



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Trabajo de titulación para optar por el título de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: PAOLO FERNANDO TONATO SORIA

DIRECTOR: Ing. Hannibal Brito M. PhD.

**Riobamba- Ecuador
2016**

©2016, Paolo Fernando Tonato Soria

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo Proyecto Técnico: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, de responsabilidad del señor Paolo Fernando Tonato Soria, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

Ing. Hanníbal Brito

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Mónica Andrade

MIEMBRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

YO, TONATO SORIA PAOLO FERNANDO, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales.

Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 04 de Octubre de 2016

.....
TONATO SORIA PAOLO FERNANDO
050358041-7

Yo, Paolo Fernando Tonato Soria soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo

PAOLO FERNANDO TONATO SORIA

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación a mis padres porque han sido los pilares fundamentales de mi vida, por su cariño, por sus consejos y por siempre estar a mi lado.

A mis hermanos por ser mis compañeros de lucha, y siempre estar cuando más los necesito, ser los mejores.

PAOLO

AGRADECIMIENTO

Primero tengo que agradecer infinitamente a Dios que ha estado siempre a mi lado especialmente en los momentos más difíciles.

A mis padres que siempre ha estado apoyándome día tras día. A mis hermanos que siempre me han dado su apoyo, a los compañeros y amigos que me brindaron su amistad.

Agradezco a mis profesores Ing. Hannibal Brito M.PhD. e Ing. Mónica Andrade por brindarme sus conocimientos y ayudada en el más importante proyecto.

A la Dra. Gina Álvarez por su guía para la realización de este proyecto y su amistad.

Al GAD de la parroquia Totoras por abrirme las puertas de la institución y la ayuda brindada, para llevar a cabo el trabajo de titulación.

PAOLO

TABLA DE CONTENIDOS

	Pag
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN.....	XII
SUMMARY	XIV
CAPÍTULO 1	1
1. Diagnóstico y Definición del Problema	1
1.1 Identificación del Problema	1
1.2 Justificación del Proyecto	2
1.3 Línea base del Proyecto	3
1.3.1 Componentes Sociales y Ámbito Demográfico	5
1.3.2 Componente Económico	6
1.3.3 Componentes Ambientales.....	8
1.4 Beneficiarios Directos e Indirectos	16
1.4.1 Directos	16
1.4.2 Indirectos.....	16
CAPÍTULO 2	17
2. Objetivos Del Proyecto	17
2.1 General	17
2.2 Específicos	17
CAPITULO 3.....	18
3. Estudio Técnico.....	18
3.1 Localización del Proyecto	18
3.1.1 Micro localización del proyecto.....	19
3.2 Ingeniería del Proyecto	20
3.2.1 Agua Residual	21
3.2.1.1 Clases de Aguas residuales	21
3.2.1.2 Características del agua residual	22
3.2.1.3 Caudales	29
3.2.1.4 Parámetros básicos de diseño.....	30
3.2.1.5 Tratamiento de Aguas Residuales	36
3.2.1.6 Normativa Ambiental.....	41
3.3 Requerimientos de Tecnología Equipos y Maquinaria	43
3.3.1 Cribado o Rejillas.....	44
3.3.2 Desarenador.....	48
3.3.3 Sedimentación Primario	49

3.3.4	Aireador Mecánico.....	54
3.3.5	Sedimentador secundario	58
3.3.6	Lecho de secado de lodos.....	61
3.4	Dimensionamiento del Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales .	63
3.4.1	Cálculos.....	63
3.4.1.1	Datos	63
3.4.1.2	Proyecto de la población	63
3.4.1.3	Caudal de diseño	64
3.4.1.4	Diseño de rejillas.....	65
3.4.1.5	Desarenador.....	66
3.4.1.6	Diseño del sedimentador primario	66
3.4.1.7	Dimensionamiento del tanque de aireación	67
3.4.1.8	Dimensionamiento del sedimentador secundario.....	68
3.4.1.9	Calculo del lecho de secado	69
3.5	Tabla de resultados.....	69
3.6	Análisis y Discusión de Resultados	72
4	Conclusiones y Recomendaciones	74
4.2	Conclusiones	74
4.3	Recomendaciones.....	75
5	Análisis de Costos	76
6	BIBLIOGRAFÍA:	94
7	ANEXOS	95

LISTA DE TABLAS

	Pag
TABLA N° 1 DIVISIÓN POLÍTICA DE LA PARROQUIA TOTORAS	3
TABLA N° 2 INFRAESTRUCTURA BASE	5
TABLA N° 3 AGUA	5
TABLA N° 4 AGUAS SERVIDAS	6
TABLA N° 5 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS.....	6
TABLA N° 6 PRINCIPALES CULTIVOS DE LA PARROQUIA.....	7
TABLA N° 7 PRODUCCIÓN PECUARIA.....	7
TABLA N° 8 EMPRESAS ARTESANALES.....	8
TABLA N° 9 USO ACTUAL DEL SUELO EN LA PARROQUIA	13
TABLA N° 10 CONTAMINANTES DE LAS AGUAS RESIDUALES	22
TABLA N° 11 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA RESIDUAL	23
TABLA N° 12 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL.....	25
TABLA N° 13 PERIODO DE DISEÑO	30
TABLA N° 14 ÍNDICE PORCENTUAL DE CRECIMIENTO	31
TABLA N° 15 MÉTODOS DE DIMENSIONAMIENTO	33
TABLA N° 16 VALOR DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	35
TABLA N° 17 VALORES DE C PARA DIVERSOS TIPOS DE SUPERFICIE	35
TABLA N° 18 OBJETIVOS DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO	37
TABLA N° 19 LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE.....	42
TABLA N° 20 CARACTERÍSTICAS DE REJILLAS DE BARRAS.....	44
TABLA N° 21 MEDIDA TÍPICAS DEL CANAL DE REJILLAS DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA MANUAL	45
TABLA N° 22 PARÁMETROS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE REJILLAS	45
TABLA N° 23 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA SEDIMENTADORES RECTANGULAR Y CIRCULAR EN TRATAMIENTO PRIMARIO	50
TABLA N° 24 VALORES RECOMENDADOS DE LA CARGA SUPERFICIAL PARA DISTINTAS SUSPENSIONES	51
TABLA N° 25 CONSTANTE EMPÍRICAS.....	54
TABLA N° 26 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA UN AIREADOR SUPERFICIAL FIJO	57
TABLA N° 27 PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN SEDIMENTADOR SECUNDARIO...	58
TABLA N° 28 TIEMPO REQUERIDO PARA LA DIGESTIÓN DE LODOS.....	61
TABLA N° 29 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA PLANTA.....	63
TABLA N° 30 CÁLCULO DEL ÍNDICE PORCENTUAL DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	64
TABLA N° 31 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA	64
TABLA N° 32 CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO.....	64
TABLA N° 33 CÁLCULO DEL DISEÑO DE REJILLAS	65
TABLA N° 34 CÁLCULO DEL DESARENADOR	66
TABLA N° 35 CÁLCULO DEL SEDIMENTADOR PRIMARIO	66
TABLA N° 36 CÁLCULO DEL TANQUE DE AIREACIÓN	67
TABLA N° 37 CÁLCULO DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO.....	68
TABLA N° 38 CÁLCULO DEL LECHO DE SECADO.....	69
TABLA N° 39 TABLA DE RESULTADOS DEL DISEÑO	69
TABLA N° 40 COSTOS DE MANO DE OBRA	76
TABLA N° 41 COSTOS HORARIO DEL EQUIPO.....	77
TABLA N° 42 PRECIO DE MATERIAL.....	78
TABLA N° 43 COSTO ENERGÉTICO MENSUAL	79
TABLA N° 44 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA.....	92

LISTA DE GRÁFICOS

	Pag
GRAFICO 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PARROQUIA	4
GRAFICO 2 USO ACTUAL DEL SUELO DE LA PARROQUIA	14
GRAFICO 3 PARTES QUE CONFORMAN UN AIREADOR SUPERFICIAL	55
GRAFICO 4 DISEÑO DEL MOTOR DE AIREACIÓN	56
GRAFICO 5 AIREADOR SUPERFICIAL FIJO	58
GRAFICO 6 PLANTA DE TRATAMIENTO	72

LISTA DE FIGURAS

	Pag
FIGURA 1 HUMEDALES DE LA ESPECIE VEGETAL TOTORAS EN LA PARROQUIA DE SU NOMBRE	13
FIGURA 2 MICROORGANISMOS TÍPICOS EN EL AGUA RESIDUAL	28
FIGURA 3 DIAGRAMA DE FUJO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	38
FIGURA 4 PRETRATAMIENTO CON REJILLAS	44
FIGURA 5 DESARENADOR	49

LISTA DE MAPAS

	Pag
MAPA 1 HIDROGRAFÍA DE LA PARROQUIA.....	10
MAPA 2 CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA.....	11
MAPA 3 PENDIENTES DE LA PARROQUIA	12
MAPA 4 USO DEL SUELO DE LA PARROQUIA.....	14
MAPA 5 TAXONOMÍA DEL SUELO	16
MAPA 6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PARROQUIA	18
MAPA 7 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	19
MAPA 8 PENDIENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	36

LISTA DE ECUACIONES

	Pag
Ecuación 1.....	31
Ecuación 2.....	32
Ecuación 3.....	32
Ecuación 4.....	33
Ecuación 5.....	33
Ecuación 6.....	33
Ecuación 7.....	33
Ecuación 8.....	34
Ecuación 9.....	34
Ecuación 10.....	34
Ecuación 11.....	34
Ecuación 12.....	36
Ecuación 13.....	46
Ecuación 14.....	46
Ecuación 15.....	46
Ecuación 16.....	47
Ecuación 17.....	47
Ecuación 18.....	47
Ecuación 19.....	48
Ecuación 20.....	49
Ecuación 21.....	49
Ecuación 22.....	51
Ecuación 23.....	52
Ecuación 24.....	52
Ecuación 25.....	52
Ecuación 26.....	52
Ecuación 27.....	52
Ecuación 28.....	53
Ecuación 29.....	53
Ecuación 30.....	59
Ecuación 31.....	60
Ecuación 32.....	60
Ecuación 33.....	60
Ecuación 34.....	60
Ecuación 35.....	60
Ecuación 36.....	61
Ecuación 37.....	61
Ecuación 38.....	62
Ecuación 39.....	62
Ecuación 40.....	62
Ecuación 41.....	62
Ecuación 42.....	63
Ecuación 43.....	63
Ecuación 44.....	63

ABREVIATURAS

- INEC:** Instituto Nacional De Estadística Y Censos
- TULSMA:** Tratado Unificado Legislación Secundaria Medio Ambiental
- NTU:** Unidad de Medición para la Turbidez
- DBO:** Demanda Química De Oxígeno (mg/L)
- SS:** Sólidos en Suspensión (mg/L)
- mg/l:** miligramos por litro
- E. Coli:** Echericha Coli
- pH:** Potencial de Hidrógeno
- DQO:** Demanda Química De Oxígeno (mg/L)
- µmho/cm:** Micromhos Por Centímetro
- rpm:** Revoluciones Por Minuto
- LMP:** Límite Máximo Permisible
- G:** Gradiente de Velocidad
- SSD:** Solidos Suspendidos Disueltos (mg/L)
- ST:** Solidos Totales (mg/L)
- Pt:** población futura
- DB:** Dotación Básica
- Tr:** Tiempo De Retención
- t:** Tiempo (seg)
- DF:** Dotación Futura
- M:** Coeficiente de Harmon
- DB:** Dotación Básica:
- Cmd:** Consumo Medio Diario
- I:** Intensidad De Precipitación Lluvia
- A:** Área de la Superficie
- C:** Coeficiente de Esgurrimiento Medio para un Conjunto de Superficies
- P:** Potencia Necesaria (cv)
- Watt:** Medida de Potencia
- Q:** Caudal (m³/s)
- n:** Periodo de Tiempo (años)
- PT:** Planta de tratamiento
- V:** Volumen (m³)

RESUMEN

El trabajo realizado se orienta al diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Totoras, provincia de Tungurahua, con el objetivo de minimizar la contaminación del río Pachanlica.

Para el desarrollo del siguiente estudio se ha empleado el método experimental realizando un muestreo compuesto de aguas; para posteriormente, efectuar las pruebas de caracterización. Luego del análisis, se determinó las variables de proceso que fueron para su diseño: (Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, y coliformes fecales correspondientes a parámetros fuera de los límites establecidos en la normativa de calidad ambiental vigente). Con el fin de eliminar la mayor cantidad de materia contaminante, se efectuó pruebas en el laboratorio para su tratabilidad, mediante métodos físicos y químicos; optando por el tratamiento primario, finalmente se realizó los cálculos correspondientes para el dimensionamiento del sistema proyectado a 20 años con población futura de 11336 habitantes, con un caudal a tratar de 0,032 m³/s y efectuando las siguientes operaciones: pre tratamiento con rejillas manual para eliminar sólidos gruesos, sedimentación primaria para eliminar sólidos de menor tamaño por acción de la gravedad, tanques de aireación mecánica con un volumen de 180 m³ y una potencia del motor de 7,5 cv y sedimentación secundaria para la remoción de los lodos de la aireación resultante. Así, se alcanza un porcentaje de remoción del 40,81% de Demanda Bioquímica de Oxígeno, 36,76% de Demanda Química de Oxígeno, 90% de sólidos suspendidos, 91% de sólidos sedimentables y más del 85% de microorganismos. El sistema diseñado, tendrá una eficiencia del 91% y es preciso mencionar que el proceso garantizará el tratamiento del agua, mismo que cumple la norma ambiental establecida, evitando la contaminación del río Pachanlica y el impacto ambiental del sector que se pueda lograr no solo con el tratamiento, sino también, con el cuidado y mantenimiento de los equipos. Se concluyó que se empleó :“CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07 – 601 NORMAS PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”.

Palabras claves

<TRATAMIENTO> <AGUAS RESIDUAL> <TOTORAS> <SOLIDOS>
<DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO> <DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO> <DISEÑO>

SUMMARY

The purpose of the present work is to design a treatment plant of wastewater for Parroquia Totoras located in the Tungurahua Province; in order to minimize pollution of River Pachanlica.

For the development of the study has used the experimental method through a sampling compound of water to subsequently perform characterization test. After the analysis, it determined the process variables for the design such as: (Chemical Oxygen Demand, Biochemical Oxygen Demand, settleable solid, suspended solid and fecal coliform bacterias, corresponding to parameters that do not have to do with the limits set out in the rules of environmental quality). In order to remove polluting matter performed tests in the laboratory for its treatability through physical and chemical methods opting for the primary treatment. Finally, it made the calculations for the sizing system designed to 20 years for a future population of 11336 inhabitants with a flow rate to treat $0,032\text{m}^3/\text{s}$ and performing the following operations: pretreatment with manual grilles to remove coarse solids, primary sedimentation to remove smaller solids by gravity, mechanical aeration tanks with a volume of 180 m^3 and a power engine of 7,5 cv and secondary sedimentation for removal of sludge from the aeration resulting; obtaining a removal percentage about 40, 81% of removal of Biochemical Oxygen Demand, 36,76% of Chemical Oxygen Demand, 90% of suspended solids, 91% of settleable solids and more than 85% of microorganisms. The designed system will have an efficiency of 91% and it is important to mention that the process will ensure water treatment according to environmental standard, avoiding the contamination of Pachalinca River and the environmental impact of the sector that can be achieved not only with treatment, but also with the care and maintenance of equipment. It concluded that used the “CÓDIGO ECUATORIANO DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07-601 NORMAS PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”

Keywords

TREATMENT, WASTEWATER, TOTORAS, SOLID, CHEMICAL OXYGEN DEMAND, BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND, DESIGN

CAPÍTULO 1

1. Diagnóstico y Definición del Problema

1.1 Identificación del Problema

La Parroquia Totoras perteneciente al Cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua, presenta contaminación en su Río (Pachanlúa), ya que las aguas negras son un gran problema en parte, debido a que, estas son vertidas directamente a este afluente; sin un previo tratamiento y provocando esto la contaminación del ambiente.

Teniendo una mejor apreciación sobre la necesidad del tratamiento del agua en el Ecuador y específicamente en la provincia de Tungurahua, al realizar un diseño de una planta de tratamientos de agua residual para solucionar problemas en el futuro.

Por lo expuesto se realizó el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales con la utilización de técnicas, cálculos ingenieriles y normas establecidas en el país.

Con la construcción de esta planta se beneficiaría la población de la parroquia de Totoras, debido a que no tiene; las aguas residuales de los hogares de dicho lugar son arrojados directamente a los efluentes más cercanos lo cual causa la pérdida de flora y fauna provocando daños irreversibles al medio ambiente y a las parroquias cercanas hasta donde son arrastras estas aguas.

Toda población cuyo índice poblacional va en aumento, incrementa a la vez la generación de residuos sólidos y líquidos, que al no tener un adecuado estudio y tratamiento de dichos residuos, se descarga al cauce natural del río, dando lugar a la descomposición de la materia orgánica, convirtiéndose en un foco de alto nivel contaminante y antiestético, tanto para el ser humano como para el ambiente del sector.

Cuando las aguas servidas son descargadas al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua sin recibir un tratamiento previo, genera varias consecuencias, no solo al medio ambiente, sino también a la población debido a los múltiples compuestos orgánicos e inorgánicos que en su mayoría se encuentran en índices elevados; la presencia de microorganismos patógenos representan un peligro constante, al ser estos evacuados a un efluente cercano, provoca daño importante en la flora y la fauna del sector; la zona agrícola se ve afectada al utilizar esta agua que se encuentra contaminada debido a que es captada del río Pachanlúa.

1.2 Justificación del Proyecto

El siguiente proyecto ayudará a minimizar la contaminación del río Pachanlúa, lo que significa que pasarán por un sistema de tratamiento el cual será versátil y técnico mediante tratamiento para descontaminar y mejorar el agua antes de ser regresadas al ambiente sin ninguna afectación o cambio a este.

Las aguas residuales que se generan en la parroquia son desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en las residencias e instituciones; estas aguas contienen diversas sustancias de origen natural o artificial que pueden ser dañinas, tanto para el hombre, como para los animales y el ambiente. Por tal motivo, implementar un sistema de tratamiento de aguas, representa un aporte positivo importante para toda la población, con el fin de beneficiar a un gran porcentaje de habitantes que se dedican a la actividad agrícola y a la vez se reducirá el impacto al ambiente.

Una entidad Autónoma descentralizada que se encuentra comprometida y trabajando por el bienestar de los habitantes de su Cantón, es la encargada de realizar, buscar, estudiar, analizar y proponer una alternativa para controlar el nivel de contaminantes presentes en el agua, ya que esta parroquia no cuenta con una planta de tratamiento para este tipo de aguas, por lo que, se ha visto en la necesidad de realizar, “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

La necesidad de que se construya este tipo de proyecto en la Parroquia de Totoras es evidente, dadas las actuales circunstancias en las que se evacuan las aguas servidas, siendo claro el efecto nocivo en el ambiente y bienestar de los pobladores de este sector.

Los Gobiernos Municipales y Parroquiales juegan un rol fundamental en el abastecimiento de servicios de calidad de agua potable y saneamiento. Si todos los hogares tuvieran acceso a estos servicios, lograríamos disminuir los problemas de salud de la población por necesidades básicas insatisfechas. Con el análisis de aguas servidas que descarga la parroquia se demuestra que es necesaria la ejecución de este tipo de proyecto, además se deja indicado que en el sector carece de algún tipo de infraestructura sanitaria u obra de ingeniería de tratamiento que permita la correcta evacuación y tratamiento de las aguas servidas.

1.3 Línea Base del Proyecto

La parroquia Totoras se ubica a 8 km de la ciudad de Ambato, en la vía a Baños, esta tiene los siguientes límites: limita al norte con las Parroquias de Huiachi Grande y Picaigua, al este la Parroquia Picaigua y el Cantón Pelileo, al sur la Parroquia Montalvo y el Canto Cevallos, al oeste las Parroquias de Huachi Grande y Montalvo.

División Política:

Totoras define tres caseríos: La Dolorosa, Huachi Totoras y Totoras Centro, mismos que integran a los siguientes barrios:

Tabla N° 1 División Política de la Parroquia Totoras

CASERÍO	LA DOLOROSA
BARRIOS	Bellavista
	Barrio Fino
CASERÍO	HUACHI TOTORAS
BARRIOS	Jesús del Gran Poder
	La Unión
	El Porvenir
CASERÍO	TOTORAS CENTRO
BARRIOS	Cristal
	La Libertad
	San Francisco
	El Recreo
	El Placer
	San José
	El Mirador
	Sta. Rita
	Palahua

Fuente: GAD Parroquia Totoras, TONATO PAOLO, 2016

Altitud: El centro parroquial se encuentra a 2.661 m.s.n.m .

Temperatura: Marca en promedio 14,5°C, con vientos fuertes y moderados que se perciben especialmente en el centro parroquial.

Extensión: Tiene una superficie total de 841,8 hectáreas,

Población: En esta hermosa parroquia se asienta una población de 7913 habitantes, de los cuales 3986 son mujeres y 3927 son hombres; con porcentajes de 50,4% y 49,6% respectivamente.

Toda población cuyo índice poblacional va en aumento, incrementa a la vez la producción de residuos sólidos y líquidos, que al no tener un adecuado estudio y tratamiento de dichos residuos, se descarga al cauce natural del río, dando lugar a la descomposición de la materia orgánica, convirtiéndose en un foco de alto nivel contaminante y antiestético, tanto para el ser humano como para el ambiente del sector.

Si no se logra la ejecución de la planta de Aguas Residuales lamentablemente el cauce del Río seguirá contaminándose y perjudicando al ambiente y a los habitantes que se encuentran en el sector

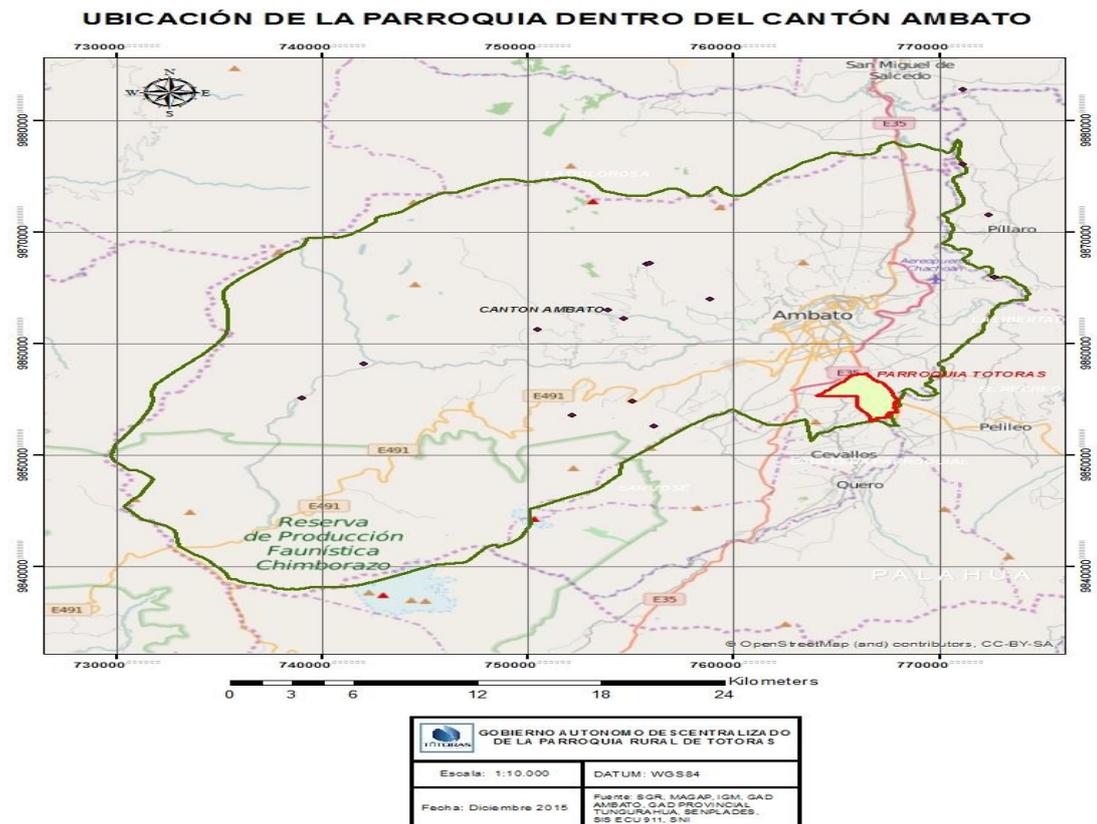


Grafico 1 Ubicación Geográfica de la Parroquia

Fuente: Mapa Base (GADMA 2015), TONATO PAOLO, 2016

1.3.1 Componentes Sociales y Ámbito Demográfico

En la actualidad, la Junta Parroquial está presidida por el Tlgo. Fabricio Cárdenas. El interés de la Junta Parroquial es capacitar y capacitarse en diferentes temas para la superación de la parroquia en general. Sin embargo hace falta una mayor integración de los líderes de los diferentes caseríos que se encuentran un poco alejados del casco urbano de la parroquia. Este párrafo debe ir al inicio.

INSTITUCIONES DE APOYO La experiencia de Trabajo mancomunado de algunas Instituciones de servicio público y de obra social, el Ilustre Municipio de Ambato, Honorable Concejo Provincial de Tungurahua, FISE, CNT y la Empresa Eléctrica son las que han permitido el desarrollo de la parroquia.

Demográfico

Según el INEC 2010 en la parroquia Totoras existen 3,83 habitantes por vivienda, en la cual, en observación directa en el campo se pudo contabilizar aproximadamente una cantidad de 1765 viviendas, dando un total de 6898 habitantes.

Tabla N° 2 Infraestructura Base

Casa/villa	Departamento de casa o edificio	Cuartos en casa de inquilinato	Mediagua	rancho	covacha	Otras viviendas particulares	Total viviendas
1503	36	22	195	2	3	1	1765

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC, TONATO PAOLO, 2016

Servicios básicos

Tabla N° 3 Agua

De red publica	De pozo	De río	De carro repartidor	Otros	Total viviendas
922	148	620	10	65	1765

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC, TONATO PAOLO, 2016

Tabla N° 4 Aguas Servidas

Conectado a red pública de alcantarillado	Conectado a pozo séptico	Conectado a pozo ciego	Con descarga directa a mar, río, quebrada	Letrina	No tiene	Total viviendas
948	247	389	40	40	101	1765

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC, TONATO PAOLO, 2016

Tabla N° 5 Manejo de Desechos Sólidos

Por carro recolector	La arrojan en terrenos baldíos o quebradas	La queman	La entierran	La arrojan al río, acequia	De otras formas	Total viviendas
1216	65	400	67	4	13	1765

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 – INEC, TONATO PAOLO, 2016

Según los estudios del Ilustre Municipio de Ambato del departamento de Planificación Estratégica, la parroquia Totoras cuenta con 18 carreteras o vías de acceso a los diferentes barrios y caseríos, de los cuales en su mayoría necesitan rehabilitación o algún tipo de arreglo pues se encuentran en mal esta.

1.3.2 Componente Económico

El componente económico comprende el análisis de los factores vinculados con el desarrollo de la economía de la Parroquia Totoras, de su problemática, así como de sus potencialidades.

Las tierras de la parroquia son muy ricas y productivas, eminentemente agrícolas, los principales productos agrícolas son maíz, chocho, cebada y árboles frutales. La producción es utilizada para el consumo familiar y el excedente es comercializado, además se cuenta con pastizales para la alimentación del ganado.

Producción agrícola Las tierras de la parroquia son muy ricas y productivas eminentemente agrícolas, los principales productos en el sector son papa, maíz, zanahoria, chocho, col y otro tipo de hortalizas de consumo interno de la familia, además de pastizales que se los utiliza en la alimentación del ganado. Los cultivos de manzana, durazno y claudia han venido a disminuir por la presencia de ceniza emanada por el Volcán Tungurahua. Actualmente la producción de fresa

se ha incrementado en la parroquia. La parroquia se caracteriza por ser un importante acopiador y distribuidor de chocho hacia los cantones de la provincia y otras ciudades del país, pese a no ser productores directos. La mayor parte de la población depende de esta actividad y se busca incorporar valor agregado al producto a través de proyectos que permitan incrementar su comercialización.

Tabla N° 6 Principales Cultivos de la Parroquia

N°	CULTIVOS	ÁREA (Has.)
1	Montes y bosques	10
2	Pastos cultivados	32
3	Maíz suave choclo	20
4	Papa	20
5	Pastos naturales	5
6	Mora	1
7	Claudia	10
8	Manzana	3
9	Fresa	1

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - MAGAP (2015), TONATO PAOLO, 2016

Producción Pecuaria

La producción pecuaria se la realiza en poca cantidad ya que de igual manera que la agricultura se la hace principalmente para el consumo familiar, crían ganado vacuno, porcino y también especies menores como conejos, cuyes y aves de corral.

Tabla N° 7 Producción Pecuaria

N°	ANIMALES	NÚMERO DE ANIMALES
1	Aves	13500
2	Bovinos	850
3	Conejos	3500
4	Cuyes	12300
5	Porcino	1150

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - MAGAP (2015), PAOLO TONATO

Producción Artesanal

La actividad artesanal predominante es la confección de calzado, motivó por el cual Totoras ha sido conocida por la excelente calidad del producto. Hoy en día esta actividad se está retomando con mayor fuerza debido a las políticas implementadas por el Gobierno. Además, se realizan actividades en el área de sastrería, carpintería, peluquería y otras, en todos los barrios.

Para el análisis económico se ha procedido a identificar los beneficios implícitos que va a generar el proyecto; aquellos que son susceptibles a ser valorados, el objetivo es obtener datos de campo de la población investigada, quienes han sabido definir los parámetros de medición de los beneficios.

Tabla N° 8 Empresas Artesanales

N°	EMPRESA	PROPIETARIO/A
1	Curtiembre Aldás	Sr. Laureano Aldás
2	Curtiembre Artesanal Palahua	Sr. Luis Gonzalo Núñez
3	Curtiduría Artesanal Totoras	Ing. Bertha Tibán
4	Curtiduría Totoras	Sr. Edgar Aldás
5	Tenería Núñez	Sr. Carlos Bolívar Núñez
LAVADORAS TEXTILES		
1	Lavadora Mundo Color	Ing. Jaime Arenas
2	Lavadora Fashion	Sr. Fabián Oñate
3	Lavadora Fashion “AN”	Sr. Joaquín Byron Aldás
4	Lavadora Miranda	Sr. Adán Miranda

Fuente: GAD Totoras (PDOT 2015), TONATO PAOLO, 2016

1.3.3 Componentes Ambientales

1.3.3.1 Componentes biofísicos

Caracterización climática

TEMPERATURA (°C)

Máxima	Mínima	Media Anual
21,80	7,1	14,5

PRECIPITACIÓN (mm)

Acumulación Anual	Días con lluvia
483,10	109

HUMEDAD RELATIVA (%)

Máxima	Mínima	Media Anual
78,70	70,00	74,33

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)

Máxima	Media Anual
2,79	1,60

Fuente: Anuario Meteorológico 2013 HGPT, TONATO PAOLO, 2016

Totoras posee un clima Ecuatorial meso térmico seco, de tipo templado con una temperatura promedio de 14,5 grados centígrados. Los meses más calurosos son febrero y noviembre, en tanto que julio y agosto presentan las temperaturas más bajas del año.

Datos 2013 (Anuario Meteorológico Tungurahua) nos indican que el viento alcanza una velocidad de 1,88m/s en el mes de septiembre, en dirección predominante hacia el este; en febrero y marzo la intensidad baja a 1,46m/s, marcando un comportamiento leve.

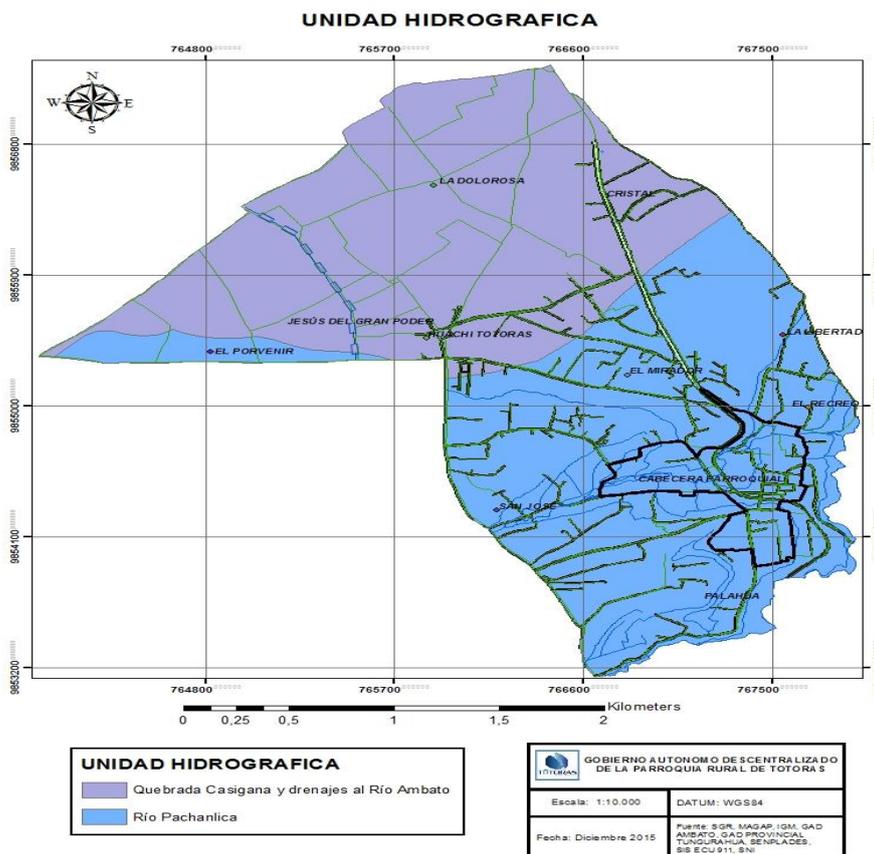
1.3.3.2 Hidrografía de Totoras

Cuenca Hidrográfica. Totoras se encuentra en la Cuenca del río Pastaza, subcuenca del río Ambato. En la Unidad Hidrográfica encontramos la Quebrada Casigana y drenajes del río Ambato

en los caseríos de La Dolorosa y Huachi Totoras. Además el río Pachanlica con incidencia en los sectores El Porvenir, Cristal, La Libertad y el resto de la parroquia.

Microcuencas: identificamos la quebrada Picaihua, (Huachi Totoras, La Dolorosa), quebrada Palahua y drenajes menores.

Mapa 1 Hidrografía de la Parroquia



Fuente: Mapa Base (GADMA 2015), TONATO PAOLO, 2016

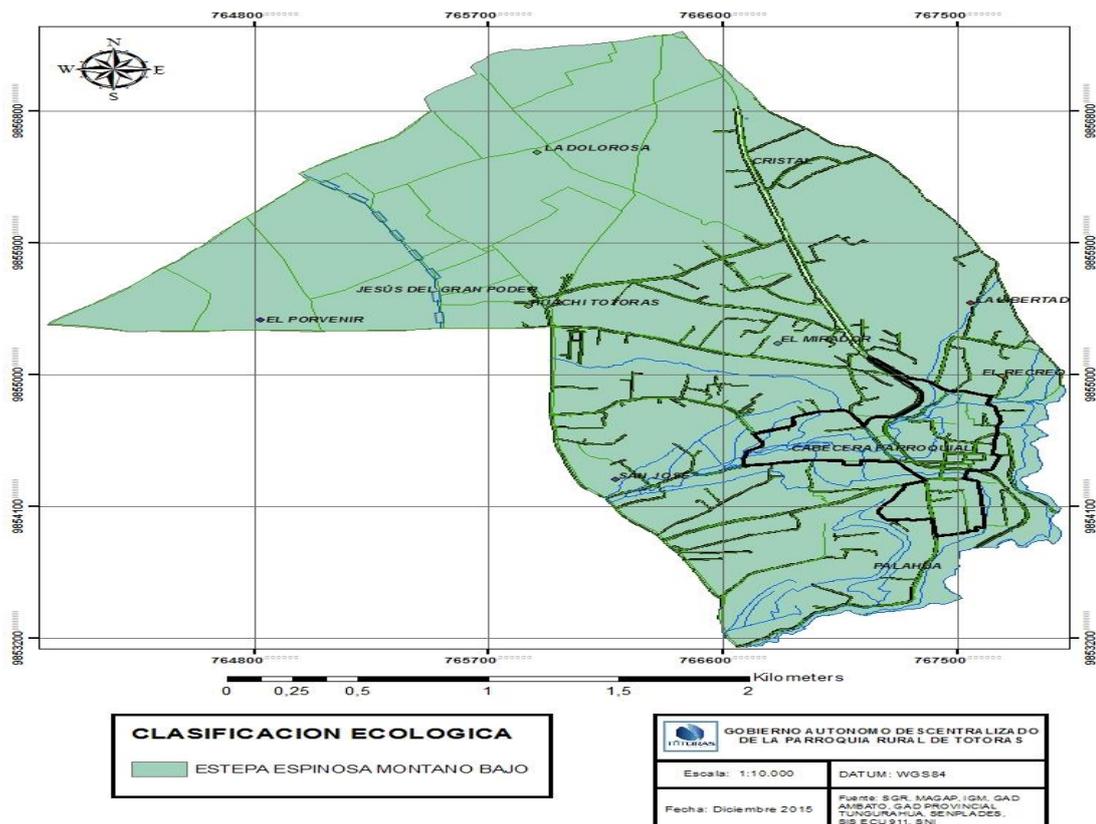
1.3.3.3 Ecología

Actualmente en la parroquia Totoras existen áreas representativas de vegetación nativa que han sido remplazadas por actividades humanas. Se evidencia que a nivel del cantón no existen áreas del SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas); pero de acuerdo con sus características físicas el territorio presenta las siguientes zonas de vida:

- Bosque Húmedo Montano - Bosque Muy Húmedo
- Bosque Seco Montano Bajo
- Estepa Espinosa Montano Bajo

Se puede observar que estas zonas se relacionan con los grandes conjuntos geomorfológicos presentes en el cantón Ambato; así: el Bosque húmedo montano _ Bosque muy húmedo se encuentra en el conjunto de cimas frías de la cordillera se identifica en la parte sur de Bellavista y El Mirador. Mientras que Bosque Seco (BM) y Estepa Espinosa Montano Bajo (EEMB) se identifican en el centro y norte de la parroquia Totoras.

Mapa 2 Clasificación Ecológica



Fuente: Mapa Base (GADMA 2015), TONATO PAOLO, 2016

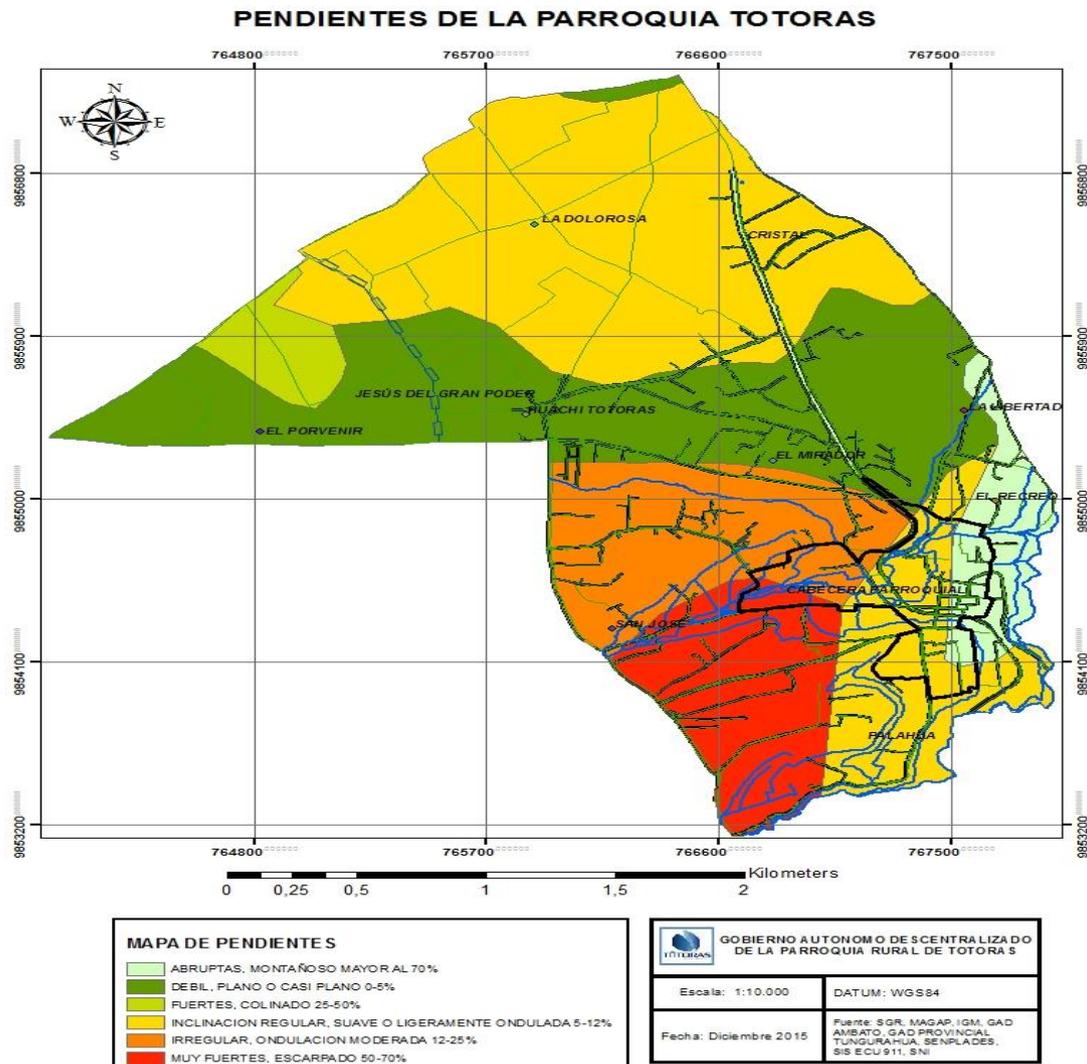
1.3.3.4 Pendientes

Una pendiente del 5-12%, con inclinación regular, ligeramente ondulada encontramos en el caserío La Dolorosa al norte, y parte del centro parroquial. Terrenos casi planos con ligera pendiente (0-5%) caracterizan al suelo de Huachi Totoras con sus barrios, además el caserío Centro en lo que corresponde a los barrios: Cristal, San Francisco, Mirador y La Libertad, a excepción de Jesús del Gran Poder donde se observa la pendiente colinada (25-50%).

Los barrios: El Placer, San José y Santa Rita tienen una pendiente moderada (12-25%); mientras el barrio Palahua posee terrenos con inclinación fuerte escarpada (pendiente 50-70%).

Finalmente, el sector El Recreo en el lado sur-este de la parroquia tiene pendientes más pronunciadas todavía, las cuales superan el 70%

Mapa 3 Pendientes de la Parroquia



Fuente: Mapa Base (GADMA 2015), TONATO PAOLO, 2016

1.3.3.5 Humedales

Según el Convenio de Ramsar: “un humedal es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan”.

La parroquia Totoras posee zonas húmedas, generalmente planas, en la que la superficie se inunda de manera permanente o intermitentemente. Al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres.



Figura 1 Humedales de la Especie vegetal “Totoras” en la Parroquia de su Nombre

Fuente: GAD Totoras (PDOT 2015), TONATO PAOLO, 2016

1.3.3.6 Recurso Suelo

Tabla N° 9 Uso Actual del Suelo en la Parroquia

N°	Uso actual del suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
1	Montes y Bosques	10,0	1,25
2	Pastos	40,6	5,07
3	Cultivos	156,8	19,60
4	Pastos y cultivos	31,2	3,90
5	Zonas erosionadas	16,8	2,10
6	Zonas abandonadas	4,0	0,50
7	Zona rural amanzanada	462,8	57,85
8	Zonas extractivas e industriales	77,8	9,73
	TOTAL	800	100

Fuente: Mapa Base (GADMA 2013), TONATO PAOLO, 2016

En el cuadro anterior observamos que el suelo de Totoras en más del 57% del territorio parroquial se encuentra ocupado por los asentamientos humanos de los tres caseríos definidos con sus respectivos barrios; es así que se reduce la superficie de cultivo alcanzando apenas un 28,6%, ya que las industrias asentadas en la zona también ocupan un 9,7% del suelo Totorense

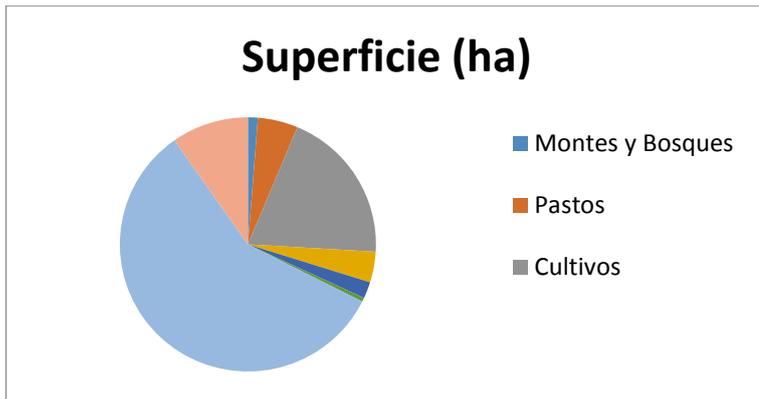
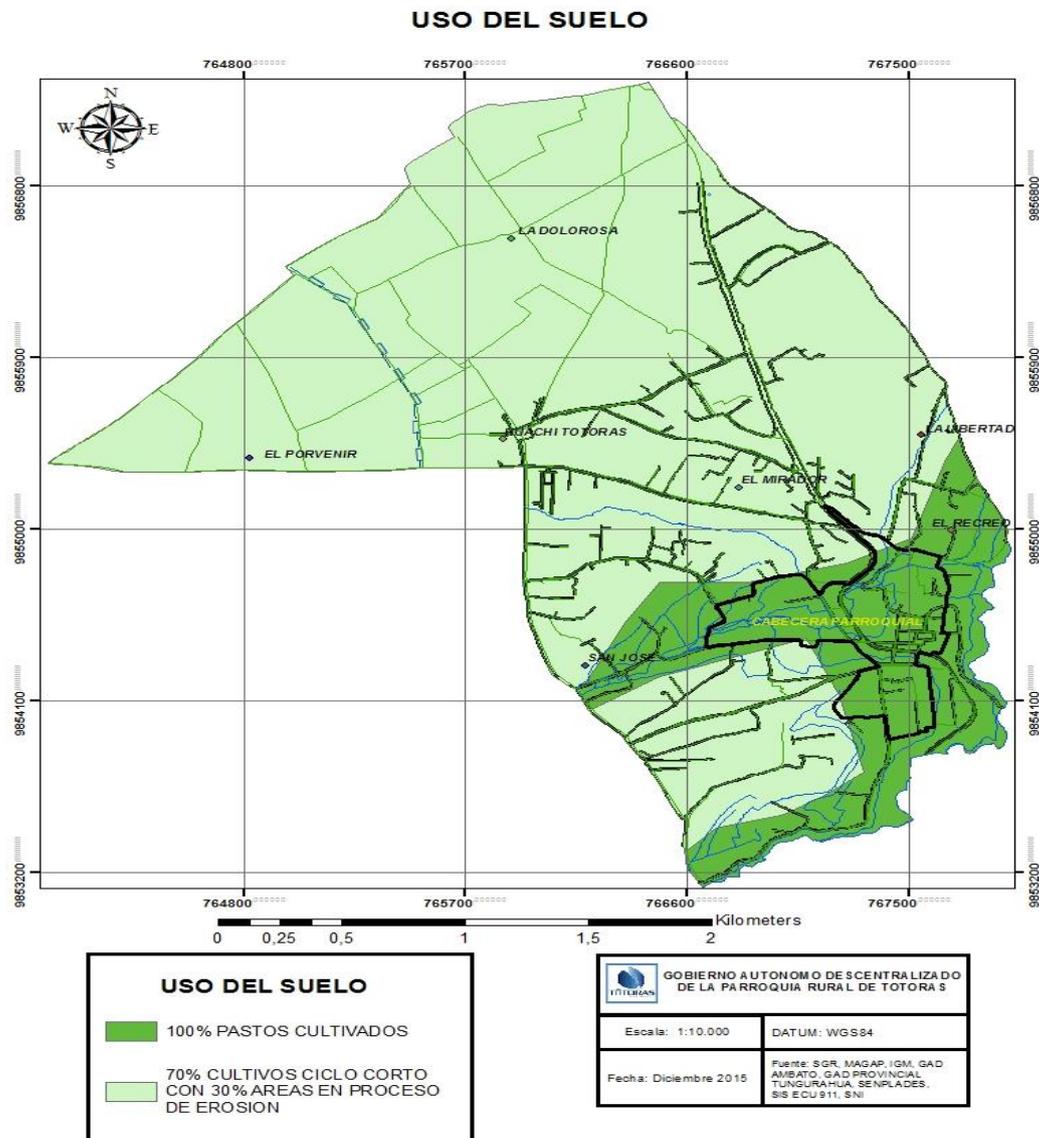


Grafico 2 Uso Actual del Suelo de la Parroquia

Fuente GAD Totoras (PDOT 2015), TONATO PAOLO, 2016

Mapa 4 Uso del Suelo de la Parroquia



Fuente: Mapa Base (GADMA 2015), TONATO PAOLO, 2016

Los caseríos La Dolorosa y Huachi Totoras se caracterizan por la presencia de cultivos en su componente agro productivo, como también aparecen zonas no cultivadas en proceso de erosión principalmente eólica, debido a la escasa cobertura vegetal de dichos suelos. En el mapa anterior observamos que la zona sur-este de la parroquia cultiva mayormente pastos, los cuales son utilizados en la crianza de especies menores y un pequeño número de especies de ganado vacuno existente.

Taxonomía del suelo

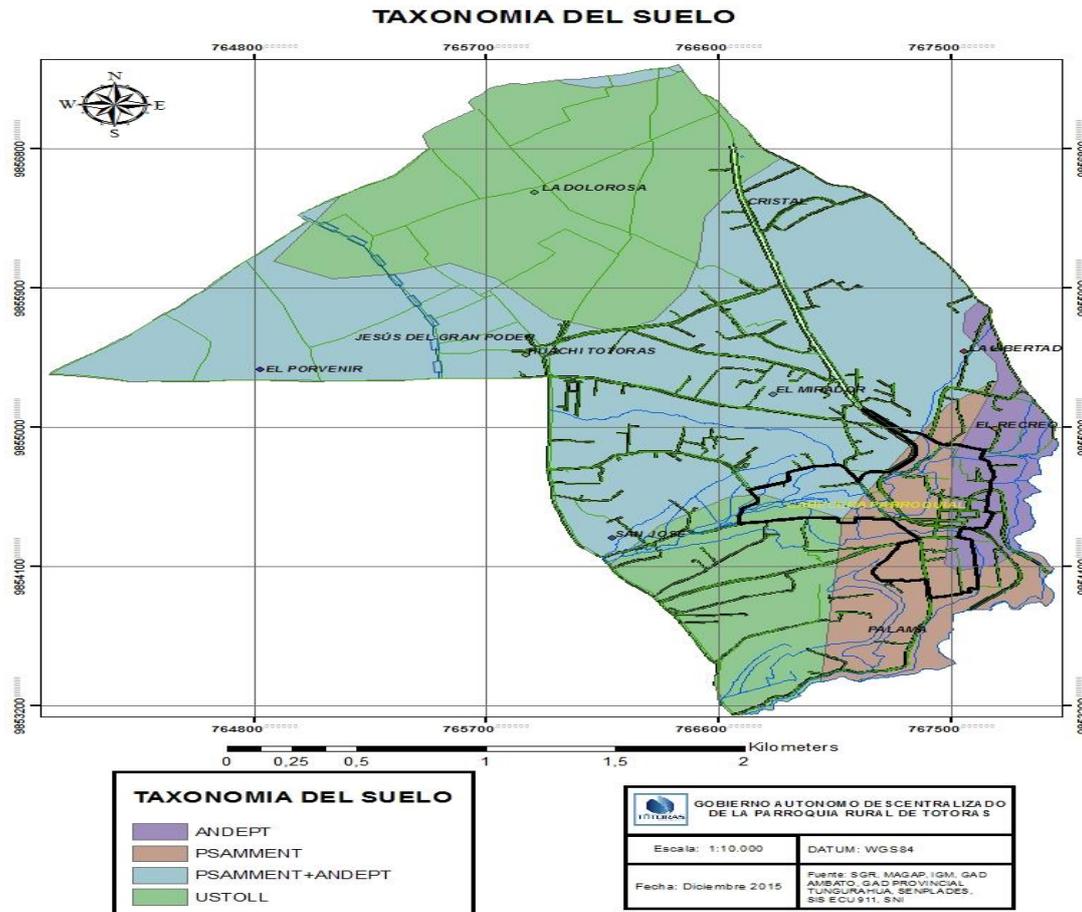
Inceptisoles.- Son superficiales a moderadamente profundos y de topografía plana a quebrada. Este tipo de suelos están empezando a mostrar el desarrollo de los horizontes puesto que los suelos son bastante jóvenes todavía en evolución. Es por ello, que en este orden aparecerán suelos con uno o más horizontes de diagnóstico cuya génesis sea de rápida formación con procesos de translocación de materiales o meteorización extrema. La mayoría de los Inceptisoles tienen un aprovechamiento forestal pero también son suelos de praderas o tierras de cultivo. Son buenos suelos para pastos siempre que la humedad no falte, y también sustentar el aprovechamiento agrícola razonablemente.

El Suborden Andept lo encontramos en el sector del barrio El Recreo y la parte este del centro parroquial a las riberas del río Pachanlica; mientras que el suborden Psamment caracteriza los suelos del sur este de la parroquia, es decir el resto del centro parroquial y parte del barrio Palahua, La combinación de suelos antes descritos identifican a la franja central este - oeste de la parroquia Totoras, donde se asienta el caserío Huachi Totoras, barrios: La Unión, Porvenir, Jesús del Gran Poder, parte de El Cristal, San Francisco El Placer, San José, Santa Rita, El Mirador y La Libertad.

Mollisol.- Deriva de la palabra “mullido” que significa suave; son suelos superficiales a moderadamente profundos desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios; tienen horizontes superficiales oscurecidos, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotados suficientemente de bases, principalmente Ca y Mg. Presentan topografía que varía entre ligeramente inclinada a extremadamente empinada. Son los suelos de los ecosistemas de pastizales. Este horizonte superficial fértil, Tienen la materia profunda, por lo general entre 60 a 80 cm de espesor.

Con estas características el suborden Ustoll se encuentra al norte de la parroquia, específicamente en el caserío La Dolorosa: barrio Fino y Bellavista; también se identifica en la parte sur este, en lo que es el barrio Palahua de Totoras.

Mapa 5 Taxonomía del Suelo



Fuente: Mapa Base (GADMA 2015), TONATO PAOLO, 2016

1.3.4 Beneficiarios Directos e Indirectos

1.3.5 Directos

Los beneficiarios directos con el trabajo de titulación del año 2015, es el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Totoras cuya institución se encarga de velar por el bienestar comunitario, para la implementación de normas ambientales.

1.3.6 Indirectos

Los beneficiarios indirecto son los pobladores de la parroquia Totoras, la cual cuenta con 6898 habitantes, este planta ayudara a minimizar el grado de contaminación de su rio en el cual se encuentra recentando directamente el efluente e limado por sus habitantes.

CAPÍTULO 2

2. Objetivos Del Proyecto

2.1.1 General

- “Diseñar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Totoras, Provincia de Tungurahua”

2.1.2 Específicos

- Realizar la caracterización Físico – Químicas y Microbiológicas en la salida del aguas residual de la parroquia Totoras.
- Desarrollar el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residual en base a cálculos de ingeniería.
- Establecer alternativas de tratabilidad más adecuadas a nivel de proceso u operacional.
- Efectuar el diseño mediante normas para estudio y diseño de agua potable y disposición de agua residual para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

CAPITULO 3

3. Estudio Técnico

3.1 Localización del Proyecto

Ubicación Geográfica: La parroquia Totoras se ubica al sureste del cantón Ambato, a una distancia de 8 Km. en la vía a Baños.

Localización Geográfica

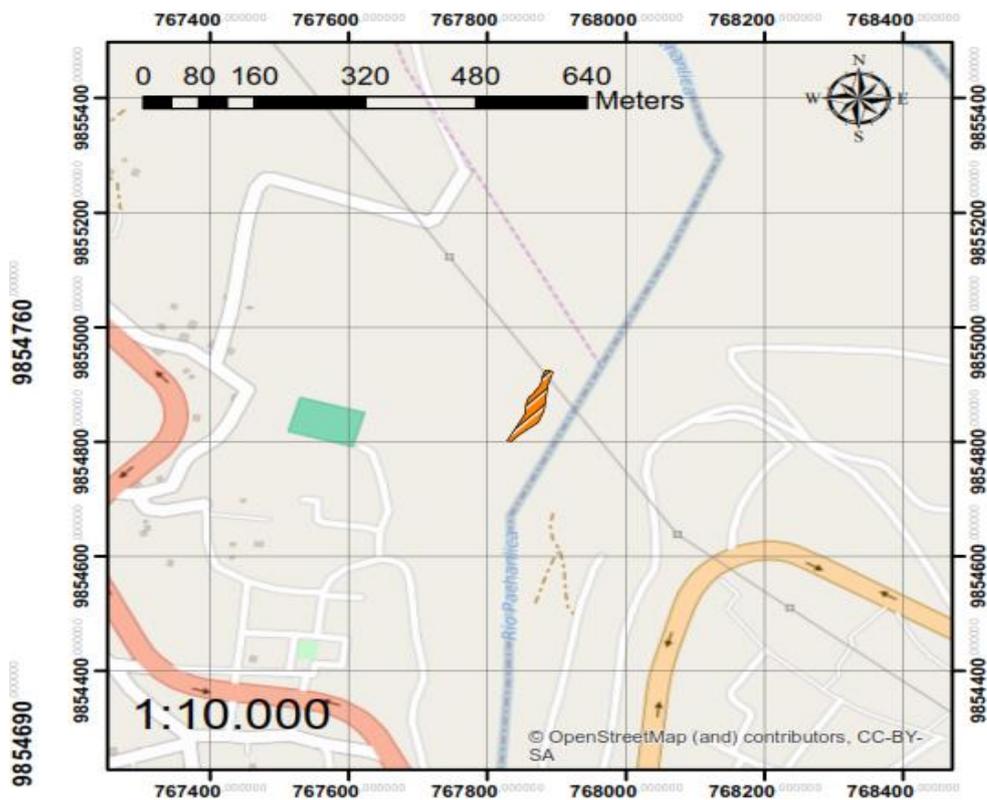
Latitud: $-1^{\circ} 14' 40.3296''$

Longitud: $-78^{\circ} 37' 45.8184''$

Altitud: 2661 m.s.n.m

Temperatura: 14,5 °C

Mapa 6 Ubicación Geográfica del Proyecto



Fuente: Mapa Base de ArcGis Ecuador, TONATO PAOLO, 2016

3.1.1 Micro localización del proyecto

Limites:

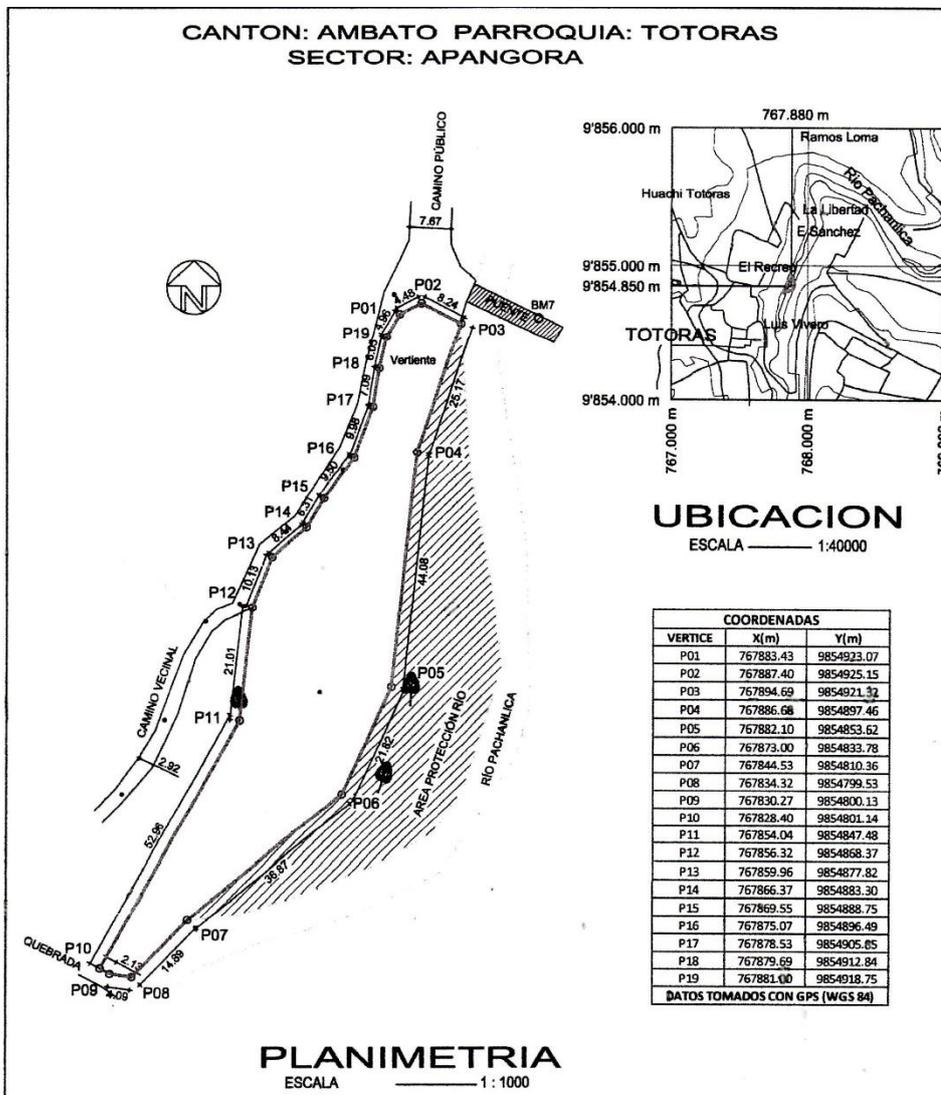
Norte: Camino Publico

Sur: Río Pachanlica

Este: Río Pachanlica

Oeste: Camino Vecinal Quebrada Pangora

Mapa 7 Localización de la Planta



FUENTE: E.P EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA, TONATO PAOLO, 2016.

3.2 Ingeniería del Proyecto

Introducción

En la actualidad las aguas residuales son un gran problema ambiental, debido al desarrollo industrial y demográfico, obligando a un consumo masivo de este recurso renovable, por razones de salud pública y por consideraciones, económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales.

El Ingeniero químico comprometido con nuevas alternativas ambientales, partiendo de una constante actualización de conocimientos, se ve en la capacidad de diseñar diferentes formas de tratar este tipo de aguas para evitar problemas de contaminación ambiental.

Cuando las aguas servidas son descargadas al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua sin recibir tratamiento previo, genera varias consecuencias, no solo al medio ambiente, sino también a la población debido a los índices elevados; además, la presencia de microorganismos patógenos representan un peligro constante, puesto que, al ser evacuadas a un efluente cercano, provocan daños importantes en la flora y fauna del sector. **(RODRIGUEZ, F. 2013)**

La parroquia Totoras no cuenta con un sistema de tratamiento del agua residual. Dicha agua es conducida mediante el sistema de alcantarillado y posteriormente descargada al río Pachanlúa sin recibir la depuración correcta.

Por tal motivo, diseñar un sistema de tratamiento representa una opción importante de solución a la descarga inadecuada de las aguas servidas. La alternativa presentada nos permitirá apreciar la reducción de los contaminantes presentes en el agua generada por la población, en el diseño se tendrá en cuenta las siguientes fases que son: un tratamiento preliminar mediante rejillas, después un tratamiento primario, para al final ser devuelto al medio ambiente, también se realizara un dimensionamiento de esta.

De esta manera, el agua en condiciones óptimas para su uso en las actividades agrícolas muy comunes en el sector y también se contribuirá a salvaguardar el medio ambiente y proteger la salud de la población.

3.2.1 Agua Residual

Definición

Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas domésticas y urbanas, y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, o las aguas que se mezclaron con las anteriores (aguas pluviales o naturales). Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo.

Según el origen, las aguas residuales son el resultado de la mezcla de líquidos y residuos sólidos arrastrados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, combinados con los residuos provenientes de las industrias y de actividades agrícolas, también de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que pueden agregarse casualmente al agua residual. (ROMERO, J. 2002)

3.2.1.1 Clases de Aguas residuales

Se clasifican en:

Domésticas: Son las aguas residuales producidas por las actividades humanas relacionadas con el consumo de agua potable: lavado de platos, duchas, lavatorios, servicios sanitarios y similares. Su calidad es muy uniforme y conocida y varía un poco con respecto al nivel socioeconómico y cultural de las poblaciones.

Industriales: Son las aguas que ha sido utilizadas en procesos industriales y que han recibido subproductos contaminantes como efecto de ese uso. Su calidad es sumamente variable y prácticamente se requiere un estudio particular para cada industria.

Agrarias: Son aguas provenientes de actividades agrícolas y ganaderas. La denominación de aguas agrarias se debe reservar a las procedentes exclusivamente.

De la actividad agrícola, aunque está muy generalizada su aplicación, también a las procedentes actividades ganaderas. La contaminación de las aguas agrarias es muy importante, perjudicando sensiblemente las características del cauce o medio receptor.

Infiltración y caudal adicionales: Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

Pluviales: Son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo. (15)

Cada persona genera 1,8 litros de material fecal diariamente, correspondiendo a 113,5 gramos de sólidos secos, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio.

3.2.1.2 Características del agua residual

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental de cara al proyecto y explotación de las infraestructuras tanto de recogida como de tratamiento y evacuación de las aguas residuales, así como para la gestión de la calidad medioambiental.

El agua residual es desagradable en su apariencia y en extremo peligro, en su contenido, principalmente debido al elevado número de organismos patógenos (virus, bacterias, protozoarios, helmintos) causante de enfermedades. (METCALF,EDDY. 1995)

El residuo fresco tiene tonalidad grisácea, mientras que el residuo séptico el color cambia gradualmente de gris a negro. El color negro caracteriza también el residuo de descomposición parcial.

Las aguas residuales pueden, presentar otro color, en los casos de contribución de residuos industriales como por ejemplo: los de las industrias textiles y curtiembres. En muchos casos las aguas residuales industriales requieren tratamiento antes de ser descargadas en el sistema de alcantarillado municipal.

A continuación se describen los principales contaminantes que tienen las aguas residuales y las condiciones por las deben ser eliminados con métodos apropiados.

Tabla N° 10 Contaminantes de las Aguas Residuales

N°	Contaminantes	Razón de la importancia
1	Sólidos en suspensión	Causan la sedimentación de lodos y condiciones anaeróbicas cuando las aguas negras no son tratadas y con descargadas a un medio acuático.
2	Orgánicos biodegradables	Constituido principalmente por proteínas, carbohidratos y grasa. Son definidos en términos de DQO y DBO. Si se los desemboca al ambiente sin tratar, su estabilización biológica puede causar la reducción de

		las fuentes naturales de oxígeno y el desarrollo de condiciones sépticas.
3	Patógenos	Ocasionan la transmisión de enfermedades contagiosas.
4	Nutrientes	Nitrógeno y fosforo, juntos con carbón son componentes principales para el desarrollo de las plantas. Cuando estos nutrientes son descargables en un medio acuático, originan el crecimiento de vida acuática peligrosa. Cuando son descargados a la tierra también pueden ocasionar contaminación del agua subterránea.
5	Orgánicos Refractarios	Estos suelen resistir los métodos comunes de tratamiento; los más convencionales son fenoles, detergentes y pesticidas agrícolas.
6	Metales Pesados	Son habituales descargados por las industrias.
7	Inorgánicos Disueltos	Entre estos tenemos: calcio, sodio y sulfatos que son consecuencia de las actividades domésticas.

FUENTE: Metcalf & Eddy, Ingeniería de Agua Residual, TONATO PAOLO, 2016.

3.2.1.3 Características físicas del agua residual

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, dentro de lo cual se encierra la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son: olor, conductividad, temperatura, densidad, color y turbiedad.

Tabla N° 11 Características Físicas del Agua Residual

N°	Parámetros	Características
1	Olor	El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el debido a la presencia del sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios. Las aguas residuales industriales pueden contener compuestos olorosos

		en sí mismos, o compuestos con tendencia a producir olores durante los diferentes procesos de tratamiento
2	Conductividad	La conductividad eléctrica (CE) del agua es la medida de la capacidad de una solución para conducir la corriente eléctrica. La CE se expresa en micromhos por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$) en unidades del sistema inglés y como mili Siemens por metro (mS/m) en unidades del SI.
3	Temperatura	La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. En función de la situación geográfica, la temperatura media anual del agua residual varía entre 10 y 21 °C, pudiéndose tomar 15,6 °C como valor representativo.
4	Densidad	Se define la densidad de un agua residual como su masa por unidad de volumen, expresada en kg/m^3 . Es una característica física importante del agua residual dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento.
5	Color	El color en aguas residuales es causado por los sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color verdadero se obtiene sobre una muestra filtrada. Dado que la medida depende del tamaño del poro del filtro, se debe especificar el tipo de filtro usado y el tamaño del poro.
6	Turbiedad	La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. . No obstante, sí están razonablemente ligados la turbiedad y los sólidos en suspensión en el caso de efluentes procedentes de la decantación secundaria en el proceso de fangos activados.
7	Solidos	Los diferentes tipos de solidos que existen en la ingeniería de aguas son:

		<p>Los sólidos sedimentables son definidos como aquel material que se sedimenta por acción de la gravedad en el fondo de un recipiente de forma cónica, (cono Imhoff) en periodo de tiempo de 60 minutos. Los sólidos sedimentables se expresan en mL/L.</p> <p>Los sólidos totales se clasifican en dos: solidos suspendidos y solidos disueltos. La cantidad y la naturaleza de los sólidos que se encuentra en el agua varían ampliamente. En el agua la mayor cantidad de los sólidos están disueltos (SD) y consisten especialmente en gases y sales.</p>
--	--	--

Fuente: Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales, TONATO PAOLO, 2016.

3.2.1.4 Características químicas del agua residual

Las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica, y los gases en el agua residual. La medición del contenido de la materia orgánica se realiza por separado por su importancia en la gestión de la cantidad del agua y en diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas.

Tabla N° 12 Características Químicas del Agua Residual

N°	Parámetros	Características
1	Potencial Hidrogeno (pH)	<p>El pH es un parámetro fundamental del agua, solución acuosas y sistemas coloidales que dependen de la disociación del agua y que es el índice definitorio de las propiedades de los fluidos, El pH es un índice de la concentración de los iones de hidrógeno (H) en el agua. Se define como $-\log(H^+)$.</p> $pH = -\log_{10} [a_{H^+}]$
2	Alcalinidad	<p>La alcalinidad en el agua se define como la capacidad que posee para neutralizar los ácidos. En aguas naturales, la alcalinidad es producto de la presencia de iones $[OH^-]$, $[CO_3^{2-}]$, y $[HCO_3^-]$, mismo que se incorporan al agua por acción del CO_2 sobre los materiales naturales del suelo.</p>

3	Nitrógeno	<p>Tanto el nitrógeno como el fosforo son indispensable para el desarrollo de protistas y plantas, por tal motivo recibe el nombre de nutrientes o bioestimuladores.</p> <p>El nitrógeno de nitritos, es relativamente inestable y fácilmente oxidable a nitratos. La concentración de nitritos rara vez excede la cantidad de 1 mg/L en las aguas residuales. A pesar de que su presencia suele darse en concentraciones pequeñas, los nitritos tienen gran importancia debido a su gran toxicidad para gran parte de la fauna piscícola y demás especies naturales.</p>
4	Cloruros	<p>Los cloruros son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1. El ion cloruro es uno de los iones más difundidos en las aguas naturales. No suele ser un ion que plantee problemas de potabilización a las aguas de consumo, aunque sí que es un indicador de contaminación de las aguas debido a la acción del hombre.</p>
5	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	<p>La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requiere los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas.</p> <p>El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a 5 días (DBO5). La determinación del mismo está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.</p> <p>Cuando el agua de dilución no ha sido inoculada,</p> $DBO, \frac{mg}{L} = \frac{D_1 - D_2}{P}$ <p>Cuando el agua de dilución ha sido inoculada,</p> $DBO, \frac{mg}{L} = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P}$ <p>Donde:</p> <p>D1 = oxígeno disuelto de la muestra diluida inmediatamente después de la preparación de la misma, en mg/L.</p>

		<p>D2 = oxígeno disuelto de la muestra diluida tras 5 días de incubación a 200 °C, en mg/L.</p> <p>P = fracción volumétrica de muestra empleada.</p> <p>B1 = concentración de oxígeno disuelto en el testigo (conteniendo sólo agua de dilución), antes de la incubación, en mg/L.</p> <p>B2 = concentración de oxígeno disuelto en el testigo (conteniendo sólo agua de dilución), después de la incubación, en mg/L.</p> <p>f = relación entre inóculo en la muestra e inóculo en el testigo (por 100 inóculo en D1)/(por 100 inóculo en B1).</p>
6	Demanda Química de Oxígeno	<p>La DQO es una prueba ampliamente utilizada para determinar el contenido de materia orgánica de una muestra de agua. A diferencia de la DBO, en esta prueba la materia orgánica es oxidada utilizando una sustancia química y no microorganismos.</p> <p>El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse.</p> <p>El dicromato potásico proporciona excelentes resultados en este sentido.</p> <p>El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica.</p>

Fuente: Metcalf, Eddy, Ingeniería de Aguas residuales, TONATO PAOLO, 2016.

3.2.1.5 Características biológicas

El ingeniero debe tener un conocimiento exhaustivo de las características biológicas de las aguas residuales. Las características biológicas de las aguas residuales son importantes en el control de enfermedades ocasionadas por organismos patógenos de origen humano, y por el papel activo e indispensable de las bacterias y otros microorganismos dentro de la descomposición y equilibrio

de la materia orgánica, ya sea en el medio ambiente natural o en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los microorganismos más importantes presentes en el agua residual son: bacterias, hongos, virus, protozoos y distintos tipos de algas.

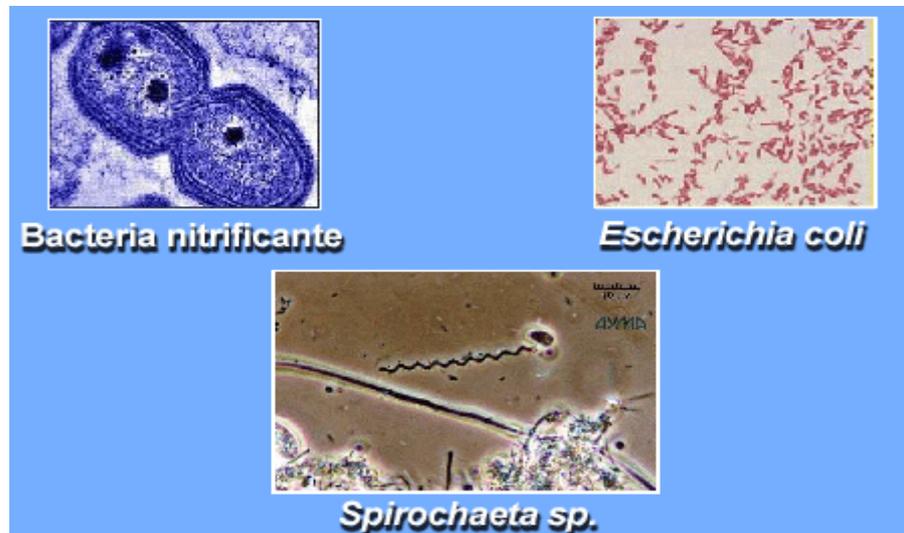


Figura 2 Microorganismos Típicos en el Agua Residual

Fuente: Microbiología en los Sistemas de Tratamiento de Agua residual, TONATO PAOLO, 2016.

Algunos son patógenos y otros no. Entre los principales cabe mencionar los virus de la Hepatitis. Por ejemplo en 1 g. de heces de un enfermo existen entre 10^6 – 10^8 dosis infecciosas del virus de la hepatitis.

El tracto intestinal del hombre contiene numerosas bacterias conocidas como Organismos COLIFORMES. El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana.

Coliformes Fecales

Los microorganismos patógenos que existen en las aguas residuales son pocos y difíciles de aislar e identificarlos, por esta razón se utiliza a los microorganismos coliformes como un organismo indicador de contaminación o presencia de organismos productores de alguna enfermedad.

Estos no sean dañinos se usan los coliformes como indicador debido a que el ser humano arroja diariamente en sus excrementos entre 10^9 y 10^{11} coliformes, por lo tanto su presencia puede detectarse con factibilidad y utilizarse como norma de control sanitario.

El exceso de coliformes fecales en un cuerpo de agua, hace que el agua sea no apta para el consumo humano, e insegura para la recreación.

Relación entre los coliformes fecales y los estreptococos fecales Se ha observado que las cantidades de coliformes y estreptococos fecales descargados por los seres humanos son significativamente diferentes de las cantidades descargadas por los animales. Por consiguiente, se ha propuesto que la relación entre los coliformes fecales (CF) y los estreptococos fecales (EF) contenidos en una muestra puedan emplearse para determinar el origen de la contaminación humana o animal de un agua.

La presencia de organismos filamentosos en el agua residual también debería determinarse, especialmente en aquellos casos en los que se valore la posibilidad de desarrollar tratamientos biológicos. También es necesario analizar la presencia de contaminantes prioritarios para comprobar la necesidad de adoptar tratamientos especiales y medidas de control especiales para minimizar la descarga de estos compuestos al medio ambiente.

3.2.2 Caudales

Caudal es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo a través de una sección dada de un curso o conducto de agua.

Es fundamental analizar detenidamente, a partir de los datos disponibles, las características y variables de los caudales. Debido a que afectan en el diseño de los sistemas de tratamiento, y en general en el diseño hidráulico de las redes de alcantarillado y en las plantas de tratamiento de agua residual. (13)

MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE CAUDALES

El aforo de caudales es un conjunto de operaciones que permiten determinar el caudal de un curso de agua de fluye por una determinada sección de un cauce natural.

Se realiza para un nivel de agua observada y para un cierto nivel o porcentaje de exactitud. Para la realización del aforo de caudales existente varios métodos que registran mediciones de una manera continua o permanente, o de una manera puntual o instantánea. La mayoría de métodos de aforo se basan en la ecuación de continuidad:

Método Volumétrico

Un procedimiento sencillo de medir caudales menores es la determinación directa de un tiempo que se necesita para llenar un recipiente de volumen estipulado. Con este propósito el fluido es

llevado a un canal que descarga en un recipiente, y su tiempo de llenado es medido con un cronometro.

Es necesario reiterar que con el método volumétrico se logra cifras aproximadas del aforo de un canal de agua. Para adquirir mejor representación del aforo, las muestras de agua pueden registrarse de varios sectores de la corriente. Estas muestras se promedian haciendo la sumatoria de todas las mediciones registradas, y dividiendo la suma total entre el número de aforos realizados. (15)

Para caudales de más de 4 L/s, es preciso emplear un recipiente de 10 litros de volumen, mismo que debe ser llevado a un tiempo de 2 ¹/₂, y para caudales mayores es recomendable el uso de un recipiente de volumen de 200 litros.

$$Q = C * T$$

Dónde:

Q= caudal

C= capacidad

T= tiempo

3.2.3 Parámetros básicos de diseño

3.2.3.1 Período de diseño

El período de diseño es por definición el tiempo que transcurre desde la iniciación del servicio del sistema, hasta que por falta de capacidad o desuso, sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto.

$n = \text{Vida útil} + \text{Período (inicio y construcción)}$

Tabla N° 13 Período de Diseño

TIPOS DE OBRA	
Tuberías Primarias / Secundarias	20 – 25 años
Obras de fácil Ampliación	
Colectores /Emisarios	> 30 años
Obras de gran Envergadura	

POBLACIÓN	
< 50 000 hab	20 años
> 50 000 hab	30 años
EQUIPOS	
Mecánicos	5 – 10 años
Combustión	5 -10 años
Eléctricos	10 – 15 años

Fuente: Dílon Moya M. (2010), Alcantarillado Sanitario, TONATO PAOLO, 2016.

Los principales factores que intervienen en el periodo de diseño son los siguientes.

- Durabilidad de las instalaciones
- Condiciones externas e internas: desgaste, corrosión, erosión, fragilidad, etc.
- Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación.- La asignación de un período de diseño ajustado a criterios económicos está regido por el grado de facilidad o no de su construcción.
- Crecimiento de la población.- Está en función de aspectos socioeconómicos y de desarrollo, por tanto un sistema de alcantarillado debe ser capaz y estimar ese desarrollo.

Conforme a la calidad de las estructuras y a los factores antes mencionados, se estima que el período de diseño puede promediarse entre 20 y 30 años, que es lo más recomendado en la mayoría de los casos, y de ninguna manera se proyectaran obras definitivas con periodos menores a los 20 años.

3.2.3.2 Índice Porcentual de Crecimiento Poblacional

Tabla N° 14 Índice Porcentual de Crecimiento

N°	Método	Concepto	Fórmula
1	Método Aritmético	Considera un crecimiento lineal y constante de la población	Ecuación 1 $r = \frac{\frac{Pf}{Pa} - 1}{n} * 100$

2	Método Geométrico	Mantiene constante el porcentaje de crecimiento por unidad de tiempo y no por unidad de monto.	Ecuación 2 $r = \frac{Pf^{\frac{1}{n}}}{Pa} - 1 * 100$
3	Método Experimental	El crecimiento se produce en forma continua y no por cada unidad de tiempo	Ecuación 3 $r = \frac{\ln \frac{Pf}{Pa}}{n} * 100$

Fuente: Dilon Moya M. (2010), Alcantarillado Sanitario, Ecuador, TONATO PAOLO, 2016.

Dónde:

Pf = Población Futura (Hab)

Pa = Población Actual (Hab)

n= Período de tiempo considerado (años)

r = Razón o tasa de crecimiento (%)

3.2.3.3 Población de diseño

Para la determinación de la población actual en la parroquia, se ha procedido con la aplicación de los datos estadísticos proporcionados por el INEC, conteo realizado en el sector y datos proporcionados por los presidentes de cada uno de los respectivos alcantarillados.

Para computar la población actual, se recomienda tomar un valor del 15% de la población estudiantil como población adicional. Por lo tanto, la población actual es igual a la población censada más el porcentaje de incremento por población estudiantil.

3.2.3.4 Población futura de diseño

Un parámetro muy importante para el dimensionamiento del proyecto es la población a servir. La planta de tratamiento y alcantarillado debe tener la capacidad adicional suficiente para hacer frente al futuro crecimiento de la población, y a un mejor desalojo de aguas residuales por persona, como consecuencia de un mayor desarrollo.

Además se tomará en cuenta los métodos tradicionales.

Tabla N° 15 Métodos de Dimensionamiento

N°	MÉTODO	FÓRMULA
1	Método Aritmético	Ecuación 4 $Pf = Pa(1 + r * n)$
2	Método Geométrico	Ecuación 5 $Pf = Pa(1 + r)^n$
3	Método Exponencial	Ecuación 6 $Pf = Pa * e^{r+n}$

Fuente: Dílon Moya M. (2010), Alcantarillado Sanitario, TONATO PAOLO, 2016.

Dónde:

Pf = Población Futura (Hab)

Pa = Población Actual (Hab)

n= Periodo de tiempo considerado (años)

r = Razón o tasa de crecimiento

3.2.3.5 Caudales de Diseño

Caudal Medio

La expresión para calcular el caudal promedio se da en un periodo de 24 horas, este caudal promedio es útil para analizar la capacidad de las plantas de tratamiento y para desarrollar los caudales empleados en un diseño, además, es usado para estimar parámetros de costos de bombeo y de químicos, lodos y tasa de descargas de orgánicos.

Ecuación 7

$$Q_{med} = \frac{\text{población (hab)} * \text{dotación (L/hab * dia)} * f}{8640}$$

Dónde:

Qmed= caudal medio de agua L/s

F= coeficiente de recuperación, el cual se estima en un 0,9

Caudal Máximo horario

El caudal máximo horario se estimó a partir del caudal medio diario por un factor de mayoración

Ecuación 8

$$Q_{MH} = M * Q_{med}$$

Dónde:

Q_{MH} = caudal máximo horario (L/s)

M= coeficiente de Harmon para poblaciones de más de 1000 habitantes

Q_{med} = caudal medio

Ecuación 9

$$M = 1 + \frac{14}{4 \sqrt{\frac{Poblacion}{1000}}}$$

Dónde:

Q_{max} = caudal máximo de agua m^3/d

Q_{prec} = caudal de precipitación

Caudal de conexión errada

Se refiere al incremento de volumen por aporte pluviométrico en las viviendas, a través de las rejillas de piso.

Ecuación 10

$$Q_e = (5\% - 10\%) * Q_{MH}$$

Caudal de precipitación

Valor que se aplica al caudal pluvial según el tipo de revestimiento, poco después de comenzar la lluvia. Hidrógrama: grafica que representa la variación del caudal pluvial con el tiempo en un sitio determinado, describe usualmente la respuesta hidrológica de un área de drenaje a un evento de precipitación.

Ecuación 11

$$Q_{prec} = 0,00278 * C * I * A$$

Dónde:

Q_{prec} = caudal de escurrimiento de aguas lluvias, en m^3/s

C= coeficiente de escurrimiento medio para un conjunto de superficies, adimensional

I = intensidad de precipitación (mm/h)

A= área de la superficie de las zonas afluyente, en ha

Tabla N° 16 Valor del Coeficiente de Esguerrimiento

N°	Característica generales de la cuenca receptora	Valores de C
1	Parte centrales, densamente construidas con calles y vías pavimentadas	0,70 a 0,90
2	Partes adyacentes al centro, de menor densidad de habitantes con calles y vías pavimentadas.	0,70
3	Zonas residenciales de construcciones cerradas y vías pavimentadas.	0,65
4	Zonas residenciales medianamente habitadas	0,55 a 0,65
5	Zonas residenciales de pequeñas densidades	0,35 a 0,55
6	Barios con jardines y vías empedradas	0,30
7	Superficies arborizadas, parques, jardines, y campos deportivos con pavimento	0,10 a 0,20

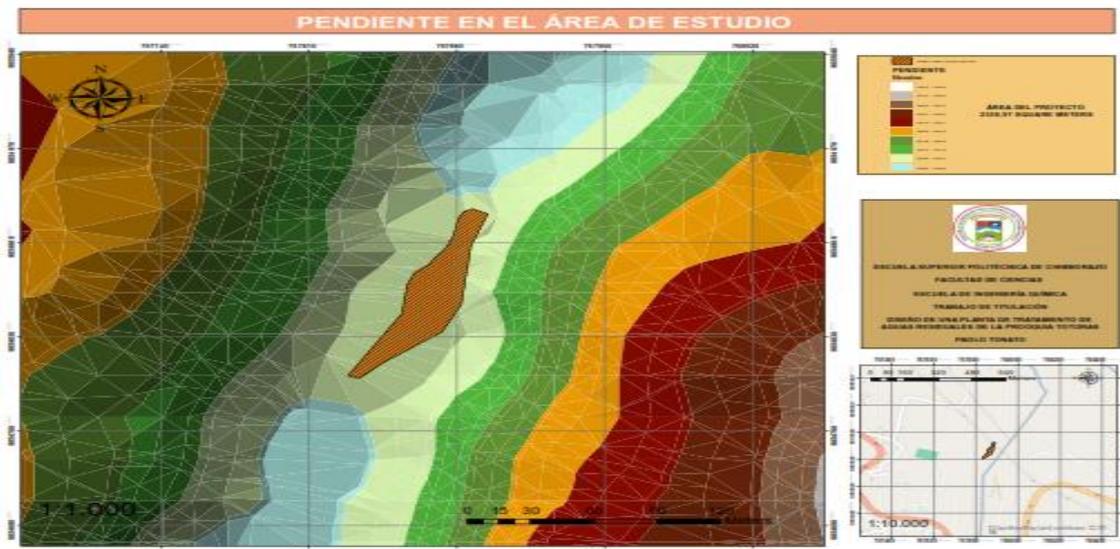
Fuente: NORMAS PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO PARA UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, TONATO PAOLO, 2016.

Tabla N° 17 Valores de C para Diversos Tipos de Superficie

N°	Características detalladas de la superficie	Valor de C
1	Superficie de tejados	0,95
2	Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,90
3	Pavimento asfáltico en buenas condiciones	0,85 a 0,90
4	Pavimento de hormigón	0,80 a 0,85
5	Empedrados	0,75 a 0,80
6	Pavimentos de macadam	0,25 a 0,60
7	Superficies no pavimentadas	0,1 a 0,30
8	Parques y jardines	0,05 a 0,25

Fuente: NORMAS PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO PARA UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, TONATO PAOLO, 2016.

Mapa 8 Pendiente en el Área de Estudio



Fuente: Mapa Base de ArcGis Ecuador, Pendiente en el Área de Estudio, TONATO PAOLO, 2016

CAUDAL DE DISEÑO

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al punto de vertimiento municipal.

Ecuación 12

$$Q_{Dis} = Q_{Mh} + Q_e + Q_{pre}$$

3.2.4 Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que da como finalidad eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos antes de su desalojo, en el que su nivel de contaminación sea bajo antes de ser enviado a un efluente y que cumpla con los límites existentes y que sean eliminados en forma natural.

3.2.4.1 Pretratamiento

Las agua residuales antes de su tratamiento dicho, se somete a un pretratamiento a un pretratamiento, que comprende una serie de operaciones físicas y mecánicas, que tienen por objetivo separar del agua residual la mayor cantidad posible de materia, que, por su naturaleza o tamaño, pueden dar lugar a problemas en las etapas posteriores del tratamiento. El correcto

Diseño y posterior mantenimiento de la etapa de pretratamiento son negativamente en el resto de las instalaciones originando obstrucciones de tuberías, válvulas y bombas, desgaste de equipos, formación de costras entre otros. (MENDOCA, S. 1997)

Tabla N° 18 Objetivos del Proceso de Pretratamiento

N°	PROCESO	OBJETIVO
1	Rejas o Tamizado	Eliminación de solidos gruesos
2	Trituradores	Desmenuzamiento de solidos
3	Desarenadores	Eliminación de arenas y gravillas
4	Pre aireación	Control de olores y mejoramiento del comportamiento hidráulico

Fuente: CEPIS/OPS-OMS, Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, TONATO PAOLO, 2016.

3.2.4.2 Tratamiento Primario

El tratamiento primario se centra en la eliminación de sólidos en suspensión, dando una cierta reducción de la contaminación biodegradable, debido a que una parte de los sólidos que se eliminan está constituida por materia orgánica.

El tratamiento primario presenta diferentes alternativas según la configuración general y el tipo de tratamiento que se haya adoptado. Se puede hablar de una sedimentación primaria como último tratamiento o precediendo un tratamiento biológico, de una coagulación cuando se opta por tratamientos de tipo físico-químico. (MENDOCA, S. 1997)

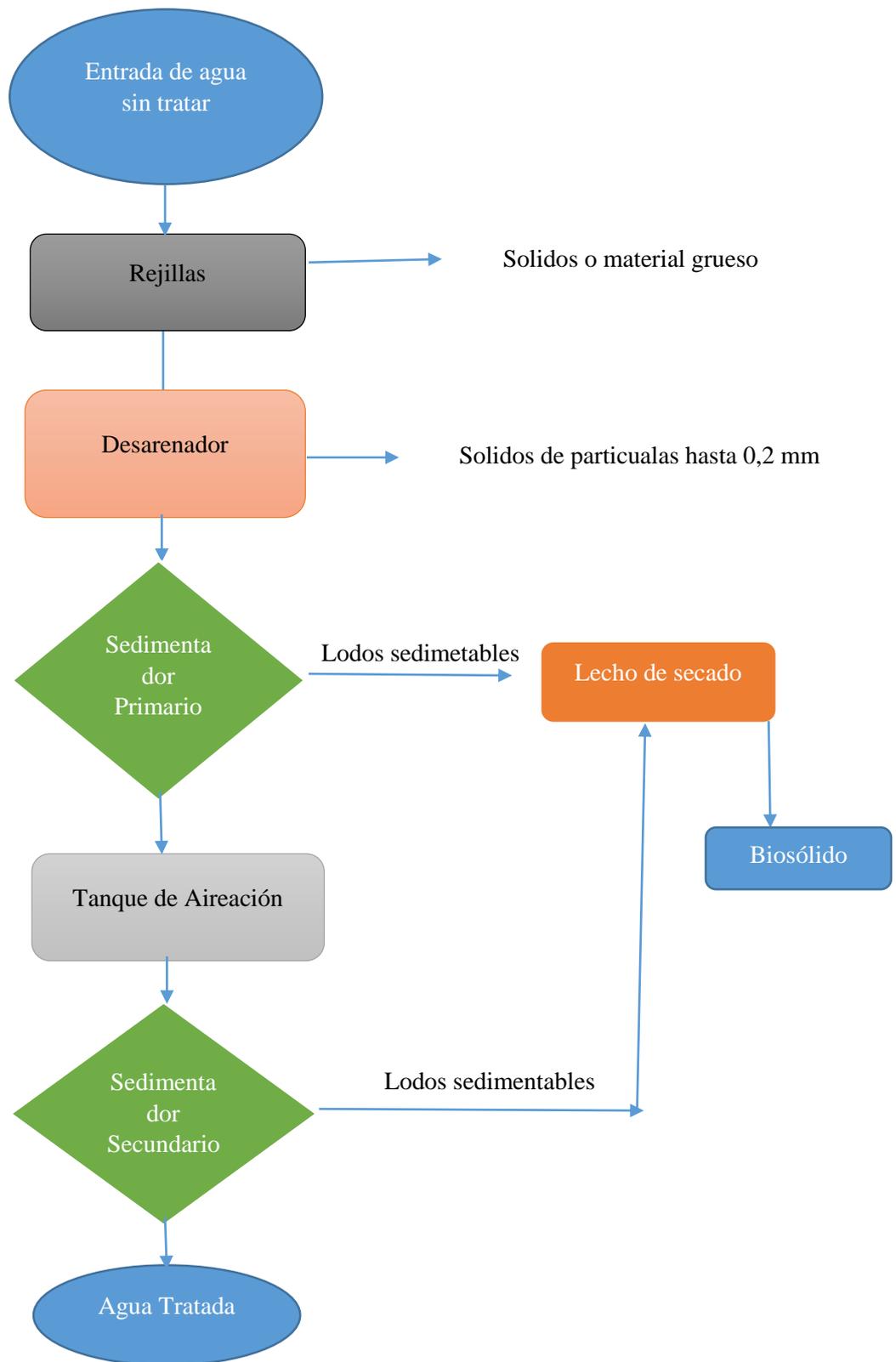


Figura 3 Diagrama de Flujo del Sistema de Tratamiento

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016

Rejas y Desbaste

El desbaste permite separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua bruta, que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos siguientes, o complicar la realización de los mismos. El desbaste consiste en eliminar componentes sólidos del agua por medio de rejas que están formadas por barrotes paralelos.

Las rejas pueden ser: de gruesos: distancia entre barrotes de 5-10 cm o de finos: distancia entre barrotes de 1,5-3 cm.

Homogenización

Consiste en unificar las características del agua residual e igualación cuando se requiere regular el flujo o caudal. La homogenización es una práctica útil en plantas pequeñas de tratamiento que experimentan variaciones entre los máximos y mínimos caudales y cargas contaminantes efluentes.

Aireación

En purificación y tratamiento de aguas se entiende por aireación el proceso mediante el cual se pone el agua en contacto íntimo con el aire, con el propósito de modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella. En resumen, es el proceso de introducir aire al agua.

El uso de la aireación en el tratamiento de aguas residuales es bastante común, este puede ser utilizado en sistemas de lodos activados, tanque de homogenización, lagunas aireadas. Cada una de las aplicaciones anteriores buscan como es natural, la transferencia del oxígeno del ambiente a la fase líquida, si bien es cierto este es el propósito principal de la aireación, también pueden lograrse dependiendo otros objetivos como: mezclado, suspensión de sólidos, enfriamiento o calentamiento del agua a tratar; además de la disolución de los gases en el líquido. (Dílon Moya M.2010)

Clasificación de sistemas de aireación.

De manera muy general podemos clasificar los sistemas de aireación de acuerdo a la forma en la que incorporan el aire en la fase líquida, es decir en como promueven el contacto de las fases aire-líquido para generar la fuerza motriz de la difusión del oxígeno hacia el líquido, pueden ser de tres tipos:

- Mecánicos
- Difusión
- Híbridos

Sedimentación

La operación por la cual se remueve las partículas sólidas de una suspensión mediante la fuerza de gravedad; en algunos casos, se denomina clarificación o espesamiento. Dos son las formas de sedimentación usadas en la purificación del agua: sedimentación simple y sedimentación después de coagulación y floculación o ablandamiento.

La sedimentación simple es generalmente un tratamiento primario para reducir la carga de sólidos sedimentables antes de la coagulación; en esos casos se conoce como pre sedimentación. La sedimentación después de la adición de coagulantes y de floculación se emplea para remover los sólidos sedimentables producidos por el tratamiento químico, como en el caso de remoción de color y turbiedad o en el ablandamiento.

Los tanques de sedimentación varían en forma y tamaño, dependiendo de la cantidad de agua que se va a decantar, además, del tipo de flujo que se maneje y de los mecanismos de auto limpieza aplicable.

3.2.4.3 Tratamiento Secundario

En este tipo de tratamiento lo que se busca es remover los materiales que son posibles de sedimentar, usando tratamiento físicos o físico-químicos. En algunos casos dejando, simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques o, en el caso de los tratamientos primarios mejorados, añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas quelantes (La precipitación química o coagulación es un proceso por el cual se agregan sustancias químicas para que así se de una coagulación de los desechos y poder retirar así los sólidos) que hacen más rápida y eficaz la sedimentación. También se incluyen en estos tratamientos la neutralización del pH y la eliminación de contaminantes volátiles como el amoníaco (desorción). Las operaciones que incluye son el desaceitado y desengrase, la sedimentación primaria y la filtración.

En este tipo de tratamiento se pueden retirar de un 60 a un 65% de los sólidos sedimentables y de 30 a 35% de los sólidos suspendidos en las aguas residuales.

Además de la materia orgánica se va a presentar gran cantidad de microorganismos como bacterias, hongos, protozoos, rotíferos, etc. Que entran en estrecho contacto con la materia orgánica la cual es utilizada como su alimento. Los microorganismos convierten la materia orgánica biológicamente degradable en CO₂ y H₂O y nuevo material celular. Además de estos dos ingredientes básicos microorganismos – materia orgánica biodegradable, se necesita un buen contacto entre ellos, la presencia de un buen suministro de oxígeno, aparte de la temperatura, PH y un adecuado tiempo de contacto.(Dílon Moya M.2010)

Lecho de Secado

Los lechos de secado son estructuras que eliminan una cantidad de agua suficiente para que el resto pueda manejarse como material sólido, con un contenido de humedad inferior al 70%.

Todos los lodos crudos tienen un contenido bajo de sólidos (1-6%). Los lodos provenientes de aguas residuales están compuestos especialmente por la materia orgánica removida del agua residual, la cual eventualmente se descompone y causa los mismos efectos indeseables del agua residual cruda. Las características de los lodos varían mucho dependiendo de su origen, de su edad, del tipo de proceso del cual proviene y de su fuente original.

En la selección del método de secado de lodos hay que tener en cuenta la naturaleza del lodo, los procesos subsecuentes de tratamiento y el método de disposición final, cuyos objetivos son los siguientes:

- Reducir los costos de transporte de lodos al sitio de disposición.
- Facilitar el manejo de lodos. Un lodo seco permite su manejo con cargadores, carretillas, entre otros.
- Minimizar la producción de lixiviados al disponer el lodo en un relleno sanitario.
- Disminuir la humedad para disminuir el volumen de lodos, facilitar su manejo y hacer más económico su tratamiento posterior y su disposición final.

3.2.5 Normativa Ambiental

Los requerimientos de la calidad del agua varían de acuerdo al uso que se les vaya a dar, debido a que algunas características del agua adecuadas para un fin pueden no serlo para otro. Es importante mencionar que no se deben confundir los requerimientos de la calidad del agua con los estándares o normas de su calidad. Los primeros están basados en la experiencia de uso y los segundos son cantidades establecidas por instituciones gubernamentales que regulan al respecto.

El permiso de descargas de aguas residuales industriales al alcantarillado público y a cuerpos de agua, es el instrumento administrativo que faculta a la actividad de regulador a realizar sus descargas al ambiente, siempre que estas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales. (6)

Por lo general, el agua residual lleva varias sustancias en exceso, las cuales deben de ser reguladas de acuerdo a la normativa ambiental antes de que sean descargadas un cause o cuerpo receptor. El contenido de estas aguas no debe exceder a los límites permisibles establecidos en la norma.

Para efectuar el cálculo, diseño y dimensionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, se aplica las siguientes normas técnicas:

- Plan Nacional del buen vivir 2013-2017, Objetivo 7: El Estado ecuatoriano reconoce y garantiza el derecho humano al agua, fundamental e irrenunciable. El agua constituye su patrimonio nacional estratégico público, inalienable, imprescindible, inembargable y esencial para la vida. Además, en el objetivo 7 se establece que: La problemática que aqueja al recurso agua es la falta de calidad, debido principalmente a la contaminación de las fuentes hídricas y cursos fluviales por medio de agroquímicos y aguas residuales, entre otro. Solamente el 55% de las viviendas ecuatorianas posee alcantarillado, lo que significa que el 45% restante desecha las aguas servidas en condiciones no adecuadas, al tiempo que contamina ríos y suelos (INEC, 2010^a). Cabe destacar que la solución a esta problemática es corresponsabilidad del gobierno central y los municipios. (6)
- CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07 – 601 NORMAS PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.
- Acuerdo ministerial No 061, establece que en tanto no sea derogados expresamente los anexos establecidos en el Acuerdo ministerial No 097, se entenderán como vigentes, se expedirán los anexos que contengan las normas técnicas que complementarán la efectiva aplicación del presente instrumento.
- “NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA”. Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce, Acuerdo Ministerial No 061 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), AM 097, Recurso Agua, Tabla 9, Anexo 1.

Tabla N° 19 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

Fuente: AM 097, Anexo I, Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes al Recurso Agua, Tabla 9, TONATO PAOLO, 2016.

N°	Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
1	Aceite y Grasa	Sustancia soluble en hexano	mg/L	30
2	Coliformes Fecales	Nmp	Nmp/100	10000
3	Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	200
4	Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	100
5	Fosforo total	P	mg/L	10
6	Sulfuros	S	mg/L	0,5
7	Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/L	50
8	Nitritos + Nitratos	Expresados como nitrógeno (N)	mg/L	10,0
9	Potencial Hidrogeno	pH		6 – 9
10	Solidos Totales	ST	mg/L	1600
11	Solidos Suspendedos Totales	SST	mg/L	130
12	Solidos Sedimentables	SS	mg/L	1,0
13	Temperatura	°C		Condiciones natural ± 3

3.3 Requerimientos de Tecnología Equipos y Maquinaria

Si bien no se va a utilizar un tipo especial de equipo o tecnología, va hacer necesario el uso de equipos los que permitirán obtener un buen resultado en el tratamiento del efluente, además de equipos que nos permitan cumplir con el plan propuesto por ejemplo:

3.3.1 Cribado o Rejillas

El cribado es la operación utilizada para separar material grueso del fluido, mediante el paso de esta por un cribado o rejillas. La criba puede ser de cualquier material agujerado ordenadamente, por ejemplo una plancha o lámina metálica, de madera o de concreto, con agujeros redondos, cuadrados o de cualquier forma geométrica.

Dimensionamiento de las rejillas:

- Las rejillas tiene que ser diseñadas de un material anticorrosivo, a fin de evitar el desgaste por la fricción del agua.
- las rejillas se fabricaran dejando una abertura entre sus barras.
- Deben tener una pequeña inclinación a fin de disminuir la presión del afluente.



Figura 4 Pretratamiento con Rejillas

Fuente: Crites, R, TONATO PAOLO, 2016.

Tabla N° 20 Características de Rejillas de Barras

N°	Características	De limpieza manual	De limpieza mecánica
1	Ancho de las barras	0,5 – 15 cm	0,5 – 1,5 cm
2	Profundidad de las barras	2,5 – 7,5 cm	2,5 – 7,5 cm

3	Abertura de las barras	2,5 – 5,0 cm	1,5 – 7,5 cm
4	Pendiente con la vertical	30° - 45°	0° – 30°
5	Velocidad de acercamiento	0,3 – 0,6 m/s	0,6 – 1 m/s
6	Perdida de energía permisible	15 cm	15 cm

FUENTE: ROMERO, J Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, TONATO PAOLO, 2016.

Tabla N° 21 Medida Típicas del Canal de Rejillas de un Sistema de Limpieza Manual

Ancho del canal (cm)	40, 50, 60, 80, 100, 125, 150, 180, 200, 225, 250
Separación entre barreras (cm)	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10

FUENTE: VALDEZ C, Tratamiento y dispositivos del agua residual, TONATO PAOLO, 2016.

Generalmente el flujo en el canal suele ser laminar, por lo que se recomienda que el agua tenga una velocidad de al menos 0.5 m/s para estancar los materiales, permitiendo el paso a partículas pequeñas. Sin embargo, durante época de lluvias la velocidad aumenta; en estas condiciones es recomendable que la velocidad máxima sea de 2.0 m/s.

Tabla N° 22 Parámetros para el Dimensionamiento de Rejillas

N°	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Valor Recomendado	Valor escogido
1	Caudal de diseño	$Q_{\text{diseño}}$	m ³ /s	0,266	-
2	Velocidad de aproximación*	V _a	m/s	0,3 – 0,6	0,45
3	Velocidad mínima*	V	m/s	0,3 – 0,6	0,6
4	Aceleración de la gravedad	G	m/s ²	9,8	-
5	Altura de seguridad	H _s	m	0,50	0,50
6	Espesor de la barra**	H	mm	15 – 50	20

7	Ancho del canal (propuesto)	b	m	0,5	-
8	Separación entre barras*	E	mm	15 – 50	20
9	Angulo de inclinación**	Ø	º	44 – 60	45
10	Perdida máxima de carga admisible**	Hf	m	0,015	0,015

Fuente:*RAS 2000 Titulo E, **Normas para Estudio Y Diseño de sistemas de agua potable y Disposición de Agua Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes ***Metcalf & Eddy, Tratamiento de Agua Residual, TONATO PAOLO, 2016.

Una técnica para el dimensionamiento de las rejillas es: emplear el caudal de diseño y la velocidad mínima recomendada, debemos determinar el área libre del agua.

Ecuación 13

$$A_L = \frac{Q}{v}$$

Dónde:

Q= caudal de diseño

V= velocidad mínima

AL= área libre

- También se puede plantear el tirante del agua en el canal (h)

Ecuación 14

$$h = \frac{A_L}{b}$$

Dónde:

h= tirante del agua en el canal

b= ancho del canal (m)

- Altura del canal (H)

Ecuación 15

$$H = h + H_s$$

Dónde:

H= altura del canal (m)

h= tirante del canal (m)

H_s= altura de seguridad (m)

- Longitud de las barras (L_b)

Ecuación 16

$$L_b = \frac{H}{\sin\theta}$$

Dónde:

L_b= longitud de las barras

H= altura del canal

Ø= ángulo de inclinación

- Número de barras (n)

Ecuación 17

$$n = \frac{b}{e + s}$$

Dónde:

n= número de barras

e= separación entre barras en mm

s= espesor de las barras en mm

- Pérdida de carga (H_f)

Las pérdidas hidráulicas a través de las rejillas son una función de la velocidad de aproximación del fluido y de la velocidad de flujo de los barrotes. Se estima mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 18

$$H_f = \frac{1}{0,7} * \left(\frac{V - V_a}{2g} \right)$$

Dónde:

H_f= pérdida de carga

V= velocidad mínima de flujo a través del espacio entre barras de la rejilla (m/s)

V_a= velocidad de aproximación del flujo hacia la rejilla (m/s)

0,7= coeficiente empírico que incluye pérdidas por turbulencia y formación de remolinos.

g= aceleración de la gravedad (m/s²)

- Velocidad de aproximación

Ecuación 19

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

Dónde:

V= velocidad de aproximación

Q= caudal de diseño (m³/s)

A_L= área libre (m²)

3.3.2 Desarenador

El desarenador tiene como objetivo eliminar las partículas de granulometría superior a 3cm, con el fin de evitar que se produzca sedimentos en los canales y conducciones y de evitar sobrecarga en las fases de tratamiento.

Esta etapa de tratamiento debe cumplir con dos funciones:

- Medir y regular el caudal de aguas que ingresa a la planta de tratamiento.
- Extraer los sólidos flotantes grandes, la arena y la grasa.

Dimensionamiento del desarenador

- El nivel del agua en la cámara se considera horizontal.
- La distribución de sedimentos se asume de acuerdo a un diagrama rectangular.
- La turbiedad del agua que ingresa al desarenador es constante.
- La velocidad media de flujo se asume constante y que no varía a lo ancho de la cámara ni en el tiempo.
- El lavado de los sedimentos se produce en régimen de flujo uniforme.
- Las variaciones de velocidad de sedimentación en función de las variaciones de temperatura del agua se consideran despreciables.



Figura 5 Desarenador

Fuente: <http://www.flickr.com/photos/gepadi/2109061728/in/photostream/ed>, TONATO PAOLO, 2016.

Cálculo del desarenador de limpieza hidráulica y lavado periódico:

El cálculo del desarenador se hace para el caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas servidas. Para la sección propuesta el área hidráulica es igual a:

Ecuación 20

$$A = L * B$$

H= 1.40m valor sugerido, (más 0.20m de seguridad)

La velocidad de la sección hidráulica se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 21

$$B = \frac{Q_{\text{diseño}}}{A}$$

3.3.3 Sedimentación Primario

Se refiere a la remoción de sólidos sedimentable presente en el agua residual por la acción de la gravedad, estas tienen mayor densidad que el líquido en el cual se encuentran suspendidos.

El objetivo de la operación es minimizar la velocidad de flujo del agua, haciendo pasar por un tanque o piscina, de manera que los sólidos en suspensión sedimenten debido a diferencias de densidades. Los tanques de sedimentación primaria eliminan entre 50 – 70% de sólidos suspendidos, y entre el 25 – 40 % de DBO₅, siempre que las condiciones de diseño sean bien manejados.

- **Sedimentador Circular**

Son los más comunes en plantas de tratamiento, ya que estos pueden lograr una buena remoción de lodos, el sistema de flujo es radial, para lo cual el agua residual se introduce por el centro o por la periferia del tanque.

La remoción de los lodos se realiza mediante la rastra para tanques con diámetros menores de 15m, y para cantidades de lodo se usa unidades con succionadores. Los vertederos de salida se extienden en forma usual alrededor de la periferia del tanque con deflectores que se extienden de 200 a 300 mm bajo la superficie del agua.

- **Parámetros de diseño**

Por lo general, se emplea sedimentadores circulares cuando el sistema de tratamiento se va implementar para pequeñas poblaciones, puesto que la barredora de lodos requiere menos partes móviles que el mecanismo de arrastre de un sedimentador rectangular, además porque los muros pueden ser más delgados que el de los tanques.

Tabla N° 23 Parámetros de Diseño para Sedimentadores Rectangular y Circular en Tratamiento Primario

N°	Parámetro	Intervalo	Típico
RECTANGULAR			
1	Profundidad (m)	3- 4,5	3,6
2	Longitud (m)	3 -25	25 – 40
3	Velocidad de los rascadores (m/min)	0,6 – 1,2	0,9
CIRCULAR			
4	Profundidad (m)	3 – 3,4	3
5	Longitud (m)	3 - 60	12 – 45
6	Anchura (m)	6,25 – 16	8
7	Velocidad de los rascadores (m/min)	0,02 – 0,05	0,03

Fuente: MERTCALF & EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales, TONATO PAOLO, 2016.

- Tiempo de retención hidráulica

En la determinación del área del sedimentador se utiliza las siguientes ecuaciones:

Ecuación 22

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

Dónde.

Tr= tiempo de retención (h)

V= volumen (m³)

Q= caudal (m³/h)

$$A = \frac{Q}{\text{carga superficial}}$$

Dónde:

A= área (m²)

Q= caudal (m³/h)

Carga = carga superficial (m³/m².dia)

La carga superficial utilizada para realizar los cálculos, está basada en los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tabla N^o 24 Valores Recomendados de la Carga Superficial para Distintas Suspensiones

N ^o	Suspensión	Carga superficial (m ³ /m ² .dia)	
		Intervalo	Caudal punta
1	Agua residual sin tratar	24 – 90	90
2	Flòculos de sulfato de aluminio	12 – 24	24
3	Flòculos de hierro	21 – 32	32
4	Floculo de cal	21 – 28	48

Fuente: Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas Residuales, TONATO PAOLO, 2016.

- Diámetro

En el cálculo del diámetro del sedimentador se emplea la siguiente ecuación siguiente:

Ecuación 23

$$A = \frac{\pi\theta^2}{4}$$

Ecuación 24

$$\theta = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}}$$

Para el radio del sedimentador:

Ecuación 25

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Dónde:

A= área (m²)

r= radio (m)

π = número irracional

- Volumen del sedimentador

Es una magnitud física que expresa:

Ecuación 26

$$V = \pi r^2 h$$

Dónde:

V= volumen del sedimentador (m³)

π = radio (m)

h= altura (m)

- Tiempo de retención hidráulica

Generalmente los tanques de sedimentación primaria se proyectan un tiempo de retención entre 1,5 a 2,5 horas para el caudal medio del agua residual

Ecuación 27

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

Dónde.

Tr= tiempo de retención (h)

V= volumen (m³)

Q= caudal (m³/h)

- Velocidad de arrastre

Es fundamental la velocidad de arrastre en las operaciones de sedimentación en donde las fuerzas que actúan sobre las partículas de sedimentación son originadas por la fricción del agua que fluye sobre la misma. La velocidad de arrastre de flujo debe ser menor de 1,5 m/ min, para prevenir la suspensión de sólidos. La velocidad de arrastre se puede calcular por la ecuación:

Ecuación 28

$$V_h = \left[8k (s - 1)g * \frac{d}{f} \right]^{1/2}$$

Dónde:

V_h= velocidad horizontal mínima a la cual se inicia el arrastre de las partículas (m/s)

K= constante de cohesión que depende del tipo de material arrastrado (0,04 para arena uní granular y 0,06 para material más aglomerado) en este caso se utilizara 0,05.

s= densidad relativa de las partículas para el cálculo usaremos el valor 1,05

g= aceleración de la gravedad 9,8 m/ s²

d= diámetro de las partículas 0,01

f= los valores más utilizados para f factor de fricción de Darcy –Weisbach van desde 0,02 hasta 0,03 utilizaremos en este caso el ultimo valor.

- Remoción de la BQO y Solidos suspendidos

Su eficiencia en la remoción de la DQO y los SST, en tanques de sedimentación primario como función de la concentración del afluente y el tiempo de retención mediante una modelación matemática se obtiene la siguiente expresión:

Ecuación 29

$$R = \frac{Tr}{a+b*Tr}$$

Dónde:

R= porcentaje remoción esperado (%)

Tr= tiempo nominal de retención (h)

a+ b= constante empíricas

Tabla N° 25 Constante Empíricas

Variables	a,h	b
DBO	0,018	0,020
SST	0,0075	0,014

Fuente: CRITES R and TCHOBANOGLOUS G, TONATO PAOLO, 2016.

3.3.4 Aireador Mecánico

Es la aplicación de aire u oxígeno en el agua, por ejemplo en el tratamiento de aguas residuales y de los efluentes de la decantación primaria que son recogidos en una cuba o depósito de aireación. Mediante el sistema de aireación se aporta oxígeno en un tanque de lodos activos a la vez que se produce la agitación de los mismos, logrando una mezcla adecuada del agua residual y los lodos. Existen aireadores de eje horizontal (tipo cepillo o rotores) y de eje vertical.

Todo aireador superficial debe realizar las siguientes funciones:

- Aportación de oxígeno.
- Dispersión del oxígeno en la masa líquida.
- Agitación para mezcla de los lodos activados.
- Evitar sedimentaciones en el fondo del tanque.

En plantas depuradoras hay diversos factores que inciden en la aportación efectiva de oxígeno al agua y ellos son: calidad del agua residual, nivel de detergentes, forma del tanque y relación anchura altura, radio hidráulico, disminución del rendimiento por obstrucciones del rotor, salinidad, temperatura, etc. La agitación debe ser suficiente para evitar la sedimentación en el fondo del tanque. Para ello la velocidad del líquido en el fondo ha de ser superior a 15-20 cm/sg. Según también el tipo de tanque. La potencia necesaria para mantener este tipo de velocidad depende de las dimensiones y forma del tanque, en los más usuales se obtiene una suficiente agitación considerando una potencia específica de 25w/m³.

La aportación de oxígeno de un aireador puede regularse variando la profundidad de inmersión del rotor, el sentido de giro y la velocidad de rotación y combinando todas las posibilidades. La profundidad máxima sin tubo de aspiración será de 3.6m. (17)

- **Diseño de un aireador superficial fijo**

Los Aireadores Superficiales (AIS) y de Turbina (TUR) fabricados por HIDROMETALICA, están constituidos en su conjunto por los siguientes elementos:

- Motor reductor
- Anclaje
- Mangón de acoplamiento
- Árbol
- Rotor

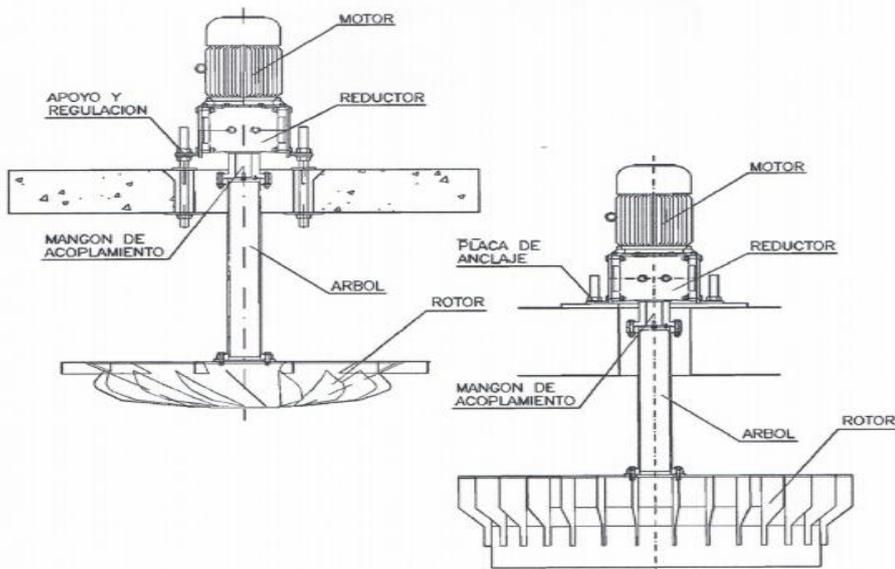


Grafico 3 Partes que Conforman un Aireador Superficial

Fuente: hidrometalica. AIREADORES, TONATO PAOLO, 2016.

MOTORREDUCTOR

Grupo motriz central formado por motor reductor epicicloidal de varias etapas, diseñado para trabajar en cualquier condición climática y totalmente impermeable. Tensión 220/380V, frecuencia 50Hz, protección IP54 y aislamiento clase B. Eje cilíndrico con chavetero desde diámetro 30.

ANCLAJE

Construido en acero A-42b, está formado por un eje tubular embridado en un extremo y con chavetera interior. Es el elemento de unión intermedia entre la salida del eje del reductor y el árbol de la turbina.

ARBOL

Construido por un eje tubular de acero A-42b embridado en ambos extremos, constituyendo el elemento de enlace para acoplar el mangón al rotor, transmitiéndole el movimiento del motor reductor al mismo.

ROTOR

Construido en chapa de acero A-42b o acero inoxidable con forma cilíndrica. Los álabes son radiales y equidistantes y normales a las bases. El número de álabes irá en función de la aportación de oxígeno necesaria. Su especial diseño impide cualquier obstrucción por los lodos presentes en el medio líquido.

Talleres HIDROMETALICA, fábrica de acuerdo con la normativa de la directriz de la Comunidad Europea "Máquinas 89/395/CEE, y con sus modificaciones y adiciones según las directivas 91/368 y 93/44, una gran variedad de Aireadores Fijo de Superficie, con las ventajas de:

- Sencillez en la unión rotor y reductor, con reducción total de averías
- Gran robustez y fácil montaje en obra
- Alto aporte de oxígeno

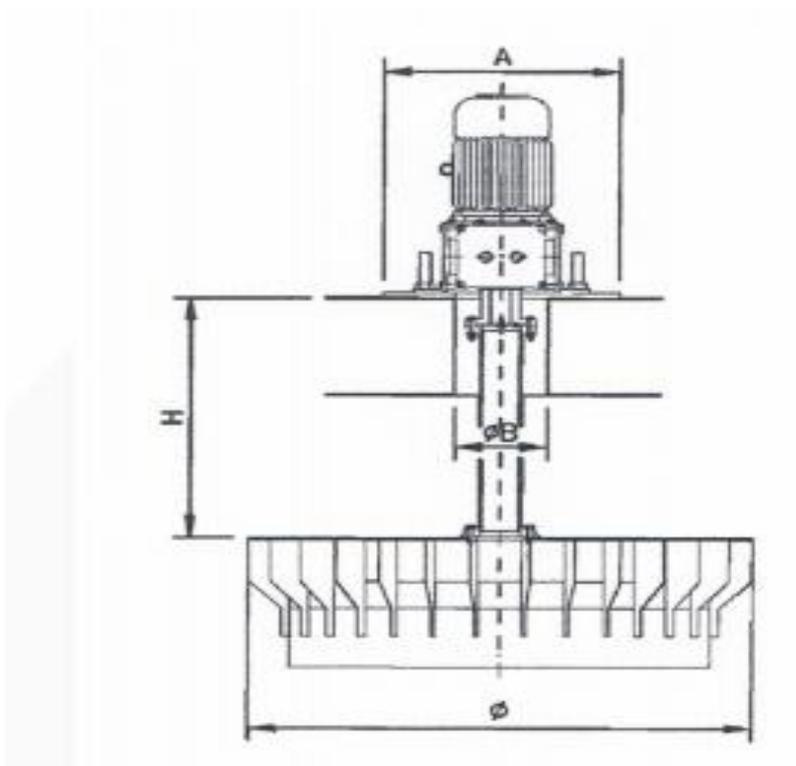


Grafico 4 Diseño del Motor de Aireación

Fuente: hidrometalica. AIREADORES, TONATO PAOLO, 2016.

Tabla N° 26 Parámetros de Diseño para un Aireador Superficial Fijo

N°	Ref ^a ASTM	Pi Cv	Ø mm	H mm	A mm	Ø B mm	Rotor r.p.m	Oxigeno kgO2/h	Ø salpicadura (m)
1	ASTM-1	1	500	600	350	175	130	2,5	2
2	ASTM-1.5	1.5	600	650	350	175	120	3,75	2
3	ASTM-2	2	700	650	400	200	100	4,50	2
4	ASTM-3	3	800	700	450	225	100	5	2,3
5	ASTM-4	4	830	700	450	225	100	5.50	2,3
6	ASTM-5.5	5.5	850	700	500	250	90	6,84	2,6
7	ASTM-7.5	7.5	900	700	500	250	90	9,40	2,9
8	ASTM-10	10	920	750	530	265	90	12,83	3
9	ASTM-15	15	1100	900	530	265	83	18,8	3,35
10	ASTM-20	20	1100	1000	600	300	83	25,6	3,7

Fuente: hidrometalica. AIREADORES, TONATO PAOLO, 2016.



Grafico 5 Aireador Superficial Fijo

Fuente: hidrometalica. AIREADORES, TONATO PAOLO, 2016

3.3.5 Sedimentador secundario

Se emplea un sedimentador circular en el proceso será circular, debido a que es el más empleado en pequeñas poblaciones.

Parámetros de Diseño

En el dimensionamiento se debe considerar lo siguiente:

Tabla N° 27 Parámetros de Diseño de un Sedimentador Secundario

N°	Tipo de tratamiento	Carga superficial (m ³ /m ² *día)		Carga de solidos Kg/m ² h		Profundidad (m)
		Media	Punta	Media	Punta	
1	Sedimentación a continuación del proceso de fagos activados (excepto en la aireación prolongada)	16 – 32	41 – 49	3,90 – 5,85	9,76	3,6 – 6,0

2	Sedimentación a continuación del proceso de fagos activado con oxígeno	16 – 32	41 – 49	4,88 – 6,83	9,76	3,5 – 6,0
3	Sedimentación a continuación del proceso de aireación prolongada	8 – 16	24,42-32	0,97 – 4,88	6,83	3 – 6,0
4	Sedimentación a continuación de filtros percoladores	16- 24	41 – 49	2,93 – 4,88	7,81	3,0 – 4,5
5	Sedimentación a continuación de biodiscos: Efluente secundario Efluente nitrificado	16 – 32 16 – 24	41 – 49 32 – 41	3,90 – 5,85 2,93 – 4,88	9,76 7,81	3,0 – 4,5 3,0 – 4,5

Fuente: METCALF & EDDY, Ingeniería de Agua Residual, TONATO PAOLO, 2016.

➤ Área superficial del sedimentador

Tomando en cuenta los valores recomendados en la tabla 6, es posible determinar el área del sedimentador secundario con la ecuación siguiente:

Ecuación 30

$$A = \frac{Q}{\text{carga superficial}}$$

Radio del sedimentador

Se utiliza la ecuación siguiente:

Ecuación 31

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Diámetro del sedimentador

Utilizando la ecuación; además entre el 20 al 10% del sedimentador es el reparto central, entonces:

Ecuación 32

$$R_c = \emptyset \times 20\%$$

Dónde:

R_c= reparto central del diámetro (m)

∅= diámetro del sedimentador secundario (m)

El diámetro se puede determinar también:

Ecuación 33

$$\emptyset = 2r$$

Basándonos en la tabla 12, podemos determinar la profundidad. La altura de reparto es ¼ de la profundidad:

Ecuación 34

$$H_r = \frac{1}{4} \times h$$

Dónde:

H_r= altura de reparto (m)

h= profundidad (m)

Volumen del sedimentador

Se calcula utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 35

$$V = \pi r^2 h$$

Carga de rebose sobre el vertedero perimetral de salida

La carga de rebose sobre el vertedero perimetral de salida es la relación entre el caudal de diseño y el diámetro del sedimentador secundario:

Ecuación 36

$$C_v = \frac{Q}{\phi\pi}$$

Dónde:

C_v = Carga de vertedero (m^2/h)

Q = Caudal a tratar en el sedimentador secundario (m)

ϕ = Diámetro del sedimentador (m)

Tiempo de retención hidráulica

Ecuación 37

Podemos emplear l ecuación:

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

3.3.6 Lecho de secado de lodos

Los lechos de secado son estructuras que eliminan una cantidad de agua suficiente para que el resto pueda manejarse como material sólido, con un contenido de humedad inferior al 70%.

DIMENSIONAMIENTO DEL LECHO DE SECADO

Tiempo requerido para la digestión de lodos

El tiempo para la digestión de lodos varía con la temperatura

Tabla N° 28 Tiempo Requerido para la Digestión de Lodos

N°	Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
1	5	110
2	10	76

3	15	55
4	20	40
5	>25	30

Fuente: Dilon Moya M. (2010), Alcantarillado Sanitario, Ecuador, TONATO PAOLO, 2016.

➤ **Datos para el cálculo del lecho de secado**

- a) Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en kg de SS/día).

Ecuación 38

$$C = \frac{\text{pf}(\text{hab}) * 90 \left(\frac{\text{SS}}{\text{hab}} \div \text{dias} \right)}{1000}$$

- b) Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día)

Ecuación 39

$$\text{Msd} = 0,5 * 0,7 * C + (0,5 * C * 0,3)$$

- c) Volumen Diario De Lodos Digeridos (VL.D., en lts/día)

Ecuación 40

$$V_{ld} = \frac{\text{Msd}}{\text{plodo} * \left(\% \text{de} \frac{\text{sólido}}{100} \right)}$$

- d) Volumen De Lodos A Extraerse Del Tanque (Vel, en m3)

Ecuación 41

$$\text{Vel} = \frac{V_{ld} * Td}{1000}$$

- e) Calculo Del Área Del Lecho De Secado (Als, en m2)

- f) Adoptamos las siguientes consideraciones:

Ecuación 43

$$A_{ls} = \frac{B_{el}}{H}$$

Ecuación 44

$$A_{ls} = B^2$$

3.4 Dimensionamiento del Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

3.4.1 Cálculos

3.4.1.1 Datos

Tabla N° 29 Datos para el Cálculo de la Planta

Nº	Parámetros	Abreviaturas	Unidades	Valor escogido
1	Habitantes(2001)	hab		5516
2	Habitantes(2010)	hab		6898
3	Dotación	D	L/hab*día	120,30
4	Coefficiente de retorno	f	Adimensional	0,90
5	Área Superficial de la cuenca hidráulica	A	ha	0,2336
6	Precipitación (Estación Meteorológica Pedro Fermín Cevallos)	I	mm/h	0,764
7	Coefficiente de escurrimiento	C	Adimensional	0,70
8	Potencia específica	Pe	w/m ³	25

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

3.4.1.2 Proyecto de la población

Existen tres métodos de cálculo:

Dónde:

Pf (2010) = 6898 hab

Pa (2001) = 5516 hab

n = Periodo de tiempo considerando = 9 años

Tabla N° 30 Cálculo del Índice Porcentual de Crecimiento Poblacional

Método aritmético	Método geométrico	Método exponencial
$r = \frac{\frac{Pf}{Pa} - 1}{n} * 100$	$r = \frac{\sqrt[n]{Pf} - 1}{Pa} * 100$	$r = \frac{\ln \frac{Pf}{Pa}}{n} * 100$
$r = \frac{\frac{6898}{5516} - 1}{9} * 100$	$r = \frac{\sqrt[9]{6898} - 1}{5516} * 100$	$r = \frac{\ln \frac{6898}{5516}}{9} * 100$
r= 2,784%	r= 2,515%	r= 2,484%

Elaborado por: TONATO PAOLO, 2016.

➤ Población futura

Datos:

Pa = 6898hab

n = Período de tiempo considerando = 20 años

Tabla N° 31 Cálculo de la Población Futura

Método aritmético	Método geométrico	Método exponencial
$Pf = Pa(1 + r * n)$	$Pf = Pa(1 + r)^n$	$Pf = Pa \times e^{r \times n}$
$Pf = 6898(1 + (0,02784 * 20))$	$Pf = 6898(1 + 0,02515)^{20}$	$Pf = 6898 \times e^{0,02484 \times 20}$
Pf =10738,80 hab	Pf = 11336,30 hab	Pf= 11336,54 hab

Elaborado por: TONATO PAOLO, 2016.

3.4.1.3 Caudal de diseño

Tabla N° 32 Cálculo del Caudal de diseño

N°	Parámetros	Ecuación	Cálculo	Resultado
----	------------	----------	---------	-----------

1	Caudal medio	$Q_{med} = \frac{Pf \times D}{86400} * f$	$Q_{med} = \frac{11336,80hab * 120,36L/hab \times dia}{86400} * 0,90$	$Q_{med} = 14,21 L/s$
2	Coefficiente de Harmon	$M = 1 + \frac{14}{4\sqrt{P/1000}}$	$M = 1 + \frac{14}{4\sqrt{11336,8/1000}}$	$M = 2,04$
3	Caudal máximo horario	$Q_{MH} = M * Q_{med}$	$Q_{MH} = 2,04 * 14,21 L/s$	$Q_{MH} = 29 L/s$
4	Caudal de precipitación	$Q_{prec} = C * I * A$	$Q_{prec} = 0,7 * 0,76 * 0,2336$	$Q_{prec} = 0,12 L/s$
5	Caudal por conexiones erradas	$Q_e = (5\% - 10\%) * Q_{MH}$	$Q_e = 10\% * 29 L/s$	$Q_e = 2,9 L/s$
6	Caudal de diseño	$Q_{Dis} = Q_{MH} + Q_e + Q_{pre}$	$Q_{dis} = 29 L/s + 2,9 L/s + 0,12 L/s$	$Q_{dis} = 32,02 L/s (/1000) = 0,032 m^3/s$

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

3.4.1.4 Diseño de rejillas

Tabla N° 33 Cálculo del Diseño de Rejillas

N°	Parámetros	Ecuación	Cálculo	Resultado
1	Área libre	$A_L = \frac{Q}{v}$	$A_L = \frac{0,032 m^3/s}{0,75m/seg}$	$A_L = 0,043m^2$
2	Tirante del agua del canal	$h = \frac{A_L}{b}$	$h = \frac{0,043m^2}{0,50 m}$	$h = 0,086m$
3	Altura del canal	$H = h + H_s$	$H = (0,086 + 0,5) m$	$H = 0,58m$
4	Longitud de las barras	$L_b = \frac{H}{\sin\theta}$	$L_b = \frac{0,58m}{\sin 45}$	$L_b = 0,82 m$
5	Número de barras	$n = \frac{b}{e + S}$	$n = \frac{0,5 m}{(0,02 + 0,02)m}$	$n = 12,5 = 13$
6	Pérdida de carga	$H_f = \frac{1}{0,7} * \frac{V - V_a}{2g}$	$H_f = \frac{1}{0,7} * \frac{(0,6 - 0,45)m/s}{2 * 9,8m/seg^2}$	$H_f = 0,0109 seg$

7	Velocidad de aproximación	$V = \frac{Q}{A_L}$	$V = \frac{0,032 \text{ m}^3/\text{s}}{0,20\text{m}^2}$	V = 0,16 m/seg
---	---------------------------	---------------------	---	----------------

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

3.4.1.5 Desarenador

Tabla N° 34 Cálculo del Desarenador

N°	Parámetros	Ecuación	Cálculo	Resultado
1	Área	$A = L * B$	$A = (2,00 * 1,50)$	$A = 3 \text{ m}^2$
2	Velocidad	$V = \frac{Qd}{A}$	$V = \frac{0,032 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{3\text{m}^2}$	V= 0,01 m/s

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

La velocidad calculada, es menor que 0.30 m/s, valor requerido para sedimentar partículas de hasta 0.2 mm de diámetro.

3.4.1.6 Diseño del sedimentador primario

Tabla N° 35 Cálculo del Sedimentador Primario

N°	Parámetros	Ecuación	Cálculo	Resultado
1	Volumen	$Tr = \frac{V}{Q}$	$2,5 \text{ h} = \frac{V}{115,2\text{m}^3/\text{h}}$	$V = 288 \text{ m}^3 / 2 = 144 \text{ m}^3$
2	Radio	$r = \sqrt{\frac{V}{\pi * h}}$	$r = \sqrt{\frac{144}{\pi * 3}}$	r = 3,90m
3	Diámetro	$\emptyset = 2 * r$	$\emptyset = 2 * 3,90 \text{ m}$	$\emptyset = 7,8 \text{ m}$
4	Área	$A = \pi * r^2$	$A = \pi * (3,90)^2$	A= 47,78 m ²

5	Velocidad de arrastre	$V_h = \left[8k (s - 1)g * \frac{d}{f} \right]^{1/2}$	$V_h = \left[8 * 0,05 (1,05 - 1) \right]^{1/2} \left[9,8m/seg^2 * \frac{0,01m}{0,03} \right]$	$V_h = 0,256 \text{ m/s}$
6	Remoción de DBO	$R_{DBO} = \frac{Tr}{a + b * Tr}$	$R_{DBO} = \frac{2,5}{0,018 + 0,020 * 2,5}$	$R_{DBO} = 36,76 \%$
7	Remoción de SST	$R_{SST} = \frac{Tr}{a + b * Tr}$	$R_{SST} = \frac{2,5}{0,0075 + 0,014 * 2,5}$	$R_{SST} = 39,06\%$

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

3.4.1.7 Dimensionamiento del tanque de aireación

Tabla N° 36 Cálculo del Tanque de Aireación

N°	Parámetros	Ecuación	Cálculo	Resultado
1	Volumen total	$V_T = Q * 6h$	$V_T = 115,2 \text{ m}^3/h * 6h$	$V_T = 691,2 \text{ m}^3$
2	Volumen de diseño	$V_{\text{Diseño del Tanque}} = V_T * 1,04$	$V_{\text{Diseño del Tanque}} = 691,2 \text{ m}^3 * 1,04$	$V_{\text{Diseño del Tanque}} = 718,84 \text{ m}^3$
3	Volumen del tanque	$V = L * A * h$	$V = 10m * 6m * 3m$	$V = 180 \text{ m}^3$

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

➤ Diseño de un aireador superficial fijo

Para el diseño se tomara la norma AIS La potencia necesaria para mantener este tipo de velocidad depende de las dimensiones y forma del tanque, en los más usuales se obtiene una suficiente agitación considerando una potencia específica de 25w/m³.

Calcular la potencia necesaria:

$$P = 25 \text{ w/m}^3 V$$

$$P = 25 \text{ w/m}^3 * 180 \text{ m}^3$$

$$P = 4500 \text{ w}$$

Convertir de watt a cv para utilizar la tabla 18 de especificaciones de diseño

$$1 \text{ watt} = 0,001341 \text{ cv}$$

$$P = 7,23 \text{ cv}$$

$$P = 7,5 \text{ cv}$$

Ref ^a ASTM	Pi Cv	Ø mm	H mm	A mm	Ø B mm	Rotor r.p.m	Oxígeno kgO2/h	Ø salpicadura (m)
ASTM-1	1	500	600	350	175	130	2,5	2
ASTM-1.5	1.5	600	650	350	175	120	3,75	2
ASTM-2	2	700	650	400	200	100	4,50	2
ASTM-3	3	800	700	450	225	100	5	2,3
ASTM-4	4	830	700	450	225	100	5.50	2,3
ASTM-5.5	5.5	850	700	500	250	90	6,84	2,6
ASTM-7.5	7.5	900	700	500	250	90	9,40	2,9
ASTM-10	10	920	750	530	265	90	12,83	3
ASTM-15	15	1100	900	530	265	83	18,8	3,35

Según cálculos se opta para el diseño el motor de 7.5 para la aireación de la planta de tratamiento.

3.4.1.8 Dimensionamiento del sedimentador secundario

Tabla N° 37 Cálculo del Sedimentador Secundario

N°	Parámetros	Ecuación	Cálculo	Resultado
1	Área	$A = \frac{Q}{C_s}$	$A = \frac{1382,4 \text{ m}^3/\text{d}}{\frac{32 \text{ m}^3}{\text{m}} *}$	A= 43,2 m ²
2	Diámetro	$\phi = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$	$\phi = \sqrt{\frac{4 * 43,2}{\pi}}$	Ø = 7,40m
3	Radio	$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	$r = \sqrt{\frac{43,2}{\pi}}$	r=3,70 m

4	Tiempo de retención	$Tr = \frac{V}{Q}$	$Tr = \frac{154,83 \text{ m}^3}{129,02 \text{ m}^3/\text{h}}$	Tr= 1,20h
5	Altura de reparto	$Hr = \frac{1}{4} h$	$Hr = \frac{1}{4} * 3\text{m}$	Hr= 0,75 m
6	Carga de rebose sobre el vertedero periférico de salida	$Cv = \frac{Q}{\phi\pi}$	$Cv = \frac{57,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{(7,4 * \pi)\text{m}}$	Cv= 2,48 m ² /h

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

3.4.1.9 Calculo del lecho de secado

Tabla N° 38 Cálculo del Lecho de Secado

N°	Parámetros	Ecuación	Cálculo	Resultado
1	Carga de sólidos que ingresa al sedimentador	$C = \frac{\text{pf}(\text{hab}) * 90 \left(\frac{\text{SS}}{\text{hab}} \div \text{dias} \right)}{1000}$	$C = \frac{11336,90\text{hab} * 90 \left(\frac{\text{SS}}{\text{hab}} \text{dias} \right)}{1000}$	C= 1020,32 kg SS/día
2	Masa de sólidos	$\text{Msd} = 0,5 * 0,7 * C + (0,5 * C * 0,3)$	$\text{Msd} = 0,5 * 0,7 * 1020,32 \text{ KgSS}/\text{dia} + (0,5 * 1020,32 \text{ KgSS}/\text{dia} * 0,3)$	Msd = 663,21 kgSS /dia
3	Volumen diario de lodos digeridos	$V_{\text{ld}} = \frac{\text{Msd}}{\text{plodo} * \left(\% \text{de} \frac{\text{sólido}}{100} \right)}$	$\text{Vel} = \frac{7971,15 \frac{\text{L}}{\text{dia}} * 55\text{dias}}{1000}$	V _{ld} = 7971,15 L/día
4	Volumen de lodos a extraerse	$\text{Vel} = \frac{V_{\text{ld}} * \text{Td}}{1000}$	$\text{Vel} = \frac{7971,15 \frac{\text{L}}{\text{dia}} * 55\text{dias}}{1000}$	Vel=438,41 m ³
5	área del lecho de secado	$A_{\text{ls}} = \frac{V_{\text{el}}}{H}$	$A_{\text{ls}} = \frac{438,41\text{m}^3}{1,60 \text{ m}}$	A _{ls} = 274 m ²

Realizado por: TONATO, PAOLO, 2016.

3.5 Tabla de resultados

Tabla N° 39 Tabla de Resultados del Diseño

Abreviatura	Unidad	Resultado
-------------	--------	-----------

Caudal de diseño			
Parámetros			
Población actual	Pa	hab	6898
Población futura	Pf	hab	11336,30
Caudal medio	Qmed	L/s	14,21
Caudal máximo horario	Q _{HM}	L/s	29,00
Caudal de conexiones erradas	Q _e	L/s	2,9
Caudal de precipitación	Q _{pre}	L/s	0,12
Caudal de diseño	Q _{dis}	m ³ /s	0,032
Diseño Rejillas			
Separación entre barras	S _b	cm	2
Espesor de las barras	H	cm	2
Altura del canal	H	M	0,60
Largo del canal	L	M	0,82
Numero de barras	n		13
Ancho del canal	b	M	0,5
Inclinación de las barras	∅	o	45
Desarenador			
Longitud	L	M	2,00
Ancho	B	M	1,50
Altura	H	M	1,00
Área	A	M ²	3,00
Velocidad	V	m/s	0,01
Sedimentador Primario			
Área	A	M ²	47,78
Diámetro	∅	M	7,80
Radio	r	M	3,90
Volumen	V	M ³	144
Altura	h	M	3,00
Tiempo de retención	Tr	H	2,50
Velocidad de arrastre	V _h	m/s	0,256
Remoción de DBO	R _{DBO}	%	36,76
Remoción de SST	R _{SST}	%	39,06
Tanque de Aireación			

Volumen del diseño	Vdis.	M ³	180,00
Largo	L	M	10,00
Ancho	A	M	6,00
Alto	H	M	3,00
Potencia del motor	P	Cv	7,5
Sedimentador Secundario			
Volumen	V	M ³	129,02
Radio	r	M	3,70
Diámetro	Ø	M	7,40
Área	A	M ²	43,20
Tiempo de retención	Tr	H	1,50
Altura	h	M	3
Lecho de Secado			
Carga de solidos al Sed.	C	Kg SS/día	1020,32
Masa de solidos de conf. lod	Mcd	Kg SS/día	663,21
Volumen diario de lod. Dig.	Vld	L/día	7971,15
Volumen de lodos a extraer	Vel	M ³	438,41
Calculo del área del lecho	Als	M ²	274
Área Total de la planta			1123,23 m ²

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

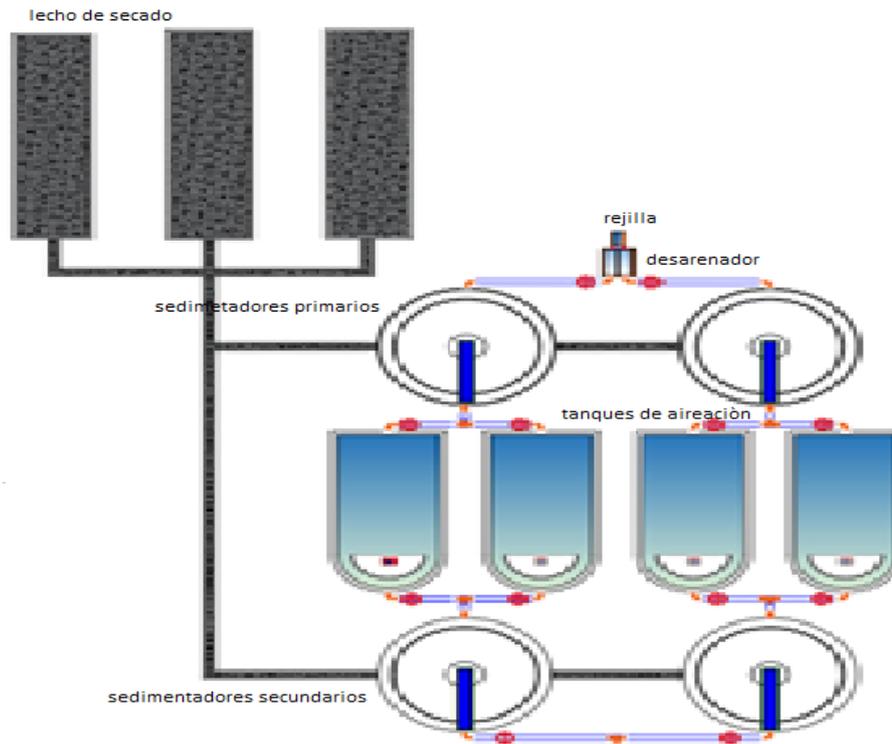


Grafico 6 Planta de Tratamiento

Realizado por: TONATO PAOLO, 2016.

3.6 Análisis y Discusión de Resultados

Debido a que la parroquia no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales se diseñó un proceso de tratabilidad adecuado; para su dimensionamiento se utilizaron datos generales: poblaciones, caudales, concentraciones y aportes perca pitas.

Al realizar la caracterización físico – químico y microbiológica (ver tabla 42) del agua se puede observar que existen 4 parámetros fuera de norma permitido: DBO 196 mg/L, sólidos en suspensión 86 mg/L, coliformes fecales 4300 UFC/100mL y BQO 235 mg/L. Para el dimensionamiento nos basamos de datos específicos (ver tabla 29), por lo tanto para un período de diseño de 20 años su población futura será de 11336,30 habitantes a una tasa de incremento poblacional de 2,51 y se incrementará a un caudal de 32,02 L/seg.

Para su tratabilidad se llevara a cabo mediante un tratamiento físico el cual costa de: pretratamiento, desarenador, sedimentador primario, tanque de aireación, sedimentador

secundario y un lecho de sedado. El pretratamiento con rejillas permite separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua bruta, que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos siguientes. Efectuando el cálculo (ver tabla 33) para su dimensionamiento; se eliminará sólidos gruesos que se encuentren en el fluido, estos pueden causar daños a las estructuras del proceso.

En el siguiente proceso el desarenador en el cual puede sedimentar partículas de hasta 0,2 mm de diámetro que no se pudieron eliminar en el pretratamiento. Por lo tanto, dimensionamos las medidas de la estructura (ver tabla 34), obteniendo una velocidad menor al valor requerido para que pueda sedimentar las partículas de hasta 0,2mm de diámetro que contenga el agua residual.

El sedimentador primario, en este se realiza la remoción de sólidos sedimentables presentes en el agua residual por la acción de la gravedad, para un tiempo de retención de 2,5 horas necesarios para que el fluido sedimente, dimensionamos la estructura (ver tabla 35); consiguiendo una remoción del 36,76% DBO y 39,09% SST. Por lo cual diseñando dos estructura con las mismas especificaciones tendremos mayor eficiencia, para su remoción de lodos.

El tanque de aireación se encarga de bajar el nivel microbiológico y la remoción de sólidos, mediante aireación mecánica se suministra oxígeno al fluido, para un volumen de 180 m³ es necesario un motor de 7,5 cv, en este proceso se incorporará dos tanques en serie para evitar sobre esfuerzo de los equipos para la aireación a la salida de cada sedimentador, el oxígeno suministrado a cada tanque es de 2,9 Kg O₂/h dando en 6 horas un total de 17,4 Kg O₂ siendo una cantidad adecuada para el agua residual a tratar.

En el sedimentador secundario se da la remoción de lodos presentes en el agua residual por la acción de la gravedad, después del proceso de aireación mecánica, se procedió al dimensionamiento de este (ver tabla 37), con el caudal proveniente de los tanques de aireación, siendo este el último proceso para que el agua a tratar cumpla con los estándares y normas de calidad ambiental para su desalojo a un cuerpo de agua dulce.

En los lechos de secado se eliminan una cantidad de agua suficiente para que el resto pueda manejarse como material sólido, en el agua sin tratamiento se encuentra una carga de sólidos que ingresa al sedimentador 1020,32 kg SS/día y una masa de sólidos que conforman los lodos 663,21 kg SS/día; para una eliminación del 70%, estos lodos pueden ser tratados y secados para transformarse en compost.

4 Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- En el laboratorio se obtuvieron los siguientes datos: DQO 235 mg/L, DBO 196 mg/L, Sólidos sedimentable 86 mg/L, y coliformes fecales 4300 UFC/100m.
- El caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales es 0,032 m³/s.
- Aplicando el tratamiento propuesto disminuimos valores que no cumplían y los resultados son: DBO 80, DQO 150, Ph 6.72, Turbiedad 31.4, STD 0.49 g/L, y 8 ml/L de sólidos sedimentable.
- Realizando ensayos de tratabilidad química mediante una prueba de jarras en la cual se consume 3ml por cada litro a un 3% de cloruro férrico necesario para su precipitación, la planta consumiría una cantidad de 15120 Kg/día resultando un costo elevado para una parroquia.
- Para el tratamiento del fluido la planta realiza un proceso físico, obteniendo una remoción del 40,81% de Demanda Bioquímica de Oxígeno, 36,76% de Demanda Química de Oxígeno, 90% de sólidos suspendidos, 91% de sólidos sedimentables y más del 85% de microorganismos.
- El sistema diseñado, tendrá una eficiencia del 91% para el tratamiento del agua.
- La planta ocupa un área total de 1123,23 m² para el tratamiento del agua.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda construir la planta de tratamiento de aguas residual para evitar seguir contaminando el río y que afecte al medio ambiente.
- Hacer cumplir las normas ambientales a las empresas existentes en la parroquia para que no sigan contaminando.
- Es importante también mencionar que aunque se considera necesario un proceso de desinfección, en este caso no lo emplearemos debido que el cloro residual que resulta del proceso de desinfección puede actuar negativamente en las características naturales del agua eliminando la vida microbiana que contribuye en la degradación de la materia orgánica presente en todos los efluentes.
- Se recomienda para el tanque de aireación un motor de 7,5 cv para tratar un volumen de 180 m³

5 Análisis de Costos

Es la suma de los gastos que por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos los conceptos de una obra especial.

➤ Costos básicos de materiales, mano de obra y equipos

Tabla N° 40 Costos de Mano de Obra

Descripción	Categoría	Hora	Salario real horario
Peón	Categoría I	Hora	1,85
Ayudante general	Categoría II	Hora	1,90
Ayudante de fierro	Categoría II	Hora	1,90
Ayudante de albañil	Categoría II	Hora	1,90
Albañil	Categoría III	Hora	2,0
Carpintero	Categoría III	Hora	2,0
Fierro	Categoría III	Hora	2,0
Maestro de obras	Categoría IV	Hora	2,50
Inspector	Categoría V inspector de obras	Hora	2,13
Maestro especializado soldador	Maestro especializado soldador	Hora	2,13
Mecánico equipo pesado I	Mecánico equipo pesado I	Hora	2,04
Topógrafo 4	Topógrafo 4	Hora	2,13

Tabla N° 41 Costos Horario del Equipo

Descripción	Unidad	Precio
Herramienta menor	c/hora	0,20
Cortadora dobladora de hierro	c/hora	1,0
Soldadora eléctrica 300 A	c/hora	1,0
Concretera un saco	c/hora	4,0
Vibrador	c/hora	2,0
Equipo de topografía	c/hora	2,0
Retroexcavadora	c/hora	28,0
Motoniveladora	c/hora	40,0
Rodillo compactador	c/hora	30
Tanquero	c/hora	12,0
Volqueta 8m ³	c/hora	18,0
Teodolito	c/hora	3,0
Herramienta especial	c/hora	0,08
Herramienta metalmecánica	c/hora	0,94

Tabla N° 42 Precio de Material

Descripción	Unidad	Precio
Acero de refuerzo FC=4200kg/cm ²	Kg	1,15
Adictivo impermeable	Kg	1,65
Agua	M ³	0,92
Alambre de amare #18	Kg	1,0
Alambre galvanizado #18	Kg	1,0
Anticorrosivo	Gl	20,0
Arena	M ³	8,0
Arena fina	M ³	11,30
Cemento	Sac	8,20
Cerco de hierro fundido D=600MM	U	40,0
Clavos	Kg	0,76
Cuartón 5X5 cm	M	1,41
Electrodo # 60111/8	Kg	2,64
Lamina de tol galvanizado 1/32	M ²	5,06
Material clasificado	M ³	2,51
Pegamento de tuberías plásticas	gl	35,03
Perfil metálico	Kg	0,80
Piedra bola	M ³	7,0
Rejilla con anclaje de hierro fundido	U	73,45
Ripio	M ³	8,0
Sub-base clase 3	M ³	3,85
Tabla de monte 0,30 m	U	2,50
Tabla de monte 30cm	U	1,20
Tabla dura de encofrado de 0,30 m	U	2,50

Tiras de 2,3X2,5X250	U	0,43
Tol antideslizante E=3mm		20,0
Tubos de pvc de 75mm		3,98

Tabla N° 43 Costo Energético Mensual

Descripción	Potencia (hp)	Tiempo (h)	Precio \$ (kw/h)	Valor \$
Motor trifásico	7,5	12	0,04	
Gasto diario				2,65
Gasto mensual				79,5
Total				318

Subtotal					0,344
	Total de costos directos				1,623
	Indirectos y Utilidades 0,25				0,26
	Otros Indirectos				
	Costo total del rubro				1,883
	Valor ofertado				1,88

Análisis de precio unitario

Consultoría

Planta de Tratamiento

hoja 2

Código:

2

Rubro:

Excavación a cielo abierto

Unidad: m³

Detalle:

Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
retroexcavadora	1	28	28	0,08	2,24
Subtotal					2,24
Mamo de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A+B	R	D=C*R
Ayudante de maquinaria	1	1,85	2,85	0,08	0,228
Op. Retroexcavadora	1	2,4	3,4	0,08	0,272
Peón	1	1,85	2,85	0,08	0,228
Maestro de obra	0,2	2,5	2,7	0,08	0,216
Subtotal					0,944
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad	P. Unidad	Costo
			A	B	C=A*B

Subtotal					
	Total de costos directos				3,184
	Indirectos y Utilidades 0,25				0,69
	Otros Indirectos				
	Costo total del rubro				3,874
	Valor ofertado				3,87

Análisis de precio unitario

Consultoría

Planta de Tratamiento

hoja 3

Código:

3

Rubro:

Desalojo de Materiales

Unidad: m³

Detalle:

Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor					0,02
Volqueta de 8m3	1	18	18	0,05	0,9
Retroexcavadora	2	28	56	0,05	2,8
Subtotal					3,72
Mamo de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A+B	R	D=C*R
Peón	1	1,85	2,85	0,05	0,1425
Chofer licencia B	2	2,4	4,4	0,05	0,22
Maestro de obra	0,5	2,5	3	0,05	0,15
Subtotal					0,5125
	Total de costos directos				4,2325
	Indirectos y Utilidades 0,25				1,058125

	Otros Indirectos			
	Costo total del rubro			5,290625
	Valor ofertado			5,29

Análisis de precio unitario

Consultoría

Planta de Tratamiento

hoja 4

Código:

4

Rubro:

Hormigón simple losa fondo tanque

Unidad: m³

Detalle:

Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor					1,58
Concretera Isaco	1	4	4	1	4
vibrador	1	2	2	1	2
Subtotal					7,58
Mamo de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	10	1,85	18,5	1	18,5
Albañil	4	2	8	1	8
Maestro de obra	2	2,5	5	1	5
Subtotal					31,5
Materiales					

Descripción		Unidad	Cantidad	P. Unidad	Costo
			A	B	C=A*B
Cemento		kg	350	0,14	49
Arena		m3	0,65	8	5,2
Ripio		m3	0,95	8	7,6
Adictivo impermeabilizante		kg	1	1,65	1,65
Agua		m3	0,22	0,92	0,2024
Tabla de monte		Unidad	10	1,2	12
Cuartón		m	3	1,41	4,23
Clavos		kg	1	0,76	0,76
Subtotal					80,6424
Trasporte					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
			A	B	C=A*B
Cemento		kg	350	0,002	0,7
Arena fina		m3	0,65	8,8	5,72
Ripio		m3	0,95	8,8	8,36
Subtotal					14,78
	Total de costos directos				126,9224
	Indirectos y Utilidades 0,25				31,7306
	Otros Indirectos				
	Costo total del rubro				158,653
	Valor ofertado				158,65

Análisis de precio unitario

Consultoría

Planta de Tratamiento

hoja 5

Código:

5

Rubro:

Hormigón simple muros $f_c=210/cm^2$

Unidad: m^3

Detalle:

Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	10	0,2	2	1,65	3,3
Concreteira 1saco	1	4	4	1,65	6,6
vibrador	1	2	2	1,65	3,3
Subtotal					13,2
Mamo de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	12	1,85	22,2	1,65	36,63
Albañil	3	2	6	1,65	9,9
Maestro de obra	2	2,5	5	1,65	8,25
Carpintero	2	2	4	1,65	6,6
Subtotal					61,38
Materiales					

Cortadora dobladora de hierro	1	1	1	0,03	0,03
herramienta menor	1	0,2	0,2	0,03	0,006
Subtotal					0,036
Mamo de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A+B	R	D=C*R
Fierrero	2	2	4	0,03	0,12
Ayudante de fierrero	1	1,9	2,9	0,03	0,087
Maestro de obra	1	2,5	3,5	0,03	0,105
Subtotal					0,312
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad	P. Unidad	Costo
			A	B	C=A*B
Acero de refuerzo		kg	1,05	1,15	1,2075
Alambre galvanizado #18		kg	0,05	1	0,05
Subtotal					1,2575
	Total de costos directos				1,6055
	Indirectos y Utilidades 0,25				0,401375
	Otros Indirectos				
	Costo total del rubro				2,006875
	Valor ofertado				2

Análisis de precio unitario

Consultoría

Planta de Tratamiento

hoja 7

Código:

7

Rubro:

Enlucido Impermeable Mortero Cemento

Unidad: m²

Detalle:

Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$

Andamio	1	0,12	0,12	0,75	0,09
Herramienta menor	1	0,2	0,2	0,75	0,15
Subtotal					0,24
Mamo de Obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	0,2	2,5	0,5	0,75	0,375
Albañil	1	2	2	0,75	1,5
Peón	1	1,85	1,85	0,75	1,3875
Subtotal					3,2625
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad	P. Unidad	Costo
			A	B	C=A*B
Cemento		kg	0,16	7,46	1,1936
Arena		m3	0,03	11,3	0,339
Impemealizante para mortero		kg	0,25	0,28	0,07
Subtotal					1,6026
Trasporte					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
			A	B	C=A*B
Cemento		kg	13	0,005	0,065
Arena fina		m3	0,03	8,8	0,264
Sika 1		kg	0,55	0,05	0,0275
Subtotal					0,3565
	Total de costos directos				5,2216
	Indirectos y Utilidades 0,25				1,3054
	Otros Indirectos				
	Costo total del rubro				6,527
	Valor ofertado				6,53

Tabla N° 44 Presupuesto de Implementación de la Planta

DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES				44,32
REPLANTEO Y NIVELACION DE RED	Km	0,35	127,36	44,32
DESARENADOR Y REJILLA				1372,05
REPLANTEO Y NIVELACION	m2	3	1,88	5,64
EXCAVACION A MANO	m3	2,4	3,87	9,288
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	0,5	6,53	3,265
HORMIGON SIMPLE $f_c=210$ kg/cm2	m3	1,82	158,65	288,743
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ kg/cm2	kg	174,87	2,39	417,78
ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	7,5	8,51	63,825
SUM. INST. REJILLA (SEGUN DISEÑO)	u	2	185,66	371,32
SUM. INST. TUBERIA PVC DESAGUE 200 mm	m	2	106,09	212,19
SEDIMENTADOR PRIMARIO				7565,84
HORMIGON SIMPLE $f_c=210$ kg/cm2	m3	35,04	180,24	6.315,61
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ kg/cm2	m2	140,16	2,39	334,9824
ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	140,16	6,53	915,2448
AIREADOR FIJO				18120,05
ENCOFRADO CIRCULAR (PARED)	m2	30	3,87	116,10
HORMIGON SIMPLE $f_c=210$ kg/cm2	m3	21	180,24	3.785,04
ENLUCIDO INTERIOR Y EXTERIOR	m2	21	8,79	184,59

ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2	kg	232,02	2,39	554,32
MOTOR AIS-7.5	Cv	4	2500	10000
ACESORIOS ADICIONALES DEL MOTOR	u	4	870	3480
SEDIMENTADOR SECUNDARIO				6628,17
HORMIGON SIMPLE f'c=210kg/cm2	m3	35,04	180,24	6.315,61
ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2	m2	35,04	2,39	83,7456
ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	35,04	6,53	228,8112
LECHO DE SECADO DE LODOS				5798,95
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	274	10,57	2896,18
HORMIGON SIMPLE f'c=210kg/cm2	m3	6,62	158,65	1.050,26
ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2	kg	26,48	2,39	63,29
ENLUCIDO INTERIOR + MPERMEABILIZANTE	m2	274	6,53	1.789,22
TOTAL		42529,38		

6 BIBLIOGRAFÍA:

1. **METCALF,EDDY.** Ingeniería de Agua Residual. 3ª. ed. Madrid – España, McGraw-Hill, 1995.
2. **ROMERO, J.,** Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Bogotá-Colombia, Editorial Escuela colombiana de Ingeniería, 2002.
3. **MENDOCA, S.,** Sistema de Lagunas de Estabilización Como Utilizar Aguas Residuales en Sistemas de Tratabilidad, México D.F-México, McGraw-Hill, Interamericana, 1997.
4. **Dílon Moya M.,** Alcantarillado Sanitario, Ecuador Ambato-Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, 2010.
5. **DÍAS, J.,** Introducción a la Ingeniería Ambiental, México D.F-México, Editorial Alfa omega, 2000.
6. **ECUADOR, SECRETARIA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO,** Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, Patrimonio Hídrico, Quito-Ecuador, 2013.
7. **ECUADOR, GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIA TOTORAS,** Plan de desarrollo Organizacional y Territorial, Parroquia Totoras, Ecuador, PDOT, 2015.
8. **ROMERO, L.,** Agua, Patrimonio de la Humanidad, Quito-Ecuador, Editorial Universidad, 202.
9. **APHA, AWWA, WPCE.** Métodos normalizados para el análisis de agua potables y residuales, 17ª. Ed. Madrid-España, Villey, 1992.

10. **ACUERDO MINISTERIAL (097), TULSMA**, Anexo I, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua, Quito-Ecuador, 2015.

11. **SÁNCHEZ FRANKLIN**, Estudio de las Aguas Residuales de la Parroquia Totoras para Mejorar el Entorno de Vida de los Habitantes del Sector (Ingeniero Civil), Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil, Ambato Ambato-Ecuador, 2012.

12. **XIMENA CALLAY**, Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia san Gerardo del Cantón Guano (Ingeniera Química), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba Riobamba-Ecuador,2015.

13. **TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm> 2015-11-24

14. **EQUIPOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS URBANAS**

<https://prezi.com/nsxbkp3rldhs/tanque-de-sedimentacion-secundario/>

<http://www.bvsde.paho.org/bvsatp/e/tecnoapro/documentos/agua/158esp-diseno-desare.pdf>

15. **FUNDAMENTOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/hammeken_a_am/cap2.pdf.

16. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS**

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/2016-01-21>.

17. **DISEÑO DE MOTORES AIREADORES MECÁNICOS**

<http://hidrometalica.com/wp-content/uploads/AIREADORES.pdf>

7 **ANEXOS**

ANEXO I
Análisis Físico – Químico del agua residual sin tratar

ESPOCH

**LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703 Telefax: 2998 200 ext 332 Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Paolo Tonato
Fecha de Análisis: 13 - 01 - 16
Tipo de muestras: Agua Residual Doméstica.
Localidad: Parroquia Totoras - Provincia del Tungurahua

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	7,08
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	-	1580
Turbiedad	UNT	2130-B	-	145
Sulfatos	mg/L	2400-SO4-B	1000	66,0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	235
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	196
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	870
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-B	1,0	6
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-D	130,0	86

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULSMA TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	“ DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA”								
Análisis de laboratorio	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS	<table border="1"> <thead> <tr> <th>LAMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1:1</td> <td>27/09/26</td> </tr> </tbody> </table>			LAMINA	ESCALA	FECHA	1	1:1	27/09/26
		LAMINA				ESCALA	FECHA				
		1	1:1	27/09/26							
ESCUELA DE INGENIERIA											
QUÍMICA	PAOLO TONATO										

ANEXO II
Análisis Físico – Químico del agua residual sin tratar


LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES
 Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006
 

N° SE:18-16

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. Paolo Tonato **INFORME N°** 012- 16
EMPRESA: Proyecto de tesis ESPOCH **N°** 012- 16
DIRECCIÓN: Totoras
TELÉFONO: 0999218516 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 - 05- 16
NUMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual, Parroquia Totoras **FECHA DE INFORME:** 26 - 05 -16
IDENTIFICACIÓN: Ma - 063 – 16 A.T.S.G **TIPO DE MUESTRA:**
Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

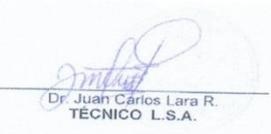
RESULTADOS DE ANÁLISIS

MA – 063-16

PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(k=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	7,60	+/-0,08	24-05-16
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	1580	+/- 8%	24-05-16
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	145	N/A	24-05-16
*Sulfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500-E	57	N/A	24-05-16
*DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210-B	196	N/A	24-05-16
*DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D	235	N/A	24-05-16
*sólidos Totales	mg/l	STANDARD METHODS 2540-B	870	N/A	24-05-16
*Nitrógeno Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500-N	68	N/A	24-05-16

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA AWWA WPCF. STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados de STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:
Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 - Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

FMC2101-01

Página 1 de 1

L.S.A Campus Master Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	“ DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA”		
Análisis de laboratorio	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO	LAMINA	ESCALA	FECHA
	2		1:1	27/09/26	

ANEXO III
Análisis Físico – Químico del agua residual sin tratar

ESPOCH
LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS



INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Paolo Tonato
Fecha de Análisis: 20 de enero del 2016
Fecha de Entrega de Resultados: 11 de febrero del 2016
Tipo de muestras: Agua Residual.
Localización: Parroquia Totoras.

Código LAT/031-15

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	6.82
Conductividad	µSiems/cm	2510-B		1580
Turbiedad	UNT	2130-B		254
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	338
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	240
Sulfatos	mg/L	4500-SO4-B	1000	120
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	100	17
Sólidos Totales	mg/l	2540-A	1600	840
Sólidos Sedimentables	ml/L	2540-D	1.0	0

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	" DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA"		
Análisis de laboratorio	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO	LAMINA	ESCALA	FECHA
			3	1:1	27/09/26

ANEXO IV
Análisis Físico – Químico del agua residual tratada

ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703 Telefax: 2998 200 ext 332 Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Paolo Tonato
Fecha de Análisis: 11 – 03 -16
Tipo de muestras: Agua Residual Doméstica.
Localidad: Parroquia - Totoras Provincia del Tungurahua

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	7,60
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	-	930
Turbiedad	UNT	2130-B	-	30
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	116
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	86
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	490

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TUJSM TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	“ DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA”		
Análisis de laboratorio	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS	LAMINA	ESCALA	FECHA
		ESCUELA DE			
		INGENIERIA QUÍMICA			
		PAOLO TONATO	4	1:1	27/09/26

ANEXO V
Análisis Microbiológico del agua residual




LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES
Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

N° SE: 018-16

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. Paolo Tonato **INFORME N°** 018- 16

EMPRESA: Proyecto de tesis ESPOCH **N°** 018- 16

DIRECCIÓN: Totoras

TELÉFONO: 0999218516 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 - 05- 16

NUMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual, Parroquia Totoras **FECHA DE INFORME:** 26 - 05 -16

IDENTIFICACIÓN: Ma - 063 – 16 Totoras **TIPO DE MUESTRA:**
Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

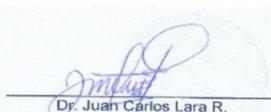
RESULTADOS DE ANÁLISIS

MA – 063-16

PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(k=2)	FECHA DE ANÁLISIS
Coliformes Totales	UFC/100ml	STANDARD METHOS 9221-C	8900	N/A	24-05-16
Coliformes fecales	UFC/100ml	STANDARD METHOS 9231-C	4300	N/A	24-05-16

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:
Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Dr. Juan Carlos Lara R.
TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s)
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio

FMC2101-01

Página 1 de 1.

L.S.A Campus Master Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	“ DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA”		
Análisis de laboratorio	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO	LAMINA	ESCALA	FECHA
			5	1:1	27/09/26

ANEXO VI
Norma ambiental límite de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

**ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA**

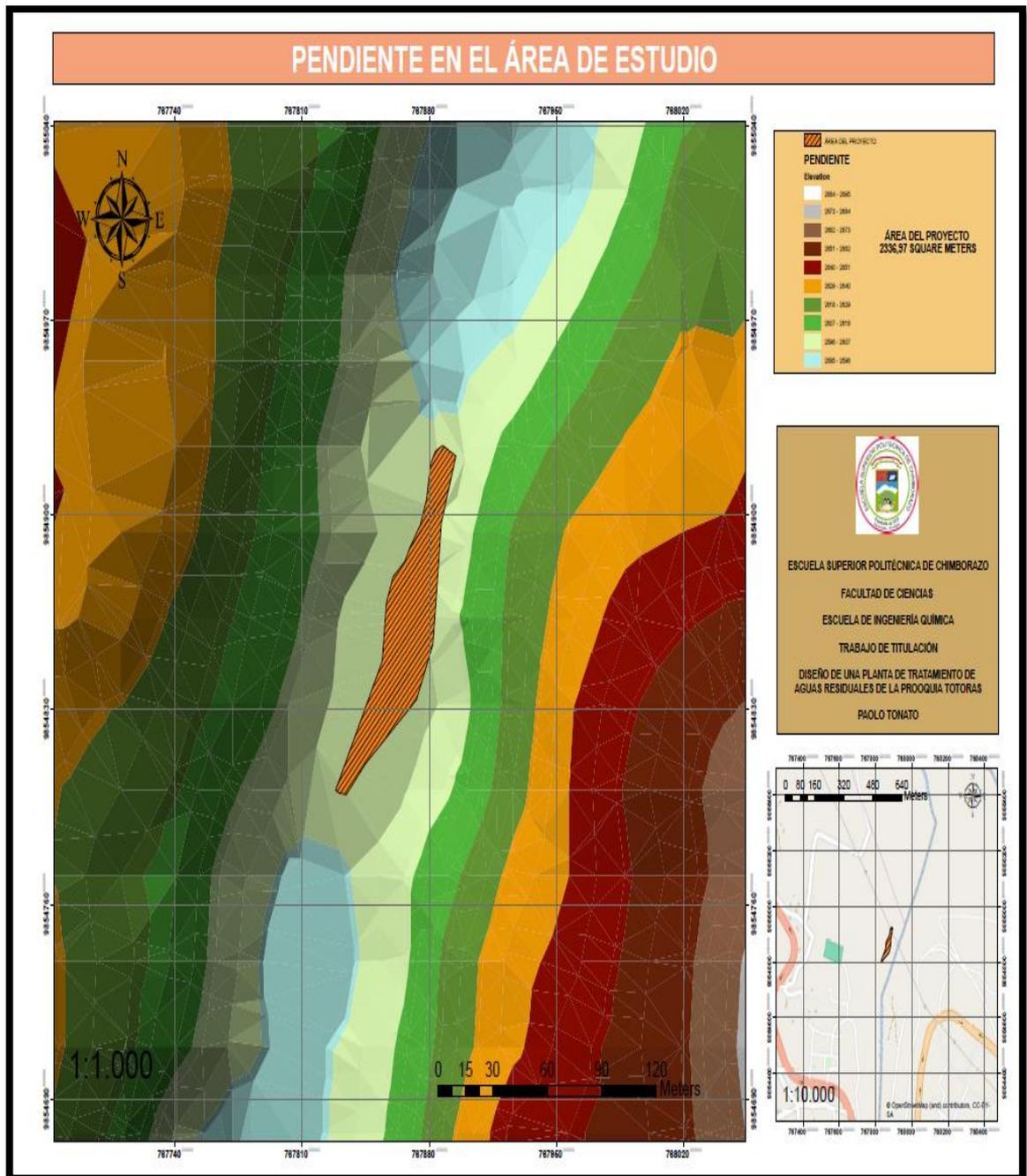
TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

¹ La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

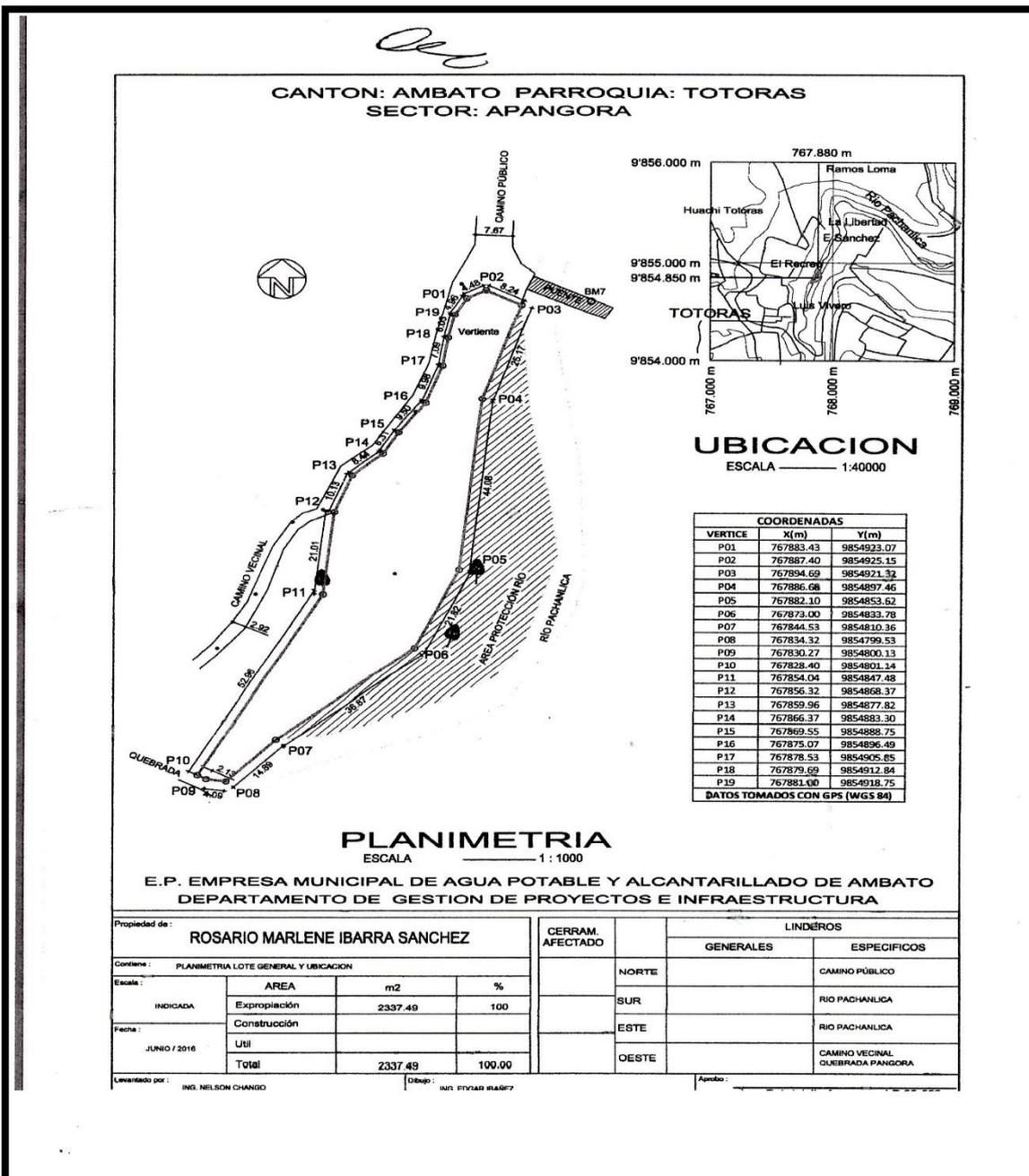
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	“ DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA”		
Norma ambiental	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS	LAMINA	ESCALA	FECHA
		ESCUELA DE			
		INGENIERIA QUÍMICA			
		PAOLO TONATO	6	1:1	27/09/26

ANEXO VII
Pendiente en el Área de Estudio



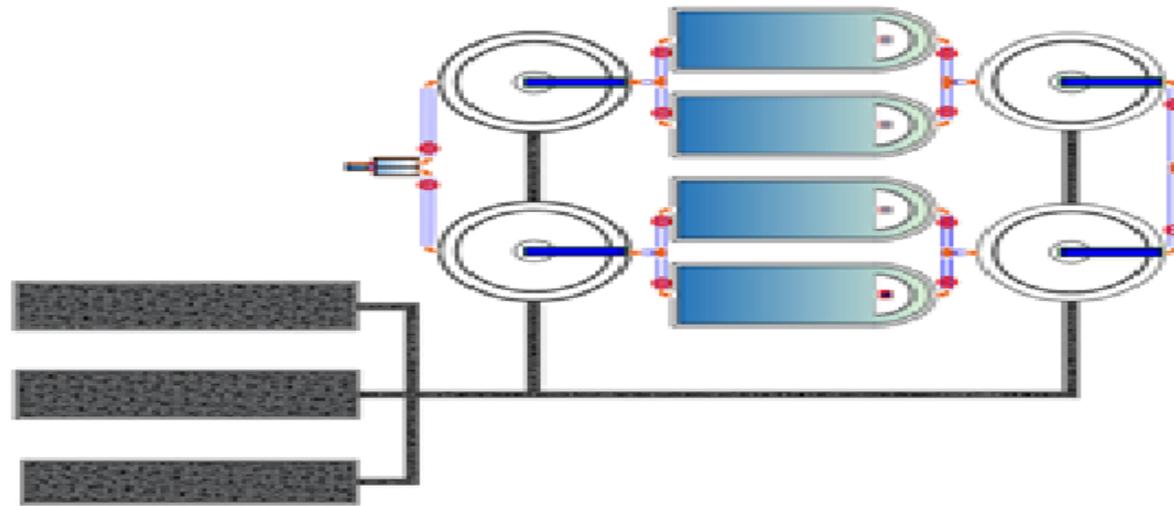
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	“ DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA”		
Área del proyecto	<input type="checkbox"/> Certificado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO	LAMINA	ESCALA	FECHA
			7	1:1	27/09/26

ANEXO VIII
Planimetría del sitio de ubicación de la planta



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	" DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA TOTORAS, PROVINCIA DE TUNGURAGUA "		
Coordenadas del proyecto	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	LAMINA	ESCALA
	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		8	1:1
	<input type="checkbox"/> Por Calificar	<input type="checkbox"/> Información	ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA	FECHA	27/09/26
			PAOLO TONATO		

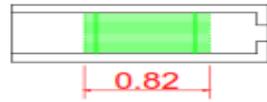
ANEXO X
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
Distribución de la planta de tratamiento	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información		LAMINA	ESCALA	FECHA
			10	1:50	27/09/26

ANEXO XI
REJILLAS

VISTA PLANTA



CORTE B - B'



CORTE A - A'

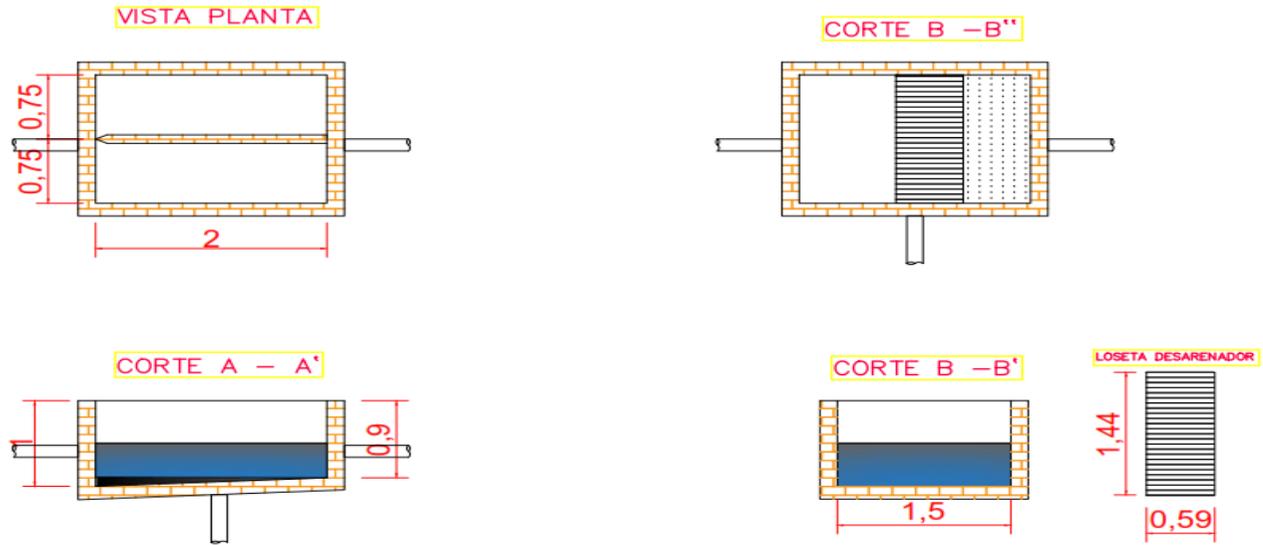


CORTE B - B'



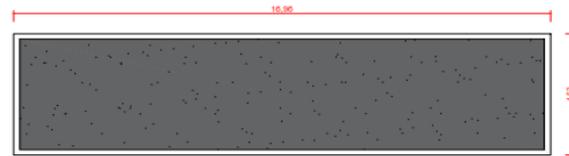
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REJILLAS		
Material: Acero	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO			
			LAMINA	ESCALA	FECHA
			11	1:50	27/09/26

**ANEXO XII
DESARENADOR**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DESARENADOR		
Material: Hormigón	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO			
			LAMINA	ESCALA	FECHA
			12	1:50	27/09/26

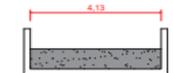
**ANEXO XIII
LECHO DE SECADO**



CORTE A - A'

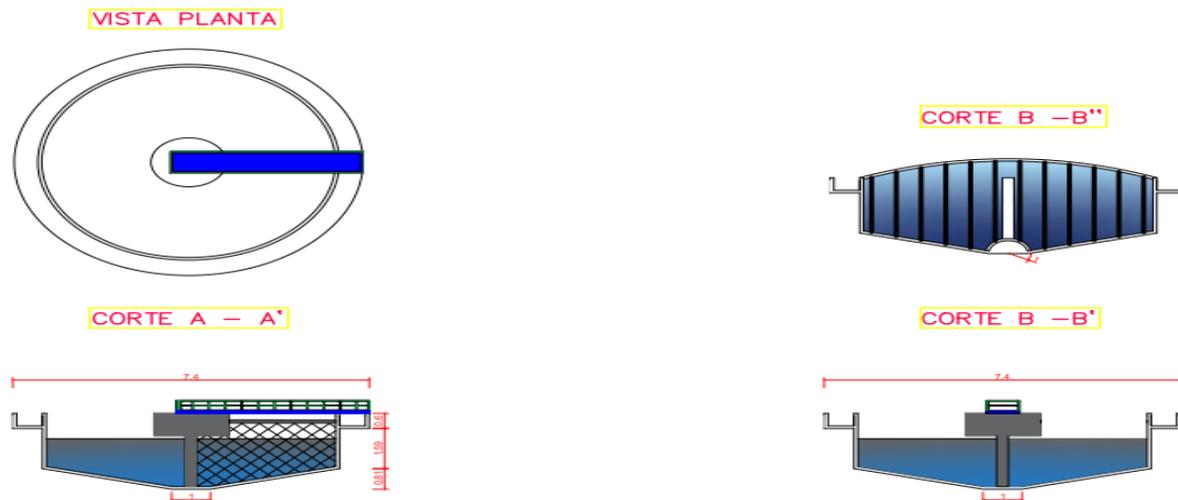


CORTE B - B'



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	LECHO DE SECADO		
Material: Hormigón	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO			
			LAMINA	ESCALA	FECHA
			13	1:50	27/09/26

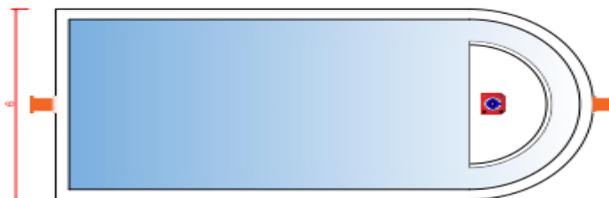
**ANEXO XIV
SEDIMENTADOR PRIMARIO**



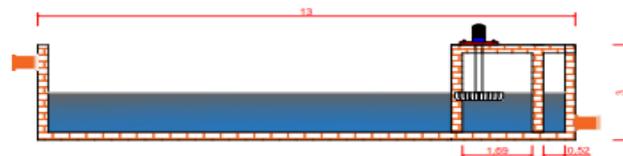
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	SEDIMENTADOR PRIMARIO		
Material: Hormigón y acero	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS			
		ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA			
		PAOLO TONATO	LAMINA	ESCALA	FECHA
			14	1:50	27/09/26

**ANEXO XV
TANQUE DE AIREACIÓN**

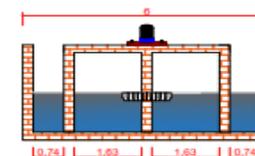
VISTA PLANTA



CORTE A - A'

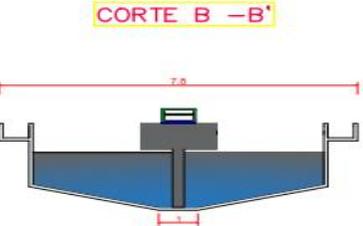
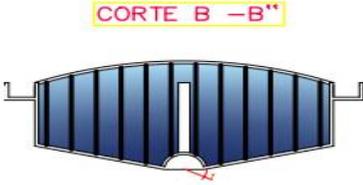
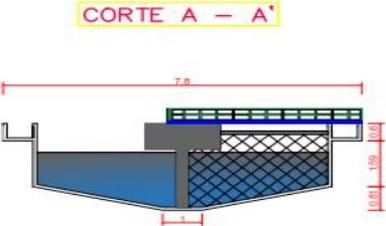
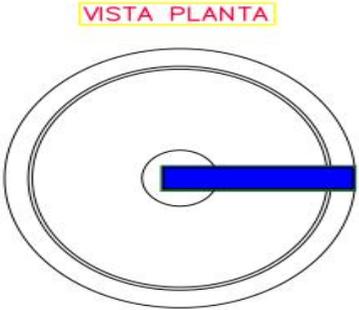


CORTE B - B'



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	TANQUE DE AIREACIÓN		
Material: Hormigón y acero	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA PAOLO TONATO	LAMINA	ESCALA	FECHA
			15	1:50	27/09/26

**ANEXO XVI
SEDIMENTADOR SECUNDARIO**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	SEDIMENTADOR SECUNDARIO		
Material: Hormigón y acero	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Información	FACULTAD DE CIENCIAS			
		ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA			
		PAOLO TONATO	LAMINA	ESCALA	FECHA
			16	1:50	27/09/26