

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BARRIO CHIMBACALLE, CANTÓN PUJILÍ, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE REDISEÑO EN EL PERÍODO 2013 – 2014”.

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERA DE MEDIO AMBIENTE

AUTORA:

Stefanía Monserratte Obando Sarzosa

DIRECTOR:

Ing. Eduardo Cajas

LATACUNGA-ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, OBANDO SARZOSA STEFANÍA MONSERRATTE; declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento, la cual se realizó bajo la dirección de Ing. Eduardo Cajas.

Obando Sarzosa Stefania Monserratte

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BARRIO CHIMBACALLE, CANTÓN PUJILÌ, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE REDISEÑO EN EL PERÌODO 2013 – 2014”**. de Autoría de la Señorita Obando Sarzosa Stefania Monserratte, postulante de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales “UA – CAREN” de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 07 de Abril 2015

Ing. Eduardo Cajas
Director de tesis



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
LATACUNGA – COTOPAXI – ECUADOR

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis de la señorita Obando Sarzosa Stefania Monserratte Con el tema **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BARRIO CHIMBACALLE, CANTÓN PUJILÌ, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE REDISEÑO EN EL PERÌODO 2013 – 2014”**.se emitieron algunas sugerencias en la corrección de tesis, las mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos la presentación de los empastados.

Por la favorable atención que se dé a la presente desde ya anticipamos nuestros sinceros agradecimientos.

Atentamente

Msc. Patricio Clavijo

Presidente

Ing. Renán Lara

Miembro

Ing. José Andrade

Opositor

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **OBANDO SARZOSA STEFANIA MONSERRATTE**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLATA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BARRIO CHIMBACALLE, CANTÓN PUJILÍ, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE REDISEÑO EN EL PERÍODO 2013 - 2014”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Febrero del 2015

Atentamente,

Lic. Martha Chasi

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 050222309/2

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a todas las personas por el apoyo y la confianza que me han prestado de forma desinteresada.

A los dos hermosos y más grandes ángeles del cielo a Dios y mi abuelita quienes me miran y me guían en todo momento.

A mi madre por enseñarme a luchar por mis sueños y por brindarme su apoyo incondicional.

A mi hermana y mi sobrino por su paciencia y confianza.

Al Ing. Eduardo Cajas, quien en calidad de director y amigo me supo compartir sus conocimientos durante la formación de la carrera profesional.

La ejecución y presentación de esta tesis es fruto del arduo trabajo, el cual fue posible con la colaboración del personal docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Stefania

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, porque gracias a ellos culminé con uno de mis objetivos.

Stefania

ÍNDICE

PORTADA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA _____	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS _____	III
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL _____	IV
AVAL DE TRADUCCIÓN _____	V
AGRADECIMIENTO _____	VI
DEDICATORIA _____	VII
RESÚMEN _____	1
ABSTRACT _____	2
INTRODUCCIÓN _____	3
JUSTIFICACIÓN _____	4
OBJETIVOS: _____	5
GENERAL _____	5
ESPECÍFICOS: _____	5
CAPITULO I _____	6
1. Fundamentación Teórica _____	6
1.1 Antecedentes _____	6
1.2 Marco Teórico _____	9
1.2.1 El Agua _____	9
1.2.1.1 Definición _____	9
1.2.1.2 Importancia del Agua _____	10
1.2.1.3 Características y Calidad del Agua. _____	10
1.2.1.4 Ciclo Hidrológico _____	11
1.2.1.5 Fuentes de Agua en la Naturaleza _____	13
1.2.2 Contaminación del Agua _____	14
1.2.2.1 Contaminación Puntual y difusa _____	17

1.2.2.2	Contaminantes más frecuentes de las aguas.	17
1.2.2.3	Aspectos Químicos y Bioquímicos	18
1.2.3	Aguas Residuales	20
1.2.3.1	Tipos de Aguas Residuales	21
1.2.3.2	Contaminantes habituales en las Aguas Residuales:	22
1.2.3.3	impactos significativos de las aguas residuales	23
1.2.4	Tipos de Tratamientos de las Aguas Residuales	24
1.2.4.1	Tratamiento Preliminar	24
1.2.4.2	Tratamiento Primario	27
1.2.4.3	Tratamiento Secundario	29
1.2.4.4	Tratamiento Terciario	31
1.2.4.5	Técnicas de Muestreo para el Análisis del Agua	33
1.2.5	Aspectos Legales	34
1.	CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR	34
2.	TITULO V.- ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO.	34
3.	TITULO VI.- RÉGIMEN DE DESARROLLO	35
4.	TÍTULO VII.- RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR	35
5.	TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL.	35
6.	LEY DE AGUAS.	39
7.	LEY ORGÁNICA DE SALUD.	39
CAPÍTULO II		40
2	Desarrollo Metodológico	40
2.1	Área de Estudio	40
Ubicación de cantón Pujilí		40
2.2	Línea Base	41
2.2.1	Aspectos Físicos	41
A.	Topografía	41
B.	Hidrología	41
C.	Clima de la Zona	42
D.	Precipitación	42
E.	Temperatura	42

F. Geología	42
G. Uso de Suelo	42
H. Aspectos Bióticos	43
2.2.2 Aspectos Socio-Económicos	44
2.2.3 Servicios Básicos	45
A. Agua potable.	45
B. Alcantarillado	45
2.2.4 Riesgos Naturales	45
2.3 Ubicación del Sitio de Estudio	46
2.4 Aspectos Metodológicos	47
2.4.1 Tipos de Investigación	47
2.4.1.1 Investigación descriptiva.	47
2.4.1.2 Investigación bibliográfica	47
2.4.1.3 Investigación de campo.	47
2.5 Metodología.	48
2.5.1 Metodología sistematizada.	48
2.6 Métodos y Técnicas.	49
2.6.1 Métodos	49
2.6.1.1 Método Deductivo.	49
2.6.1.2 Método inductivo	49
2.6.1.3 Método científico.	49
2.6.2 Técnicas.	50
2.6.2.1. La Observación.	50
2.6.2.2. Técnica de muestreo.	50
a) Manejo y Conservación	50
b) Llenado del Recipiente	50
c) Refrigeración de las Muestras	51
d) Transporte de las Muestras	51
e) Recepción de Muestras	51
f) Plazo de Entrega de Resultados	52
2.6.2.3 Lectura comprensiva.	52

2.7 Análisis e Interpretación de Resultados.	52
1) PARÁMETROS FÍSICOS MUESTRA (E)	54
2) PARÁMETROS QUÍMICOS MUESTRA E	57
1) PARÁMETROS FÍSICOS MUESTRA (S)	67
2) PARÁMETROS QUÍMICOS MUESTRA (S)	70
CAPÍTULO III	86
3. “Propuesta de Rediseño de la Planta de Tratamiento	86
3.1 INTRODUCCIÓN	86
3.2 OBJETIVO DE LA PROPUESTA	87
3.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	87
3.4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA	88
3.4.1 Tratamientos para el rediseño de la Planta	88
3.4.1.1 Cribado	88
3.4.1.2 Tamizado	95
3.4.1.3 Trampa de Grasa	97
3.4.1.4 Aireador	99
REDISEÑO DE LA PLANTA	103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
LIBROS	106
5.2 LINKOGRAFÍAS	109
6 ANEXOS	111
AFORO	111
TOMA DE MUESTRAS	112
TRANSPORTE DE MUESTRAS	113
MATERIALES UTILIZADOS EN LA TOMA DE MUESTRAS	114
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO	115

INDÍCE DE TABLAS

Tabla N° 1 Impactos significativos de las Aguas Residuales _____	23
Tabla N° 2 Posibles tratamientos _____	25
Tabla N° 3 Fauna del lugar _____	43
Tabla N° 4 Flora del lugar _____	44
Tabla N° 5 Coordenadas del sitio de estudio _____	46
Tabla N° 6 Referencias de los puntos de monitoreo _____	52
Tabla N° 7 Parámetros analizados _____	53
Tabla N° 8 Comparación de resultados del muestreo parámetros físico.m.E __	54
Tabla N° 9 Comparación de resultados del muestreo parámetros físicos. ____	55
Tabla N° 10 Comparación de resultados del muestreo parámetros físicos. ____	56
Tabla N° 11 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	57
Tabla N° 12 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos . _	58
Tabla N° 13 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	59
Tabla N° 14 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	60
Tabla N° 15 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	61
Tabla N° 16 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	62
Tabla N° 17 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	63
Tabla N° 18 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	64
Tabla N° 19 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	65
Tabla N° 20 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos __	66
Tabla N° 21 Comparación de resultados del muestreo parámetros físicos. m.S	67
Tabla N° 22 Comparación de resultados del muestreo parámetros físicos. ____	68
Tabla N° 23 Comparación de resultados del muestreo parámetros físicos. ____	69
Tabla N° 24 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	70
Tabla N° 25 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	71
Tabla N° 26 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos __	72
Tabla N° 27 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	73
Tabla N° 28 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	74
Tabla N° 29 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	75
Tabla N° 30 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos __	76

Tabla N° 31 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	77
Tabla N° 32 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	78
Tabla N° 33 Comparación de resultados del muestreo parámetros químicos. __	79
Tabla N° 34 Resumen de resultados de los parámetros físicos , muestra (E) __	80
Tabla N° 35 Resumen de resultados de los parámetros químicos, muestra (E) _	81
Tabla N° 36 Resumen de resultados de los parámetros físicos, muestra (S) ____	82
Tabla N° 37 Resumen de resultados de los parámetros químicos, muestra (S) _	84
Tabla N° 38 Capacidad de trabajo de los tamices estáticos _____	96
Tabla N° 39 Dimensiones recomendadas para las trampa grasa _____	98
Tabla N° 40 Rendimiento del proceso de aireación _____	100

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Consideraciones para las rejillas _____	26
Gráfico N° 2 Perfil del tanque de Pre aireación _____	27
Gráfico N° 3 Tanques sépticos _____	28
Gráfico N° 4 Tanque sedimentador _____	28
Gráfico N° 5 Ubicación del Cantón Pujilí _____	40
Gráfico N° 6 Mapa de la ubicación del sitio de estudio _____	46
Gráfico N° 7 Turbidez, muestra E _____	54
Gráfico N° 8 Potencial Hidrógeno muestra E _____	57
Gráfico N° 9 Sólidos Sedimentables muestra E _____	58
Gráfico N° 10 Sulfatos muestra E _____	60
Gráfico N° 11 Nitritos muestra E _____	61
Gráfico N° 12 Nitratos muestra E _____	62
Gráfico N° 13 Sólidos totales disueltos muestra E _____	63
Gráfico N° 14 Sólidos suspendidos muestra E _____	64
Gráfico N° 15 Demanda Química de Oxígeno muestra E _____	65
Gráfico N° 16 Demanda Bioquímica de Oxígeno muestra E _____	66
Gráfico N° 17 Turbidez muestra S _____	67
Gráfico N° 18 Potencial hidrógeno muestra S _____	70
Gráfico N° 19 Sólidos sedimentables muestra S _____	71

Gráfico N° 20 Sulfatos muestra S _____	73
Gráfico N° 21 Nitritos muestra S _____	74
Gráfico N° 22 Nitratos muestra S _____	75
Gráfico N° 23 Sólidos disueltos muestra S _____	76
Gráfico N° 24 Sólidos suspendidos muestra S _____	77
Gráfico N° 25 Demanda Química de Oxígeno muestra S _____	78
Gráfico N° 26 Demanda Bioquímica de Oxígeno muestra S _____	79
Gráfico N° 27 Resumen de los parámetros físicos muestra E _____	80
Gráfico N° 28 Resumen de los parámetros químicos muestra E _____	81
Gráfico N° 29 Resumen de los parámetros físicos muestra S _____	83
Gráfico N° 30 Resumen de los parámetros químicos muestra S _____	85
Gráfico N° 31 REJILLA _____	89
Gráfico N° 32 TAMIZ _____	95
Gráfico N° 33 TAMIZ GIRATORIO _____	96
Gráfico N° 34 TRAMPA DE GRASA _____	98
Gráfico N° 35 AIREADOR _____	100

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BARRIO CHIMBACALLE, CANTÓN PUJILÍ, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE REDISEÑO EN EL PERÍODO 2013 – 2014”

AUTORA: Stefania Monserrate Obando Sarzosa

DIRECTOR: Ing. Eduardo Cajas

RESÚMEN

Las aguas residuales provenientes del Barrio Chimbacalle del cantón Pujilí provincia de Cotopaxi presentan concentraciones superiores, en la muestra de la Tubería de entrada a la planta (E) en los siguientes parámetros: turbidez, sólidos sedimentables, nitratos, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, en la muestra pozo de salida (S): turbidez, nitratos, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno no cumple los límites máximos permisibles de acuerdo al TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12. Las descargas de las aguas residuales sin ningún tratamiento a cuerpos de agua dulce o cauces de aguas naturales pueden ocasionar diversos impactos ambientales que afectan a la salud de las poblaciones aledañas. La presente investigación plantea una propuesta de solución a esta problemática, con la elaboración de un rediseño para dicha planta cuyo punto de partida son los resultados de los análisis de laboratorio.

El proceso de mitigación de los impactos se lo realizará con la implementación del siguiente proceso: cribado, tamizado, trampa de grasas, aireador. Se realizó los cálculos tomando en cuenta el caudal que ingresa a la planta, el mismo que fue determinado con la técnica del aforo y expresado como 2 L/seg. Se estableció las características de cada uno de los procesos como: en el cribado: área de la rejilla (0,215m²), profundidad de la rejilla (0,56m) número de barrotes (15), en el tamizado: se determinó una abertura del tamiz (0,15mm, con un caudal tratado por metro lineal de 15m³/h), en la trampa de grasa: volumen (5,4m³) altura total (2m), ancho (1,13m) largo (2,40m), en el aireador: volumen (95m³), área (47.5m²), radio (4m), tomando como referencia la propuesta expuesta se logrará cumplir con la normativa establecida en nuestro país para los contaminantes evaluados.

TOPIC: "EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF FUNCTIONING THE PLANT'S WASTEWATER TREATMENT AT TH CHIMBACALLE NEIGHBORHOOD, PUJILÍ CANTON, TO THE ELABORATION OF A PROPOSAL OF A REDESIGN IN THE PERIOD 2013 - 2014".

AUTHOR: Obando Sarzosa Stefania Monserratte.

DIRECTOR: Ing. Eduardo Cajas Cayo

ABSTRACT

The wastewater from Chimbacalle neighborhood of the Pujilí canton, Cotopaxi province presented higher concentrations, in the sample of the intake pipe to the plant (E) on the following parameters: turbidity, settle able solids, nitrates and solids suspended, chemical oxygen demand, biochemical demand of oxygen, in the sample well of output (S): turbidity, suspended solids, nitrates and chemical oxygen, demand biological oxygen that does not meet the maximum permissible limits according to the TULAS, Book VI, annex I, table 12. Discharges of wastewater without any treatment to bodies of fresh water or natural water channels can cause different environmental impacts that affect to the health the populations.

This research presents research has as: proposal to give a solution to this problem, with the elaboration of a redesign the treatment plant where starting point is the results of the laboratory analysis. The process of impacts mitigation will be the implementation of the following process: creeping, sieving, grease trap, aerating. It was the different calculations taking into account the flow that enters the treatment plant, which was determined with the technique of the capacity and expressed as 2 L/s. Established the characteristics of each of the processes as: screening: area of the grid (0, 215m²), depth of the grid (or 56m) number of bars (15), in sieving: an aperture of sieve (0, 15mm, with a flow that is treated by linear meter of 15m³/h), was determined in grease trap: Volume (4m³ 5) (2m) overall height, width (1, 13m) (2, 40 m) long, from the aerator: volume (95m³), area (47.5m²), radio (4m), taking as a reference the proposal exposed will be comply with the regulations established in our country for the pollutants evaluated.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales es el conjunto de operaciones, las mismas que pueden ser de tipo físico, químico o biológico la finalidad que tienen es la eliminación o reducción de la contaminación o de las características no deseables de las aguas negras, bien sean: domesticas, industriales y residuales.

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas que cumplan con los parámetros establecidos en la legislación Ecuatoriana de acuerdo al uso que se les vaya a dar, por lo que cada uno de estos procesos varían en función de los análisis obtenidos en el laboratorio.

Debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad de agua residual se centran en la utilización en la agricultura, y que se determina que la descarga de las aguas residuales es directamente al rio Pujilí o cuerpo de agua dulce, se puede decir que planta de tratamiento es la organización de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el uso agrícola.

Existen diferentes tecnologías para tratar las aguas residuales, pero todas deben cumplir los mismos principios: cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño. Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

JUSTIFICACIÓN

El Cantón Pujilí goza de una gran extensión territorial y poblacional, y es así que se pudo identificar que parte de los impactos que se han venido generando en torno a la planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle generan varias interrogantes que en la actualidad se pretende dar un verdadero diagnóstico del funcionamiento de la misma.

Debido a la preocupación que se ha ido generando en el Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pujilí y de la ciudadanía en general entorno al actual funcionamiento de planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle del mismo cantón, la misma que luego de haber hecho un monitoreo y mediante análisis de laboratorio de los parámetros del agua se identificó que no cumplen con los índices establecidos en referencia a Sólidos Sedimentables, Nitratos, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendedos, Demanda Bioquímica de Oxígeno como se expresa en el TULAS libro VI , anexo 1, tabla 12, de límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Al realizar un análisis del recurso contaminado inspira un sentido de responsabilidad, con la finalidad de garantizar el buen vivir en las personas que habitan en el lugar, puesto que se investigó mediante revisión bibliográfica existente que existe un caudal de 2 Lt /seg, el mismo que es utilizado en las diferentes actividades domésticas e industriales de las personas del sector y por tal razón como ciudadana que ama su cantón he visto la necesidad de plantear una propuesta que nos permita técnicamente realizar un rediseño de la planta de tratamiento para aguas residuales del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí y de esta manera se investigará las posibles soluciones que se podría dar a este problema actual y cumplir con los requerimientos del Ministerio del Ambiente , la misma que quedará a disposición de las personas que se interesen en su ejecución para garantizar el desarrollo ambiental de los Pujilences.

OBJETIVOS:

GENERAL

- Evaluar la eficiencia del funcionamiento de la planta de tratamiento para las aguas residuales del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí, para la elaboración de una propuesta de rediseño que permita el cumplimiento de los parámetros establecidos por la normativa legal, durante el período 2013-2014.

ESPECÍFICOS:

- Caracterizar las aguas residuales de la planta de tratamiento ubicada en el Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí.
- Verificar mediante análisis de laboratorio de entradas y salidas de agua, el funcionamiento actual de la planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí.
- Elaborar la propuesta de rediseño de la planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí, que permita el cumplimiento de los parámetros establecidos en la ley ambiental vigente.

CAPITULO I

1. Fundamentación Teórica

1.1 *Antecedentes*

El estudio sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina Tacna, Perú realizado por la Lic. Olga del Carpio concluye que: **Brindar continuidad a las fases siguientes del Proyecto Integral Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. Incrementar la participación del Grupo de Trabajo Multisectorial que trata el tema.**

En la elaboración de los estudios pendientes y específicamente en la preparación del Sistema Integrado de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales de Tacna, se sugiere tomar debida cuenta de los aspectos planteados en el acápite 11 del estudio, donde se perfilan los elementos prioritarios que sustentan su implantación, fundamentalmente el punto que hace referencia a los componentes de la estructura del sistema.

En la propuesta de intervención, será necesario evaluar las diversas alternativas existentes, que permitan conciliar los intereses de los diferentes actores relacionados con el tratamiento y rehúso de las aguas residuales. Se debe tomar en cuenta por el lado de la oferta, a la EPS-Tacna, el Ministerio de Salud y Agricultura, y por el lado de la demanda a los diferentes grupos de usuarios de los efluentes tratados, dentro de los que se encuentran los agricultores independientes y la Municipalidad Provincial. De la misma forma, se debe optar por la alternativa

infraestructura de tratamiento y el mejoramiento de la calidad del efluente que sale de la planta de tratamiento.

El estudio I. Moncayo & D. Ayala en relación a la Solución Ambientales, Quito, Pichincha, Ecuador, concluyen que:

El tiempo de retención hidráulico ensayado en el sistema continuo de 30 horas permitió alcanzar una eficiencia en la remoción de DQO de 80%, tal y como lo demuestran los análisis del laboratorio certificado.

El estudio de tratabilidad fue sencillo de realizar y permitió obtener datos importantes para elaborar un diseño más real y eficiente.

El estudio de prefactibilidad del tratamiento de aguas residuales del colector norte, en la ciudad de Puyo, realizado por Ing. Marcelo Muñoz y Verónica Barbecho, Carmen Bósques, concluyen que:

Cuando no se dispone de sistemas de tratamiento de aguas residuales el principal factor ambiental afectado es el recurso agua, tanto en su calidad como en su uso, porque las descargas líquidas de la ciudad son vertidas directamente al Río Puyo, y al realizar esta acción se ven dañados otros factores como la flora, fauna, suelo aguas debajo de la descarga, socioeconómicos y de estética.

La alternativa 1 es la presente mayor afectación negativa ante la expectativa de implementación de un sistema de tratamiento en la ciudad de Puyo, el mayor problema que se presenta, está con la aceptación del servicio debido a que esta alternativa demanda una mayor superficie en comparación a las otras propuestas, mayores costos de construcción y mantenimiento (debido a la alta periodicidad del drenaje de lodos), necesita grandes volúmenes de material para el relleno de los pantanos (arcilla, grava y arena). Además durante la operación de esta opción de tratamiento, el sistemas podría funcionar bajo condiciones anaerobias, lo cual con el tiempo puede causar el colapso del mismo y la presencia de vectores, además de 63 impactos identificados de la evaluación de esta alternativa el 54% son de carácter negativo de los cuales el 50% son muy significativos y están relacionados con

los factores socioeconómicos de análisis. Mientras que el 46% del total de impactos son positivos y de estos el 52% son medianamente significativos y corresponde en gran parte el recurso agua.

Proyecto planta de tratamiento de aguas residuales Acobamba de 3l Departamento de Huancavelica de Perú realizado por Jesús Antonio Jaime Piñas concluye que:

Mas el proyecto se justificó como la solución de un problema agrícola y no de descontaminación de las aguas servidas.

La zona donde se localiza el proyecto, se caracteriza por tener una limitada disponibilidad del agua con fines de riego, lo que no permite lograr un aprovechamiento adecuado de la superficie agrícola, lo que se expresa en el índice de uso de tierra registrado por la zona 0.3, es decir, solamente se viene utilizando un 30% del total de superficie agrícola, esto viene contribuyendo negativamente en la economía de los pobladores, el mismo que aunado con el proceso de abandono de la actividad agrícola y migración de la población joven, constituyen razones para un retraso socioeconómico de los diferentes centros poblados del área de influencia del proyecto.

Concluyendo que el problema principal en la zona es: "Baja producción agrícola en la localidad de Pueblo viejo". En este análisis no se menciona la situación de contaminación de aguas servidas en la identificación de las causas directas e indirectas, siendo estas las siguientes:

El tratamiento de las aguas servidas en la laguna de oxidación también se pudo plantear utilizando BERROS acuáticos para ser reutilizado las aguas en el riego de los cultivos sin peligro de obtener cosechas contaminadas con vectores perjudiciales para la salud de la población. En el proyecto se manifiesta que se incrementan los rendimientos de los cultivos ;Por supuesto! Que se incrementan pero a ¿qué precio?

1.2 Marco Teórico

1.2.1 *El Agua*

1.2.1.1 *Definición*

Según MARKS (2001). **El agua (del latín agua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas de vida. (p.38).**

Según Muñoz El agua Badajoz, España. Septiembre, (2002) manifiesta: **El agua es el principal e imprescindible componente del cuerpo humano. El ser humano no puede estar sin beberla más de 5 o 6 días sin poner en peligro su vida. El cuerpo humano tiene un 75% de agua al nacer y cerca del 60% en edad adulta.**

Aproximadamente el 60% de esta agua se encuentra en el interior de las células (agua intracelular). El resto (agua extracelular) es la que circula la sangre y baña a los tejidos.

En las relaciones de combustión de los nutrientes que tiene lugar en el interior de las células para obtener energía se producen pequeñas cantidades de agua. Esta formación de agua es mayor al oxidar las grasas menos un gramo de agua por cada gramo de grasa, que los almidones menos el 0.6 gramos de almidón. El agua producida en la respiración celular se llama agua metabólica y es fundamental para los animales adaptados a condiciones desérticas.

Según la CEPAL (2002). **Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40%, y que aumentará un 17% adicional para la producción alimentaria, a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento.**

El hombre la utiliza como un elemento para la nutrición, sea como bebida o como integrante de alimento; la requiere para el lavado de trazos y ropas; la exige para el baño y dispone de ella para alejar sus desechos, proporcionar comodidad y resolver numerosos problemas de su vida cotidiana produciendo electricidad y vapor.

1.2.1.2 *Importancia del Agua*

Según, BADAJOZ (.2002) **“El agua constituye un elemento imprescindible para la vida. La mayor parte de los organismos de la Tierra tienen en su composición agua en mayor o menor proporción.”**. p.13

Dice, PRIETO (2004). **La importancia del agua también radica en nuestro organismo ya que está formado principalmente de agua alcanzando una proporción del 70%. Sin el agua el organismo humano se deteriora rápidamente, en proceso llamado deshidratación que conduce, si no se ingiere este líquido, a la muerte. (p. 15)**

1.2.1.3 *Características y Calidad del Agua.*

Según la norma NGO 29001 de COGUANOR. **”La calidad del agua se define de acuerdo al uso que vaya a dársele, este estudio se enfoca en la calidad del agua para consumo humano y la calidad del agua para uso industrial según la norma CATIE”**.

Según. WHEA.TON (2004). **La calidad del agua es un término difícil de precisar debido a que depende del uso de la misma; por ejemplo, un agua de “buen” calidad para el crecimiento de algas puede no ser igualmente “buena” para beber. La calidad del agua es “buena” o “mala” dependiendo del uso que se le da. pág. 6**

El agua pura es un líquido sin sabor, color, y olor, formado por hidrógeno y oxígeno con una fórmula química H₂O. Como el agua es casi un solvente universal, muchas sustancias naturales y artificiales son en cierto grado solubles.

1.2.1.4 Ciclo Hidrológico

Según HEBERT DEL VALLE (2007) **“El ciclo hidrológico se podría definir como: el proceso continuo que describe los diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido) y el movimiento del agua en nuestro planeta”** pg. 33

El movimiento continuo de agua entre la Tierra y la atmósfera se conoce como ciclo hidrológico. Se produce vapor de agua por evaporación en la superficie terrestre y en las masas de agua, y por transpiración de los seres vivos. Este vapor circula por la atmósfera y precipita en forma de lluvia o nieve.

Al llegar a la superficie terrestre, el agua sigue dos trayectorias. En cantidades determinadas por la intensidad de la lluvia, así como por la porosidad, permeabilidad, grosor y humedad previa del suelo, una parte del agua se vierte directamente en los riachuelos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de agua continentales; el resto se infiltra en el suelo. Una parte del agua infiltrada constituye la humedad del suelo, y puede evaporarse directamente o penetrar en las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas.

La porción de agua que supera las fuerzas de cohesión y adhesión del suelo, se filtra hacia abajo y se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua subterránea, cuya superficie se conoce como nivel freático. En condiciones normales, el nivel freático crece de forma intermitente según se va rellenando o recargando, y luego declina como consecuencia del drenaje continuo en desagües naturales como son los manantiales.

1.2.1.4.1 Fases del Ciclo Hidrológico.

a) Transpiración

Según HEBERT DEL VALLE (2007) “Es el transporte y evaporación de agua desde el suelo a la atmósfera a través de las plantas, principalmente a través de las hojas”.

b) Evaporación

Según HEBERT DEL VALLE (2007) “El ciclo se inicia sobre todo en las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos) donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua”.

c) Precipitación

Según HEBERT DEL VALLE (2007) “Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia, granizo o nieve)”.

d) Retención

Según HEBERT DEL VALLE (2007) Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida por la vegetación, edificios, carreteras, etc., y luego se evapora. Del agua que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas, lagos y embalses, volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor.

e) Escorrentía superficial

Según HEBERT DEL VALLE (2007) El agua que circula sobre la superficie se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos. Esta agua que circula superficialmente irá a parar en los lagos o en el mar, donde una parte se evaporara y otra se infiltrará en el terreno.

f) Infiltración

Para HEBERT DEL VALLE (2007) “Una parte de la precipitación llega a penetrar en la superficie del terreno a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas”.

g) Evapotranspiración

Para HEBERT DEL VALLE (2007) “Es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación”.

h) Escorrentía subterránea

Según HEBERT DEL VALLE (2007) El agua que desciende, por gravedad alcanza la zona saturada y constituye en recarga de agua subterránea. El agua subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración, cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno.

1.2.1.5 Fuentes de Agua en la Naturaleza

A. Agua superficial.

Según HEBERT DEL VALLE (2007) “Es cualquier agua que viaja o se almacena sobre el suelo. Esto sería el agua que está en ríos, los lagos, las corrientes, los depósitos, aún en los océanos”.

B. Agua subterránea.

Según HEBERT DEL VALLE (2007). **Es el agua que se encuentra bajo la superficie terrestre. Se encuentra en el interior de poros entre partículas sedimentarias y en las fisuras de las rocas más sólidas. En las regiones árticas el agua subterránea puede helarse. El agua subterránea más profunda puede permanecer oculta durante miles o millones de años.**

C. Manantial.

Según HEBERT DEL VALLE (2007). Es un flujo natural de agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área restringida. Estos pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, lagunas o lagos directamente. Su localización está en relación con la naturaleza de las rocas, la disposición de los estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve, ya que un manantial aparece donde el nivel freático se corta con la superficie de la tierra.

1.2.2 Contaminación del Agua

Según CASTRO (2009) “Un agua está contaminada cuando se ve alterada su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana”. p. 42

Según BARRIOS (2000). **Se calcula que en la Tierra existen aproximadamente 1'385.000.000 km² de agua, de los cuales el 97,3% es salada, el 2,08% se encuentra congelada en los polos y solo una pequeña parte efectivamente dispone para nuestras necesidades, p. 34,36**

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales. En los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina auto depuración del agua. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible.

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Basuras, desechos químicos de las fábricas, industrias, etc.
- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Agentes infecciosos.
- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tenso activas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radioactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.
- Vertimiento de aguas servidas. La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. Con el vertimiento de desagües, sin previo tratamiento, se dispersan agentes productores de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, amebas, etc.).
- Vertimiento de basuras y desmontes en las aguas. Es costumbre generalizada en el país el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias. La basura contiene plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos, que o no se descomponen o al descomponerse producen sustancias tóxicas (el hierro produce óxido de hierro), de impacto negativo.
- Vertimiento de relaves mineros. Esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y los responsables son los centros mineros y las concentradoras. Los relaves mineros contienen fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano. Otro caso es el de los lavaderos de oro, por el vertimiento de mercurio en las aguas de ríos y quebradas.
- Vertimiento de productos químicos y desechos industriales. Consiste en la deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.) provenientes de las actividades industriales.

1.2.2.1 Contaminación Puntual y difusa

Según, VILLEGAS (2002). **Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales. pág. 33**

1.2.2.2 Contaminantes más frecuentes de las aguas.

a) Contaminantes Físicos

Para BETHEMONT, J (2001).**Los sabores y olores se deben a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. La turbidez puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión.**

b) Contaminantes Químicos

Para BETHEMONT, J (2001).**Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico).**

c) Contaminantes Orgánicos

Para BETHEMONT, J (2001).**Son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de los desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo, productos químicos industriales de origen natural como**

aceites, grasas, breas y tinturas, y productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc.

d) Contaminantes Biológicos.

Según BETHEMONT, J (2001). **“Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua”.**

1.2.2 .3 Aspectos Químicos y Bioquímicos

Según CANTER (2000). **Los parámetros químicos son más relacionados con los agroquímicos, metales pesados y desechos tóxicos. Este tipo de contaminación es más usual en las aguas subterráneas en comparación con las aguas superficiales. Relacionado por la dinámica del flujo de agua, los contaminantes son más persistentes en el agua subterránea, como es el caso de la contaminación con nitratos por su movilidad y estabilidad.**

1.2.2.4 Principales Contaminantes del Agua

Según GARCIA (2002). **“Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar en los siguientes ocho grupos”:** p. 3,4

A. Microorganismos patógenos.

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tífus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

B. Desechos orgánicos.

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).

C. Sustancias químicas inorgánicas.

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

D. Nutrientes vegetales inorgánicos.

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

E. Compuestos orgánicos.

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. Acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

F. Sedimentos y materiales suspendidos.

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

G. Sustancias radiactivas.

Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

1.2.3 Aguas Residuales

Es un residuo líquido recogido mediante la red de alcantarillado para su envío a una planta depuradora. El tipo y la cantidad de agua residual efluente a una estación depuradora reflejan la naturaleza del área a la que sirve, el uso que se le ha dado y las condiciones del medio de conducción. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

Según Anne Riviére (2005). **A las aguas residuales también se les llama aguas servidas, fecales o cloacales. Son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (del latín cloaca, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector.**

El término aguas negras también es equivalente debido a la coloración oscura que presentan.

Mujeriego dice (1990). **Según su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas en: 1) domésticas o urbanas, 2) industriales, 3) agropecuarias, 4) de origen incontrolado (vertidos ilegales, infiltraciones) y 5) pluviales, sin embargo en este tema de investigación nos referimos a aguas de origen doméstico o urbano con alguna posible aportación de pluviales y/o de procedencia incontrolada (p.1).**

1.2.3.1 Tipos de Aguas Residuales

a) Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales de origen doméstico tiene una composición muy variada, debido a la diversidad de factores que le afecten y a la naturaleza de la población residente. La mayor fuente de contaminación que fluye por las alcantarillas domésticas tiene su origen en los excrementos humanos y animales (heces, orina) y en menor proporción en las aguas resultantes del lavado de ropa, preparación de alimentos y duchas.

El consumo medio de agua por persona o por día (entre 100 y 400 L/hab.día).

b) Aguas residuales sanitarias

Son las mismas que las domésticas, pero que se incluyen no solo las aguas negras de uso doméstico sino que también gran parte de desechos industriales de la población.

c) Aguas residuales industriales

Se denomina así al conjunto de líquidos residuales provenientes de los diferentes procesos y usos industriales. Pueden colocarse o disponerse aisladamente o pueden agregarse y formar parte de las aguas sanitarias.

1.2.3.2 Contaminantes habituales en las Aguas Residuales:

Según OROSCO. Álvaro. (2005). “Dice que los contaminantes habituales en las aguas residuales son”:

1) Arenas:

Entendemos como tales, a una serie de particular de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

2) Grasas y Aceites:

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

3) Agentes Patógenos:

Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

1.2.3.3 *impactos significativos de las aguas residuales*

Tabla N° 1 Impactos significativos de las Aguas Residuales

CONTAMINANTES DEL AGUA	IMPACTOS MÁS SIGNIFICATIVOS
Materia en suspensión	Aumento de la turbidez del agua (alteración de la fotosíntesis y la producción de oxígeno). Sedimentación, obstruyendo y cubriendo el lecho de los ríos.
Compuestos inorgánicos	Ecotoxicidad de algunos compuestos, como las sales de metales pesados. Reacciones con sustancias disueltas en el agua pasando a formar compuestos peligrosos.
Conductividad	Concentraciones elevadas de sales impiden la supervivencia de diversas especies vegetales y animales.
Nutrientes	Crecimiento anormal de algas y bacterias (aumento de la turbidez del agua, eutrofización del agua).
Materia orgánica	Su descomposición puede provocar la disminución de la concentración del

	<p>oxígeno disuelto en el agua hasta alcanzar condiciones sépticas.</p> <p>Eutrofización del agua.</p> <p>Emisiones de metano en caso de apariciones de procesos anaeróbicos.</p>
--	---

1.2.4 Tipos de Tratamientos de las Aguas Residuales

El tratamiento de las aguas residuales es alcanzado por la separación física inicial de sólidos de la corriente de las aguas residuales, seguido por la conversión progresiva de materia Bioquímica disuelta en una masa Bioquímica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa Bioquímica es separada o removida, el agua tratada puede experimentar una desinfección adicional mediante procesos físicos o químicos. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a:

- I. Tratamiento preliminar
- II. Tratamiento primario
- III. Tratamiento secundario
- IV. Tratamiento terciario

1.2.4.1 Tratamiento Preliminar

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de tratamiento y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de las plantas de tratamiento.

Los objetivos de tratamiento de las unidades preliminares se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla N° 2 Posibles tratamientos

PROCESO	OBJETIVO
Rejas o tamices	Eliminación de sólidos gruesos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravilla
Desengrasadores	Eliminación de aceites y grasas
Pre aireación	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

a. Rejillas

Las rejillas o cribas (Pankrota, 1986) pueden clasificarse de acuerdo a su colocación en fijas o móviles; por la sección transversal de sus barras en cuadradas, rectangulares, circulares o aerodinámicas; por el tamaño de la materia que se desea remover en microrejillas, finas (0.1 - 1.5 cm), medianas (1.5 - 2.5 cm) y gruesas (2.5 - 5.0 cm); y, de acuerdo con su forma de limpieza en manuales o mecánicas .

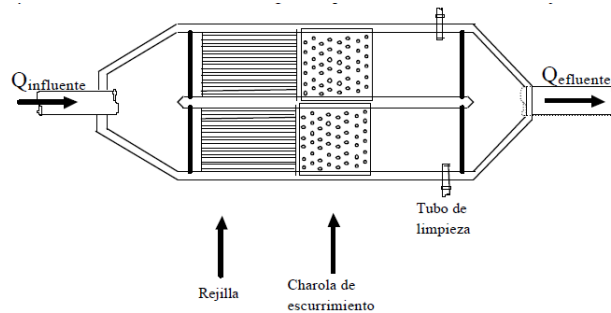
El canal en el que se encuentra la reja debe diseñarse de tal manera que la velocidad de las aguas residuales no se reduzca a menos de 0.60 m/ s para evitar la sedimentación de materiales pétreos.

Las rejas pueden limpiarse manual o mecánicamente. Todas ellas cuentan con una plataforma o charola perforada ubicada encima de ellas, la cual se utiliza para facilitar el proceso de limpieza de las rejillas. La charola debe perforarse para impedir la acumulación de agua en su superficie y permitir que escurra y regrese al canal. En pequeñas plantas el material recogido se transporta en carretillas u otros dispositivos móviles, mientras que en plantas más grandes lo trasladan mediante bandas transportadoras. Las plantas de gran magnitud cuentan con sistemas mecánicos de limpieza.

Se recomienda una abertura en la reja entre 50 y 100 mm para sólidos gruesos y de 12 a 20 mm para sólidos finos.¹²

En la figura se muestra de manera sencilla algunos tipos comunes de rejillas.

Gráfico N° 1 Consideraciones para las rejillas



La velocidad de paso a través de la reja debe ser el adecuado para que los Sólidos en Suspensión se apliquen sobre la misma sin que se produzca una pérdida de carga demasiado fuerte, ni un atascamiento en la parte profunda de los barros.

Como valores medios se estima que la velocidad de paso debe estar entre 0,6-1,0 m/s. a caudal máximo. La velocidad de aproximación a la reja en el canal debe ser mayor de 0,4 m/s, a caudal mínimo, con objeto de evitar depósitos de arena en la base de la unidad. A caudales máximos (lluvias y tormentas) la velocidad de aproximación debe aumentarse a 0,9 m/s. Para evitar que se depositen las arenas dejando bloqueada la reja cuando es más necesaria.

b. Desarenador

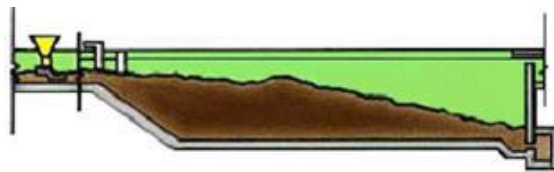
Los desarenadores tienen como objetivo separar arenas, gravas, cenizas y cualquier otra materia que tenga una velocidad de sedimentación o peso específico, superior al de los sólidos orgánicos putrescibles presentes en el agua residual. La arena también incluye cascarones de huevo, pedazos de hueso, granos de café y grandes partículas orgánicas tales como residuos de comida.

La eliminación de esos materiales ayuda a proteger los equipos mecánicos móviles contra la abrasión y contra el desgaste anormal y a reducir la formación

de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos, así como a disminuir la frecuencia de limpieza en los digestores, la cual es necesario realizar para remover las acumulaciones excesivas de arena en tales unidades.

Existen diferentes tipos de desarenadores, los más comunes en el tratamiento de aguas residuales son los de flujo horizontal y los aireados, también conocidos como de flujo helicoidal.

Gráfico N° 2 Perfil del tanque de Pre aireación



1.2.4.2 Tratamiento Primario

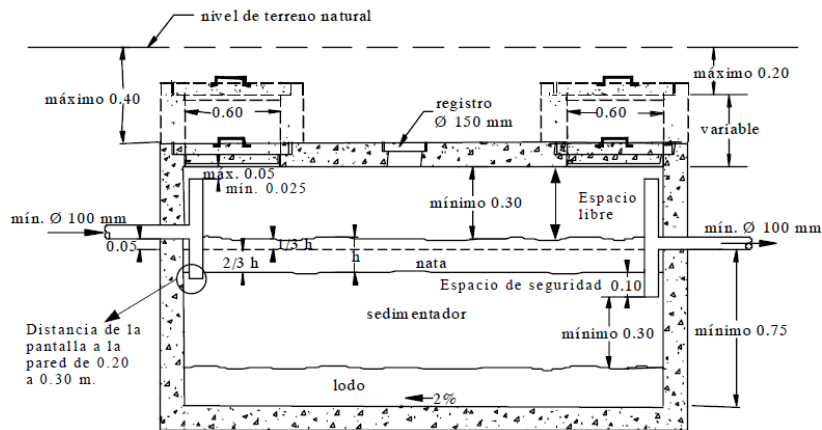
El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Su función es separar o eliminar la mayoría de sólidos suspendidos en las aguas negras. Esta etapa elimina aproximadamente del 40 al 60% de los sólidos, mediante un proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación.

Tipos de tanques de sedimentación.

1) Tanques sépticos

El tanque séptico es la unidad fundamental del sistema de fosa séptica ya que en este se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple; además se realiza en su interior lo que se conoce como PROCESO SÉPTICO, que es la estabilización de la materia orgánica por acción de las bacterias anaerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo.

Gráfico N° 3 Tanques sépticos



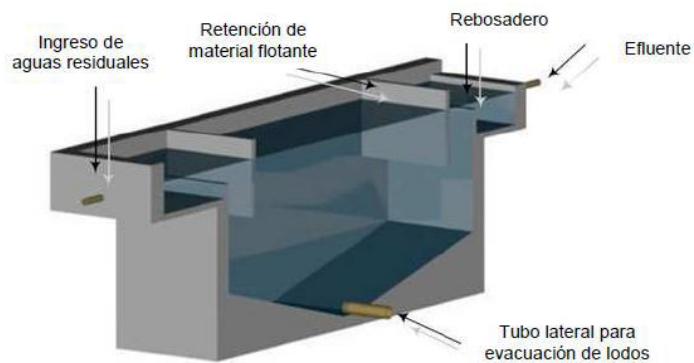
2) *Tanque sedimentador*

Permite la separación por acción de la gravedad del material sólido suspendido y retener parte del material flotante, principalmente por grasas.

La altura del tanque sedimentador debe estar entre 1 a 3 m, en tanto que el área se calcula asumiendo una velocidad de sedimentación de 0.04 cm/s. el fondo debe tener una inclinación superior a los 15 de modo que el material sedimentado se acumule y sea evacuado por una tubería lateral, el material flotante debe ser retirado periódicamente y los lodos generados utilizados en un proceso de compostaje.

En la figura se muestra un corte longitudinal de un tanque sedimentador.

Gráfico N° 4 Tanque sedimentador



1.2.4.3 Tratamiento Secundario

Esta etapa se efectúa cuando a pesar del tratamiento primario las aguas negras tienen más sólidos organismos en suspensión, su descomposición depende de organismos aeróbicos o anaeróbicos que los transformaran en sólidos orgánicos o inorgánicos estables.

El tratamiento secundario es designado para substancialmente degradar el contenido biológico de las aguas residuales que se derivan de la basura humana, basura de comida, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales e industriales trata el licor de las aguas residuales usando procesos biológicos aeróbicos. Para que sea efectivo el proceso biótico, requiere oxígeno y un sustrato en el cual vivir.

A. Filtros de Desbaste

Los filtros de desbaste son utilizados para tratar particularmente cargas orgánicas fuertes o variables, típicamente industriales, para permitirles ser tratados por procesos de tratamiento secundario. Son filtros típicamente altos, filtros circulares llenados con un filtro abierto sintético en el cual las aguas residuales son aplicadas en una cantidad relativamente alta. El diseño de los filtros permite una alta descarga hidráulica y un alto flujo de aire. En instalaciones más grandes, el aire es forzado a través del medio usando sopladores. El líquido resultante está usualmente con el rango normal para los procesos convencionales de tratamiento.

B. Filtro de Goteo

En este proceso una corriente de aguas servidas se distribuye intermitentemente sobre un lecho o columna de algún medio poroso revestido con una película gelatinosa de microorganismos que actúan como agentes destructores. La materia orgánica de la corriente de agua servida es absorbida por la película microbiana y

transformada en dióxido de carbono y agua. El proceso de goteo, va precedido de sedimentación, puede reducir cerca de un 85% la DBO5.

C. Tanque de Aeración

Filtros aireados (o anóxicos) biológicos (BAF) combinan la filtración con reducción Bioquímica de carbono, nitrificación. BAF incluye usualmente un reactor lleno de medios de un filtro. Los medios están en la suspensión o apoyados por una capa en el pie del filtro. El propósito doble de este medio es soportar altamente la biomasa activa que se une a él y a los sólidos suspendidos del filtro. La reducción del carbón y la conversión del amoniaco ocurre en medio aerobio y alguna vez alcanzado en un sólo reactor mientras la conversión del nitrato ocurre en una manera anóxica. BAF es también operado en flujo alto o flujo bajo dependiendo del diseño especificado por el fabricante.

D. Camas Filtrantes (Camas de Oxidación)

Se utiliza la capa filtrante de goteo utilizando plantas más viejas y plantas receptoras de cargas más variables, las camas filtrantes son utilizadas donde el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coque (carbón, piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos). Tales medios deben tener altas superficies para soportar los biofilms que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central. El licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio. Las películas Bioquímicas de bacteria, protozoarios y hongos se forman en la superficie media y se comen o reducen los contenidos orgánicos. Este biofilm es alimentado a menudo por insectos y gusanos.

1.2.4.4 Tratamiento Terciario

Tratamiento avanzado o terciario tiene como objetivo complementar los procesos anteriormente indicados para lograr efluentes más puros, con menor carga contaminantees una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo) etc.

Las sustancias o compuestos comúnmente removidos son:

- Fosfatos y nitratos.
- Huevos y quistes de parásitos.
- Sustancias tenso activas.
- Algas.
- Bacterias y virus (desinfección).
- Radionúclidos.
- Sólidos totales y disueltos.
- Temperatura.

En esta etapa se elimina contaminantes orgánicos, nutrientes como iones de fosfato y nitrato o cualquier exceso de sales minerales. Se pretende que el agua sea lo más pura posible para ello se realiza lo siguiente: Micro filtración, coagulación y precipitación, absorción de carbón activo, el intercambio iónico, osmosis inversa, electrodiálisis, remoción de nutrientes, cloración y ozonización.

a) Tratamiento de Lodos

El lodo procedente de las plantas de tratamiento, varía según el tipo de planta.

En el caso de los lodos provenientes de la sedimentación secundaria, varían en función de los procesos.

Los sólidos primarios gruesos y los biosólidos secundarios acumulados en un proceso del tratamiento de aguas residuales se deben tratar y disponer de una manera segura y eficaz. Este material a menudo se contamina inadvertidamente

con los compuestos orgánicos e inorgánicos tóxicos (por ejemplo: metales pesados).

b) Digestión Anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso bacteriano que se realiza en ausencia del oxígeno. El proceso puede ser la digestión termofílica en la cual el fango se fermenta en tanques en una temperatura de 55 °C o mesofílica, en una temperatura alrededor de 36 °C. Sin embargo permitiendo tiempo de una retención más corta, así en los pequeños tanques, la digestión termofílica es más expansiva en términos de consumo de energía para calentar el fango.

Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias consumen rápidamente la materia orgánica y la convierten en el bióxido de carbono. Una vez que haya una carencia de la materia orgánica, las bacterias mueren y son utilizadas como alimento por otras bacterias.

La digestión anaerobia genera biogás con una parte elevada de metano que se puede utilizar para el tanque y los motores o las micro turbinas del funcionamiento para otros procesos en sitio.

c) La composta o abonamiento

El abonamiento o composta es también un proceso aeróbico que implica el mezclar de los sólidos de las aguas residuales con fuentes del carbón tales como aserrín, paja o virutas de madera. En presencia del oxígeno, las bacterias digieren los sólidos de las aguas residuales y la fuente agregada del carbón y, al hacer eso, producen una cantidad grande de calor.

1.2.4.5 Técnicas de Muestreo para el Análisis del Agua

1) *La muestra simple.*

Según RODIER J (2000) “Se toma en un solo sitio y una sola vez y proporciona información sobre la calidad en un punto y momento dado”.

2) *La muestra compuesta.*

Según RODIER J (2000) “Se compone de varias alícuotas espaciadas temporalmente (con frecuencias variables, minutos, horas, días) que se adicionan al mismo recipiente”.

3) *Las muestras en continuo.*

Según RODIER J (2000) “Son imprescindibles en procesos a escala industrial, por ejemplo, la determinación de cloro residual libre en el agua potable a la salida de una potabilizadora”.

4) *Las muestras integradas.*

Según RODIER J (2000) “En el tiempo se obtienen con bombeo a un flujo continuo de muestra que se adiciona en el mismo recipiente”.

1.2.5 Aspectos Legales

1. CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR

TÍTULO II.- DERECHOS.

Capítulo Segundo.- DERECHOS DEL BUEN VIVIR.

- **Sección Segunda.- Ambiente sano**

Art. 14.- Se reconoce el derechos de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

- **Sección Séptima.- Salud**

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

2. TITULO V.- ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO.

CAPITULO CUARTO.- Régimen de competencia.

Art. 264.- Los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determinen la ley: numeral 4.- “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.”

3. TÍTULO VI.- RÉGIMEN DE DESARROLLO

Art. 276.- “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: numeral 4.- Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.”

4. TÍTULO VII.- RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

CAPÍTULO SEGUNDO.- Biodiversidad y recursos naturales

- **Sección Sexta.- Agua**

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

5. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL.

Libro VI, “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.

En su art. **4.2.1** en cuanto reza sobre las “Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua”.

4.2.1.1 El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a

los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor.

Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

4.2.1.2 En las tablas # 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.3 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

4.2.1.4. Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

4.2.1.5. Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

4.2.1.6. Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

4.2.1.7. Para el caso de los pesticidas, si el efluente después del tratamiento convencional y previa descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, no cumple con los parámetros de descarga establecidos en la presente normativa (Tablas 11, 12 y 13), deberá aplicarse un tratamiento avanzado.

4.2.1.8. Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir. .

4.2.1.9. Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

4.2.1.10. Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

4.2.1.11. La Entidad Ambiental de Control establecerá los parámetros a ser regulados para cada tipo de actividad económica, especificando La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si

el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.12. Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

4.2.2 Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público

4.2.2.1. Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

6. LEY DE AGUAS.

TÍTULO II. De la Conservación y contaminación de las aguas

1. CAPÍTULO I. De la conservación.

Art. 21.- Deberes de conservación.- El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

2. CAPÍTULO II. De la contaminación.

Art. 22.- Prevención de la contaminación.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

7. LEY ORGÁNICA DE SALUD.

La Ley Orgánica de la Salud tiene como objetivo principal regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud, establecido en la Constitución de la República del Ecuador. Se rige por los principios de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciable, indivisibilidad, participación, pluralidad, calidad y eficiencia; con enfoque de derechos, intercultural, de género, generacional y bioético.

Art. 96 declara “de prioridad nacional y de utilidad pública, el agua para consumo humano. Es obligación del Estado, por medio de las municipalidades, proveer a la población de agua potable de calidad, apta para el consumo humano.

8. NORMA INEN

NTE INEN 2169 (1998) (Spanish): Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

CAPÍTULO II

2 Desarrollo Metodológico

2.1 Área de Estudio

Ubicación de cantón Pujilí

Gráfico N° 5 Ubicación del Cantón Pujilí



Según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y censos, el cantón Pujilí está ubicado en la sierra central del callejón interandino de la república del Ecuador, en la parte centro-occidental de la provincia de Cotopaxi, a 12 Km, al oeste de Latacunga.

La cabecera cantonal se encuentra a 2.961 msnm, en las laderas del monte Sinchahuasín. El cantón presenta varios climas: templado en su zona urbana, frío en las regiones altas y cálidas en áreas del subtrópico. El cantón tiene un área de 1.305 km². De acuerdo con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del

Ecuador, SIISE, la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, alcanza el 87,8% de la población total del cantón. La población económicamente activa alcanza a 22.181 habitantes.

Un significativo porcentaje de la población carece de alcantarillado, apenas lo poseen el 15% de viviendas, mientras que el 44,07% dispone de algún sistema de eliminación de excretas.

2.2 Línea Base

2.2.1 Aspectos Físicos

A. Topografía

La ciudad de Pujilí, se asienta en un terreno plano - ondulado, con pendientes mínimas y máximas hacia el río Pujilí que atraviesa a la ciudad. En general se puede afirmar que la topografía es bastante regular, con una cota promedio de 2946.79 m.s.n.m. (IGM).

B. Hidrología

Desde el punto de vista hidrológico, la zona posee cierta cantidad de recursos hídricos.

El principal drenaje de la zona constituye el río Pujilí que recoge las aguas de las pequeñas quebradas intermitentes a través de un recorrido O – E hasta su confluencia con el río Isinche, tributario del río Cutuchi, que va a la región Oriental y al Atlántico.

Dentro de todas estas recursos hídricos sobresale la cuenca de del río Pujilí, siendo este el cuerpo receptor de las descargas de las aguas ya tratadas en la planta de tratamiento.

C. Clima de la Zona

El cantón Pujilí cuenta con la estación meteorología Rancho Alegre ubicado en el Barrio del Sinchaguasín en las bodegas del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pujilí, de la cual obtenido los siguientes datos:

El sectores de Pujilí y sus alrededores tiene un clima templado, se caracteriza por inviernos propios de la región con precipitaciones promedios anuales inferiores a 800 mm y una temperatura media anual en la ciudad de Pujilí es de 13 °C.

D. Precipitación

El rango de precipitación en la zona oscila entre 450 a 500 mm anuales.

E. Temperatura

En Pujilí, la temperatura media anual fluctúa entre 7 y 19° C, con temperaturas mínimas y máximas por debajo y sobre las cifras antes citadas

F. Geología

Está constituida por depósitos volcánicos del Cuaternario que han ido cubriendo los afloramientos anteriores hasta formar una sucesión alternativa de estratos volcánicos con materiales transportados por el viento y el agua que se van acomodando constituyendo una estratificación entre cangagua, tobas y cenizas volcánicas.

El suelo del barrio Chimbacalle corresponde a arenoso limoso de color café.

G. Uso de Suelo

Por sus características climáticas es apto para la agricultura, ganadería, y actividades comerciales, en este marco un porcentaje de la población económicamente activa del sector trabajan como agricultores. En la zona donde se instalará la red de recolección no se presentan terrenos relativamente planos, sino con inclinación hacia el Río

Pujilí donde finaliza la Red de alcantarillado y donde se encuentra ubicada la planta de tratamiento en el Barrio Chimbacalle, también el uso del suelo se dan principalmente para la construcción de viviendas.

H. Aspectos Bióticos

1. Fauna

En la zona de influencia directa e indirecta a través de inspecciones del lugar se identificaron las siguientes especies:

Tabla N° 3 Fauna del lugar

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO.
Abeja	Apis mellifera sp.
Abejorro	Apidae Hymenoptera sp.
Araña	Scytodes sp.
Colibrí	Ramphomicron sp.
Corta pelo	Zygoptera sp.
Gorrión	Zonotrichiacapensis sp.
Golondrina	Notiochelldoncyanoleuca sp.
Hormiga	Acromirmexlundi sp.
Lagartija	Pholidobolussp sp.
Lombriz	Lumbricus spp sp.
Mariposa	Ascalaphaodorata sp.
Mosca común	Musca sp.
Mosca verde	Poecilobothrusnobilatus sp.
Mosca azul	Familia muscidae sp.
Quilico	Falco sparverius sp.
Ratón de campo	Oryzomissp sp.
Tórtola	Zenaida auriculata sp.
Perros	Canis familiaris sp.

Elaborado por: Stefania Obando S

2. Flora

En el proyecto del Sistema de Alcantarillado del Barrio Chimbacalle se identificaron las siguientes especies en flora de acuerdo a la inspección realizada en su AID y AII.

Tabla N° 4 Flora del lugar

NOMBRES COMUNES	NOMBRES CIENTÍFICOS
Capulí	Prunusserotinasub sp.
Espino blanco	Cleistocactus sp.
Cabuya negra	Agave americana sp.
Paja	Blureacladasii sp.
Pino	Pinuspinaster aiton
Chilca	Bacchalissalicifolia sp.
Kikuyo	Pennisetum clandestinum sp.
Diente de León	Taraxacum officinale sp.
Malva	Malva sylvestris
Eucalipto	Eucalyptus globulusLabill sp.
Sigse	Corta deriajubata sp.
Ñachag	Biden sandicola sp.
Trébol blanco	Trifolium repens sp.
Verbena	verbena litoralis sp.
Hierba mora	Solanum nigrescens sp.

Elaborado por: Stefania Obando S

2.2.2 Aspectos Socio-Económicos

De acuerdo con la distribución política de la provincia de Cotopaxi, Pujilí es uno de los siete cantones, en el cual podemos encontrar edificaciones levantadas con diversos materiales incluyendo en estos al adobe, cascajo, ladrillo, losa, los mismos que le han dado el valor colonial

2.2.3 Servicios Básicos

La ciudad de Pujilí al momento cuenta con los servicios básicos de:

A. Agua potable.

Si dispone actualmente de un sistema de abastecimiento de agua potable aceptable a cargo de Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Pujilí (EPAPAP), brindando en la actualidad un buen servicio con el nuevo Proyecto de Agua Potable del sector Aluchan con un caudal de 15 lt/s que se distribuye en la parroquia la matriz del cantón Pujilí y varios sectores.

B. Alcantarillado

La parte central de la ciudad incluyendo el Barrio Chimbacalle sí disponen de un sistema de alcantarillado combinado. Varios sectores y/o barrios no cuentan con alcantarillado sanitario y la eliminación de excretas se la realiza empleando letrinas o pozos sépticos en cada vivienda.

2.2.4 Riesgos Naturales

Los riesgos naturales que se pueden producir en la zona de estudio, tienen relación con la actividad tectónica del Cinturón de Fuego del Pacífico y especialmente por la subducción de la placa Nazca en la Placa Continental, además Pujilí presentó en el año de 1996 un terremoto de escala de 5.3 luego del suceso expertos en la materia pudieron diagnosticar que Pujilí presentaba una falla tectónica considerable que aún no se termina de asentar por lo tanto el riesgo de un movimiento sísmico es siempre latente, por lo que se deben considerar condiciones de diseño adecuadas para asegurar la estabilidad de las estructuras de la red de alcantarillado, viéndose afectado todo el cantón por terremotos que se pueden producir.

2.3 Ubicación del Sitio de Estudio

La planta de tratamiento de aguas sanitarias está ubicada en la Provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí, parroquia la Matriz, comunidad Barrio Chimbacalle y calle Pichincha, está ubicada a 2893 msnm.

Pendiente: menor a 30%, con un suelo semi-duro, semi fértil.

El agua se infiltra fácilmente en el suelo

Nivel freático: Alto

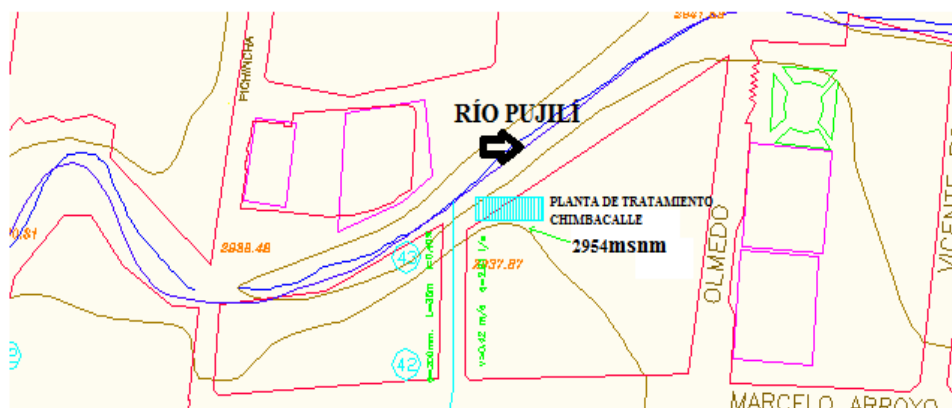
Su Ecosistema: Área urbana intervenida

Tabla N° 5 Coordenadas del sitio de estudio

COORDENADAS	
0756110	9893826
0756106	9893814
0756067	9893806
0756075	9893820

Elaborado por: Stefania Obando

Gráfico N° 6 Mapa de la ubicación del sitio de estudio



Fuente: Plan de manejo planta de tratamiento Chimbacalle

2.4 Aspectos Metodológicos

2.4.1 Tipos de Investigación

La presente propuesta técnica que se realizó está basada en los diferentes tipos de investigación, tiene carácter descriptivo, con apoyo en la investigación bibliográfica y de campo.

2.4.1.1 Investigación descriptiva.

Se aplicó en hacer referencias a citas y diferentes normativas en torno al diagnóstico actual de la planta basados en los análisis periódicos de los parámetros físicos y químicos realizados en el laboratorio que se los ejecuta de manera permanente, con ello se determinó el actual estado del sistema de tratamiento de agua con el único propósito de proponer un rediseño planta para mejorar el tratamiento actual.

2.4.1.2 Investigación bibliográfica

Se utilizó la investigación bibliográfica, ya que para fortalecer los conocimientos y criterios técnicos utilizados se revisó la información existente sobre implementación de plantas de tratamiento, su funcionamiento y otros documentos que sirvieron como fuentes de consulta para alimentar esta investigación y analizar las estrategias del re diseño.

2.4.1.3 Investigación de campo.

Esta investigación fue la más importante puesto que con las visitas In situ se pudo verificar el funcionamiento de cada uno de los tratamientos existentes en la planta de Chimbacalle y de esta manera poder determinar que los procesos que la misma presenta no cumplen con la función establecida, también fue de mucha validez ya que nos permitió visitar el lugar para realizar los diferentes muestreos.

El presente trabajo investigativo se realizó en el campo de manera conjunta con los análisis realizados en laboratorio WASCORP.SA.

2.5 Metodología.

2.5.1 Metodología sistematizada.

Se procedió a tomar dos muestras de agua en la planta de tratamiento de aguas residuales del Barrio Chimbacalle, tomando como referencia el protocolo del laboratorio WASCORP.SA, el mismo que presenta las debidas exigencias que se deben tomar en cuenta al momento de realizar el muestreo.

Los resultados del laboratorio son comparados con el TULAS LIBRO VI, ANEXO 1, TABLA N°12, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Durante el desarrollo de la presente investigación se utilizó como primera parte la investigación bibliográfica, y de esta manera se logró reforzar los criterios utilizados en los diferentes puntos de la estructura de esta exploración entre ellos: marco teórico, marco legal, etc. y se aplicó los respectivos procesos técnicos: toma de muestras y junto con ello el monitoreo de las mismas en diferentes puntos.

2.6 Métodos y Técnicas.

2.6.1 Métodos

2.6.1.1 Método Deductivo.

Permitió conocer la estructura y funcionamiento de la planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí, para analizar y realizar la propuesta de rediseño de la misma y de esta manera garantizar el cumplimiento de los parámetros.

2.6.1.2 Método inductivo.

Facilitó a realizar un análisis ordenado, coherente y lógico de las ideas para determinar un diagnóstico veraz y formular las soluciones a la problemática actual en los aspectos ambientales.

2.6.1.3 Método científico.

Aportó a la finalización de la propuesta efectiva para el tratamiento de aguas residuales de la planta actual.

2.6.2 Técnicas.

2.6.2.1. La Observación.

Se realizó varias visitas al lugar donde está ubicada la planta de tratamiento en donde se recolectó la información necesaria para elaborar el diagnóstico que condujo a identificar la realidad actual de todo el sistema de tratamiento de aguas.

2.6.2.2. Técnica de muestreo.

Información Técnica de Aguas

a) Manejo y Conservación

- 1 El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar
- 2 Se estableció como cantidad específica 5 litros (5000cc).
- 3 Para análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la misma; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

b) Llenado del Recipiente

- 1 La toma de muestras que se tomó para realizar los análisis para determinar los parámetros físicos y químicos, consistió en llenar los frasco completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestras. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así evita la modificación del contenido y la variación del ph, etc.)

c) Refrigeración de las Muestras

- 1 Las muestras fueron conservadas a temperaturas más bajas que la determinada en el lugar en donde fueron recolectadas, esto lo podemos hacer en cooler, y de esta manera evitar que sufran cualquier alteración que pueda sufrir por la variación de temperatura.

d) Transporte de las Muestras

- 1 Los recipientes que contengan las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

e) Recepción de Muestras

- 1 Para evitar contratiempos en la recepción de muestras, entregamos las mismas debidamente etiquetadas con la siguiente información:

- ✓ Identificación de la muestra
- ✓ Número de submuestras,
- ✓ Fecha de recolección,
- ✓ Hora de recolección,
- ✓ Responsable y
- ✓ Observaciones.

- Entregar las muestras de aguas herméticamente cerradas y completamente llenas.
- Refrigerar las muestras en un cooler con hielos, no congelarlas.

f) Plazo de Entrega de Resultados

10 días laborables para análisis de agua.

**PROCOLO ESTABLECIDO POR LA NORMA NTE INEN 2169 (1998)
(Spanish): Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras**

2.6.2.3 Lectura comprensiva.

Mediante esta lectura permitió obtener una visión más analítica y objetiva de los contenidos interpretados para su comprensión crítica de los diferentes tratamientos para aguas residuales.

En todos los puntos que se toman en consideración en la estructura de esta investigación se realizó lecturas comprensivas y profundas de varios medios como: libros, revistas, publicaciones, entre otros.

2.7 Análisis e Interpretación de Resultados.

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación son sometidos a un análisis estadístico y comparativo con la normativa legal.

Toda la información recopilada durante este proceso como: análisis, resultados y comparaciones obtenidas se utilizó para plasmar en la propuesta técnica de rediseño de la planta.

Tabla N° 6 Referencias de los puntos de monitoreo

Código	Referencia	Hora del Muestreo	X	Y
E	Tubería de entrada	09:30	0756106	9893814
S	Pozo de salida	09:45	0756067	9893806

Elaborado por: Stefania Obando S.

A continuación se describen cada uno de los parámetros considerados en las muestras.

Tabla N° 7 Parámetros analizados

Parámetros analizados	Unidad
FÍSICOS	
Turbidez	FTU
Color	U. Pt-Co
Conductividad	μS/cm
QUÍMICOS	
Potencial Hidrógeno	U Ph
Sólidos Sedimentables	mg/L
Fosfatos (PO4)	mg/L
Sulfatos (SO4)	mg/L
Nitritos (NO2)	mg/L
Nitratos (NO3)	mg/L
Sólidos Totales disueltos	mg/L
Sólidos Suspendidos	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L

Elaborado por: Stefania Obando S

Resultados

A posterior se describen los resultados reportados mediante el análisis de las muestras.

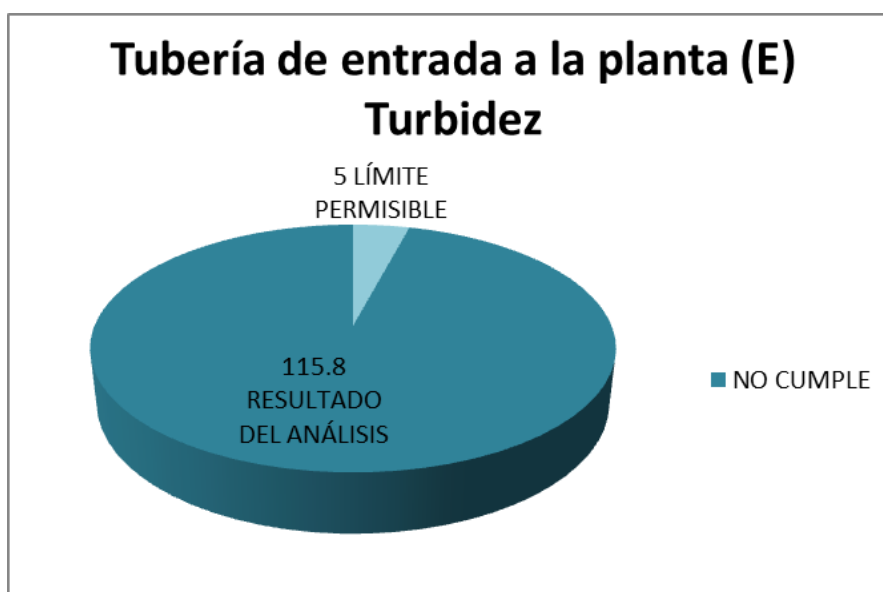
1) PARÁMETROS FÍSICOS MUESTRA (E)

Tabla N° 8 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros físicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I , TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LÍMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICO				
Turbidez	FTU	5.0	115.8	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S.

Gráfico N° 7 Turbidez, muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S.

INTERPRETACIÓN:

En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la turbidez el valor es de 115.8 FTU, mientras que el valor establecido en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 por el Texto Unificado de Legislación Ambiental es 5.0 FTU, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 9 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros físicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICO				
Color	U. Pt-Co		1440	No se establece en el TULAS

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno al color el valor es de 1440, U. Pt-Co, dicho parámetro no consta en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

Tabla N° 10 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros físicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I , TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICO				
Conductividad	µS/cm		944	No se establece en el TULAS

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la Conductividad el valor es de 944, µS/cm, dicho parámetro no consta en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

2) PARÁMETROS QUÍMICOS MUESTRA E

Tabla N° 11 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Potencial Hidrógeno	Ph	5 -9	7.08	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 8 Potencial Hidrógeno muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

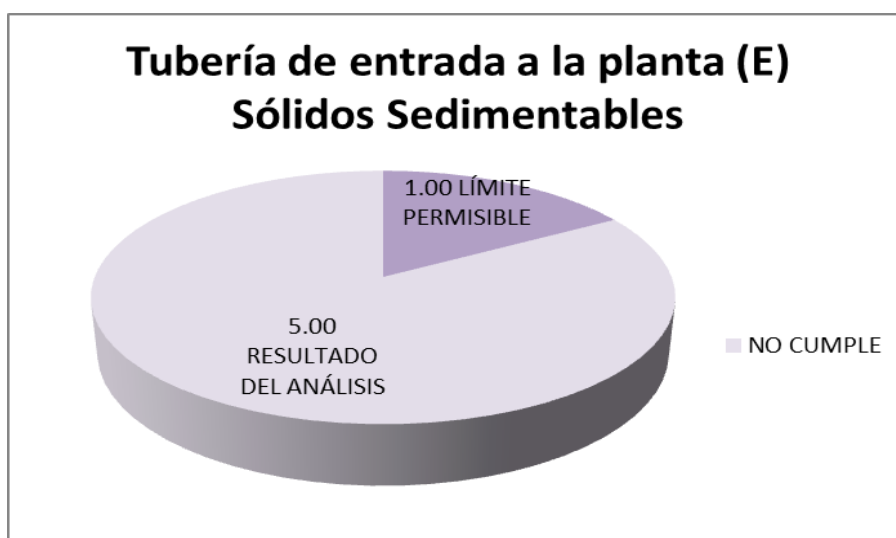
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno al Potencial Hidrógeno, el valor es de 7.08, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 5 - 9, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 12 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Sólidos Sedimentables	mg/L	1.00	5.00	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 9 Sólidos Sedimentables muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sólidos Sedimentables el valor es de 5.00 mg/L, mientras que el valor establecido en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 por el Texto Unificado de Legislación Ambiental es 1.00 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 13 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Fosfatos	mg/L		64.4	No se establece en el TULAS

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Fosfatos el valor es de 64.4, mg/L, dicho parámetro no consta en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

Tabla N° 14 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Sulfatos	mg/L	1000	12	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 10 Sulfatos muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

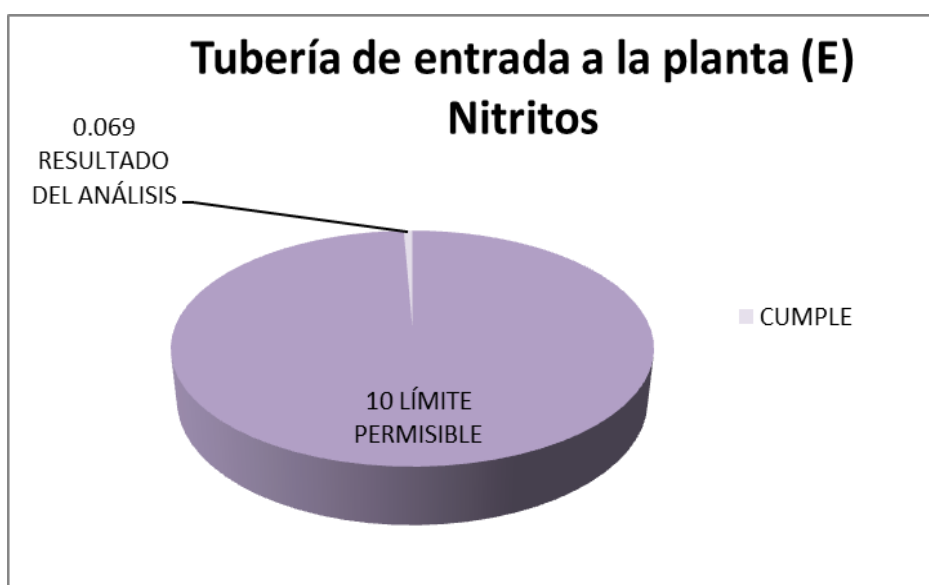
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sulfatos, el valor es de 12 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 1000 mg/L, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 15 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Nitritos	mg/L	10.0	0.069	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 11 Nitritos muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

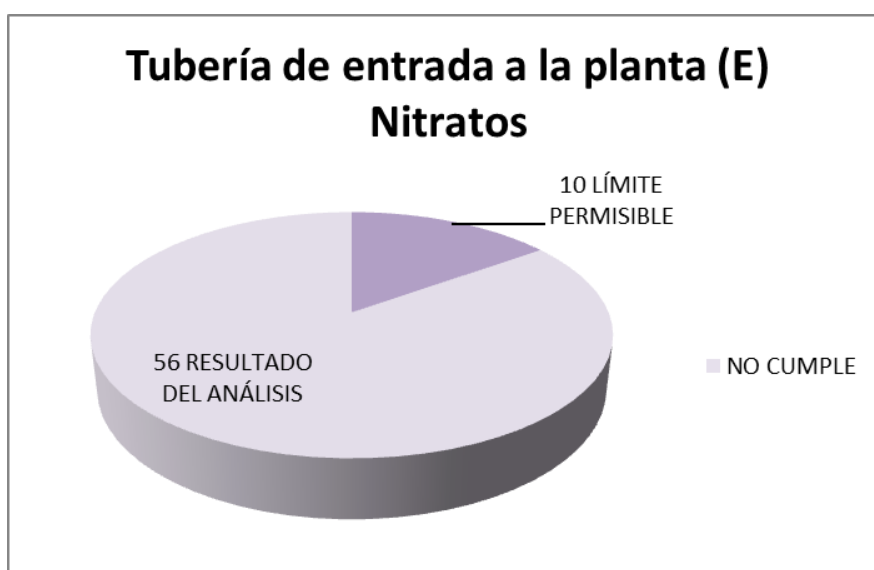
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Nitritos el valor es de 0.069 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 10.0 mg/L, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 16 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LÍMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Nitratos	mg/L	10.0	56	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 12 Nitratos muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

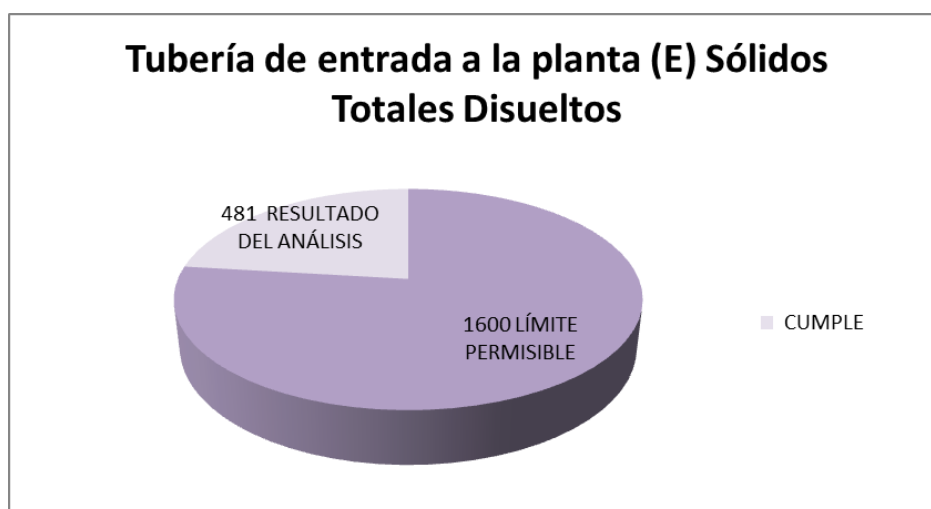
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Nitratos el valor es de 56 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 10.0 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 17 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LÍMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1600	481	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 13 Sólidos totales disueltos muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

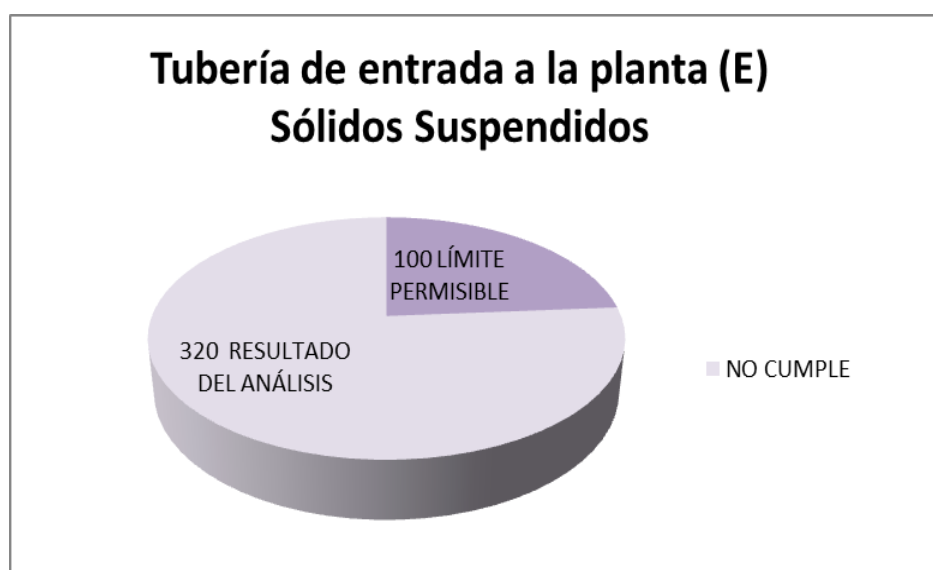
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sólidos Totales Disueltos el valor es de 481 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 1600 mg/L, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 18 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Sólidos Suspendedos	mg/L	100	320	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 14 Sólidos suspendidos muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

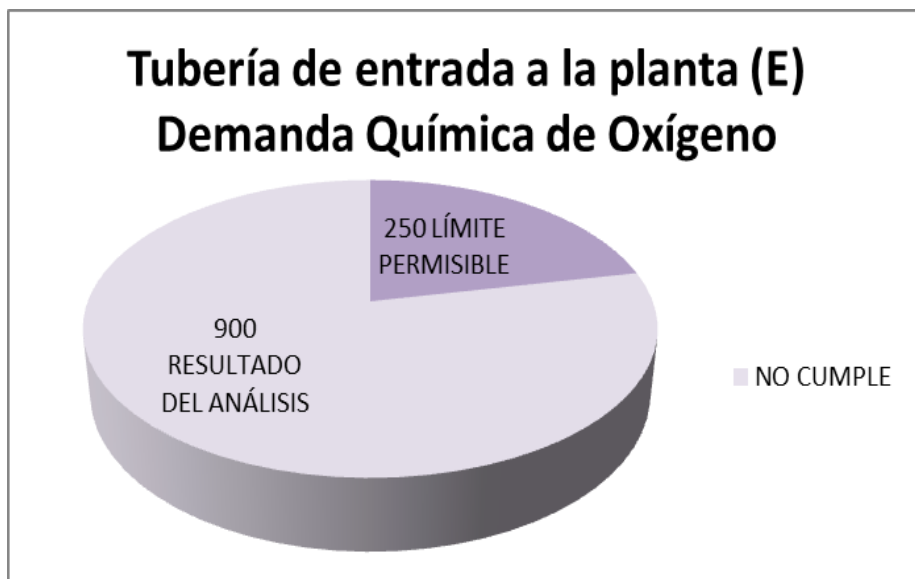
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sólidos Suspendedos el valor es de 320 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 100 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 19 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	250	900	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 15 Demanda Química de Oxígeno muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

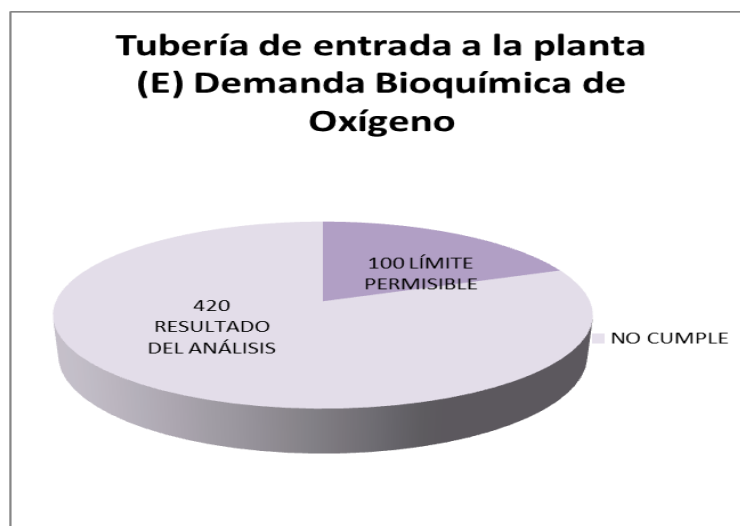
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la Demanda Química de Oxígeno el valor es de 900 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 250 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 20 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra E, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de entrada a la planta (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	420	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 16 Demanda Bioquímica de Oxígeno muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la Demanda Bioquímica de Oxígeno el valor es de 420 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 100 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

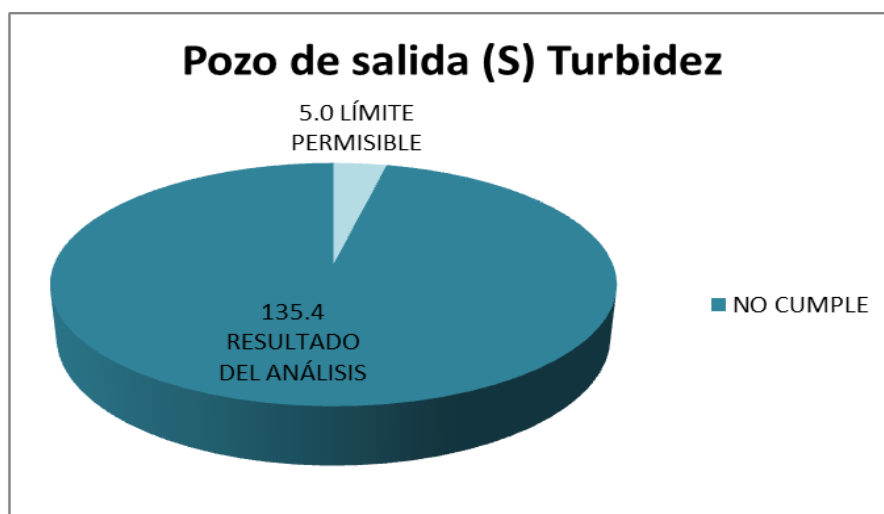
1) PARÁMETROS FÍSICOS MUESTRA (S)

Tabla N° 21 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros físicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I , TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LÍMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICO				
Turbidez	FTU	5.0	135.4	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 17 Turbidez muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la turbidez el valor es de 135.4 FTU, mientras que el valor establecido en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 por el Texto Unificado de Legislación Ambiental es 5.0 FTU, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 22 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros físicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I , TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICO				
Color	U. Pt-Co		1300	No se establece en el TULAS

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno al color el valor es de 130, U. Pt-Co, dicho parámetro no consta en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

Tabla N° 23 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros físicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I , TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICO				
Conductividad	μS/cm		1222	No se establece en el TULAS

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la Conductividad el valor es de 1222, μS/cm, dicho parámetro no consta en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

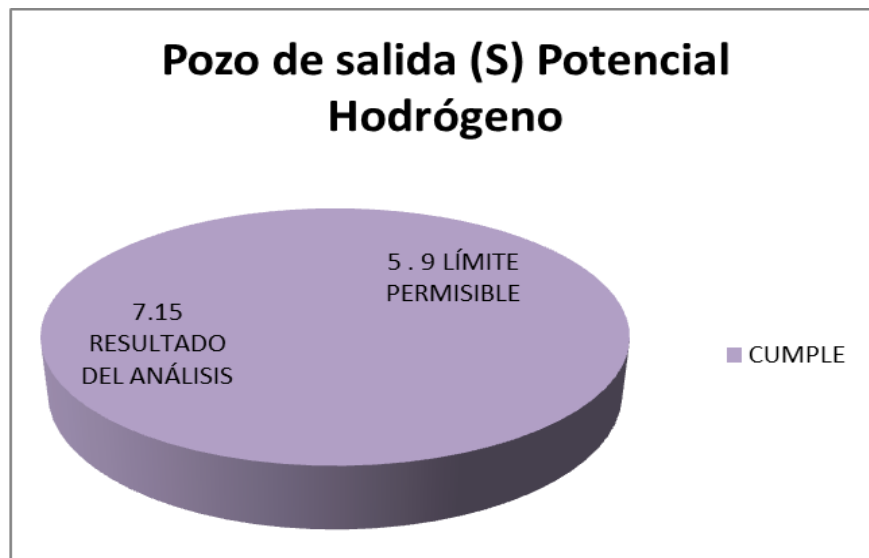
2) PARÁMETROS QUÍMICOS MUESTRA (S)

Tabla N° 24 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I , TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Potencial Hidrógeno	PH	5 -9	7.15	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 18 Potencial hidrógeno muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

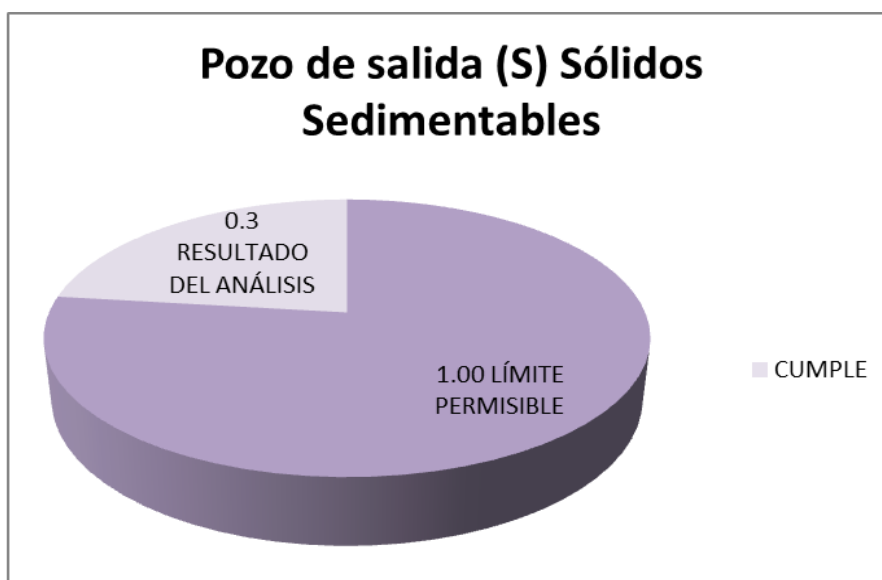
En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno al Potencial Hidrógeno, el valor es de 7.15, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 5 - 9, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 25 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Sólidos Sedimentables	mg/L	1.00	0.30	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 19 Sólidos sedimentables muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sólidos Sedimentables el valor es de 0.30 mg/L, mientras que el valor establecido en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 por el Texto Unificado de Legislación Ambiental es 1.00 mg/L, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 26 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Fosfatos	mg/L		26.6	No se establece en el Tulas

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

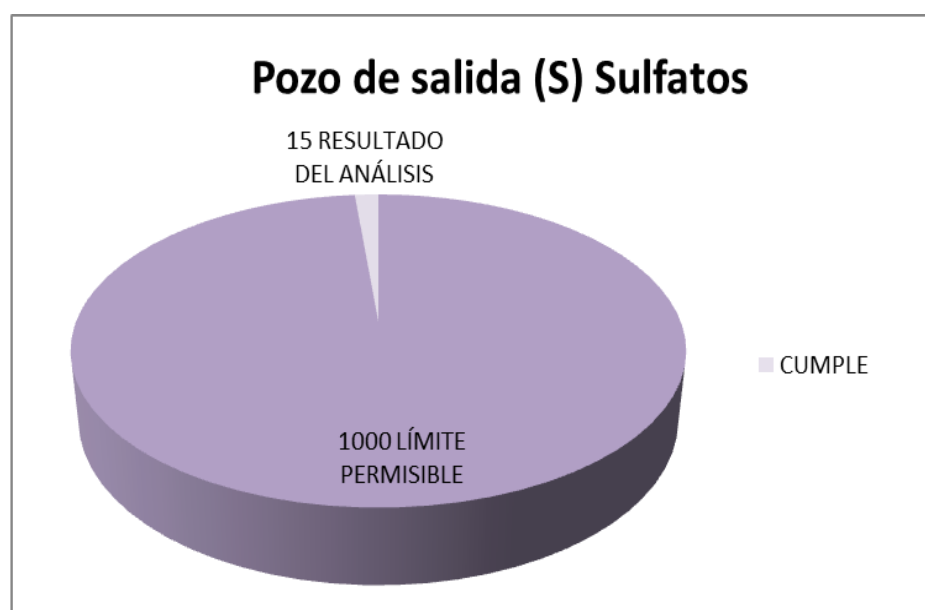
En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Fosfatos el valor es de 26.6, mg/L, dicho parámetro no consta en el Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

Tabla N° 27 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LÍMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Sulfatos	mg/L	1000	15	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 20 Sulfatos muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sulfatos, el valor es de 15 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 1000 mg/L, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 28 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Nitritos	mg/L	10.0	0.072	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 21 Nitritos muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

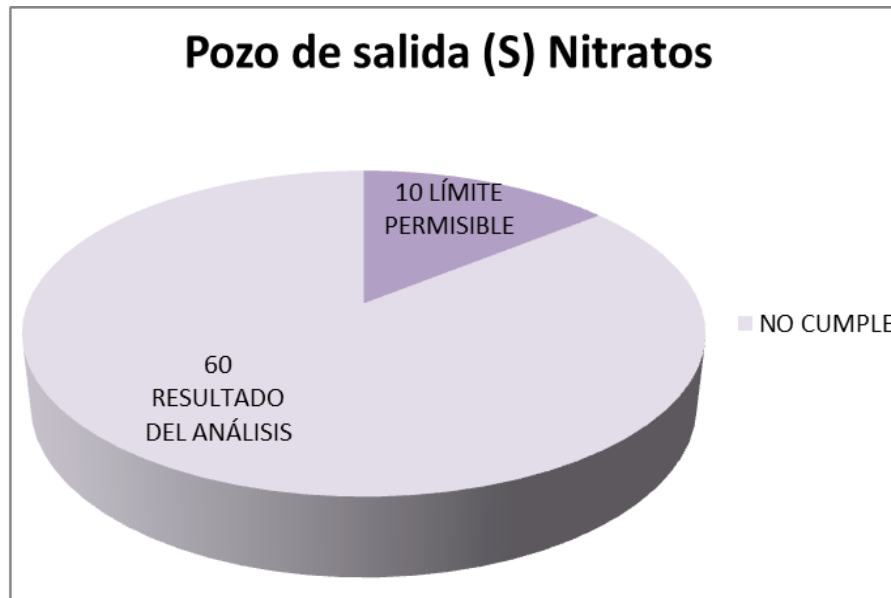
En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Nitritos el valor es de 0.072 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 10.0 mg/L, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 29 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Nitratos	mg/L	10.0	60	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 22 Nitratos muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

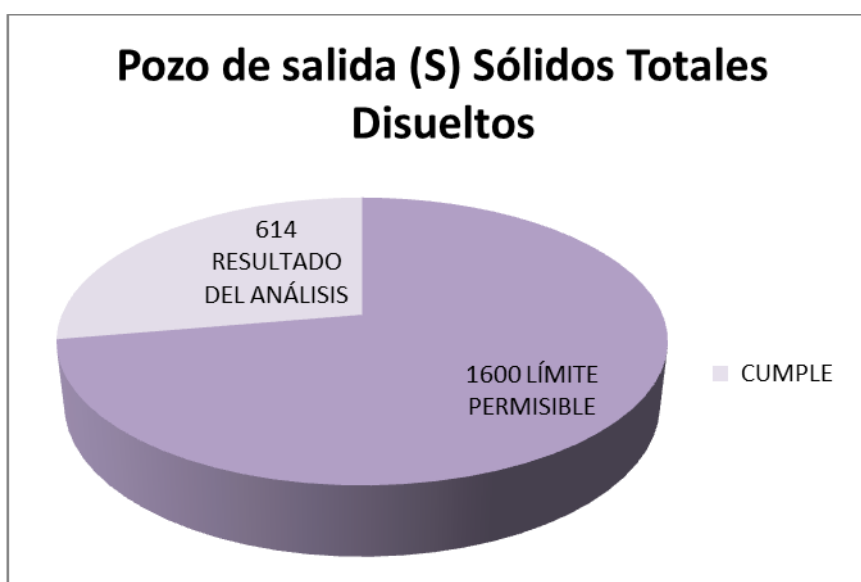
En la muestra E se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Nitratos el valor es de 60 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 10.0 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 30 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LÍMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1600	614	CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 23 Sólidos disueltos muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sólidos Totales Disueltos el valor es de 614 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 1600 mg/L, por tal razón este parámetro SI CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 31 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Sólidos Suspendedos	mg/L	100	260	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 24 Sólidos suspendidos muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

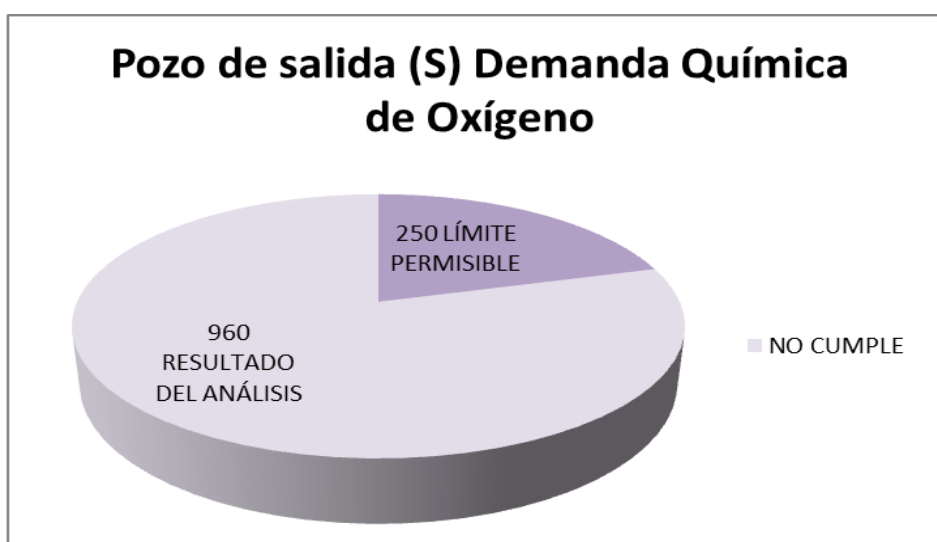
En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a los Sólidos Suspendedos el valor es de 260 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 100 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 32 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12, descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LÍMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	250	960	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 25 Demanda Química de Oxígeno muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

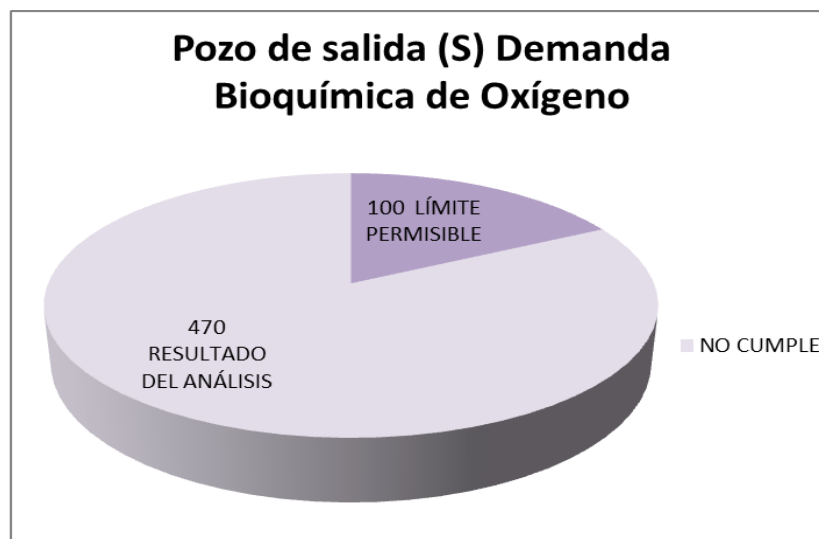
En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la Demanda Química de Oxígeno el valor es de 960 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 250 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 33 Comparación de resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra S, con los límites permisibles de los parámetros químicos del TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 , descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICO				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	470	NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio WASCORP S.A
Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 26 Demanda Bioquímica de Oxígeno muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

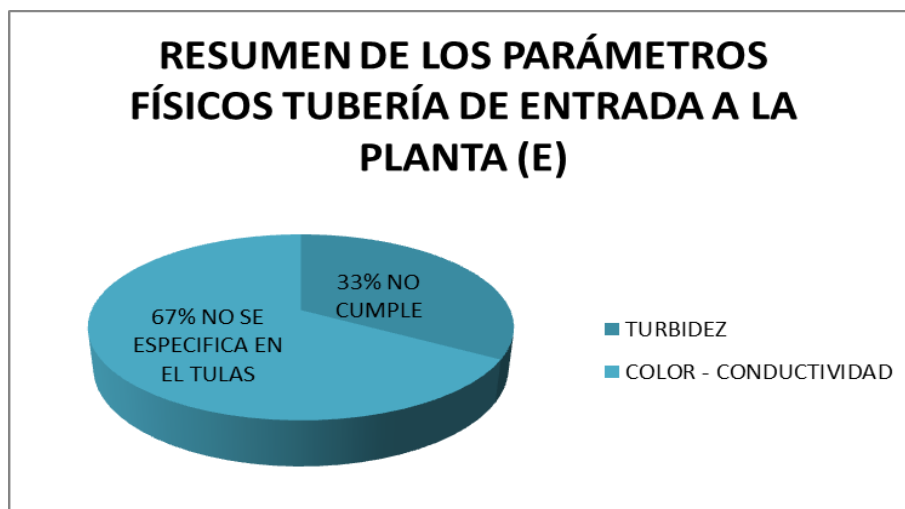
En la muestra S se determina según el resultado obtenido del análisis de laboratorio en torno a la Demanda Bioquímica de Oxígeno el valor es de 470 mg/L, mientras que el valor establecido en Libro VI, Anexo I, Tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Ambiental es 100 mg/L, por tal razón este parámetro NO CUMPLE con los límites máximos permisibles.

Tabla N° 34 Resumen de resultados de los parámetros físicos realizados en el muestreo ejecutado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra (E)

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de Entrada (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICOS				
TURBIDEZ	FTU	5.0	115.8	NO CUMPLE
COLOR	U.Pt - Co	**	1140	NO SE ESPECIFICA EN EL TULAS
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	**	944	NO SE ESPECIFICA EN EL TULAS

Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 27 Resumen de los parámetros físicos muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

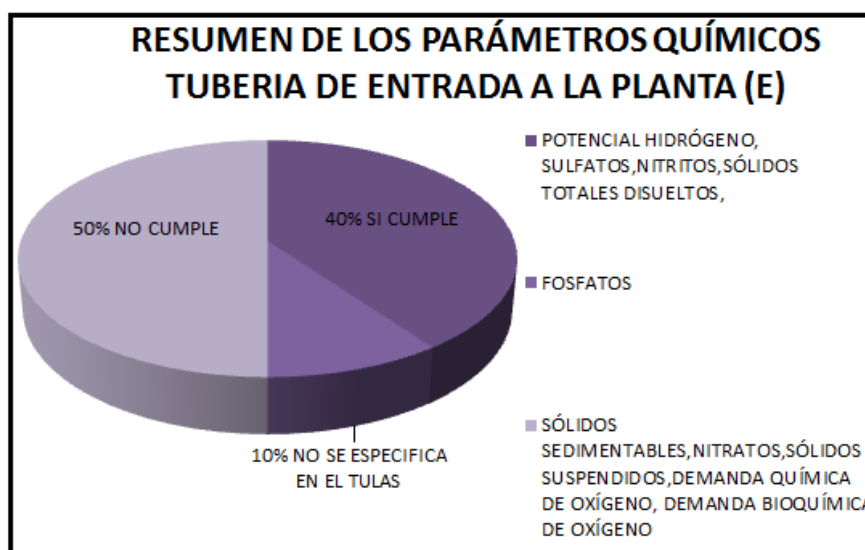
En el resumen de los parámetros físicos de la tubería de entrada a la planta (E) analizado en el laboratorio se obtiene que el 33% que corresponde a la turbidez NO CUMPLE con los límites establecidos en el TULAS, mientras que el 67% que abarca al color y la conductividad ya que son elementos que NO APLICA en lo establecido en el TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12, por cuanto no se ha realizado la respectiva comparación.

Tabla N° 35 Resumen de resultados de los parámetros químicos realizados en el muestreo ejecutado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra (E)

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Tubería de Entrada (E)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Potencial Hidrógeno	U Ph	5.0 - 9.0	7.08	CUMPLE
Sólidos Sedimentables	mg/L	1.00	5.00	NO CUMPLE
Fosfatos (PO4)	mg/L	**	64.4	NO SE ESPECIFICA EN EL TULAS
Sulfatos (SO4)	mg/L	200.0	12.0	CUMPLE
Nitritos (NO2)	mg/L	10.0	0.069	CUMPLE
Nitratos (NO3)	mg/L	10.0	56.0	NO CUMPLE
Sólidos Totales disueltos	mg/L	1600	481	CUMPLE
Sólidos Suspendedos	mg/L	100	320	NO CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	250	900	NO CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	420	NO CUMPLE

Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 28 Resumen de los parámetros químicos muestra E



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

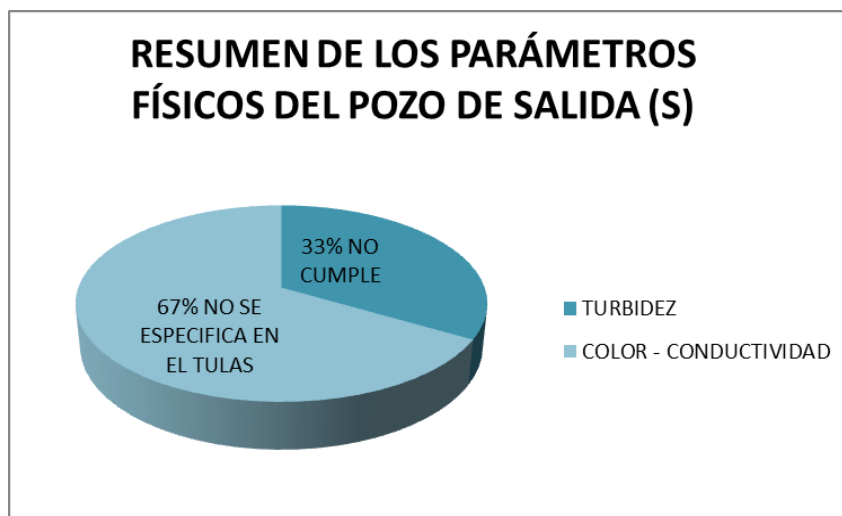
En el resumen de los parámetros químicos de la tubería de entrada a la planta (E) analizado en el laboratorio se obtiene que el 50% que corresponde a los Sólidos Sedimentables, Nitratos, Sólidos Suspendidos, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno NO CUMPLE con los límites establecidos en el TULAS, el 40% que abarca el Potencial Hidrógeno, Sulfatos, Nitritos, Sólidos Totales Disueltos SI CUMPLEN y el 10% que incluyen los Fosfatos NO APLICA en lo establecido en el TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12, por cuanto no se ha realizado la respectiva comparación.

Tabla N° 36 Resumen de resultados de los parámetros físicos realizados en el muestreo ejecutado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra (S)

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
FÍSICOS				
TURBIDEZ	FTU	5.0	135.4	NO CUMPLE
COLOR	U.Pt - Co	**	1300	NO SE ESPECIFICA EN EL TULAS
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	**	1222	NO SE ESPECIFICA EN EL TULAS

Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 29 Resumen de los parámetros físicos muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

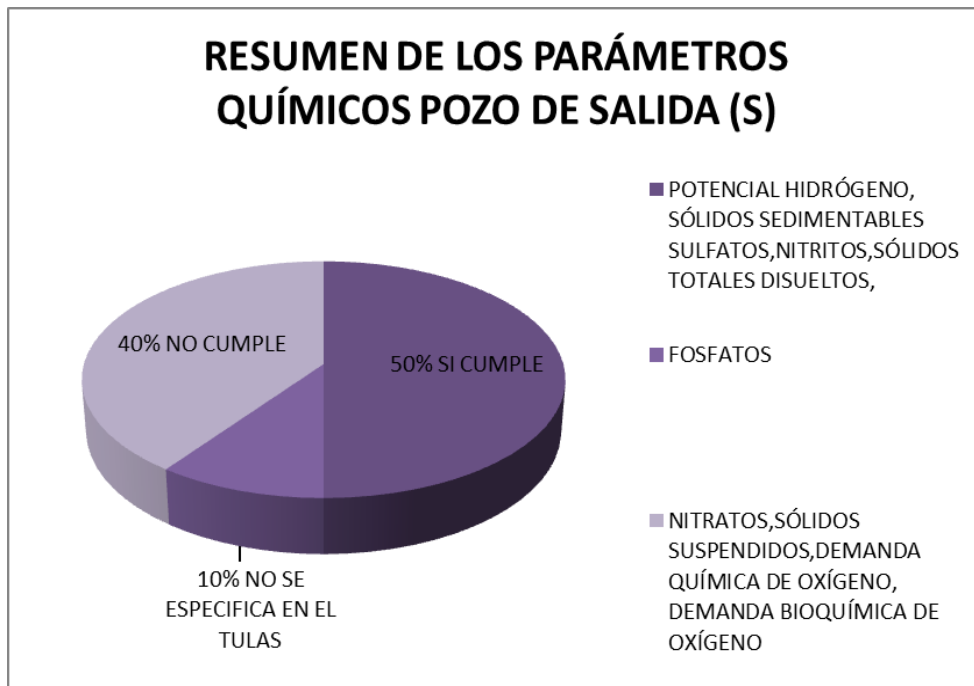
En el resumen de los parámetros físicos del pozo de salida (S) analizado en el laboratorio se obtiene que el 33% que corresponde a la turbidez NO CUMPLE con los límites establecidos en el TULAS, mientras que el 67% que abarca al color y la conductividad ya que son elementos que NO APLICA en lo establecido en el TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12, por cuanto no se ha realizado la respectiva comparación.

Tabla N° 37 Resumen de resultados de los parámetros químicos realizados en el muestreo ejecutado en la planta de tratamiento de aguas del Barrio Chimbacalle, muestra (S)

PARÁMETRO	UNIDAD	Tulas, libro IV, anexo I, tabla 12	Pozo de salida (S)	Cumplimiento
		LIMITE PERMISIBLE	Resultados del análisis	
QUÍMICOS				
Potencial Hidrógeno	U Ph	5.0 - 9.0	7.15	CUMPLE
Sólidos Sedimentables	mg/L	1.00	0.30	CUMPLE
Fosfatos (PO4)	mg/L	**	26.6	NO SE ESPECIFICA EN EL TULAS
Sulfatos (SO4)	mg/L	200.0	15.0	CUMPLE
Nitritos (NO2)	mg/L	10.0	0.072	CUMPLE
Nitratos (NO3)	mg/L	10.0	60.0	NO CUMPLE
Sólidos Totales disueltos	mg/L	1600	614	CUMPLE
Sólidos Suspendidos	mg/L	100	260	NO CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	250	960	NO CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	470	NO CUMPLE

Elaborado por: Stefania Obando S

Gráfico N° 30 Resumen de los parámetros químicos muestra S



Elaborado por: Stefania Obando S

INTERPRETACIÓN:

En el resumen de los parámetros químicos del pozo de salida (S) analizado en el laboratorio se obtiene que el 40% que corresponde a los Nitratos, Sólidos Suspendidos, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno NO CUMPLE con los límites establecidos en el TULAS, el 50% que abarca el Potencial Hidrógeno, Sólidos Sedimentables, Sulfatos, Nitritos, Sólidos Totales Disueltos SI CUMPLEN y el 10% que incluyen los Fosfatos NO APLICA en lo establecido en el TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12, por cuanto no se ha realizado la respectiva comparación.

CAPÍTULO III

3. “Propuesta de Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí.”

3.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente en el cantón Pujilí la planta de tratamiento de aguas residuales del Barrio Chimbacalle no cumple con la función para la que fue estructurada o diseñada. Por lo tanto, es fundamental un nuevo proceso de tratamiento de las aguas residuales producidas en el Cantón Pujilí.

El procedimiento de rediseño consiste en la síntesis y análisis ingenieril del diagrama de flujo apropiado para tratar las aguas residuales y obtener un efluente de las características exigidas por la legislación ambiental vigente en nuestro país). El corazón del proceso consiste en una fase cribado, tamizado, trampa de grasas, finalmente el proceso de aeración

Se pretende demostrar que es factible tal proceso, tanto desde el punto de vista técnico como económico y que es una alternativa importante para la descontaminación de nuestros ríos y en si todos los recursos hídricos.

3.2 OBJETIVO DE LA PROPUESTA

Elaborar la propuesta de rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí

3.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

El Cantón Pujilí goza de una gran extensión territorial y poblacional, y es así que se pudo identificar que parte de los impactos que se han venido generando en torno a la planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle ocasiona varias interrogantes que en la actualidad se pretende dar un verdadero funcionamiento de la misma.

Al realizar un análisis del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales técnicamente es necesario elaborar un rediseño ya que el sistema instalado en la actualidad no cumple con las normas establecidas, y con ello ha acarreado varias molestias y preocupaciones en los habitantes del Barrio Chimbacalle.

3.4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

De acuerdo con la interpretación de los resultados del análisis de laboratorio, se pudo determinar que varios parámetros tanto físicos como químicos NO CUMPLEN con los límites permisibles establecidos en el TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12 entre ellos podemos encontrar: Turbidez, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Nitratos, Demanda Química de Oxígeno , Demanda Bioquímica de Oxígeno , también hay que recalcar que los moradores del sector han manifestado por varias oportunidades la inconformidad que presentan con este sistema puesto que en épocas de verano de las tuberías se emanan olores nauseabundos y desagradables, acompañado por roedores e insectos.

En cuanto a los procesos de tratamiento nuestra planta tendrá los siguientes:

- Cribado
- Tamizado
- Trampa de grasas
- Aireador

3.4.1 Tratamientos para el rediseño de la Planta de Aguas Residuales del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí

3.4.1.1 Cribado

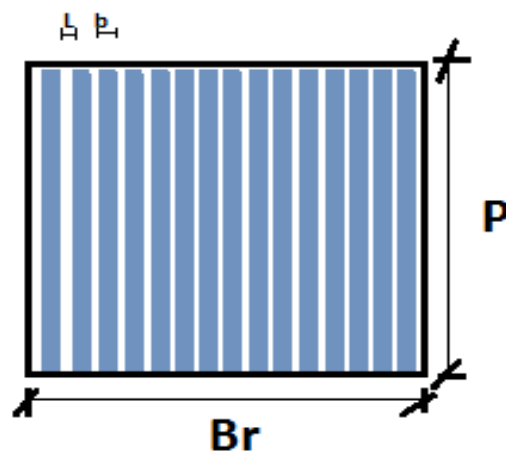
El desbaste o cribado tiene por objeto proteger a la estación de la posible llegada de grandes objetos tales como plásticos, ramas, pequeñas piedras, papeles, que puedan provocar obstrucciones en las distintas unidades de la instalación o dificultar los restantes tratamientos.

El desbaste consiste en eliminar componentes sólidos del agua por medio de rejas que están formadas por barrotes paralelos.

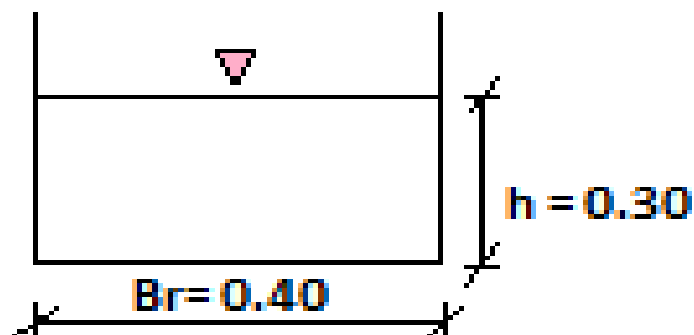
Para deducir las diferentes condiciones y exigencias del cribado utilizaremos fórmulas establecidas, que nos permitirán calcular:

- ✓ Profundidad de la rejilla (m)
- ✓ Área de la rejillas (m²)
- ✓ Número de barrotes

Gráfico N° 31 REJILLA



Primeramente se deberá calcular la velocidad del agua residual en el canal de llegada a la planta, realizando la siguiente propuesta.



$$R = \frac{AH}{\chi}$$

En Donde:

Br = Ancho del canal

h = Altura de agua (colado)

AH = Área Hidráulica

χ = Perímetro mojado

R= Radio Hidráulico

P= Profundidad de la rejilla

DATOS:

Br = 0.40 m

h = 0.30 m

AH = 0.12 m²

χ = 1.00 m

$$R = \frac{0.12 \text{ m}^2}{1.00 \text{ m}}$$

$$R = 0.12 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad según Manning

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * i^{1/2}$$

En Donde:

v = Velocidad

n = Coeficiente de manning (para hormigón) 0.016

R = Radio Hidráulico 0.12 m

i = Pendiente 0.001 (1 ‰)

DATOS

$$v = ?$$

$$n = 0.016$$

$$R = 0.12 \text{ m}$$

$$i = 0.001 \text{ (1 ‰)}$$

$$v = \frac{1}{0.016} * (0.12)^{2/3} * (0.001)^{1/2}$$

$$v = 62.5 * 0.243 * 0.031$$

$$v = 0.470 \text{ m/seg}$$

Fórmula para calcular el caudal máximo

$$Q. \text{max} = v * AH$$

$$Q. \text{max} = 0.470 \text{ m/seg} * 0.12 \text{ m}^2$$

$$Q. \text{max} = 0.470 \text{ m/seg} * 0.12 \text{ m}^2$$

$$Q. \text{max} = 0.056 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q. \text{max} = 56 \text{ L/seg}$$

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO DE LA REJILLA PROFUNDIDAD DE LA REJILLA (P en metros)

Fórmulas:

$$P = Q. \frac{b + L}{\left(1 - \frac{G}{100}\right) \cdot Vp. L. Br}$$

En Donde:

P= Profundidad (m)

Q.max= Caudal (lit/seg)

b= Ancho de los barrotes (m)

L= Luz o espacio entre barrotes (m)

V_p = Velocidad de paso (m/seg)

Br = Acho del canal (m)

G = Grado de colmatación (usualmente se adopta un valor del 30%)

DATOS:

Br = 0.40 m

h = 0.30 m

V_p = 0.470 m/seg

Q. max = 56 L/seg o = 0.56 m³/seg

b = 0.006 m

L = 0.020 m

$$P = 0.056. \frac{0.006 + 0.020}{\left(1 - \frac{30}{100}\right) * 0.470 * 0.020 * 0.40}$$

$$P = 0.056. \frac{0.006 + 0.020}{0.7 * 0.470 * 0.020 * 0.40}$$

$$P = 0.056. \frac{0.026}{0.0026}$$

$$P = 0.056 * 10$$

$$P = 0.56 \text{ m}$$

ÁREA DE LA REJILLA (m²)

Fórmula:

$$AR = Br * \frac{L}{L + b} * \left(1 - \frac{G}{100}\right)$$

En donde:

AR = Área de la rejilla

Br = Acho del canal (m)

L = Luz o espacio entre barrotes (m)

b = Ancho de los barrotes (m)

G = Grado de colmatación (usualmente se adopta un valor del 30)

DATOS:

Br = 0.40 m

b = 0.006 m

L = 0.020 m

G = 30

$$AR = Br * \frac{L}{L + b} * \left(1 - \frac{G}{100}\right)$$

$$AR = 0.40m * \frac{0.020m}{(0.020 + 0.006)m} * \left(1 - \frac{30}{100}\right)$$

$$AR = 0.40m * \frac{0.020m}{(0.020 + 0.006)m} * 0.7$$

$$AR = 0.40m * \left(\frac{0.020}{0.026}\right)m * 0.7$$

$$AR = 0.40m * 0.76m * 0.7$$

$$AR = 0.215 m^2$$

NÚMERO DE BARROTÉS

Fórmula:

$$N = \frac{Br - L}{b + L}$$

En donde:

N= Número de barrotés

Br = Acho del canal (m)

L= Luz o espacio entre barrotés (m)

b= Ancho de los barrotés (m)

DATOS:

Br = 0.40 m

b = 0.006 m

L = 0.020 m

$$N = \frac{Br - L}{b + L}$$

$$N = \frac{0.40 - 0.020}{0.006 + 0.020}$$

$$N = \frac{0.38}{0.026}$$

$$N = 14.6 = 15 \text{ BARROTÉS}$$

3.4.1.2 Tamizado

Es un sistema de separación de sólidos en suspensión del agua situado entre las rejillas de desbaste y los decantadores primarios.

Los tamices presentan una serie de ventajas e inconvenientes respecto a los decantadores:

Ventajas

- Menor costo
- Simplicidad de operación
- Obtención de residuo seco (Mayor manejabilidad)

La construcción de la superficie filtrante se hace con barras, chapa perforada, mallas, etc. El material suele ser de acero inoxidable.

Los tamices se clasifican en:

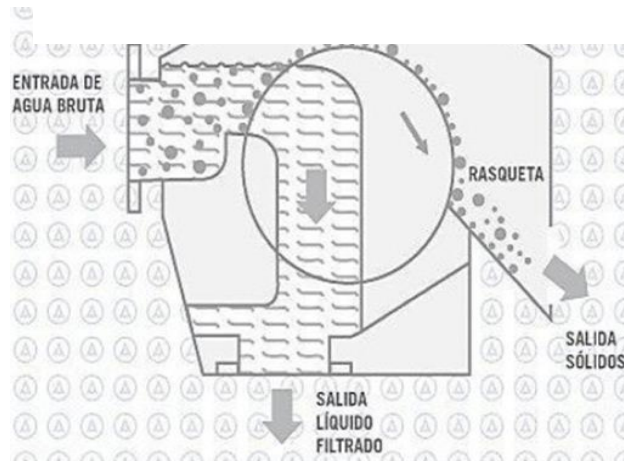
- Estático: El agua ingresa por la parte superior y, mientras los sólidos quedan retenidos en la superficie, el agua circula atravesando el tamiz, para ser recogida por la parte baja. El material detenido se va deslizando, por la acción del agua y del nuevo material retenido, hacia el extremo inferior, en donde cae a una tolva.

Gráfico N° 32 TAMIZ



- Giratorio: Este tipo de tamices cuenta con un tambor filtrante y un cuerpo de filtro, en acero inoxidable, sobre el cual se monta el tambor. Dispone de una rasqueta que elimina los sólidos retenidos en la superficie el tambor.

Gráfico N° 33 TAMIZ GIRATORIO



VALORES INDICATIVOS DE LA CAPACIDAD DEL TAMIZADO

Tabla N° 38 Capacidad de trabajo de los tamices estáticos

Abertura del tamiz (mm)	Caudal tratado por metro lineal (m^3/h)
0.15	15
0.25	20
0.50	40
0.75	50
1.00	60
1.50	75
2.00	90
2,50	100
3.00	110

Fuente: Lozano – Rivas, tratamiento de aguas residuales

Considerando que se cuenta con un caudal máximo de 56 L/seg, lo cual se transforma en $201.60m^3/hora$, se propone un tamiz estático de 3.00 mm de abertura o 3000 micras por 2 metros lineales.

TAMAÑO DEL TAMIZ

DATOS:

$$Q. \text{ max} = 56 \text{ L/seg} / \frac{1000 \text{ l/m}^3}{3600 \text{ seg/hora}} = 201.60 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para utilizar el cuadro de Lozano Rivas, se determina que el tamiz es de:

- Abertura del tamiz: 3.00 mm o 3000 micras, compuesto por dos metros lineales
- Caudal tratado por metro lineal (Q): $201.60 \text{ m}^3/h$

3.4.1.3 Trampa de Grasa

Las trampas de grasa son pequeños tanques de flotación natural, en donde los aceites y las grasas, con una densidad inferior a la del agua, se mantienen en la superficie del tanque para ser fácilmente retenidos y retirados.

A medida que el agua del drenaje, que contiene grasa y aceites, entra en el sistema, las grasas y aceites más livianos se separan inmediatamente y quedan suspendidas sobre el agua. El agua limpia, más pesada, sale por debajo del deflector de la salida. Los coladores separan todos los restos de alimentos o desechos sólidos que contiene el agua de drenaje que entra la trampa y los detienen en el área de retención de sólidos.

Beneficios:

- Mejoran el desempeño de una planta de tratamiento.
- Separa grasas por remoción sin la utilización de químicos.
- Reduce mantenimientos de tuberías ya que las grasas no quedan adheridas
- De fácil y sencillo mantenimiento.

Las trampas de grasa tienen también la ventaja de rebajar la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), al igual que la Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos suspendidos (S.S.), Grasas y Aceites.

Gráfico N° 34 TRAMPA DE GRASA

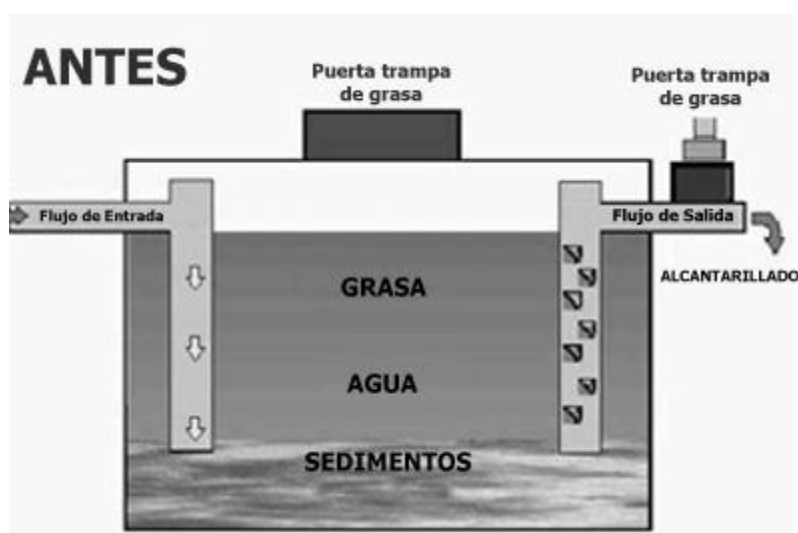


Tabla N° 39 Dimensiones recomendadas para las trampa grasa, según el caudal de diseño (Lozano-Rivas, Tratamiento de Aguas Residuales)

Rango de Caudales (Litros / seg)	Volumen de la trampa de grasa	Dimensiones estimadas (metros)		
		Profundidad (H)	Ancho (A)	Largo (L)
< 1	1,80	1,5	1,00	1,20
		1,0	1,00	1,80
1 a 2	3,60	1,5	1,10	2,20
2 a 3	5,40	2,0	1,13	2,40
3 a 4	7,20	2,0	1,45	2,50
4 a 5	8,10	2,0	1,50	2,70
5	9,12	2,0	1,60	2,85

Fuente: Lozano – Rivas, tratamiento de aguas residuales

De acuerdo a la tabla de valores de dimensiones recomendadas para las trampas de grasa según el caudal de diseño por Lozano – Rivas, tratamiento de aguas residuales, se determina que en base al caudal medio tomado mediante la técnica de Aforo se utiliza el rango de 2 a 3 Litros/seg con las siguientes especificaciones.

$$V = 5,40 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{H. total} = 2.00 \text{ m}$$

$$\mathbf{Ancho} = 1,13 \text{ m}$$

$$\mathbf{Largo} = 2,40 \text{ m}$$

DATOS:

$$\mathbf{TRH:} 24 \text{ min}$$

$$\mathbf{Relaci3n Largo - Ancho} = \frac{L}{B} = \frac{2}{1}$$

$$\mathbf{H. 3til:} 1.20 \text{ m}$$

$$\mathbf{Q. med} = 2 \text{ L/seg}$$

3.4.1.4 Aireador

La aireaci3n de las aguas residuales es necesaria para proporcionar ox3geno al efluente que se quiere tratar.

Los tanques de aireaci3n en el proceso de aireaci3n prolongada pueden tener distintas formas, como rectangulares con difusores sumergidos, canales circulares con aireadores de superficie o difusores sumergidos o canales de oxidaci3n.

Las condiciones aerobias en el reactor se logran mediante el empleo de aireadores mec3nicos o difusores, que adem3s de oxigenar permiten la homogeneizaci3n del contenido del reactor, evitando la sedimentaci3n de los fl3culos.

Ventajas

- ✓ Bajos requisitos de superficie
- ✓ Buenos rendimientos de eliminaci3n de s3lidos en suspensi3n y materia org3nica
- ✓ Los lodos salen de la cuba Bioqu3mica ya estabilizados

Tabla N° 40 Rendimiento del proceso de aireación

PARÁMETRO	PORCENTAJE DE ELIMINACIÓN (%)
Sólidos de suspensión	80 - 90
DBO 5	80 - 95
N	30 - 40
P	20 - 30
Coliformes Fecales	85 - 95

Fuente: Lozano – Rivas, tratamiento de aguas residuales

Gráfico N° 35 AIREADOR



TANQUE AIREADOR

Fórmula

$$V = Q * t$$

En donde:

V = Volumen

Q = Caudal

t = Tiempo de retención

DATOS:

h = 2.00 m

t. ret = 28 min

Q. max = 0.056 m³ /seg

$$V = Q * t$$

$$V = 0.056m^3/seg * 28min * 60seg/min$$

$$V = 94.08 m^3$$

$$V = 95 m^3$$

Entonces el Volumen es **95 m³**

Fórmula

$$V = A * h$$

En donde:

V = Volumen

A = Área

h = altura

DATOS:

$$V = 95 m^3$$

$$h = 2 m$$

$$V = A * h$$

$$95 m^3 = A * 2m$$

$$\frac{95 m^3}{2 m} = A = 47.5 m^2$$

Entonces el área es **47.5 m²**

Calculo de radio del tanque aireador

Fórmula

$$A = r^2 * \pi$$

En donde:

A = Área

r² = Radio al cuadrado

π = Pi

DATOS:

A = 47.5m²

π = 3.1416

$$47.5m^2 = r^2 * 3.1416$$

$$\frac{47.5 m^2}{3.1416} = r^2 = 15.119 m^2$$

$$\sqrt{15.119 m^2} = r = 3.88 m$$

Entonces el radio es **r = 4.00 m**

REDISEÑO DE LA PLANTA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En el presente documento investigativo, basado en los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

- Luego de haber realizado los análisis en el laboratorio se evidenció que la calidad del agua de la planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí, no cumple con los requerimientos para los que fue diseñada e implementada, puesto que algunos parámetros tanto físicos y químicos no están dentro de los límites permisibles establecidos en el TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12.
- De acuerdo al TULAS, Libro VI, Anexo I, Tabla 12, descarga a un cuerpo de agua dulce los siguientes parámetros no cumplen con la normativa establecida. En la muestra Tubería de entrada a la planta (E): turbidez, sólidos sedimentables, nitratos, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, demanda Bioquímica de oxígeno. En la muestra pozo de salida (S): turbidez, nitratos, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno.
- El rediseño de la planta de tratamiento se encaminó en realizar los cálculos de los diferentes procesos tales como el cribado y con ello se determinó el área de la rejilla, profundidad de la misma, número de barros, en el tamizado: el tipo de tamiz a utilizarse, tamaño del mismo, en la trampa de grasa: volumen, ancho, largo, altura total, altura útil, en el aireador: el volumen, área, radio.
- El área total de la planta será $204 m^2$, la misma que estará distribuida para los diferentes tratamientos planteados.

RECOMENDACIONES

Se recomienda difundir la presente propuesta investigativa en la Empresa Pública de Agua y Alcantarillado (EPAGAL), de manera que tengan una visión de futuro en torno a los tratamientos técnicos que se les debe dar a las aguas residuales.

La implementación de esta propuesta es la mejor alternativa técnica que permitirá solucionar los problemas de contaminación ambiental ocasionados por el deficiente funcionamiento actual de la planta de tratamiento de aguas residuales del Barrio Chimbacalle, las mismas que de acuerdo al estudio deben ser rediseñadas.

Debido al grado de contaminación que existe en torno a la planta de tratamiento de recomienda realizar cualquier tipo de muestreo utilizando el Equipo de Protección Personal (EPP) y de esta manera evitar cualquier tipo de contagio de enfermedades infecto contagiosas y también las ocasionadas por vectores.

Se sugiere realizar monitoreos periódicos con los respectivos análisis de laboratorio, de manera que se evidencie la evolución del tratamiento y con ello manejar un registro de cumplimiento comparado con la normativa legal vigente.

Se propone capacitar al personal que vaya a ser destinado a laborar en el sitio de estudio para que puedan entender con facilidad el funcionamiento de cada uno de los procesos del rediseño y con ello se pueda elaborar un plan de mantenimiento periódico de la planta de tratamiento del Barrio Chimbacalle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- ✓ **ANNE RIVIÈRE**, (2005). Gestion écologique de l'eau: toilettes sèches et épuration des eaux des eaux de lavage par les bassins-filtres à plantes aquatiques, Volume 1, Association Eau Vivante.

- ✓ **ALDABE Y ARAMENDÍA**. Consejos prácticos de calidad de agua [en línea]. Ambiente. Restauración Ecológica. Enero 2005[consulta: 15 abril 2013]. Disponible en:
<http://www.restauración./contaminacion-del-agua.com>

- ✓ **BETHEMONT, J.** Calidad del agua. Medio ambiente [en línea]: Tomo 1. Recopilación de Normas: Madrid, 1999.2000 [Consulta: 10 de abril 2013] disponible en: <http://www.iblaboratorio-Análisis Físico – Químico.pdf>.

- ✓ **CEPAL** (2002) Comisión Económica para América Latina y el Caribe Manejo de cuencas hidrográficas.
Disponible en: www.infoagua.org/cuencas

- ✓ **Constitución de la República del Ecuador**, aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente y el Referéndum aprobatorio, que se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 449 del lunes 20 de octubre del 2008.

- ✓ **Codificación de la Ley de Gestión Ambiental**, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 418 del 10 de septiembre de 2004. Previo a su actual status de codificada, la expedición de la Ley de Gestión Ambiental (D.L. No. 99-37: 22-07-99 R.O. No. 245: 30-O-99).

- ✓ **CUERVA MORENO JOSÉ**. Métodos y técnicas de investigación [en línea]: aplicación de la investigación: México 2005. [Consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en: <http://www.iesmariademolina.org/blog/>.

- ✓ **FAO. 2004.** Métodos Físicos y Químicos de Análisis de Suelos y Aguas. Boletín de suelos de la FAO.
- ✓ **FAIR, G, GEYER J. OKUN.** D purificación de aguas de y tratamiento y remoción de aguas residuales. 2000 editorial Limusa. ISBN 968 – 18 – 0167 – 9
- ✓ **GARCÍA, GIRBAU.** Enfermería Comunitaria I. Salud Pública. Masón 2002
- ✓ **Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pujilí. 2010,** Proceso CMC-GMP-080-2010. Contrato Desfogue de la Planta de Tratamiento del Alcantarillado del barrio Chimbacalle.
- ✓ **HEBERT DEL VALLE.** Ciclo hidrológico [en línea]: volumen 13 apoyos académicos: universidad de Texas, 5 septiembre 2007.[Consulta: 15 abril 2013].
- ✓ **HILLEBOE., Herman** Manual de tratamiento de aguas 2004. Limusa ISBN 968 – 18 – 0463 – 5
- ✓ **Ley de Aguas.** Decreto Supremo N° 369. RO/69 del 30 de mayo de 1972, codificada en el 2004.
- ✓ **Ley Orgánica de Salud.** Registro Oficial 423 del 22 de diciembre de 2006.
- ✓ **MARKS, William E.,** The Holy Order of Water: Healing Earth's Waters and Ourselves. Bell Pond Books (a div. of Steiner Books), Great Barrington, MA, November 2001. ISBN 0-88010-483-X
- ✓ **MONTEGRO, Wilson,** Diseños Definitivos de Tratamientos de Aguas Servidas y Lluvias Ciudad de Pujilí, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi 2008,
- ✓ Norma NGO 29001 de COGUANOR. Norma Especificaciones agua potable.
- ✓ **Plan de Manejo Ambiental** de la planta de tratamiento del barrio Chimbacalle, Cantón Pujilí.

- ✓ **PRIETO.** “La importancia del agua” Editorial Edamex, América, 2004 Página 16.

- ✓ **ROLDAN, F VELÁSQUEZ, MACHADO.** Tratamiento de aguas [en línea] aguas duras México, Editorial, 2005. [consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en:
http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf.

- ✓ **ROMERO. Jairo** Tratamiento de aguas residuales. 2000. Editorial Escuela Colombiana de ingeniería. ISBN 958 – 8060 – 13 - 3

- ✓ **ROSAIO VARGAS, JOSAE.** Técnicas de Titulación [en línea]: métodos de titulación: Brasil Octubre 2005. [Consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en:
<http://www.titulacion-agua/duras/calidad.org/blog/>.

- ✓ **RODIER, J.1999.** Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales y agua de mar. Ediciones Omega. Barcelona-España.

- ✓ **SANTIAGO DE CHILE.** Tipos de Tratamiento para Calidad de Agua [en línea]. Aguas duras. Chile Noviembre 2006. [consulta: 20 de abril 2013]. Disponible en: <http://www.calidad-agua.org.ec>.

- ✓ **Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98.** Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

- ✓ **Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).** Registro Oficial N° 725,16 de diciembre del 2002.

- ✓ **ZAMORA – MUÑOZ, C.** Métodos para el análisis de aguas [en línea]. Colombia 2005. [Consulta: 20 abril 2013]. Licencia de Creative Commons. Disponible en: <http://2dmanjon.blogia.com/>

5.2 LINKOGRAFÍAS

- Mejoramiento de las plantas de tratamiento de agua, disponible en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/higiene/om/treatplants/es/
- Plantas de tratamiento de aguas, disponible en:
www.interempresas.net/...y.../Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf
- <http://www.eluniverso.com/2009/03/18/1/1430/3927AAEE806F4DF68C94A6C26704856D.html>.
- Cuido el agua, disponible en:
<http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/aguasresiduales.html>
- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>
- Contaminación del agua disponible en:
<http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/contaminacionagua.htm>
<http://elblogverde.com/contaminacion-del-agua/>
- http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/TULAS_-1era_parte.pdf
- <http://www.lenntech.es/turbidez.htm#ixzz3Qoe4EFcA>
- http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/curso/uni_04/u4c2s2.htm
- <http://www.miliarium.com/Prontuario/MedioAmbiente/Aguas/Desbaste.htm>
- http://www.google.com.ec/imgres?biw=1024&bih=667&tbm=isch&tbnid=8RxfDwxA2xl4SM:&imgrefurl=http://es.wikipedia.org/wiki/Cant%25C3%25B3n_Sigchos&docid=xE0ghyK0LxvoZM&imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Cantones_de_la_Provincia_de_Cotopaxi.JPG&w=457&h=408&ei=fv1vUsuxIc784AOQ1IGgDg&zoom=1
- <http://www.publicaciones/ciclohidrologico.pdf>.

- <http://centros3.pntic.mec.es/cp.la.canal/agua/agua.htm>
- <http://www.jmarcano.com/recursos/agua.html>
- <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/102/html/elagua.html>

6 ANEXOS
ANEXO N°1

AFORO



ANEXO N° 2

TOMA DE MUESTRAS



ANEXO N° 3

TRANSPORTE DE MUESTRAS




ANEXO N° 4

MATERIALES UTILIZADOS EN LA TOMA DE MUESTRAS



ANEXO N° 5

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO



WASCORP S.A.
WATER SERVICE CORPORATION S.A.
Planta: Tratamiento - Chimbacalle, Sur Km 27, sector Cutiglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678269 / 3678253
LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUIMICOS
CARBON ACTIVADO
GRAVA SILISICA
BARITINA
BOMBAS

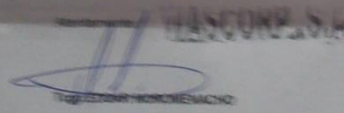
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-014-055

CLIENTE:	Stefania Obando
LUGAR:	Planta de Tratamiento Chimbacalle
SECTOR:	PUJILI
FECHA DE MUESTREO:	27/08/2014
FECHA DE REPORTE:	04/09/2014
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:	M1: Pozo de salida Muestra tomada por el cliente

TABLA N°1 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 2	TULA
			LÍMITE MÁX. PERMISIBLE
pH		7.15	5 - 9
Conductividad	uS/cm	1222	**
Turbidez	FTU	135.4	5.0
Color	U. Pt-Co	1300	**
TDS	mg/L	960	250
TSS	mg/L	470	100
Sulfuro: Sulfuros	mg/L	0.30	1.00
Fosfatos: PO ₄ -P	mg/L	26.6	**
Sulfatos: SO ₄ -S	mg/L	15	200.0
Nitratos: NO ₃ -N	mg/L	0.072	10.0
Nitratos: NO ₂ -N	mg/L	80	10.0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	614	1600.0
Sólidos Suspensos	mg/L	260	100.00

** No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.



Ing. Vinicio Pasca

Revisado



TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REACTIVOS QUIMICOS
 CARBON ACTIVADO
 GRAVA SILISICA
 BARITINA
 BOMBAS

WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial: Pinaromonte, Su. 400, 21, sector: Cabaiguana, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678269 / 3678253
 LABORATORIO DE AGUAS


REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WCMG-014-055

CLIENTE: **Stefania Obando**
 LUGAR: **Planta de Tratamiento Chimbacalle**
 SECTOR: **PUJILI**
 FECHA DE MUESTREO: **27/08/2014**
 FECHA DE REPORTE: **04/09/2014**
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: **M1 Pozo de salida**
 Muestra tomada por el cliente

Tabla 10. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

PARAMETRO QUIMICO	UNIDADES	Muestra 2	TULA
			LIMITES MCM RESPONSIBLE
pH		7,15	5 - 9
Conductividad	µS/cm	1222	**
Turbidez	FTU	135,4	5,0
Color	U, Pt-Co	1300	**
TDS	mg/L	960	250
TDS 5	mg/L	470	100
Sólidos Suspendidos	mg/L	0,30	1,00
Fosforo (PO ₄ -P)	mg/L	26,6	**
Sulfato (SO ₄ -S)	mg/L	15	200,0
Nitros (NO ₂ -N)	mg/L	0,072	10,0
Nitros (NO ₃ -N)	mg/L	60	10,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	614	1600,0
Sólidos Suspendidos	mg/L	260	100,00

** - No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE


 Ing. Vinicio Pasaca
 Revisado