SEMANAS	MESES	PUNTUAL	LOCAL	REGIONAL	POCO FRÍGIL	MEDIANAMENTE	FRÁGIL		
MEDIO FÍSICO NATURAL														
Contaminación del Agua			3			3			3			3	3	Crítico
Contaminación del Suelo		2				3	1				2		1,33	Moderado
Contaminación del Aire		2		1			1			1			0,5	Bajo
Derrumbes y deslizamientos		2			2		1			1			0,58	Bajo
Arrastre de materiales		2			2		1			1			0,58	Bajo
MEDIO BIOLÓGICO														
Fauna (Perturbación del ambiente natural)		2				3	1				2		1,3	Moderado
Flora (crecimiento indeseable de vegetación)		2				3	1				2		1,3	Moderado
MEDIO SOCIAL														
Salud (focos infecciosos)			3			3	1					3	2,5	Severo
Modificación del paisaje		2			2		1				2		1,3	Moderado

Figura 19-3: Valoración de impactos ambientales de la PTAR "Puerto Arturo"

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

En la figura 19-3 se puede evidenciar que los impactos ambientales causados por el afluente de la PTAR "Puerto Arturo" de manera cuantitativa, evaluando de acuerdo al criterio del investigador tomando en cuenta la afectación verificada. Se califica en base al nivel de significancia según el rango indicado en la Tabla 10: Nivel de significancia.

3.2.2.1 Descripción de los impactos ambientales

A continuación se describen los impactos ambientales provocados por el afluente de la PTAR "Puerto Arturo".

CONTAMINACIÓN DEL AGUA.- El afluente de la PTAR "Puerto Arturo" presenta olores desagradables que se intensifican en días soleados, además el agua que se descarga presenta una coloración oscura.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO.- El impacto que se da sobre el suelo es moderado, debido a que afecta del área de influencia indirecta.

CONTAMINACIÓN DEL AIRE.- Este impacto es bajo debido a que el olor que provocan las aguas residuales del afluente de la PTAR “Puerto Arturo” se intensifica cuando existe aumento de caudal y la carga contaminante en determinadas horas, y no alcanza grandes niveles de espacio.

DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS.- El impacto es bajo debido a que los derrumbes y deslizamientos se dan en épocas de lluvia y son escasos.

ARRASTRE DE MATERIALES.- Es un impacto ambiental bajo, el agua residual de este afluente llega a través de tuberías de hormigón y el arrastre de materiales que se da es causa de fuertes precipitaciones.

FAUNA (PERTURBACIÓN DEL AMBIENTE NATURAL).- Corresponde a un impacto moderado debido a que no existen especies exóticas en el lugar pero si una variedad de insectos vulnerables.

FLORA (CRECIMIENTO INDESEABLE DE VEGETACIÓN).- Es un impacto moderado, el contenido de materia orgánica del afluente proporciona nutrientes para que se dé el crecimiento indeseable de vegetación.

SALUD (FOCOS INFECCIOSOS).- Se lo ha calificado como impacto severo debido a que el afluente de PTAR “Puerto Arturo” presenta un ambiente apropiado para la reproducción de mosquitos y zancudos.

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE.- Es un impacto moderado debido a que la modificación del paisaje causado por el caudal del afluente que es variado se paulatinamente.

3.3 Resultados de la evaluación del afluente de la PTAR “Puerto Arturo”

3.3.1.1.1 Descripción del punto de monitoreo

El punto de monitoreo está ubicado en las coordenadas 767942.366 E; 9868900.670 N; a 2709 msnm. En este punto se halla el afluente de la PTAR “Puerto Arturo” donde llegan las aguas servidas de todo el sector mezcladas.

3.3.1.1.2 Realización del hidrógrama

Se realizó un hidrógrama para identificar las horas pico del caudal, esta medición se realizó a intervalos de 15 minutos durante las 05:00 AM hasta las 22:00 PM, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 19-3: Hidrograma de la PTAR "Puerto Arturo

HORA	CAUDAL L/s				
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
5:00	4,9	1,7	1,8	1,8	2,1
5:15	4,9	1,9	2	2	1,9
5:30	5	1,9	2	2	2
5:45	5,1	2	2,3	2,5	2,1
6:00	5,1	2,3	2,1	2,5	2,5
6:15	4,9	2,4	2,4	2,5	2,4
6:30	4	2,4	2,4	2,7	2,4
6:45	3,7	2,5	2,6	2,7	2,5
7:00	3,4	2,5	2,9	2,7	2,5
7:15	3,5	2,6	2,9	3,3	2,9
7:30	3,4	2,6	3	3	3,5
8:00	3,4	2,7	3	3	3,7
8:15	3,6	2,8	3,2	3	3,9
8:30	3,6	2,8	3,2	3	3,9
8:45	3,8	2,9	3,4	3,2	4
9:00	3,8	3,4	3,4	3,2	4,2
9:15	4	3,6	3,8	3,5	4,2
9:30	4	3,6	3,7	3,5	4,3
9:45	4	3,7	3,8	3,8	4,3
10:00	4	4	4,1	3,8	4,4
10:15	3,8	4,2	4,3	4	4,9
10:30	4,4	4,5	4,2	4,2	4,9
10:45	4,7	4,5	4,3	4	5
11:00	5	4,4	4,3	4	5
11:15	4	4,3	4,4	4,2	5,2
11:30	3,9	4	4,5	4,5	4,8
11:45	3,7	4,1	4,7	4,5	4,8
12:00	4	4,3	4,4	4	4,6
12:15	3,8	4	4,1	3,8	4,6
12:30	4	4,2	3,3	3,8	4

12:45	3,9	3,5	3,6	3,8	4
13:00	3,5	3,5	3,6	3,8	4
13:15	3,3	3,4	3,5	3,9	4
13:30	3,5	3,5	3,6	3,9	4
13:45	3,3	3,8	3,6	4,5	4,2
14:00	3,6	3,8	3,8	4,9	4,4
14:15	3,7	3,7	3,8	5	4,8
14:30	3,8	3,9	3,8	5,1	4,8
14:45	3,8	3,6	3,8	5	5
15:00	4	4	3,5	5	5
15:15	3,6	4,3	3,5	4,7	4
15:30	3,4	4,3	3,4	4,4	4
15:45	3,3	4,6	3,5	4,4	4
16:00	3,2	4,6	3,6	4,3	3,8
16:15	3,1	5,2	3,8	4,3	3,8
16:30	3,4	5,2	3,8	4,2	3,9
16:45	3,6	4	3,9	4,2	3,9
17:00	3,8	4	4,2	4,1	3,6
17:15	3,7	3,9	4,4	4,1	3,6
17:30	3,5	3,6	4,6	4,1	3,6
17:45	3,7	3,4	4,9	4	3,6
18:00	3,4	3,4	5	4	3,5
18:15	3,3	3,4	5,1	4	3,4
18:30	3,1	3,6	4,9	3,8	3,3
18:45	3,2	3,8	4,2	3,8	3,3
19:00	3,5	3,7	4,2	3,8	3,6
19:15	3,4	3,9	4	3,8	3,6
19:30	3,5	4	3,8	3,6	3,5
19:45	3,8	3,3	3,8	3,6	3,4
20:00	3,8	3,6	3,6	3,6	3,8
20:15	3,7	3,6	3,7	3,6	3,7
20:30	3,3	3,5	3,9	3,4	3,8
20:45	3,5	3,4	3,9	3,4	3,7
21:00	3,3	3,4	3,9	3,6	3,7
21:15	3,4	3,4	3,8	3,6	3,8
21:30	3,4	3,2	3,7	3,5	3,7
21:45	3,5	3,2	3,7	3,4	3,7
22:00	3,4	3,2	3,5	3,4	3,9

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña,)

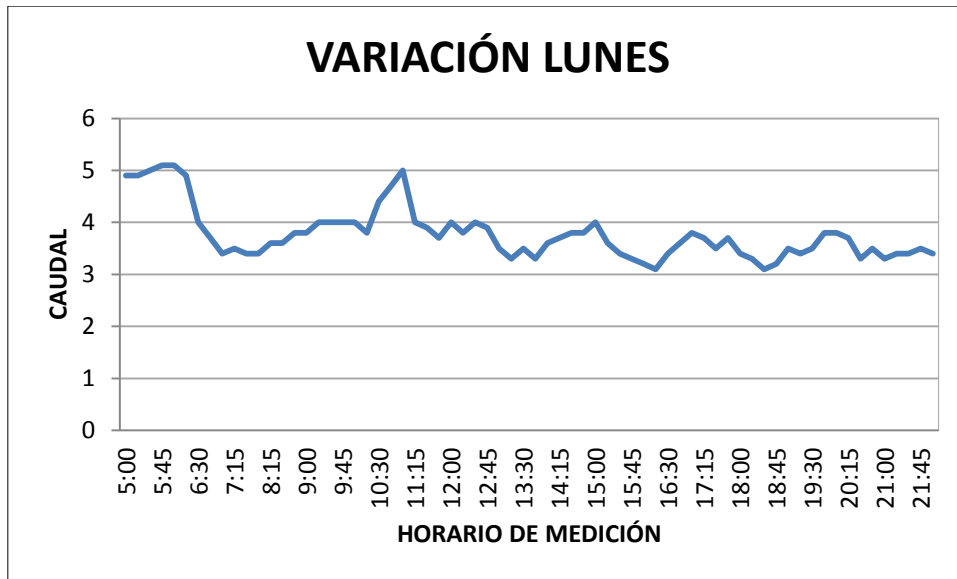


Figura 20-3: Variación de caudal día Lunes

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Tabla 20-3: Resultado estadístico caudal Lunes

MEDIDA	VALOR
MÁXIMA	5,1
MEDIA	3,77
MÍNIMO	3,1

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La variación de caudal del día Lunes alcanza picos en horas de la mañana debido a que se evidencia que existe descargas de aguas residuales industriales, se evidencio la presencia de aguas de color azul y la presencia de carnazas. Alcanza un caudal máximo de 5,1 L/s y un mínimo de 3,1 L/s.

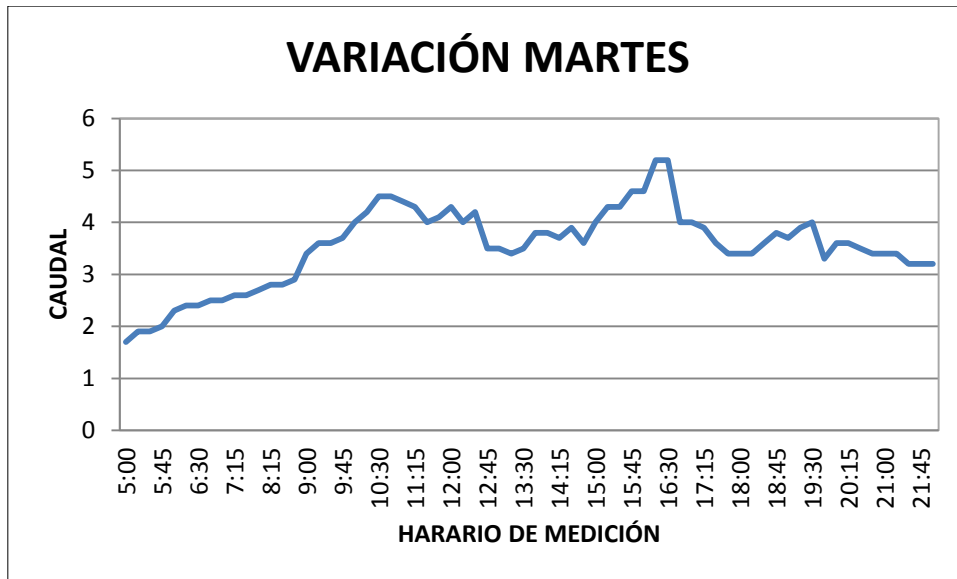


Figura 21-3: Variación de caudal día Martes

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Tabla 21-3: Resultado estadístico caudal Martes

MEDIDA	VALOR
MÁXIMA	5,2
MEDIA	3,53
MÍNIMO	1,9

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

En horas de media mañana se evidencia el aumento de caudal alcanzando un máximo de 5,2 L/s, se sospecha posibles descargas industriales, en la tarde se da un aumento del caudal, caudal mínimo 1,9L/s, consecuencia de la limpieza de los hogares.

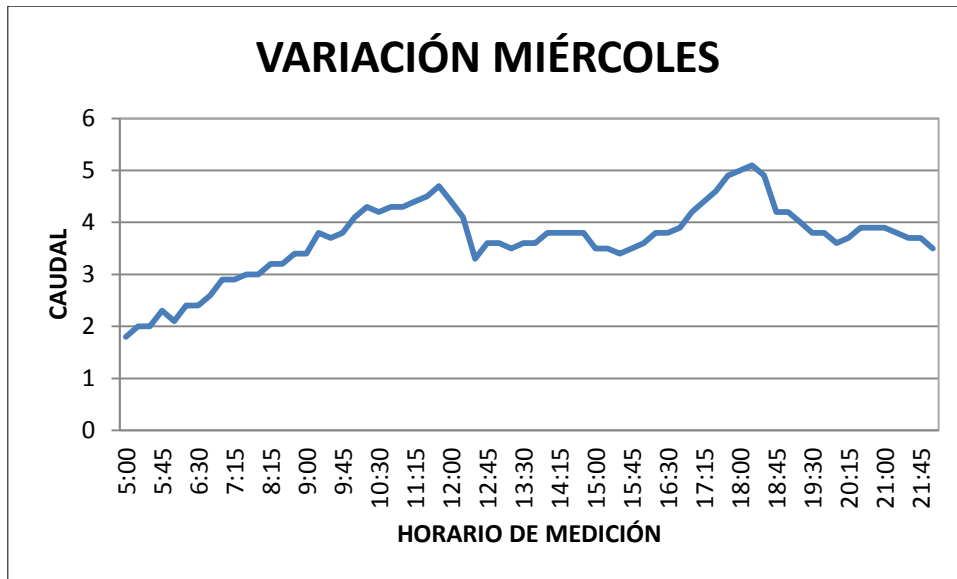


Figura 22-3: Variación de caudal día Miércoles

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Tabla 22-3: Resultado estadístico caudal Miércoles

MEDIDA	VALOR
MÁXIMA	5,1
MEDIA	3,66
MÍNIMO	2

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

El día Miércoles presenta un caudal máximo de 5,1 L/s en determinadas horas de la mañana y de la tarde debido a la posible descarga de aguas residuales, además presenta un caudal mínimo de 2 L/s.

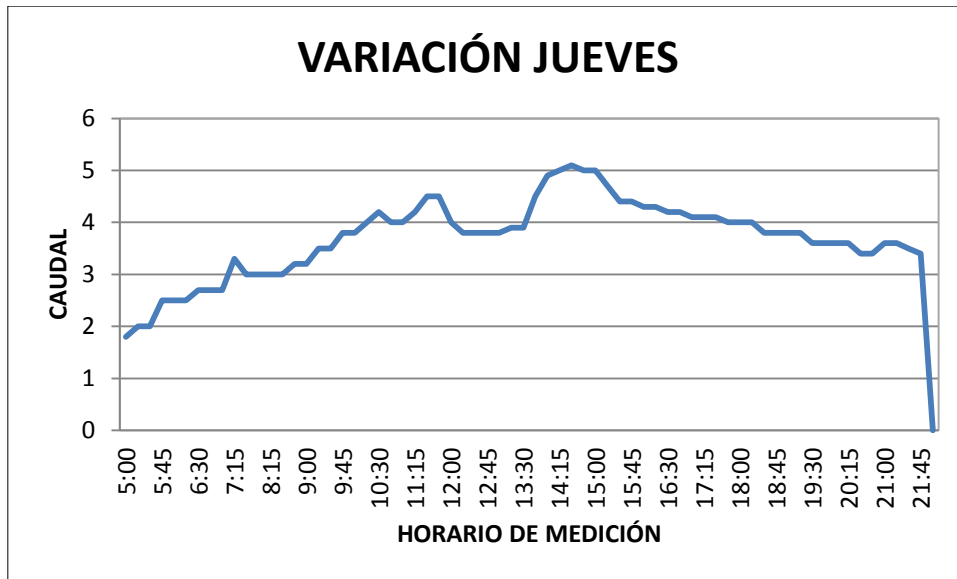


Figura 23-3: Variación de caudal día Jueves

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Tabla 23-3: Resultado estadístico caudal Jueves

MEDIDA	VALOR
MÁXIMA	5,1
MEDIA	3,71
MÍNIMO	2

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Los días jueves se evidencia una ligera constancia del caudal debido a que es un día de feria donde los agricultores de la zona se movilizan hacia otras ciudades a comercializar sus productos, se evidencia un incremento de caudal con un máximo de 5,1 L/s en horas de la tarde donde se presume existen descargas industriales.

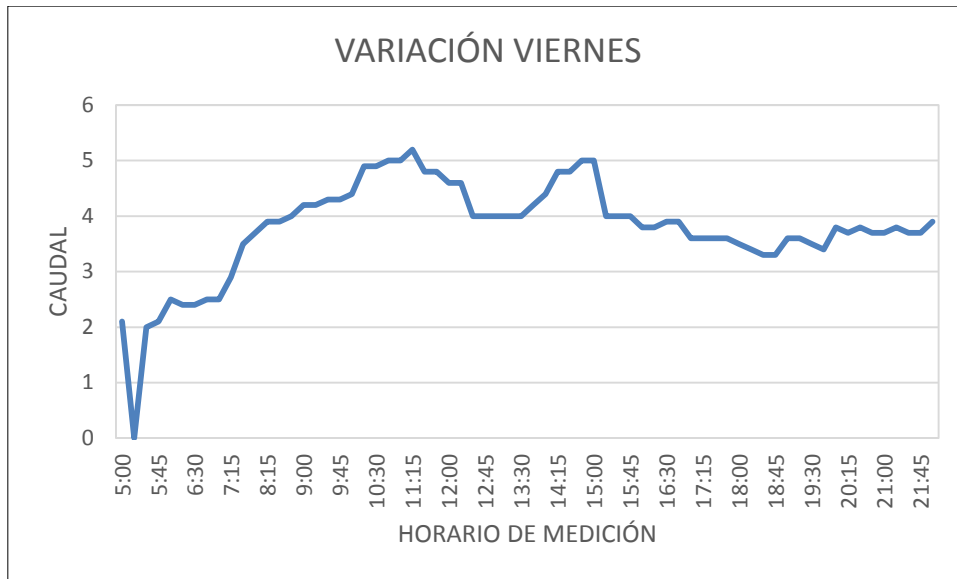


Figura 24-3: Variación de caudal día Viernes

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Tabla 24-3: Variación de caudal día Viernes

MEDIDA	VALOR
MÁXIMA	5,2
MEDIA	3,80
MÍNIMO	2

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

El caudal presenta varios picos a diferentes horas del día ya que este día se evidencia mayor actividad en la población, alistan sus productos para comercializarlos en otras ciudades, y durante este muestreo las actividades escolares iniciaron y los horarios de iniciación de clases variaron.

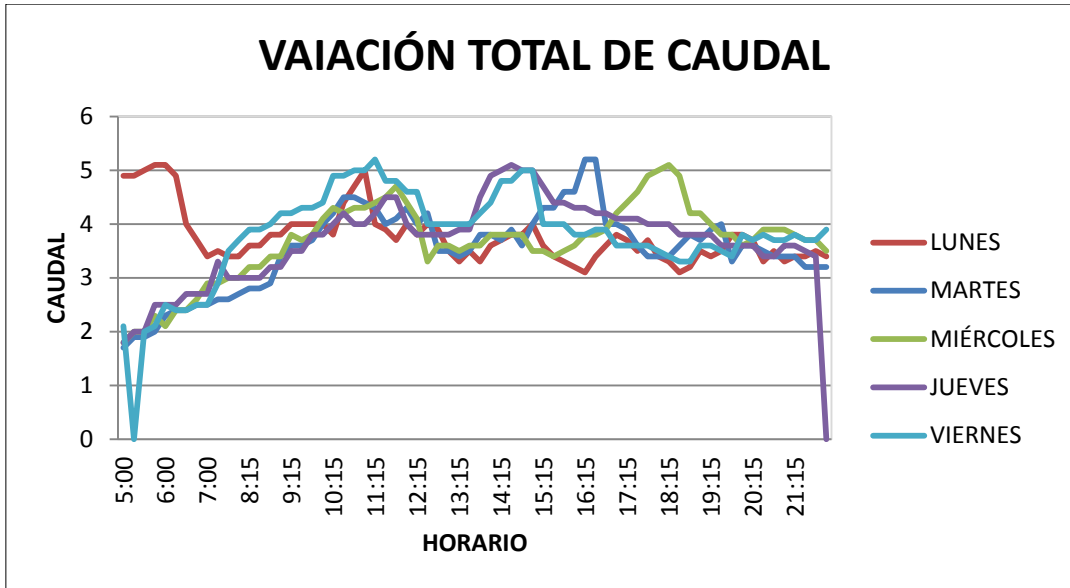


Figura 25-3: Variación total de caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
LUNES	68	3,10	5,10	3,7735	,50626
MARTES	68	1,70	5,20	3,5324	,75299
MIÉRCOLES	68	1,80	5,10	3,6676	,72368
JUEVES	68	1,80	3,400	4,1603	3,74334
VIERNES	68	2,00	1,900	4,0588	1,98586
N válido (por lista)	68				

Figura 26-3: Resumen total

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

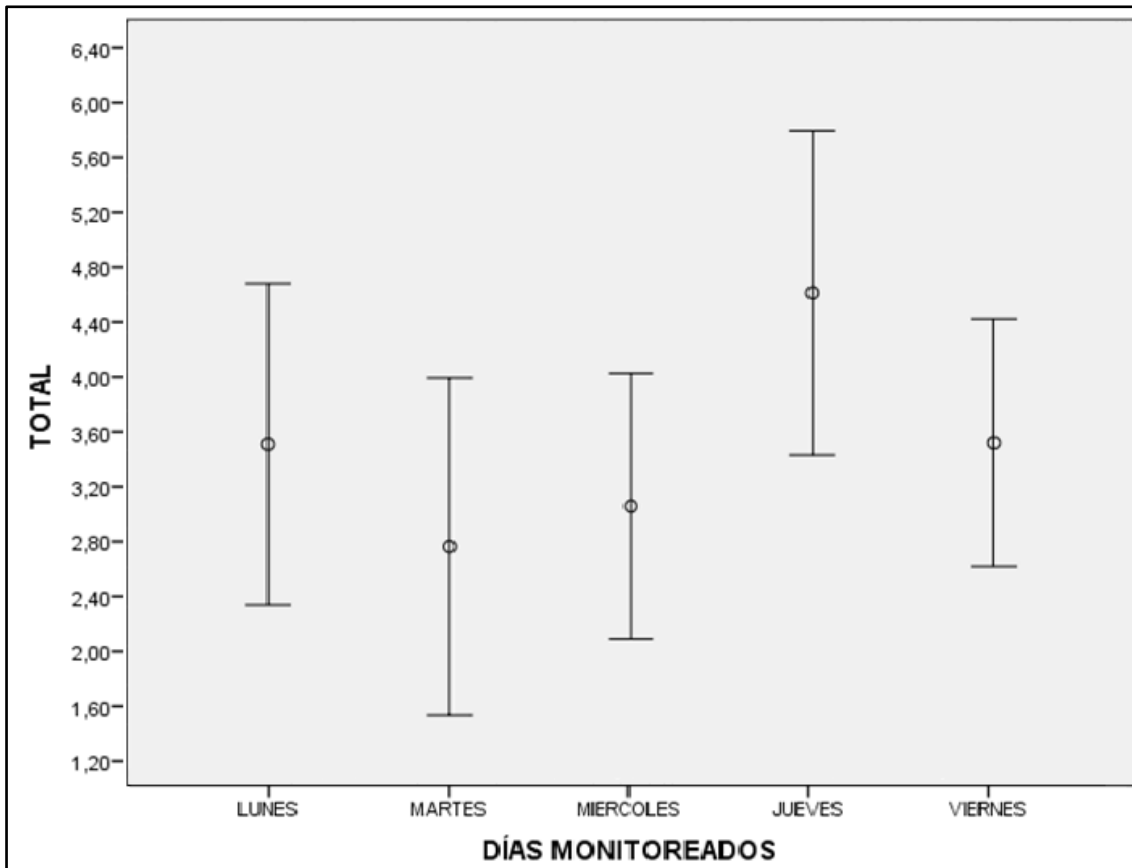


Figura 27-3: Variación de caudal general

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La figura obtenida mediante un análisis de Anova de un factor nos muestra que el caudal varía de un día a otro, observándose que el día Jueves el caudal aumenta considerablemente en relación a los otros días debido a que se evidencia la existencia de industrias y realizan sus mayores descargas en este día procurando no ser descubiertos por moradores del sector

3.3.1.1.3 Determinación del caudal

Luego de determinar la pendiente con el equipo topográfico, se midió el tirante del afluente de la planta de tratamiento en las horas picos previamente identificadas, que fueron en la mañana desde las 10:00 hasta las 11:00AM y en la tarde desde las 13:00 hasta las 15.00PM, pero están varían entre días. La altura del canal es de 40cm, se medía el tirante y se obtenía el caudal mediante la aplicación de la Tabla de caudal vs pendiente-sección PTAR “Puerto Arturo” ver anexo 6.7

3.3.1.1.4 *Toma de Muestras*

a) Toma de muestras para el análisis de aguas residuales

Según los picos que se dan en el hidrógrama se tomaron muestras compuestas formadas de tres alícuotas durante una hora a intervalos de tiempo de media hora, y se aplicó la ecuación 10 para determinar la cantidad de cada alícuota para obtener la muestra compuesta.

b) Horario de tomas de muestras

El horario fue elegido mediante muestreo aleatorio considerando las horas críticas en la mañana y en la tarde, durante los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, debido a que en estos días se registra mayor actividad.

3.3.2 Resultados de los análisis mensuales de la muestra del efluente de la PTAR “Puerto Arturo”

En la siguiente tabla se indica los meses que se realizaron los análisis y los resultados obtenidos

Tabla 25-3: Resultados de los análisis mensuales

RESULTADOS ANÁLISIS MENSUALES												
	ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
PARÁMETROS	Afluyente		Afluyente		Afluyente		Afluyente		Afluyente		Afluyente	
CLORUROS	226,2	98,7	25,2	70,2	71,9	92,4	2,1	54,9	1130,6	92,3	110,2	336,34
DBO	771	342	64	349	355	110	365	109	597	332	334	815
DQO	1373	517	127	554	643	343	740	269	1461	772	644	1465
FLUORUROS	4,19	0,57	0,2	0	0,29	0,47	0,94	0,56	15,39	0,48	0	5,14
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	416	141	32	152	137	108	216	109	2583	210	357	520
SÓLIDOS TOTALES	2364	682	220	786	756	764	858	584	6720	688	1116	2476
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1948	541	188	634	619	656	642	516	4137	610	759	1985
SULFATOS	514	50	28	70	71	62	0,33	50	0,28	58	71	615
TENSOACTIVOS	0	5,95	0	8,08	9,55	6,69	6,21	4,5	4,30	4,83	8,06	2,45
CAUDAL	1,57	1,68	2,97	2,57	1,52	1,6	4,96	3,67	2,43	2,6	1,5	1,8

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

3.3.3 Determinación de la carga contaminante

Para la determinación de la carga contaminante se empleó la ecuación 11, y se utilizó el valor de la conversión que se indica a continuación para obtener resultados en unidades de Kg/d.

$$1 \frac{mg}{s} * \frac{86400s}{1d} * \frac{1Kg}{1000000} = \frac{86400}{1000000} = 0,0864 \frac{Kg}{d}$$

Tabla 26-3: Carga contaminante

PARÁMETROS	CARGA CONTAMINANTE											
	ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
	Afluyente		Afluyente		Afluyente		Afluyente		Afluyente		Afluyente	
CLORUROS	30,68	14,33	6,47	15,59	9,44	12,77	0,90	17,41	237,37	20,73	14,28	52,31
DBO	104,58	49,64	16,42	77,49	46,62	15,21	156,42	34,56	125,34	74,58	43,29	126,75
DQO	186,24	75,04	32,59	123,01	84,44	47,42	317,12	85,30	306,74	173,42	83,46	227,84
FLUORUROS	0,57	0,08	0,05	0,00	0,04	0,06	0,40	0,18	3,23	0,11	0,00	0,80
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	56,43	20,47	8,21	33,75	17,99	14,93	92,57	34,56	542,31	47,17	46,27	80,87
SÓLIDOS TOTALES	320,67	98,99	56,45	174,53	99,28	105,62	367,69	185,18	1410,88	154,55	144,63	385,07
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	264,24	78,53	48,24	140,78	81,29	90,69	275,13	163,62	868,57	137,03	98,37	308,71
SULFATOS	69,72	7,26	7,19	15,54	9,32	8,57	0,14	15,85	0,06	13,03	9,20	95,64
TENSOACTIVOS	0,00	0,86	0,00	1,79	1,25	0,92	2,66	1,43	903,21	1,09	1,04	0,38
CAUDAL	1,57	1,68	2,97	2,57	1,52	1,60	4,96	3,67	2,43	2,60	1,50	1,80

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

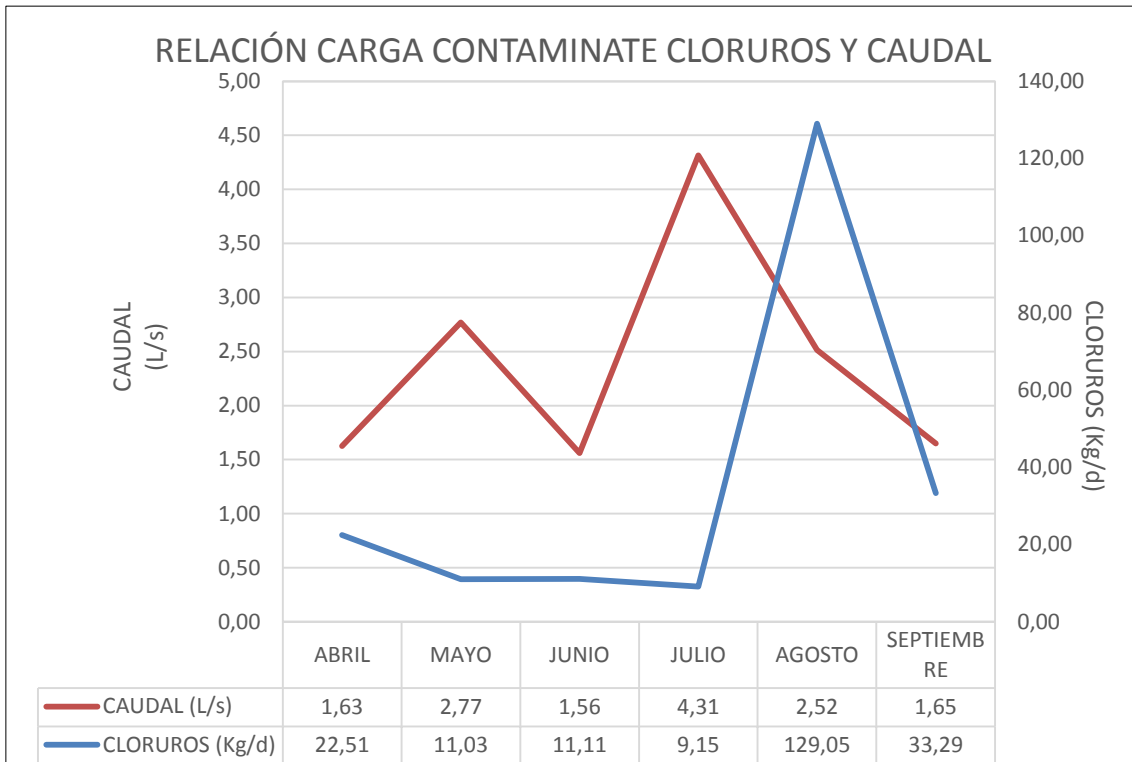


Figura 28-3: Relación carga contaminante cloruros y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La variación de cloruros registrada se relaciona con el caudal, al existir un aumento de caudal la concentración de cloruros también se eleva.

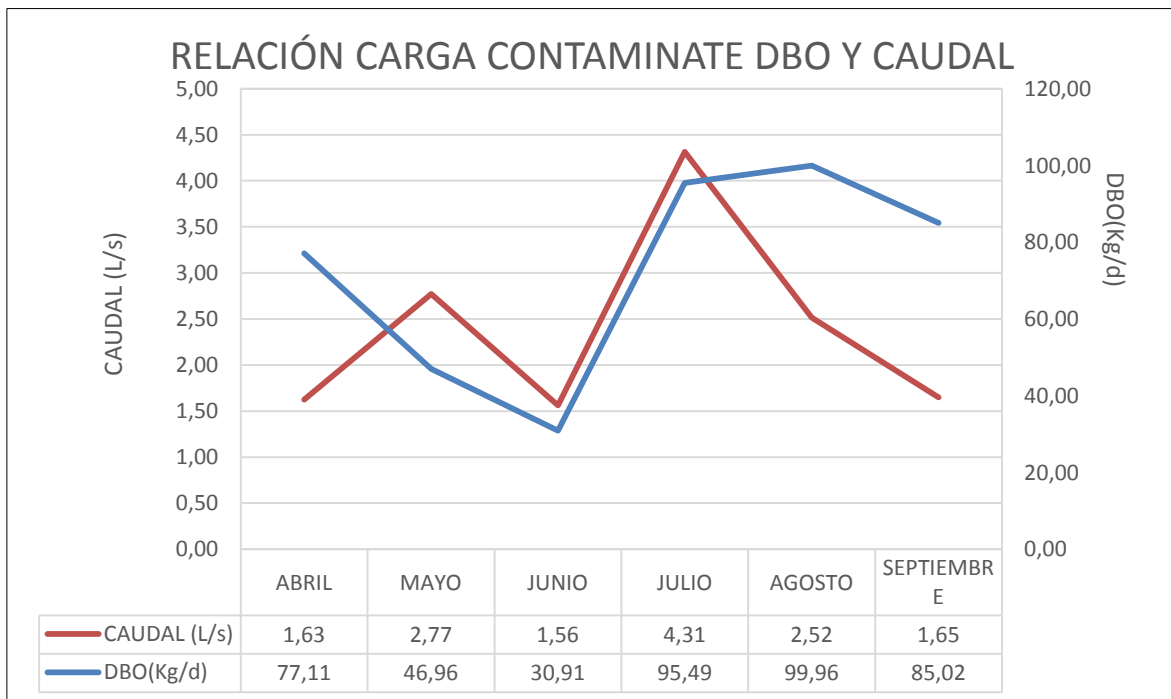


Figura 29-3: Relación carga contaminante DBO₅ y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La carga contaminante registrada por DBO₅ se relaciona directamente con el caudal, por lo tanto a mayor caudal mayor carga contaminante.

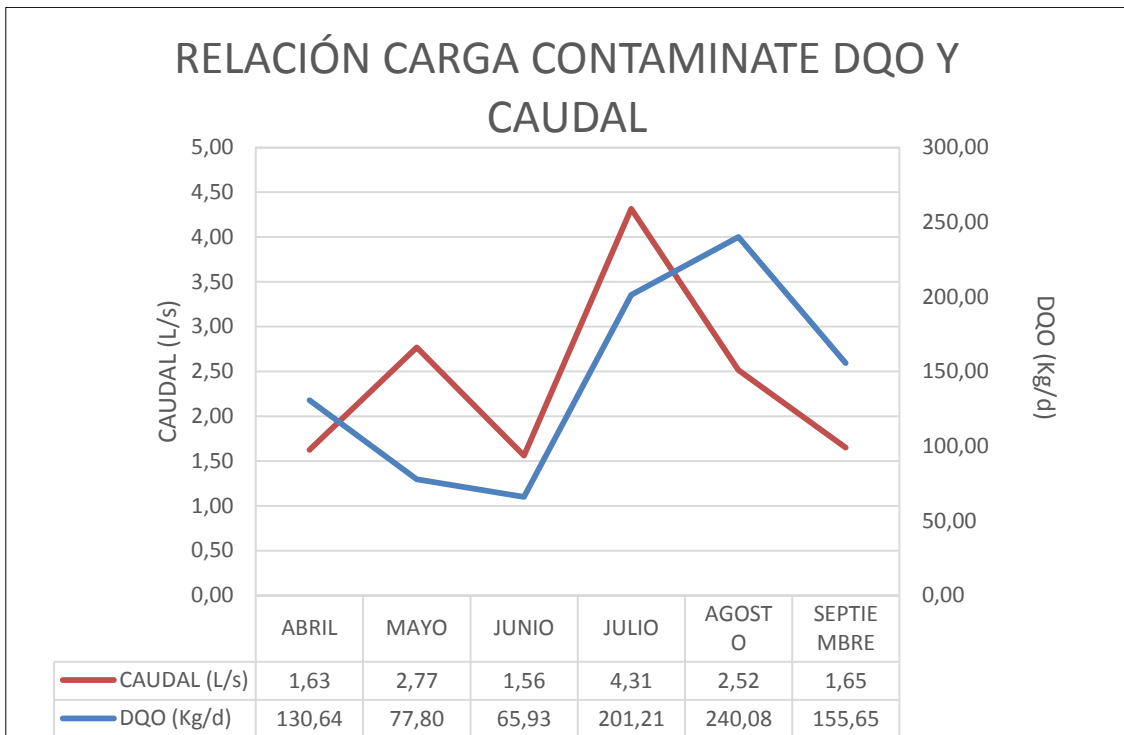


Figura 30-3: Relación carga contaminante DQO y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Dentro de la zona de Puerto Arturo se localizan ciertas industrias de curtiembres mismas que descargan sus aguas residuales sin tratamientos previos, provocando dificultades a la hora de tratar las aguas. La relación de la DQO es directamente proporcional al caudal.

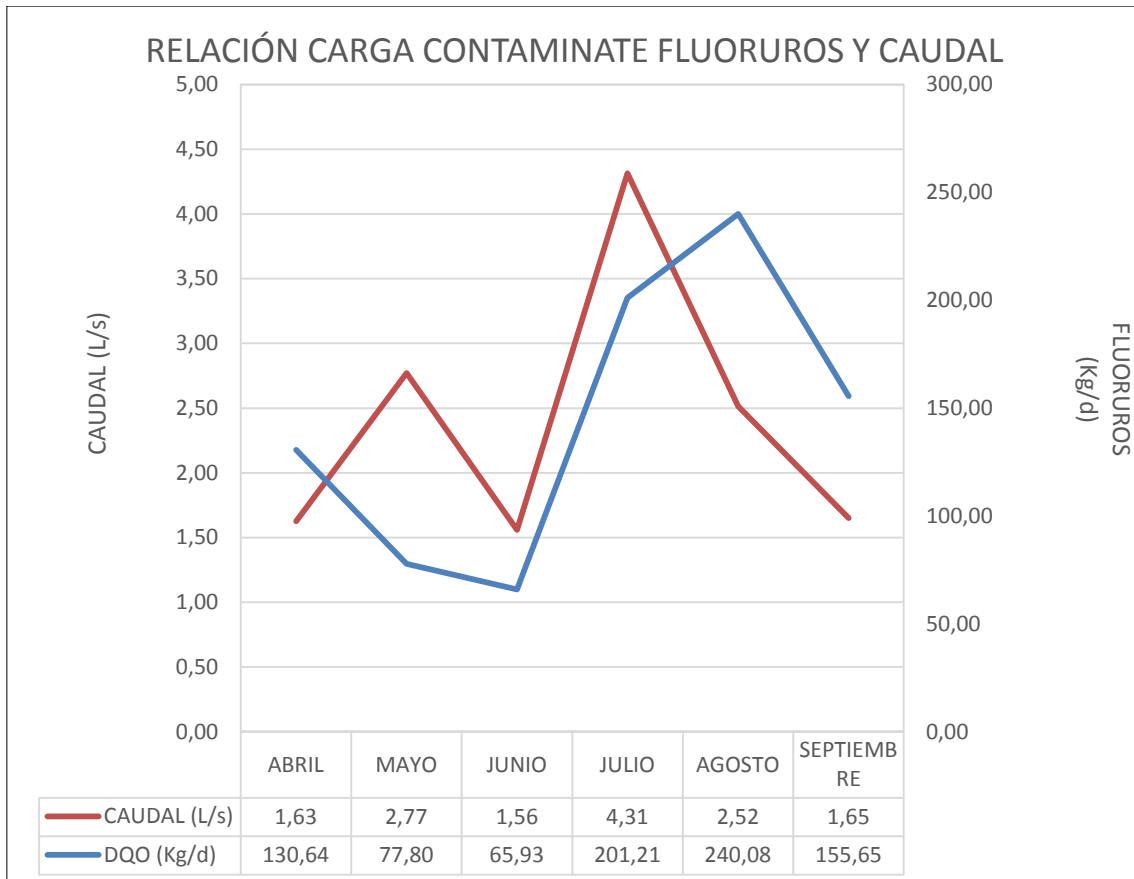


Figura 31-3: Relación carga contaminante fluoruros y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La presencia de fluoruros se debe a la presencia de industrias principalmente las dedicadas a la transformación de pieles, debido a su alta demanda de sales en los diferentes procesos de transformación hasta obtener el producto final y el contenido de fluoruros es directamente proporcional al caudal

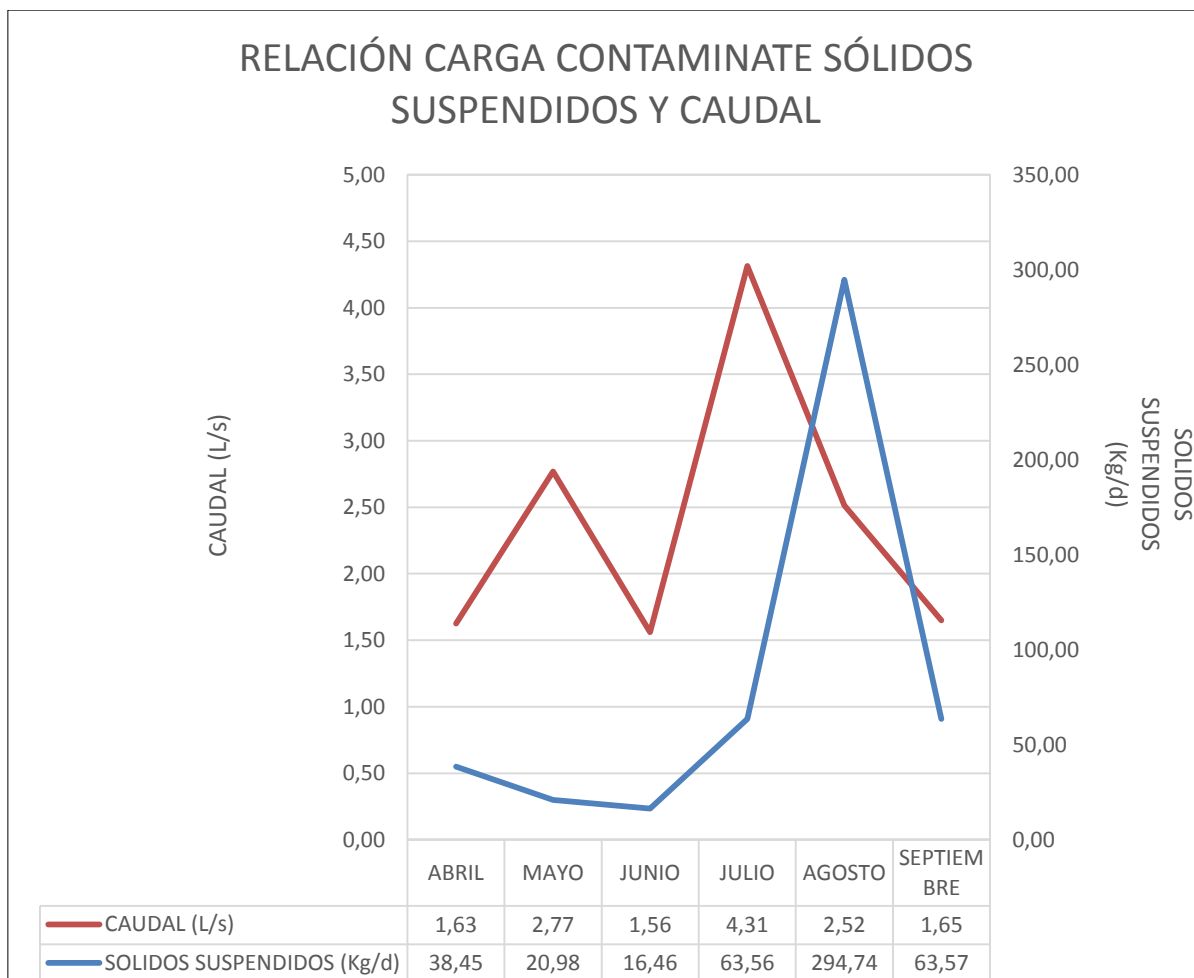


Figura 32-3: Relación carga contaminante sólidos suspendidos y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La presencia de sólidos suspendidos interfiere en los procesos de tratamiento de las aguas residuales, esta concentración es afectada por las precipitaciones, el aumento de caudal eleva la concentración de este parámetro.

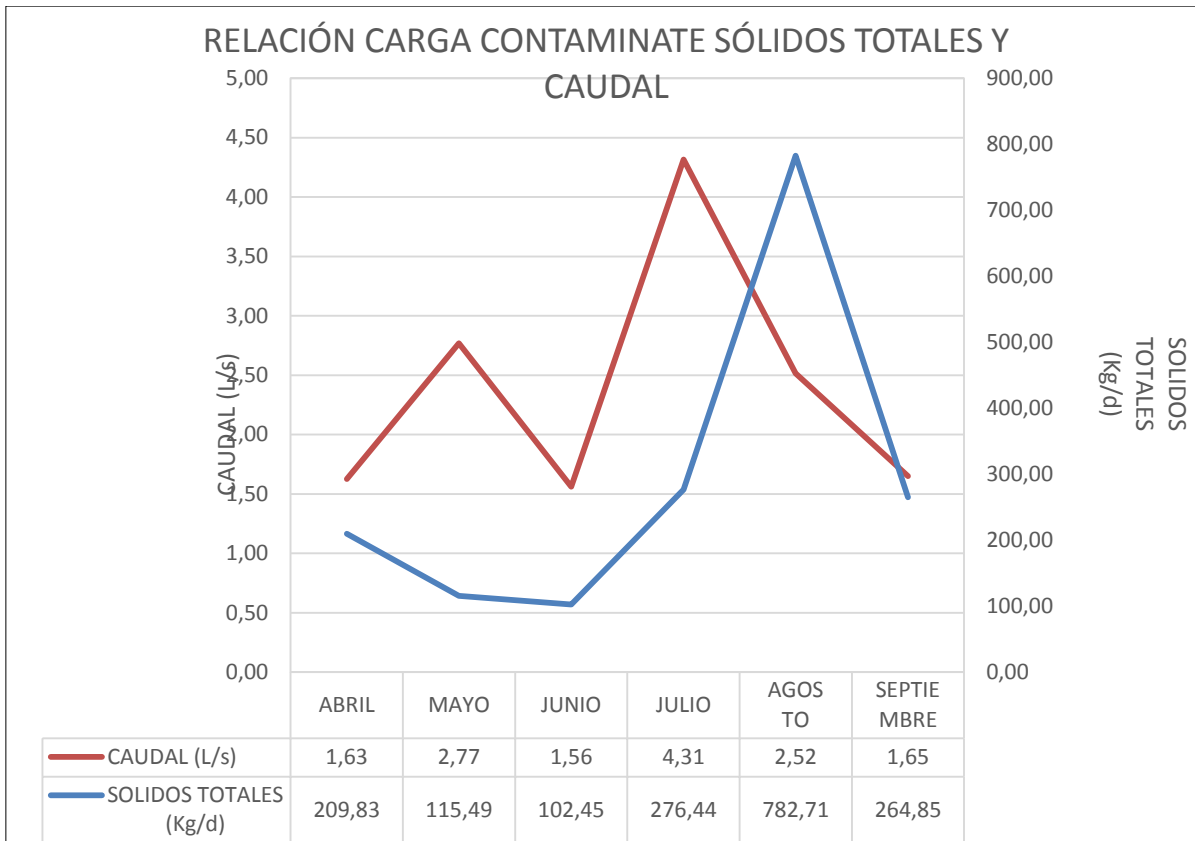


Figura 33-3: Relación carga contaminante sólidos totales y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

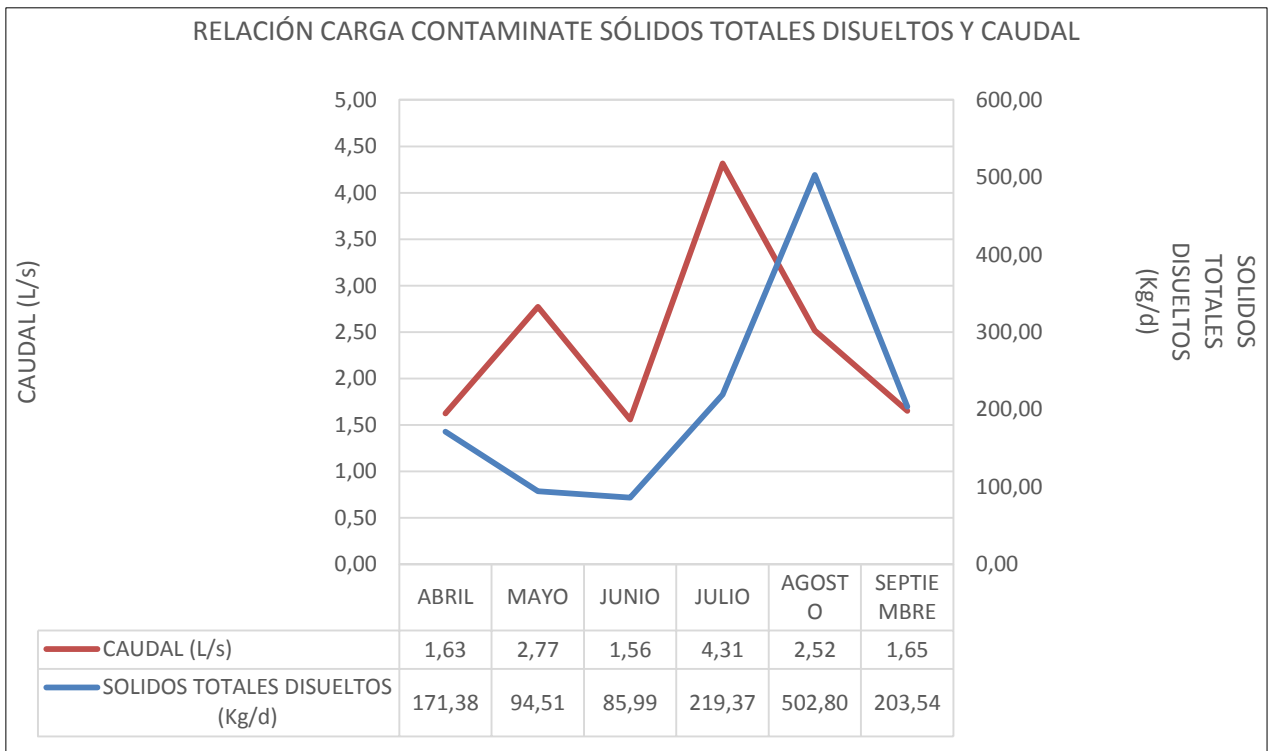


Figura 34-3: Relación carga contaminante sólidos totales disueltos y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La concentración de sólidos totales disueltos está relacionada con la conductividad, y la presencia excesiva prolifera el crecimiento de organismos patógenos.

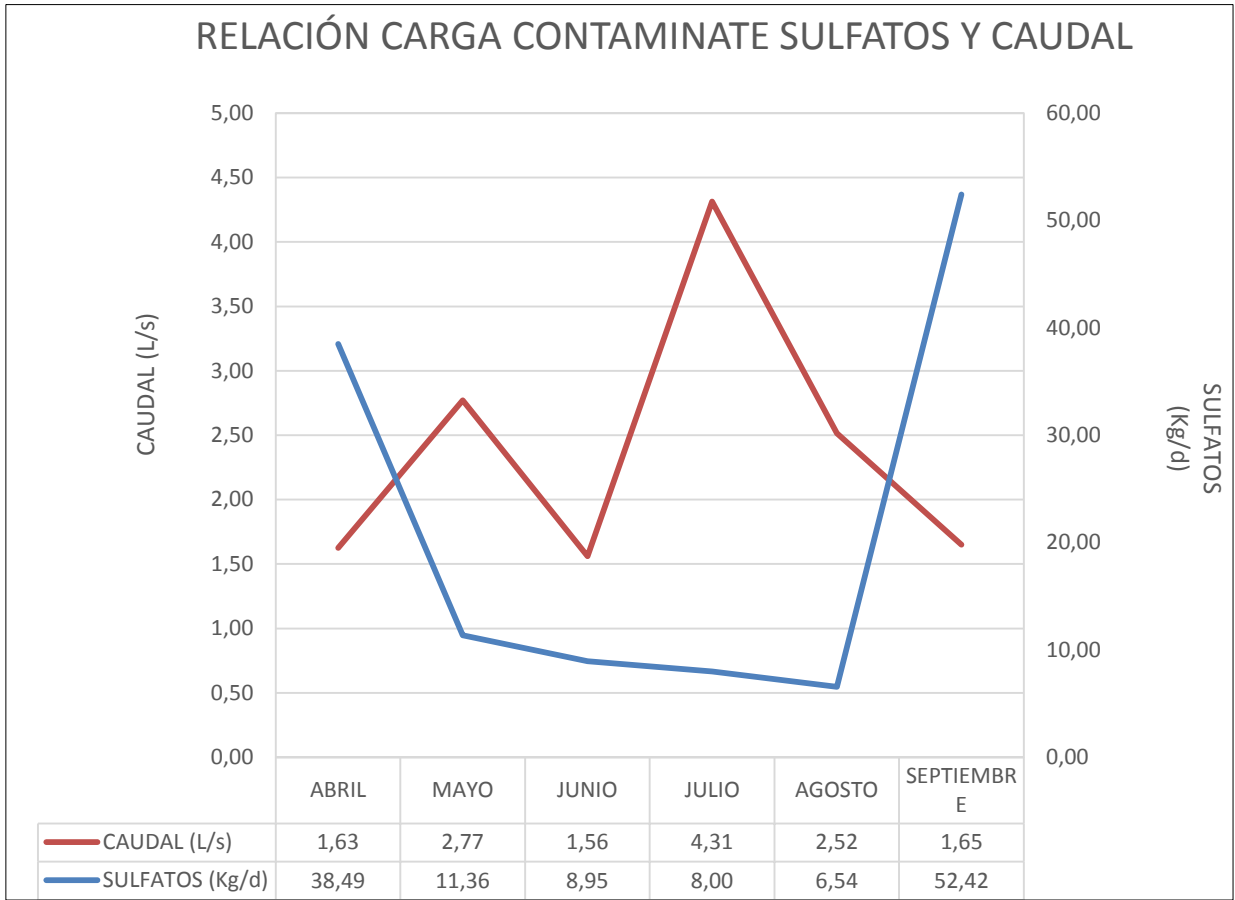


Figura 35-3: Relación carga contaminante sulfatos y caudal

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Los sulfatos se transforman en sulfuros provocando olores desagradables durante el proceso de depuración de las aguas residuales, la relación con el caudal es directamente proporcional pero puede sufrir algunas variaciones causadas por las precipitaciones.

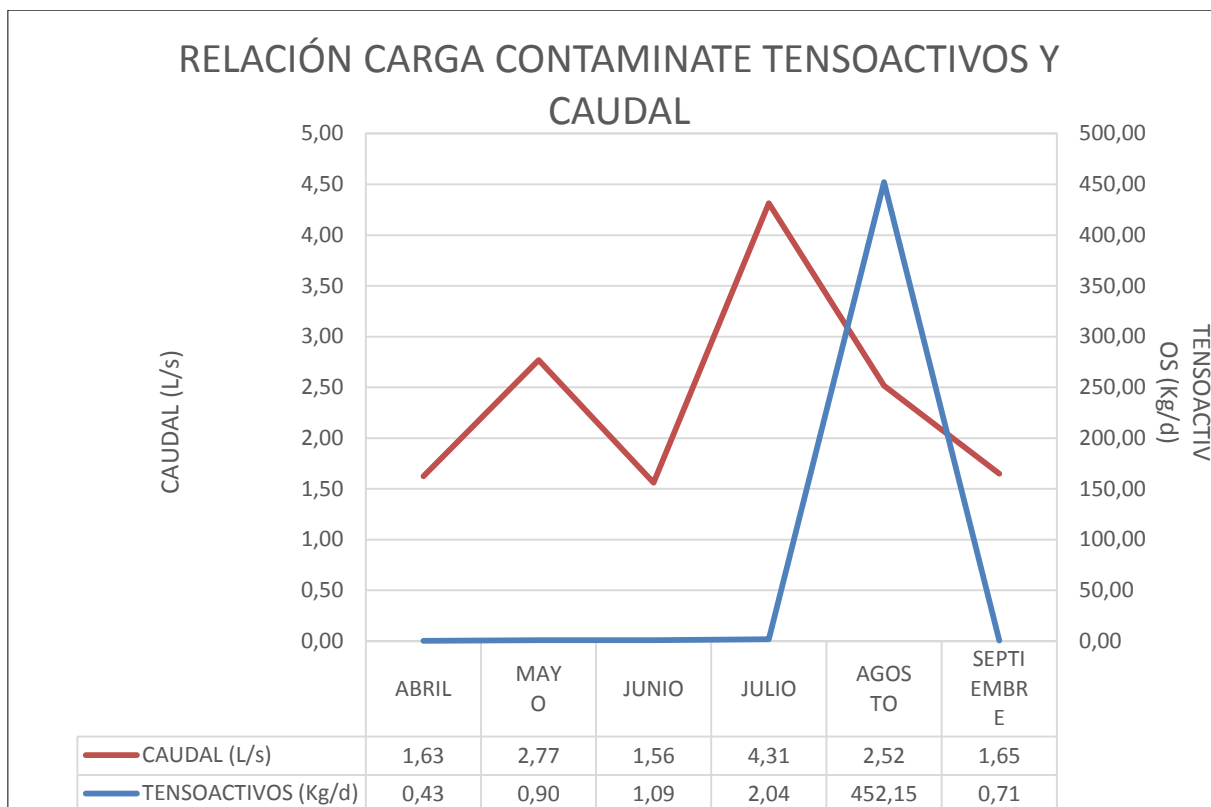


Figura 36-3: Relación carga contaminante tensoactivos
 Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La presencia de tensoactivos dificulta el tratamiento de las aguas residuales debido a que crea un ambiente óptimo para el desarrollo de microorganismos y vegetación indeseable. El aumento de tensoactivos está relacionado directamente con el caudal y con las actividades que se realizan en la zona.

3.3.4 Análisis de resultados

3.3.4.1 Determinación de cargas contaminantes máximas y mínimas

Tabla 27-3: Máximas, medianas, medias y mínimas de las cargas contaminantes

CARGA CONTAMINANTE	MÁXIMO	MEDIANA	MEDIA	MÍNIMO
CLORUROS	237,37	14,96	36,02	0,90
DBO	156,42	62,11	72,68	15,21
DQO	317,12	104,16	145,22	32,59
FLUORUROS	3,23	0,095	0,46	0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	542,31	40,41	82,96	8,21
SÓLIDOS TOTALES	1410,88	164,54	291,96	56,45
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	868,57	138,91	212,93	48,24
SULFATOS	95,64	9,26	20,96	0.06
TENSOACTIVOS	903,21	1,06	76,21	0

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

3.3.4.2 Porcentaje de remoción

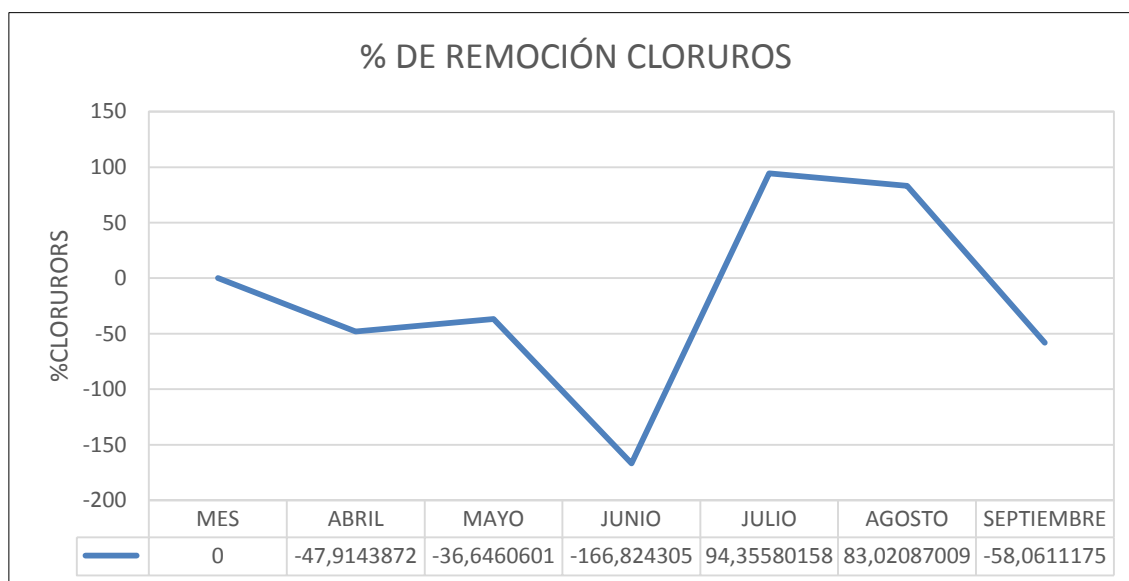


Figura 37-3: % de Remoción cloruros

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La remoción alcanza en el mes de Julio un 94% debido a que existe un menor aporte, este mes es de vacaciones escolares y la producción disminuye, mientras que en el mes de Junio no existe una buena remoción ya que en este mes se presenta la mayor cantidad de precipitaciones

obteniendo un valor de -1,50%, lo que indica que la planta de tratamiento es ineficiente cuando existe un aumento de caudal.

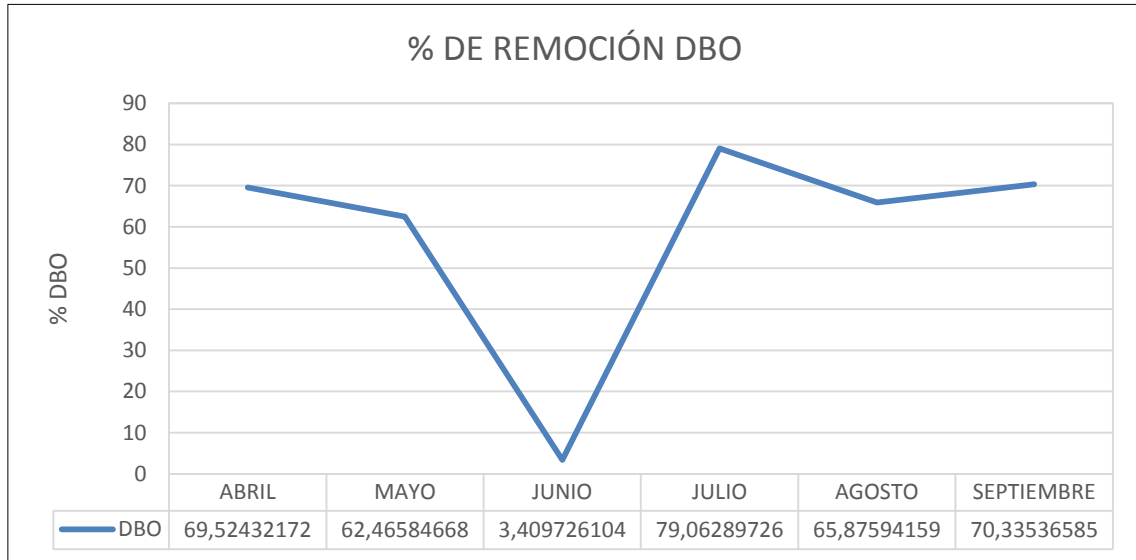


Figura 38-3: % de Remoción DBO

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

El porcentaje de remoción de DBO presenta una efectividad alta en el mes de Julio, considerando que este mes es el receso escolar y muchas familias viajan fuera de la parroquia, pero el mes de Junio se presenta un incremento del caudal debido al exceso de lluvias y finalización del año escolar lo que indica una ineficiencia de la planta de tratamiento.

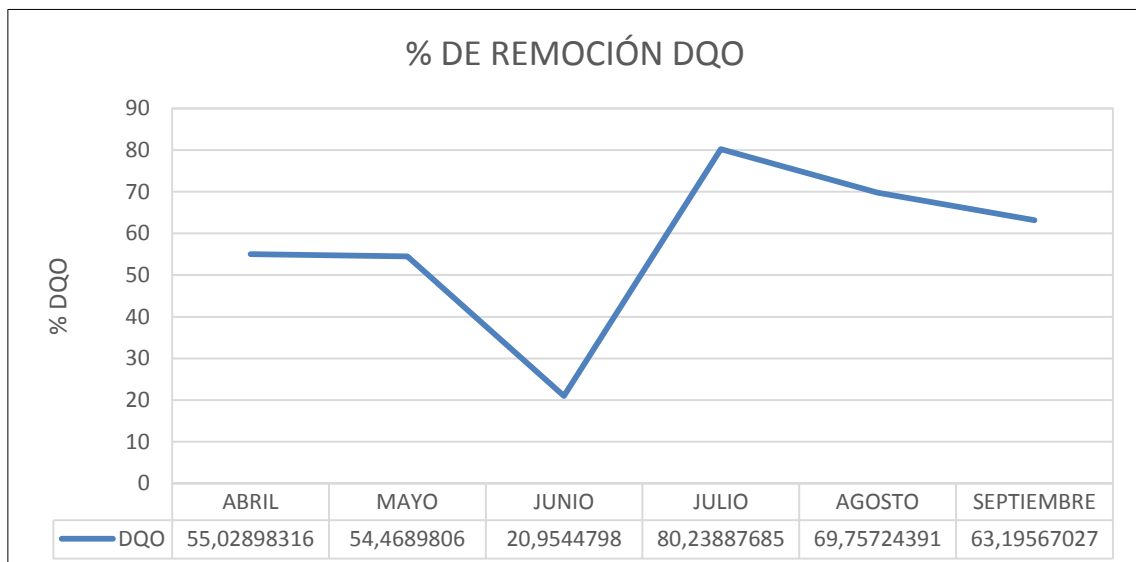


Figura 39-3: % de Remoción DQO

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

En el mes de Julio el porcentaje de remoción de DQO es alto debido a que varias familias de la parroquia salen de la ciudad por motivo del receso académico, pero se evidencia que la planta de tratamiento es ineficiente en el mes de Junio donde el caudal aumenta producto de las precipitaciones.

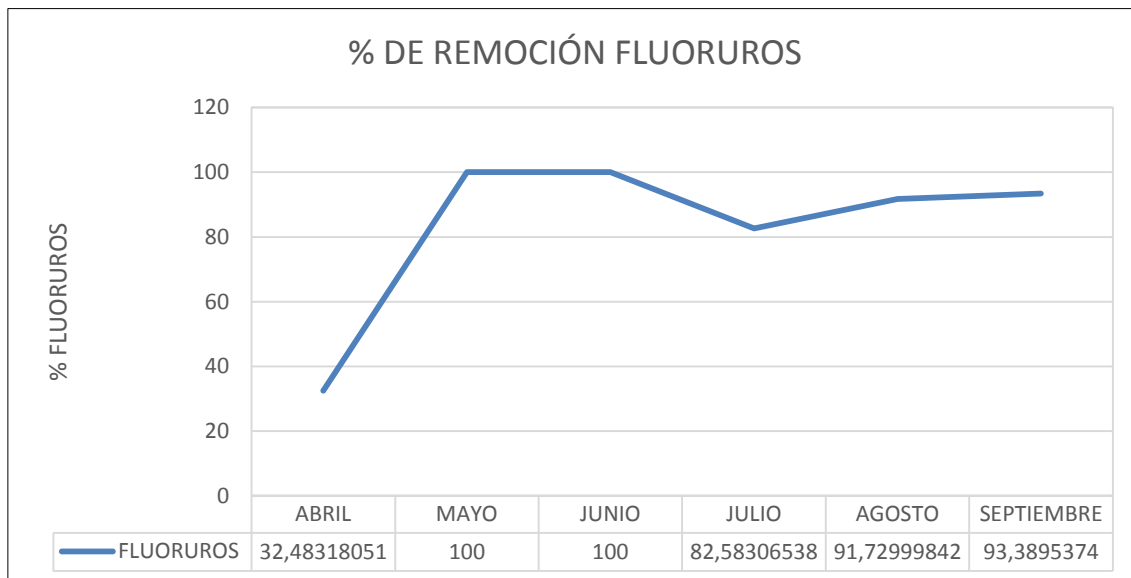


Figura 40-3: % de Remoción fluoruros

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

El incremento de las precipitaciones produce una dilución de los fluoruros facilitando la remoción, en este caso la planta de tratamiento presenta una remoción favorable.

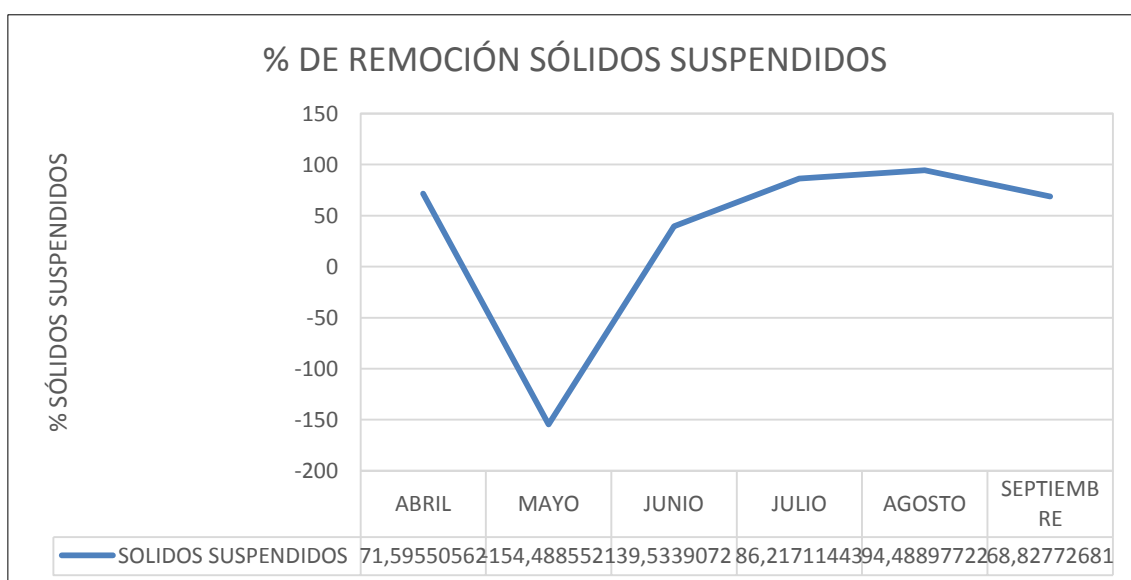


Figura 41-3: % de Remoción sólidos suspendidos

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

En el mes de Mayo el porcentaje de remoción disminuye considerablemente debido a que la precipitación es baja y este resultado evidencia mayor presencia de sólidos suspendidos, mientras que los otros meses el porcentaje de remoción de los sólidos suspendidos es bastante eficiente, a esto se suma que se reemplazaron las cribas.

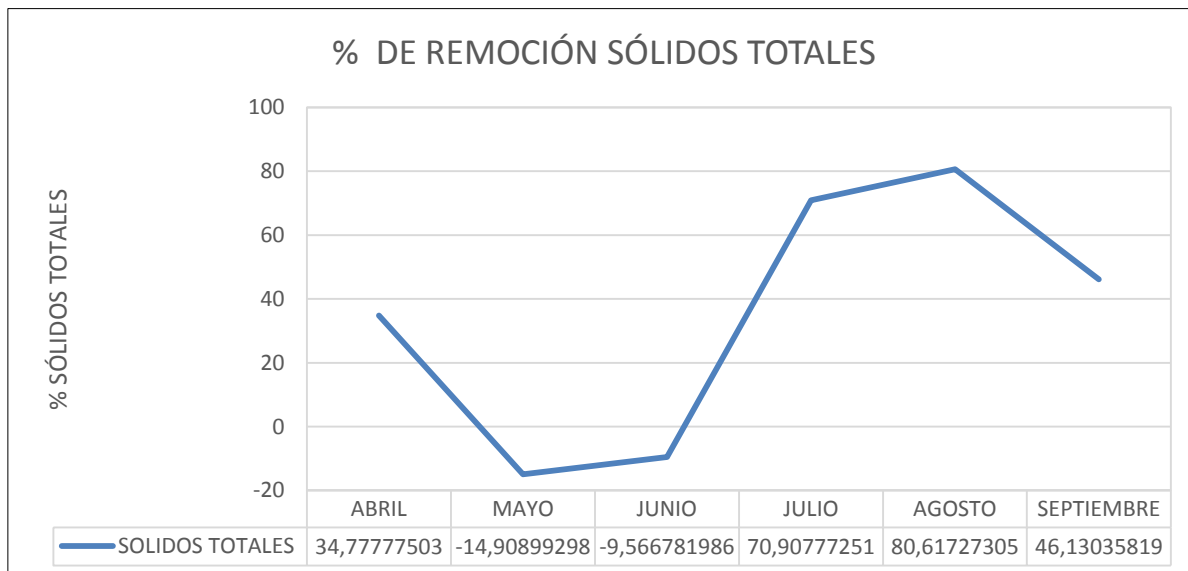


Figura 42-3: % de Remoción sólidos totales

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Al existir variaciones de precipitaciones en los meses de Mayo y Junio el porcentaje de remoción es baja por lo que se evidencia que la planta presenta ineficiencia cuando existen variaciones de caudal.

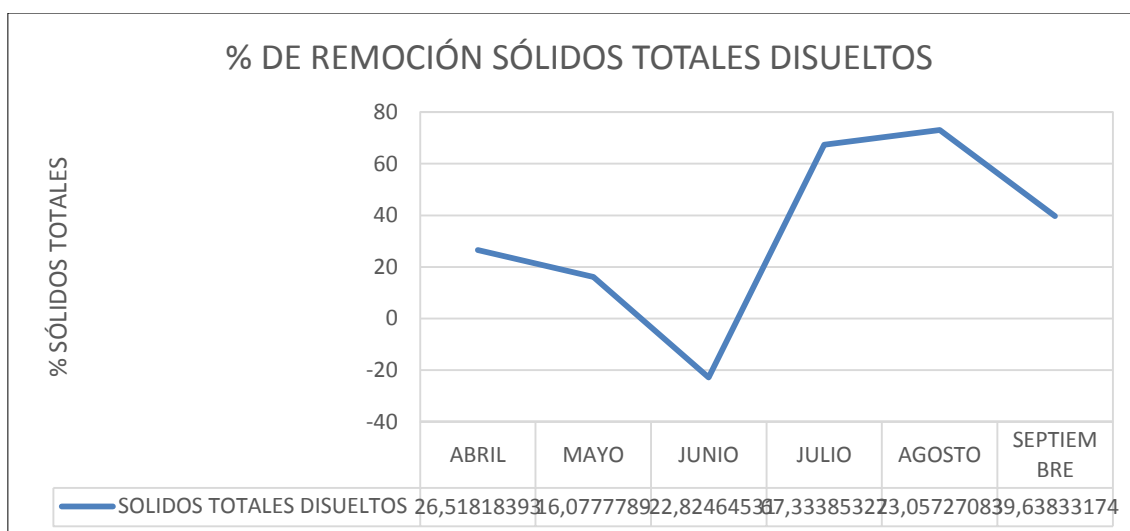


Figura 43-3: % de Remoción sólidos totales disueltos

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

Los sólidos totales disueltos presentan menor porcentaje de remoción debido a un incremento en el caudal lo que indica que la planta de tratamiento no presenta efectividad frente a estas variaciones.

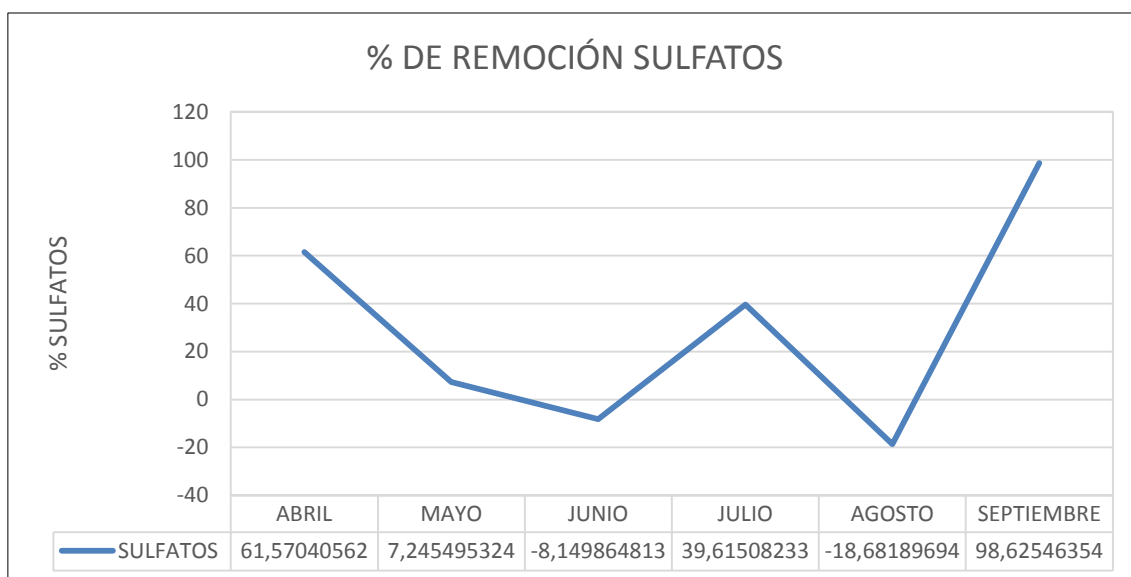


Figura 44-3: % de Remoción de sulfatos

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La remoción de sulfatos no alcanza valores altos debido a la presencia de industrias dentro de la zona, mismas que descargan sus aguas residuales de forma permanente, variaciones que afectan la operatividad de la planta de tratamiento.

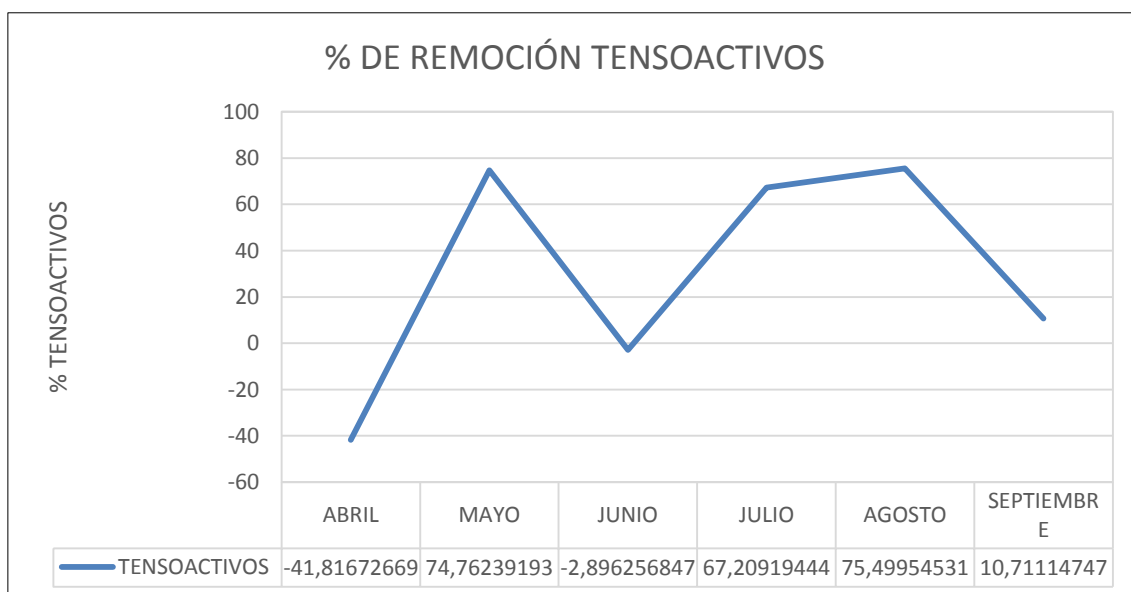


Figura 45-3: % de Remoción tensoactivos

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La remoción de tensoactivos es satisfactoria, esto indica que la planta está en la capacidad de remover este tipo de contaminante pero se debe implementar un componente de trampa de grasas debido a que se puede dar un aumento de tensoactivos a medida que la población incremente.

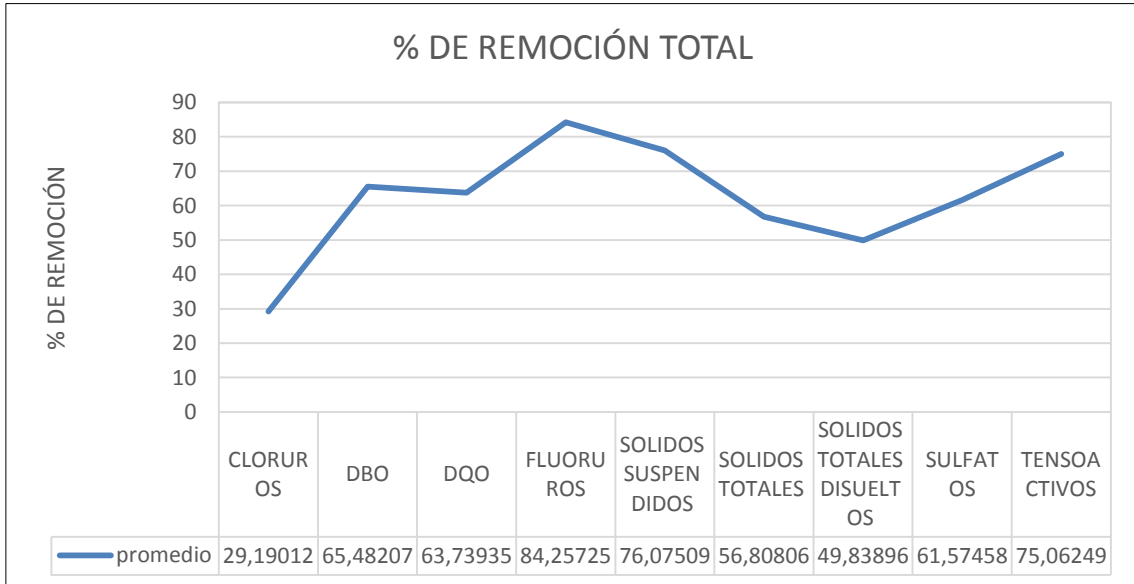


Figura 46-3: % de Remoción total

Realizado por: (Tannia Sofía Nuñez Pungaña, 2015)

La grafica indica que la operatividad de la planta de tratamiento alcanza un porcentaje de remoción de la carga contaminante en ciertos parámetros que son afectados por el incremento de caudal como los fluoruros, mientras que otros parámetros no presentan un nivel de remoción adecuado para cumplir con los límites establecidos en el Acuerdo 028 referente a la descarga en un cuerpo de agua dulce.

CAPITULO IV

4 Diseño del indicador operacional

4.1 Introducción

La presente investigación busca como objetivo Diseñar un Indicador Operacional que permita el re-diseño adecuado de las plantas de tratamiento de aguas residuales, principalmente de la PTAR “Puerto Arturo”, el afluente que llega hasta esta planta de tratamiento contiene concentraciones altas de carga contaminante.

En anteriores capítulos de esta investigación se ha determinado que las aguas residuales de este afluente están formadas por aguas procedentes de la industria debido a los niveles de carga contaminante altos y a inspecciones realizadas donde se evidencia el ingreso de aguas de color azul con presencia de sólidos de tamaño grande.

Mediante los resultados obtenidos de los análisis que se realizaron a las muestras de aguas residuales del afluente de la planta de tratamiento se constató que la carga contaminante varía en función del caudal pero esta disminuye cuando existe un incremento de lluvias debido a que se da una dilución de los contaminantes.

Es necesario realizar un monitoreo continuo del afluente, esto con la finalidad de verificar las posibles descargas industriales que pueden llegar hasta este afluente, con el objetivo de detectar si existen el ingreso de aguas residuales industriales y poder controlar los vertidos de este tipo hacia el sistema de alcantarillado.

4.2 Objetivo

Diseñar una Indicador Operacional referente a los diferentes componentes con los que debe contar la planta de tratamiento de aguas residuales.

4.3 Normativa

El vertido de aguas residuales está regulado por el acuerdo 028 que sustituye al Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), donde se indica los límites

permisibles de acuerdo al sistema o cuerpo receptos así como para el uso en diferentes actividades.

Con este principio el Ministerio de Medio Ambiente (MAE), es el ente gubernamental encargado de verificar que se dé fiel cumplimiento a este acuerdo y en caso de no ser así se procede a tomar las respectivas medidas correctivas en tiempos determinados de tiempo. Pero existen industrias asentadas dentro de sitios residenciales que funcionan sin los respectivos permisos ambientales y descargan sus aguas residuales a diferentes horas durante el día.

4.4 Tratamiento de aguas residuales

4.4.1 Antecedentes

Se pudo constatar mediante la realización de inspecciones, análisis de muestras de aguas residuales y resultados los siguientes antecedentes que nos permitió establecer las diferentes medidas que se deben considerar para en el proceso de tratamiento de aguas residuales. Estas observaciones son:

- Falta de medidas en cuanto a la variación del caudal
- Falta de identificación de los contaminantes presentes
- Descargas de aguas residuales industriales que incumplen el Acuerdo 028, Tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, en cuanto las industrias asentadas en el lugar.

4.4.2 Medidas

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los análisis de aguas residuales y los antecedentes antes mencionados se sugiere el uso del siguiente Indicador Operacional.

4.4.2.1 Indicador operacional

Tabla 28-4: Indicador operacional PTAR "Puerto Arturo"

INDICADOR OPERACIONAL				
Objetivo Diseñar un Indicador Operacional referente a los diferentes componentes con los que debe contar la planta de tratamiento de aguas residuales.				
Alcance El presente Indicador Operacional está diseñada especialmente para el afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Puerto Arturo"				
ETAPA	PROCESO	EFICIENCIA	DQO DE ENTRADA	DQO DE SALIDA
1	Rejilla, desarenador inicial	0,1%	645,59	644,94
2	Desarenador	1,5%	644,94	635,24
3	Tanque de igualamiento	2%	635,24	622,54
4	Floculación y coagulación	14%	622,54	535,39
5	Precipitación	19%	535,39	433,67
6	Separador químico	14%	433,67	372,96
7	FAFA 1	11%	372,96	331,93
8	FAFA 2	11%	331,93	295,42
9	Cloración	2%	295,42	289,42

Realizado por: Tannia Sofía Nuñez Pungaña

CONCLUSIONES

Mediante la medición del tirante se determinó en el afluente de la planta de tratamiento de Puerto Arturo ubicada en el cantón Ambato la variación de caudales, obteniendo un resultado de caudal máximo de 5 L/s, y mínimo de 1,7 L/s

En el Laboratorio de Calidad de la EP-EMAPA-A se realizó los análisis cuantitativos para determinar la concentración de cloruros, DBO₅, DQO, fluoruros, sólidos suspendidos, sólidos totales, sólidos totales disueltos, sulfuros y tensoactivos para el periodo Abril 2015- Septiembre 2015, mismos que fueron monitoreados dos veces por mes.

Se evaluó la relación entre el caudal y las concentraciones de cargas contaminantes mediante un análisis de gráficas donde se observa que el caudal es proporcional a la carga contaminante, en este caso influye directamente sobre la carga contaminante de cloruros, DBO₅, DQO, fluoruros, sólidos suspendidos, sólidos totales, sólidos totales disueltos, sulfuros y tensoactivos.

Se valoró las cargas contaminantes de cloruros 237,37 y 0,90, DBO₅ 156,42 y 15,21, DQO 317,12 y 32,59, fluoruros 3,23 y 0, sólidos suspendidos 542,31 y 8,21, sólidos totales 1410,88 y 56,45, sólidos totales disueltos 868,57 y 48,24, sulfatos 95,64 y 0.06, tensoactivos 903,21 y 0, máximas y mínimas respectivamente, del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Puerto Arturo del Cantón Ambato, mismos que nos permitieron realizar un Indicador Operacional.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios más exhaustivos en cuanto a la evaluación de cargas contaminantes en los afluentes de aguas residuales con la finalidad de optimizar el tratamiento, implementando los componentes adecuados en la PTAR.

Contemplar los resultados de esta evaluación de cargas contaminantes que servirá para el rediseño de la planta de tratamiento de “Puerto Arturo”

Se debe realizar un seguimiento continuo mediante análisis cuantitativos del tipo de efluente que llega, con la finalidad de identificar sustancias químicas que interfieren en el tratamiento e impedir que las industrias identificadas en el lugar descarguen concentraciones altas de carga contaminante con caudales bajos.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22a. ed, Washington D.C.- USA, 2012., Pp. 17-120.
2015-01-11

BENAVIDES B, Lilia P., Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la central de sacrificio de Túquerres (Nariño). (Tesis). (Ing. Ambiental). Universidad Nacional de Colombia, Área sanitaria, Ingeniería ambiental. Túquerres- Nariño- Colombia. 2006, Pp. 10-11
<http://www.bdigital.unal.edu.co/1081/1/lilianadelpilarbenavidesbenavides.2006.pdf>
2015-02-11

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES, Universidad de Salamanca, Centro de investigación y desarrollo tecnológico del agua
<http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>
2015-02-11

CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR DBO Y DQO, Universidad Autónoma de Chihuahua, Aguas residuales.
<http://www.oocities.org/edrochac/residuales/dboydqd2.pdf>
2015-05-14

COLOMBIA, UNIVERSIDAD NACIONAL. Carga contaminante
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_2_carga_contaminante_y_habitantes_equivalentes.html
2014-04-22

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR
http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
2015-05-07

ECUADOR FORESTAL
<http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Libro-VI-Calidad-Ambiental.pdf>
2015-05-13

ECUADOR, MINISTERIO DEL AMBIENTE., Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente., Libro VI- Tabla 12., Limites de descarga a un cuerpo de Agua dulce., Quito-Ecuador., TULSMA., 2003., Pp. 330 - 333

http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/TULAS_-1era_parte.pdf

2015-04-10

ECUADOR, AMBATO ORDENANZAS MUNICIPALES

<https://onedrive.live.com/view.aspx?cid=9955A4A6F87AD7B0&resid=9955a4a6f87ad7b0!1424&wacqt=sharedby&app=WordPdf>

2015-04-12

ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 169:98, Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras. pp. 6-12

http://www.grupoquimicomarcos.com/downloads/medios_de_preservacion_de_muestras.pdf

2015-04-15

ECUADOR, LEYES AMBIENTALES DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador_leyesamb.html

2015-05-07

ECUADOR, LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador_leyesamb.html

2015- 07-12

ECUADOR, MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR

<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Historia-de-Creacion.pdf>

2015-05-13

HERRICK, Robert. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Pp. 32

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tom01/31.pdf>

2015-04-22

METCALF, &EDDY., Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. 4^{ta} Ed, Madrid-España, McGraw-Hill. 1995. Pp. 38-45, 56-59, 75, 80-83, 93,95, 124, 127-129, 170, 297-298.

2015-04-24

MÉTODOS DE AFORO

http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Ccalibracion_estructuras.pdf

2015- 07-12

MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AGUAS RESIDUALES

http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/outros/Manual%20de%20fitodepuracion/Capitulos%20Anexos1.pdf

2015-05-14

ORELLANA, Jorge. Características de los líquidos residuales. pp. 2

http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_08_Caracteristicas_de_Liquidos_Residuales.pdf

2014-05-14

PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO

<http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/#Dureza>

2014-05-16

PRADA ABELARDO. Caudal y carga contaminante. Villavicencio-Colombia. 2004, Pp. 15-16.

<http://es.scribd.com/doc/96049789/Caudal-y-Carga-Contaminante-by-Abelardo-Prada-Matiz#scribd>

2015-04-29

QUÍMICA GENERAL Y TECNOLOGÍA pp. 29

<http://ing.unne.edu.ar/pub/quimica/ab2/TP4.pdf>

2015-05-14

RIGOLA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales, aguas de proceso y aguas industriales. Barcelona-España. Alfaomega. 1990, Pp. 32-36.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fQcXUq9WFC8C&oi=fnd&pg=PA11&dq=cloros+en+aguas+residuales&ots=O3fvTX4J87&sig=6s8J4kkT9pwPzUBCC1ZYCpy1cx8#v=onepage&q=cloruros%20en%20aguas%20residuales&f=false>

2015-05-20

ROJAS, Ricardo, “Gestión integral de tratamiento de aguas residuales”. Coordinador de proyectos especiales CEPIS/OPS-OMS. 2002. Pp. 4-5.

http://dateca.unad.edu.co/contenidos/358003/AVA_II-SEM-2014/Contenidos_del_curso/Material_complementario/2002_Sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf

2015-05-19

ROMERO, J., Tratamiento de Aguas Residuales. 2^{da}Ed., Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2004, pp. 18’19, 24-25, 36, 38, 75-79, 80,88, 92.

2015-05-21

SEVERICHE, C., CASTILLO, M. & ACEVEDO, R. “Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas”.

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>

2015-02-11

Perú, MÉNDEZ; J. & MARCHÁN; J. Diagnostico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución, Pp. 39-41.

http://www.proagua.org.pe/files/de62b65581b727d66847f48aa52fbbfd/Libro_PTAR.pdf

2015-03-16

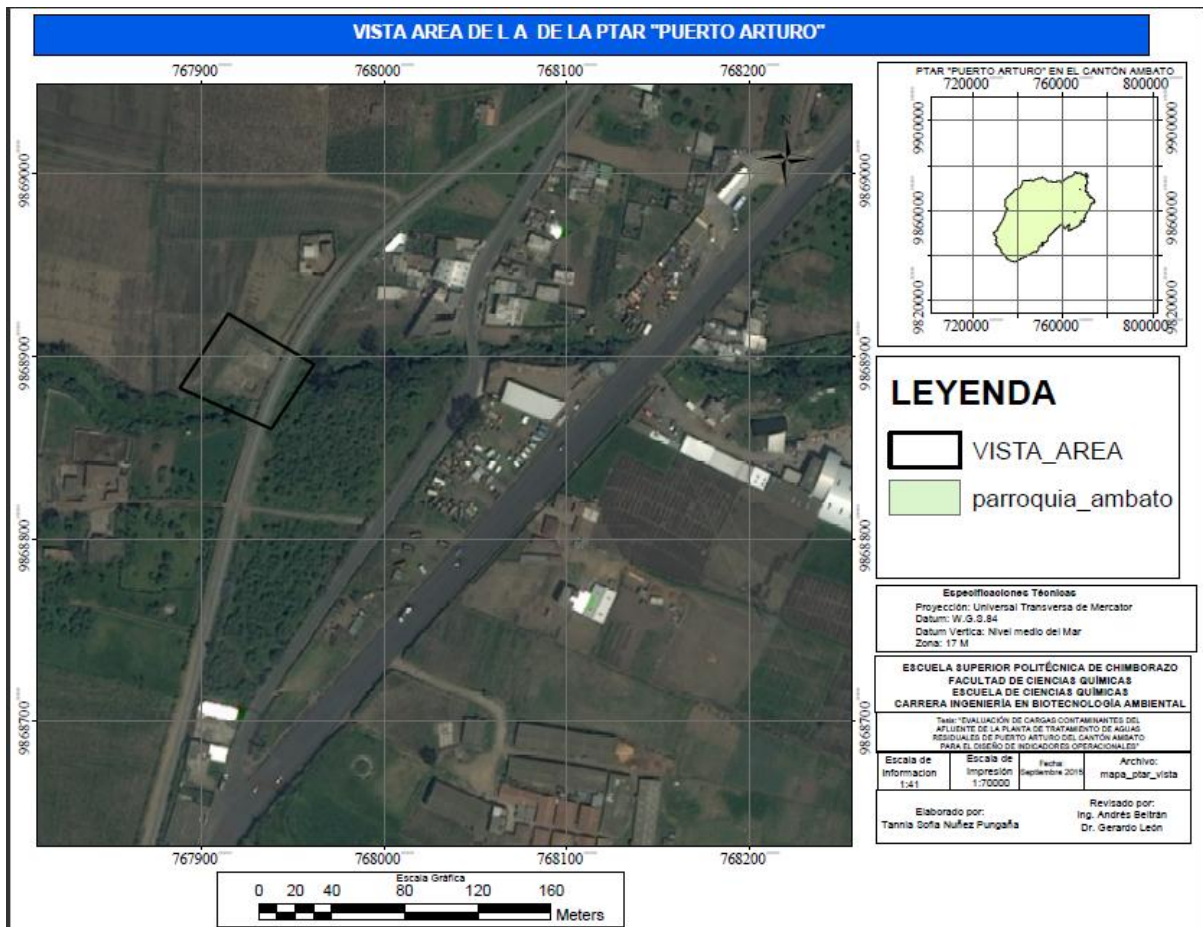
ANEXOS

Anexo A: Tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables.	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

TABLA 10. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	10000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Anexo B: Vista aérea de la PTAR "Puerto Arturo"



Anexo C: Dimensiones y caudal para canaleta Parshall

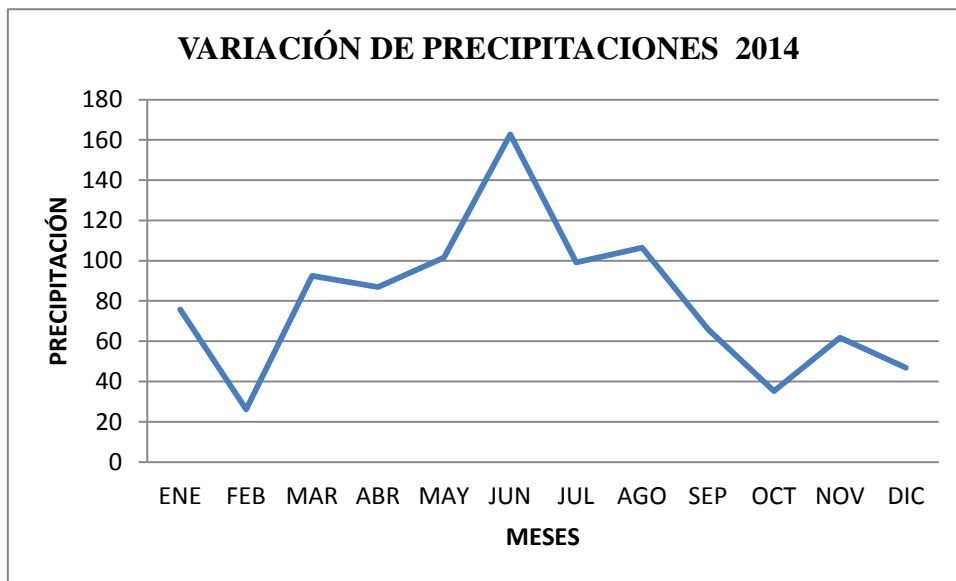
W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)	R (cm)	M (cm)	P (cm)	X (cm)	.Y (cm)
2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9	-	-	50,0	0,8	1,3
5,1	41,4	40,6	13,5	21,4	35,6	11,4	25,4	2,2	4,3	-	-	70,0	1,6	2,5
7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	40,6	30,5	76,8	2,5	3,8
15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	40,6	30,5	90,2	5,1	7,6
22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	40,6	30,5	108,0	5,1	7,6
30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	149,2	5,1	7,6
45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	167,6	5,1	7,6
61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	185,4	5,1	7,6
91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	222,3	5,1	7,6
122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	271,1	5,1	7,6
152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	308,0	5,1	7,6
182,8	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	344,2	5,1	7,6
213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	381,0	5,1	7,6
244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	417,2	5,1	7,6
305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	-	-	-	30,5	22,9

Fórmulas para la canaleta Parshall ⁽¹⁰⁾			
Ancho de la garganta (cm)		Ecuación*	Capacidad (L/s)
2,5	(1")	$Q = 0,055 H_a^{1,5}$	0,3 – 5
5	(2")	$Q = 0,110 H_a^{1,5}$	0,6 – 13
7,6	(3")	$Q = 0,176 H_a^{1,547}$	0,8 – 55
15,2	(6")	$Q = 0,381 H_a^{1,58}$	1,5 – 110
22,9	(9")	$Q = 0,535 H_a^{1,53}$	2,5 – 250
30,5	(12")	$Q = 0,690 H_a^{1,522}$	3,1 – 455
45,7	(18")	$Q = 1,054 H_a^{1,538}$	4,3 – 700
61,0	(24")	$Q = 1,426 H_a^{1,55}$	12 – 950
91,4	(36")	$Q = 2,182 H_a^{1,566}$	17 – 1.400
121,9	(48")	$Q = 2,935 H_a^{1,578}$	37 – 1.900
152,4	(60")	$Q = 3,728 H_a^{1,587}$	60 – 2.400
182,8	(72")	$Q = 4,515 H_a^{1,595}$	70 – 2.900
213,4	(84")	$Q = 5,306 H_a^{1,601}$	115 – 3.450
243,8	(96")	$Q = 6,101 H_a^{1,606}$	130 – 3.950
305	(120")	$Q = 7,463 H_a^{1,6}$	250 – 5.660



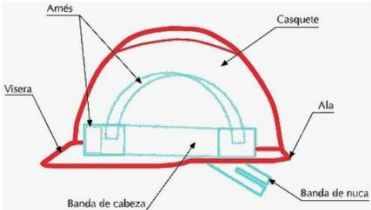

* Q en m³/s; H_a en m.



Anexo D: Registro de precipitaciones

PARÁMETRO Estación	PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)2014												Número de días con Precipitación
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Cunchibamba	75,8	26,2	92,5	86,9	101,6	162,7	99,1	106,4	65,9	35,3	61,8	46,9	162




Anexo E: Equipo de protección personal para la toma de muestras

Equipo de Protección Personal	Características
<p>Ropa de algodón</p> 	<p>Tela de algodón</p> <p>Da manga larga, puede ser overol cuando se requiera mayor protección.</p>
<p>Botas</p> 	<p>Impermeables al agua</p> <p>Poseer cierta flexibilidad y rigidez que proporcionen estabilidad</p> <p>Planta con características anti-deslizantes</p> <p>Puntas con refuerzo de acero</p> <p>Pueden ser de goma, caucho o de materia plástica</p>
<p>Casco</p> 	<p>Casco de policarbonato, poliéster o policarbonato con fibra de vidrio,</p> <p>Debe tener un armazón exterior fuerte, resistente a la deformación y la perforación (si es plástico 2mm de grosor)</p> <p>Arnés sujeto de manera que deje una separación de 40 a 50 mm entre su parte superior y el armazón</p> <p>Banda de cabeza ajustable sujeta al revestimiento interior.</p> <p>Industrial de seguridad con 6 apoyos cinta de nylon.</p> <p>Graduación por ratchet</p>
<p>Gafas</p> 	<p>Con protectores completos.</p> <p>Lentes de policarbonato</p>

	<p>Luna clara Anti-empañante</p> <p>Con cinta elástica ancha o patillas ajustables</p>
<p>Mascarilla</p> 	<p>Con cartucho semi-artificial</p> <p>Banda regulable</p>
<p>Guantes</p> 	<p>De nitrilo</p> <p>Flexibles y resistentes de 30cm</p>

Anexo F: Cadena de Custodia. Laboratorio EP-EMAPAA.

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO DIRECCION DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SUBDIRECCIÓN DE ALCANTARILLADO - PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CADENA DE CUSTODIA Y REQUERIMIENTO DE ANÁLISIS RG-ALC-08-01
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

PTAR: _____

DIRECCIÓN: _____

SOLICITADO POR: _____

FECHA: _____

TIPO DE MUESTRA: Puntual
 Compuesta

CODIGO CAMPO	CODIGO LAB.	SITIO DE TOMA DE LA MUESTRA	HORA TOMA DE MUESTRA	N° DE FRASCOS	VOL. MUESTRA	OBSERVACIONES

ESTADO DEL TIEMPO	CARACTERÍSTICAS : AGUA RESIDUAL	
	AFLUENTE	EFLUENTE
DÍA ANTERIOR: _____	COLOR: _____	COLOR: _____
DÍA TOMA DE LA MUESTRA: _____	OLOR: _____	OLOR: _____

REQUERIMIENTO DE ANALISIS		
Alcalinidad	Sólidos Sedimentables	
Carbonatos	Sólidos suspendidos	
Cianuro	Sólidos totales	
Cloruros	Sólidos totales disueltos	
Coli. Fecales	Sulfatos	
Color	Sulfuros	
CromoVI	Temperatura	
Cromo total	Tensoactivos	
DBO ₅	Turbidez	
DQO	OTROS:	
Fluoruros		
Fósforo		
Hierro		
pH		
Mat. Flotante		

AFORO (TIEMPO)			CONTROL DE GAS	
N°	ENTRADA	SALIDA	H ₂ S (ppm):	
1			O ₂ (ppm):	
2			COMB/EX (ppm):	
3			CO (ppm):	
4			CH ₄ (ppm):	
5			VOLUMEN DE AFORO:	
6				
7				

N°	TIRANTE (cm)	CAUDAL (L/s)	N°	TIRANTE (cm)	CAUDAL (L/s)
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		

PERSONAL QUE TOMA LAS MUESTRAS: _____

SUPERVISADO: _____ APROBADO: _____

OBSERVACIONES GENERALES: _____

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD/AGUAS RESIDUALES - EP-EMAPA-A	
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA: _____	RECIBIDO POR: _____

Anexo G: Tabla de caudal vs pendiente-sección PTAR “Puerto Arturo”

<i>SECCION INTERNO (m)</i>		<i>PENDIENTE IT</i>	Manning	<i>TIRANTE IT (m)</i>	<i>CAUDAL IT (m³/s)</i>	<i>CAUDAL IT (l/s)</i>
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,001	0,00001	0,01
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,002	0,00005	0,05
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,004	0,0001	0,1
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,006	0,0002	0,2
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,008	0,0003	0,3
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,01	0,0005	0,5
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,012	0,0006	0,6
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,014	0,0008	0,8
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,016	0,001	1
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,018	0,0012	1,2
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,02	0,0015	1,5
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,022	0,0017	1,7
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,024	0,002	2
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,026	0,0022	2,2
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,028	0,0025	2,5
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,03	0,0028	2,8
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,032	0,0031	3,1
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,034	0,0034	3,4
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,036	0,0037	3,7
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,038	0,0041	4,1
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,04	0,0044	4,4
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,042	0,0047	4,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,044	0,0051	5,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,046	0,0055	5,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,048	0,0058	5,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,05	0,0062	6,20
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,052	0,0066	6,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,054	0,007	7,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,056	0,0074	7,40

0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,058	0,0078	7,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,06	0,0082	8,20
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,062	0,0086	8,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,064	0,009	9,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,066	0,0094	9,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,068	0,0099	9,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,07	0,0103	10,30
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,072	0,0107	10,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,074	0,0112	11,20
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,076	0,0116	11,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,078	0,0121	12,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,08	0,0126	12,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,082	0,013	13,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,084	0,0135	13,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,086	0,014	14,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,088	0,0145	14,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,09	0,0149	14,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,092	0,0154	15,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,094	0,0159	15,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,096	0,0164	16,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,098	0,0169	16,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,1	0,0174	17,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,102	0,0179	17,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,104	0,0184	18,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,106	0,0189	18,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,108	0,0194	19,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,11	0,02	20,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,112	0,0205	20,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,114	0,021	21,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,116	0,0215	21,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,118	0,022	22,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,12	0,0226	22,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,122	0,0231	23,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,124	0,0236	23,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,126	0,0242	24,20

0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,128	0,0247	24,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,13	0,0253	25,30
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,132	0,0258	25,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,134	0,0264	26,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,136	0,0269	26,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,138	0,0275	27,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,14	0,028	28,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,142	0,0286	28,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,144	0,0291	29,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,146	0,0297	29,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,148	0,0303	30,30
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,15	0,0308	30,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,152	0,0314	31,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,154	0,032	32,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,156	0,0325	32,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,158	0,0331	33,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,16	0,0337	33,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,162	0,0343	34,30
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,164	0,0349	34,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,166	0,0354	35,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,168	0,036	36,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,17	0,0366	36,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,172	0,0372	37,20
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,174	0,0378	37,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,176	0,0384	38,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,178	0,0389	38,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,18	0,0395	39,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,182	0,0401	40,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,184	0,0407	40,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,186	0,0413	41,30
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,188	0,0419	41,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,19	0,0425	42,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,192	0,0431	43,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,194	0,0437	43,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,196	0,0443	44,30

0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,198	0,0449	44,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,2	0,0455	45,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,202	0,0461	46,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,204	0,0468	46,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,206	0,0474	47,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,208	0,048	48,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,21	0,0486	48,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,212	0,0492	49,20
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,214	0,0498	49,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,216	0,0504	50,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,218	0,051	51,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,22	0,0517	51,70
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,222	0,0523	52,30
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,224	0,0529	52,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,226	0,0535	53,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,228	0,0541	54,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,23	0,0548	54,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,232	0,0554	55,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,234	0,056	56,00
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,236	0,0566	56,60
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,238	0,0573	57,30
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,24	0,0579	57,90
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,242	0,0585	58,50
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,244	0,0591	59,10
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,246	0,0598	59,80
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,248	0,0604	60,40
0,395	0,4	1,22E-03	0,013	0,25	0,061	61,00

Anexo H: Afluente PTAR Puerto Arturo



Anexo I: Medición del tirante



Anexo J: Toma de muestras Abril



Anexo K: Toma de muestras Mayo



Anexo L: Toma de muestras Junio



Anexo M: Toma de muestras Julio



Anexo N: Toma de muestras Agosto



Anexo O: Toma de muestras Septiembre



Anexo P: Transporte de las muestras



Anexo Q: Entrega de muestras al Laboratorio de Calidad de la EP-EMAPA-A



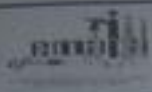
Anexo R: Preparación de la muestra compuesta



Anexo S: Determinación de sólidos y espectrofotómetro



Anexo T: Resultados de laboratorio

 INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS. 17025-RQ-SAP-05-01		Página 1 de 1			
DATOS DEL CLIENTE			DATOS DEL LABORATORIO		
UBICACIÓN:	FINCA: CHICARRITA	CONDICIÓN DE EMPLACAMIENTO DE LA MUESTRA:		Vial: Cuadro de resultados	
DIRECCIÓN:	Avda. Corrientes s/n entre Sarmiento	FECHA DE MUESTRA:		Agua residual - Nueva potabilidad	
PERSONA DE CONTACTO:	Ing. Paul Alonso	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		David Criollo	
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN:	00 000102 del 142	FECHA-HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:		7 de abril de 2015 / 11:20	
DIRECCIÓN DE LA MUESTRA:	PLAZA PUEBLO ABIGRO	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:		7 de abril de 2015 / 11:20	
UBICACIÓN DE DÓNDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Del Cuadro de resultados	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:		12 de abril de 2015	
RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA:	Daniel Criollo	CONDICIONES AMBIENTALES:		Humedad (%) 48,7 Temperatura (°C) 43	
FECHA Y HORA TOMA DE MUESTRA:	6 de abril de 2015 con cuadro de resultados				

ANÁLISIS REALIZADOS					RESULTADOS		
PARAMETROS	UNIDADES	MÉTODO	Nota 12. Límite de protección en Cuadro de Resultados (RANGO DE VALORES DE REFERENCIA)	Valor por PEA	Resultado biológico	Salida Tiempo extra	
				1504213	1504214	1504215	
Temperatura	°C	APHA 2150	5	49	43	370,0	
pH		APHA 2130	6,5-8,5	6	6	0	
Turbidez	Nephelometric Turbidity Units (NTU)	APHA 2130C	5	20,3	20,4	0,0	
Color (Pt-Co)	APHA Units	APHA 2130	10	230,5	430,3	200,0	
Cloro Reactivo	mg/L Cl ₂	APHA 2106	Resistencia por 30 min	Resistencia	Resistencia	Resistencia	
Cloro Total	mg/L	APHA 2106	Resistencia por 30 min	Resistencia	Resistencia	Resistencia	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,000	
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	
Alcalinidad Total	mg/L	APHA 2106	50	100	100	0,00	

PARAMETRO PROCESO DE ACRÉDITACION	RANGO DE ACRÉDITACION	INDICADORES ESPERADOS DEL MÉTODO
Temperatura	5-10°C	
pH	6,5-8,5	
Turbidez	5-10 NTU	
Color	10-15 PCU	
Cloro Reactivo	Resistencia por 30 min	
Cloro Total	Resistencia por 30 min	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Dureza Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	
Alcalinidad Total	50-100 mg/L	

NOTA: LOS RESULTADOS SON VÁLIDOS PARA SU USO EN LA MUESTRA DE LA QUE SE TOMÓ LA MUESTRA EN LA FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA. EL CLIENTE DEBE GARANTIZAR LA VERACIDAD DE LOS DATOS DE SU CUENTA.

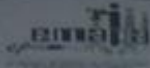
PERSONALES RESPONSABLES:

[Firma]
 LABORATORIO

[Firma]
 RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL
 LABORATORIO DE CALIDAD
 MUNICIPIO DE SALTA

Comunicado de la Jefatura de Control de Agua y Saneamiento de Salta, Salta, Agosto 2015. (04/2015)



**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**
17025-RG-CC-71-00

Página 1 de 1

DATOS DEL CUENTE		DATOS DEL LABORATORIO	
CUENTE:	SDCM, EMAPAAA	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	Ver Cuadro de resultados
DIRECCIÓN:	Antonio Cayula y Santa Brígida	TPO DE MUESTRA:	Aguas residuales Domésticas/ni, puntuales
PERSONA DE CONTACTO:	Ing. Paul Acuña	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Dr. Luis Urquiza
TÉLEFONO DE CONTACTO:	03 2947700 ext 142	FECHA/HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	28 de mayo de 2015/ 12:03
PROXIMIDAD DE LA MUESTRA:	PTAR, PUERTO ARTURO	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	28 de mayo de 2015/ 12:03
¿DÓNDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Ver Cuadro de resultados	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	8 de junio de 2015
RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA:	Dr. Luis Urquiza	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA / HORA TOMA DE MUESTRA:	28 de mayo de 2015/Ver cuadro de resultados	Humedad (%):	46
		Temperatura(°C):	18.3

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. (DISE, Liba VI, Anexo 1)	RESULTADOS	
				Ingreso a PTAR 1505244	Salida de la PTAR 1505245
As. clorada*	mg/L	APHA-2320B	-	112.0	271.2
Carbonatos*	mg/L	APHA-2320B	-	0	0
Cloruros*	mg/L	APHA-4500Cl	1000	25.2	87.2
Coliformes Fecales*	UFC/100ml	APHA-2091	Remoción > al 99.9% Inapreciable en dilución 1:20	1'350'000	2'640'000
Color Real	Unif Pt-Co	HACH 8025	Inapreciable en dilución 1:20	159 (Sin dilución)	873 (sin dilución)
Color Real	unif Pt-Co	HACH 8025	Inapreciable en dilución 1:20	8 (Con Dilución 1:20)	44 (Con dilución 1:20)
Cromo VI*	mg/L	HACH-8025	0.5	0.020	0.025
DBO ₅	mg/L	APHA-5210-B	100	64	102
DQO	mg/L	HACH 8000	250	177	265
Flúoruros*	mg/L	HACH-8029	5.0	0.2	0
Fósforo*	mg/L	HACH-8191	10.0	0.99	2.97
Hierro*	mg/L	HACH-8008	10.0	-	0.97
Materiales Flotantes*	Presencia/Ausencia	APHA-2530-B	Ausencia	Ausencia	Ausencia
pH	UppH	APHA-4500HB	de 5 a 9	7.92	7.49
Sólidos sedimentables	ml/L	APHA-2540-F	1.0	0.3	0.1
Sólidos suspendidos*	mg/L	APHA-2540-D	100	32	309
Sólidos Totales*	mg/L	APHA-2540-B	1650	220	748
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	APHA-2540-C	-	128	459
Sulfatos	mg/L	HACH-8031	1000	28	61
Sulfuros	mg/L	HACH-8131	0.5	0.087	0.281
Sulfuros	mg/L	HACH-8028	0.5	-	1.326
Temperatura*	°C	APHA-2550-B	< 33	18.2	17.9
Turbiedad*	NTU	APHA-2130-B	-	27.5	248.0

potometría en proceso de acreditación

Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE

PARÁMETRO	PROCESO DE ACREDITACIÓN	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO (MAXIMA)
Color Real		5-500 unif Pt-Co	20%
Color Aparente		5-500 unif Pt-Co	19%
DBO ₅		20-15000 mg/L	-
Defensivos		0.100 - 10 mg/L	13%
DQO		50 - 25000 mg/L	19%
pH		4 a 10 UppH	1%
Sólidos sedimentables		0.5 - 250 ml/L	10%
Sólidos totales disueltos		101 - 4048 mg/L	13%
Sulfatos		100 - 2500 mg/L	9%
Sulfuros		0.050-50 mg/L	10%

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA(S) QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO (MUESTRA PUNTUAL). EMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y LA VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CUENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Verónica Cevallos
LABORATORISTA

Dr. Jélguer Díaz S
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A. Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Tel: 2385791



INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
17025-RG-CC-71-00

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL LABORATORIO	
NOMBRE:	DOM-EPERAFIAA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	Ver Cuadro de resultados
PERSONA DE CONTACTO:	Antonio David e Isabella Sánchez	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Doméstica/A-compostada
TELÉFONO DE CONTACTO:	ing. Ruth Moraleda	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Luis Troncopanto-Angel Tocavama
DIRECCIÓN DE LA MUESTRA:	03 2977720 ext 142	FECHA/HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	8 de junio de 2013 / 14:00
SUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	PTAR, PUERTO ARTURO	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	8 de junio de 2013 / 14:00
RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA:	Ver Cuadro de resultados	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	18 de junio de 2013
FECHA / HORA TOMA DE MUESTRA:	8 de junio de 2013 / Ver cuadro de resultados	CONDICIONES AMBIENTALES:	Humedad (%): 86 Temperatura(°C): 17.4

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	Tabla 12. Límites de detección o un cuerpo de agua dulce (NORMA SIDA VI Anexo 1)	RESULTADOS	
				Ingreso a PTAR 1504281	Salida de la PTAR 1504282
Acidez total*	mg/L	APHA-2328	-	407.2	503.2
Alcalinidad*	mg/L	APHA-2328	-	0	0
Cloruro*	mg/L	APHA-4500Cl	1000	71.8	212.4
Coliformes Fecales*	UFC/100ml	APHA-2091	Remoción > al 99.9%	2080.000	720.000
Color Real	Unit Pt-Co	HACH 8025	Inapreciable en dilución 1/20	448 (sin dilución)	471 (sin dilución)
Color Real	Unit Pt-Co	HACH 8025	Inapreciable en dilución 1/20	24 (Con Dilución 1:20)	37 (Con dilución 1:20)
Conductividad*	mg/L	HACH-8023	0.5	0.023	0.013
DBO ₅	mg/L	APHA-5210-B	100	355	316
DQO	mg/L	HACH 8000	250	643	379
Fosfatos*	mg/L	HACH-8029	5.0	0.29	0
Nitratos*	mg/L	HACH-8191	10.0	4.37	4.85
Nitro*	mg/L	HACH-8006	10.0	0.11	0.09
Materia Volátil*	Presencia/Ausencia	APHA-2530-B	Ausencia	Ausencia	Ausencia
pH	UppH	APHA-4500H	de 5 a 9	8.12	7.58
Sólidos sedimentables	ml/L	APHA-2540-F	1.0	2.6	0.1
Sólidos suspendidos*	mg/L	APHA-2540-D	100	137	72
Sólidos Totales*	mg/L	APHA-2540-B	1800	756	626
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	APHA-2540-C	-	619	754
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	1000	71	70
Sulfuros	mg/L	HACH-8131	0.5	0.271	4.544
Sulfuros	mg/L	HACH-8026	0.5	9.551	8.113
Residual cloro	mg/L	HACH-8026	-	17.8	17.7
Temperatura*	°C	APHA-2555-B	+ 35	17.8	17.7
Turbiedad*	NTU	APHA-2130-B	1.0	17.8	82.6

Patrón en proceso de acreditación:

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE*

PARÁMETRO	PROCESO DE ACREDITACIÓN	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO (MAXIMA)
Color Real		5-500 Unit Pt-Co	30%
Color Aparente		5-500 Unit Pt-Co	19%
DBO ₅		20-15000 mg/L	-
Detergentes		0.100 - 10 mg/L	13%
DQO		50-25000 mg/L	19%
pH		4 a 10 UppH	1%
Sólidos sedimentables		0.5 - 250 ml/L	10%
Sólidos totales disueltos		101 - 4048 mg/L	13%
Sulfatos		100 - 2500 mg/L	9%
Sulfuros		0.050-50 mg/L	10%

NOTA: ESTE INFORME FUE ASESORADO A LA MUESTRA(S) QUE SE HA PRESENTADO EN ESTE INFORME. EMPEZAR EN EL RESPUESTA PARA LAS MUESTRAS DE LA MUESTRA. TRANSFERENCIA DE LA MUESTRA Y LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS DEBE SER EN PERSONA.

PROFESIONALES RESPONSABLES:


Ing. Verónica Carabambal
LABORATORISTA


Dra. Johanne Doz S.
RESPONSABLE TÉCNICO



Laboratorio de Control de Calidad, 17 - EMAFA - A, Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato - Tel. 2985991

emapa
INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
17025-RG-CC-71-00

DATOS DEL CLIENTE		<small>Página 1 de 1</small>
CLIENTE: DOM- EPEMAPAA DIRECCIÓN: Antonio Clavijo e Isabel Sanchez PERSONA DE CONTACTO: Ing. Paúl Acuña TELÉFONO DE CONTACTO: 03 2997700 ext 162 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: PTAR, PUERTO ARTURO LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Ver cuadro de resultados RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA: Sr. David Criollo FECHA / HORA TOMA DE MUESTRA: 29 de julio de 2015 / Ver cuadro de resultados	DATOS DEL LABORATORIO CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: Ver cuadro de resultados TIPO DE MUESTRA: Agua residual Doméstica / M. RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Sr. David Criollo FECHA/HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 29 de julio de 2015/ 16:00 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 16 de julio de 2015/ 12:00 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 5 de agosto de 2015 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 16,6 Temperatura (°C): 49	

ANÁLISIS REALIZADOS					
PARÁMETROS	UNIDAD	METODO	Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce: (TULAS Libro VI. Anexo 1)	RESULTADOS	
				Entrada PTAR 1507409	Salida PTAR 1507410
Alcalinidad*	mg/L	APHA-2320B	-	457,31	517,38
Carbonatos*	mg/L	APHA-2320B	-	0	0
Cloruros*	mg/L	APHA-4500CID	1000	2,1	4,6
Coliformes Fecales*	UFC/100ml	APHA-2091	Remoción > al 99,9%	4'200.000	2'600.000
Color Real	Unit Pt-Co	HACH-8025	Inapreciable en dilución 1/20	25 (Con Dilución 1:20)	27 (Con dilución 1:20)
Cromo VI*	mg/L	HACH-8023	0,5	0,031	0,028
DBO ₅	mg/L	APHA-5210-B	100	365	178
DQO	mg/L	HACH-8000	250	740	354
Fluoruros*	mg/L	HACH-8029	5,0	0,94	0,45
Fósforo*	mg/L	HACH-8191	10,0	5,15	6,17
Hierro*	mg/L	HACH-8008	10,0	0,01	0,00
Material Flotante*	Presencia/Ausencia	APHA-2530-B	Ausencia	Presencia	Ausencia
pH	UpH	APHA-4500HB	de 5 a 9	8,14	7,77
Sólidos sedimentables	mL/L	APHA-2540-F	1,0	4,5	0,1
Sólidos suspendidos*	mg/L	APHA-2540-D	100	216,0	78
Sólidos Totales*	mg/L	APHA-2540-B	1600	858	716
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	APHA-2540-C	--	642	638
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	1000	50	43
Sulfuros	mg/L	HACH-8131	0,5	0,332	7,670
Tensoactivos	mg/L	HACH-8026	0,5	6,214	5,966
Temperatura*	°C	APHA-2550-B	< 35	17,6	17,5
Turbiedad*	NTU	APHA-2130-B	-	185	103

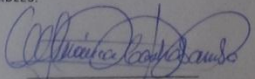
Parámetro en proceso de acreditación:


Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE*

PARÁMETRO	PROCESO DE ACREDECACION	RANGO DE ACREDECACION	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL METODO (MAXIMA)
Alcalinidad		50 - 2000 mg/L	2%
Color Real		5-500 Unit Pt-Co	20%
Color aparente		5-500 Unit Pt-Co	19%
Detergentes		0,100 - 10 mg/L	13%
DQO		50 - 25000 mg/L	19%
pH		4 a 10 UpH	1%
Sólidos sedimentables		0,5 - 250 mL/L	10%
Sólidos totales disueltos		101 - 4048 mg/L	13%
Sulfatos		100 - 2500 mg/L	9%
Sulfuros		0,050-50 mg/L	10%

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA(S) QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO (MUESTRA PUNTUAL). EMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y LA VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Verónica Castrobomba
 LABORATORISTA
 Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A. Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato


 Dra. Jéhinette Díaz S.
 RESPONSABLE TÉCNICO
 Tel. 2585997



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
17025-RG-CC-71-00

DATOS DEL CLIENTE		Página 1 de 1
CLIENTE: DOM- EPEMAPAA DIRECCIÓN: Antonio Clavijo e Itala Sánchez PERSONA DE CONTACTO: Ing. Paúl Acuña TELÉFONO DE CONTACTO: 03 2997700 ext 162 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: PTAR, PUERTO ARTURO LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Ver cuadro de resultados RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA: Sr. Luis Lazada FECHA / HORA TOMA DE MUESTRA: 24 de agosto de 2015 / Ver cuadro de resultados	DATOS DEL LABORATORIO CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: Ver cuadro de resultados TIPO DE MUESTRA: A. residual Doméstica / M. Compuesta RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Sr. Luis Lazada FECHA/HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 24 de agosto de 2015/ 15H15 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 24 de agosto de 2015/ 15H30 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 1 de septiembre de 2015 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 18.2 Temperatura(°C): 42	

PARÁMETROS	UNIDAD	METODO	Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. (TULAS. Libro VI. Anexo 1)	RESULTADOS	
				Entrada PTAR 1508470	Salida PTAR 1508471
Alcalinidad*	mg/L	APHA-2320B	-	743.50	499.47
Carbonatos*	mg/L	APHA-2320B	-	22.47	0
Cloruros*	mg/L	APHA-4500CID	1000	110.2	438.2
Coliformes Fecales*	NMP/100ml	COLILERT	Remoción > al 99,9%	15531.000	14136.000
Color Real	Unit Pt-Co	HACH-8025	Inapreciable en dilución 1/20	33 (Color Dilución 1/20)	48 (Color dilución 1/20)
Cromo VI*	mg/L	HACH-8023	0,5	0,005	0,003
DBO ₅	mg/L	APHA-5210-B	100	234	210
DQO	mg/L	HACH-8000	250	644	477
Fluoruros*	mg/L	HACH-8029	5,0	0	0,22
Fósforo*	mg/L	HACH-8191	10,0	6,78	9,72
Hierro*	mg/L	HACH-8008	10,0	0,26	0,32
Materia Flotante*	Presencia/Ausencia	APHA-2530-B	Ausencia	Ausencia	Ausencia
pH	UpH	APHA-4500HB	de 5 a 9	8,15	7,52
Sólidos sedimentables	mL/L	APHA-2540-F	1,0	0,3	0,1
Sólidos suspendidos*	mg/L	APHA-2540-D	100	157	165
Sólidos Totales*	mg/L	APHA-2540-B	1600	1116	1188
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	APHA-2540-C	-	759	1023
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	1000	71	6
Sulfuros	mg/L	HACH-8131	0,5	0,468	0,528
Tensioactivos	mg/L	HACH-8026	0,5	0,051	0,031
Temperatura*	°C	APHA-2550-B	< 35	18	17,8
Turbiedad*	NTU	APHA-2130-B	-	212	98,1

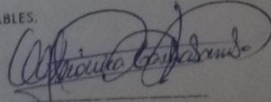
Parámetro en proceso de acreditación

* Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE

PARÁMETRO	PROCESO DE ACREDITACION	RANGO DE ACREDITACION	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL METODO (MAXIMA)
Alcalinidad		50 - 2000 mg/L	2%
Color Real		5 - 500 Unit Pt-Co	20%
Color Aparente		5 - 500 Unit Pt-Co	19%
Detergentes		0,100 - 10 mg/L	13%
DQO		50 - 25000 mg/l	19%
pH		4 a 10 UpH	1%
Sólidos sedimentables		0,5 - 250 mL/L	10%
Sólidos totales disueltos		101 - 4048 mg/L	13%
Sulfatos		100 - 2500 mg/L	9%
Sulfuros		0,050-50 mg/L	10%

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA(S) QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO (MUESTRA PUNTUAL). EMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y LA VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

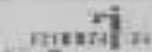
PROFESIONALES RESPONSABLES.


Ing. Verónica Castibamba
LABORATORISTA


Dra. Conchita Díaz S.
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad - IP - EMAPA - A. Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato - Telf. 2565991





INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17026-90-CC-71-30

Página 1 de 1

DATOS DEL CUENPO		DATOS DEL LABORATORIO	
CLIENTE:		DIRECCIÓN DEL ANALISIS:	
PROBLEMA:		PROCESO:	
INDICACIÓN DEL CLIENTE:		FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:		FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:		FECHA DE RECEPCIÓN DEL INFORME:	
ANÁLISIS REALIZADO:		FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:		FECHA DE RECEPCIÓN DEL INFORME:	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:		FECHA DE RECEPCIÓN DEL INFORME:	

ANÁLISIS REALIZADOS

PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP) (Límite de Tolerancia)	RESULTADOS	
				Ingreso a FIAA (20000)	Salida de la FIAA (40000)
Color Total	mg/L	APHA 2120	1500	2000	2000
Color Turbidez	mg/L	APHA 2120	1500	2000	2000
Sólidos Totales	mg/L	APHA 2540.1	1000	2000	2000
Sólidos Totales Filtrados	mg/L	APHA 2540.1	1000	2000	2000
Sólidos Volátiles	mg/L	APHA 2540.1	1000	2000	2000
Color Apat	mg/L	APHA 2120	1500	2000	2000
pH			6.5 a 8.5		
Acidez	mg/L	APHA 2540.1	1000	2000	2000
Alcalinidad	mg/L	APHA 2540.1	1000	2000	2000
Cloruros	mg/L	APHA 2540.1	1000	2000	2000
Sulfatos	mg/L	APHA 2540.1	1000	2000	2000
Cinco Metales Pesados		APHA 300.3	Asesoría	Asesoría	Asesoría
Plata	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Cromo Hexavalente	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Cobalto	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Cianuro	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Níquel	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Plomo	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Selenio	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Vanadio	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Zinc	mg/L	APHA 300.3	0.1	0.1	0.1
Fluoruros	mg/L	APHA 300.3	1.5	1.5	1.5

Verificar los resultados de conformidad

Los resultados de este informe son válidos para el periodo de validez de la muestra de agua suministrada.

PARAMETRO - PROCESO DE ACREDITACIÓN	ENUNCIADO DE ACREDITACIÓN	REQUISITOS ESTABLECIDOS (EN MÉTODOS OFICIALES)
Color Total	1.500 mg/L (mg/L)	20%
Color Apat	1.500 mg/L (mg/L)	20%
pH	6.5 - 8.5	10%
Acidez	1.000 mg/L (mg/L)	10%
Alcalinidad	1.000 mg/L (mg/L)	10%
Cloruros	1.000 mg/L (mg/L)	10%
Sulfatos	1.000 mg/L (mg/L)	10%
Cinco Metales Pesados	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Plata	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Cadmio	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Cromo Hexavalente	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Cobalto	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Cianuro	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Mercurio	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Níquel	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Plomo	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Selenio	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Vanadio	0.1 mg/L (mg/L)	10%
Zinc	0.1 mg/L (mg/L)	10%

Este informe es válido para el periodo de validez de la muestra de agua suministrada. Los resultados de este informe son válidos para el periodo de validez de la muestra de agua suministrada.

PROFESIONALES RESPONSABLES:



RESPONSABLE TÉCNICO



RESPONSABLE TÉCNICO

