

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ORIENTACION EN INGENIERIA SANITARIA

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

**Investigación Básica para el Dimensionamiento de un
Sistema de Tratamiento Aerobio de las Aguas Residuales
Domesticas Del Recinto “El Prado” Parroquia Limonal
Cantón Daule - Guayas**

AUTOR:

HÉCTOR ALEXANDER TUTILLO ZAMBRANO

DIRECTOR:

ING. FRANKLIN VILLAMAR BAJAÑA

2011 - 2012

GUAYAQUIL - ECUADOR



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN
EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS

**“LA RESPONSABILIDAD DE LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN
ESTA TESIS, CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE AL AUTOR”**

**ART. 90 DEL REGLAMENTO INTERNO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**



**"INVESTIGACIÓN BÁSICA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE
TRATAMIENTO AEROBIO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL
RECINTO EL PRADO PARROQUIA LIMONAL CANTÓN DAULE - GUAYAS"**

ORIENTACION DE INGENIERIA SANITARIA

ING. RODOLFO GONZALEZ

DIRECTOR DE LA ORIENTACION

ING. AUGUSTO DAU

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

IMPACTO AMBIENTAL

ING. FRANKLIN VILLAMAR

QUIMICA DEL AGUA

ING. FELIX CABRERA

HIDROLOGIA

ING. RODOLFO GONZALEZ

AGUAS SERVIDAS



DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo, sacrificio, dedicación y empeño plasmado en esta tesis está dedicado a mi familia y a todas las personas que han influido en mi carrera, por mantenerse allí, ser constantes y extenderme su mano cuando la he necesitado.

A Dios nuestro creador, por haberme dado la existencia, aprendizaje y el tiempo suficiente para cumplir una de mis mayores metas.

El culminar esta etapa en mi vida me permitirá brindarles a mis padres y hermanos la tranquilidad, la estabilidad y la confianza que necesitan para desarrollarse en un ambiente agradable y armonioso. Si me preguntan dónde me veo en cinco años más, la verdad no lo sé, y no lo quiero saber, quiero que mi vida continúe siendo una aventura.

Héctor Alexander Tutillo Zambrano
Lo soñé, lo planeé, trabajé duro y lo logré.



AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fuerza y salud para tener constancia en lograr mis metas.

Agradezco a mis padres Héctor y Rosaura, que siempre me inculcaron el anhelo de ser un profesional siendo un pilar fundamental para lograr mis metas y sueños, y a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron desinteresadamente para lograr este paso importante en mi vida.

A mis queridos hermanos Sandra y Damián, que siempre estuvieron a mi lado, apoyándome y dándome fuerza cuando todo parecía difícil y me hacían ver que cuando se tiene fuerza y voluntad uno logra las metas que se propone, les estoy inmensamente agradecido y la verdad no tengo palabras para expresarles lo que siento por la ayuda brindada.

Un agradecimiento especial a mi tía Luz América, quien también fue un apoyo muy importante en mi carrera universitaria, ya que con sus consejos y afecto siempre estuvo predispuesta a ayudarme en los momentos difíciles que tuve a través de mis años de estudio.

Agradezco a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, a todos mis queridos profesores, quienes nos inculcaron de una manera desinteresada todos los conocimientos y la ética que debo tener como profesional.



**DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS
MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN EL RECINTO "EL PRADO"
PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS**

INDICE GENERAL

CONTENIDO

PÁGINA

PAGINAS PRELIMINARES

Página de Autoría de la Tesis	I
Página de Título o Portada	II
Página de Dedicatoria	III
Página de Agradecimiento	IV
Índice General de Contenidos	V

CAPÍTULO 1

OBJETIVOS

1.1 Introducción	1
1.2 Alcance y Objetivo del proyecto	1
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivo específico	2
1.3 Hipótesis de la Investigación	2
1.3 Justificación del tema	2

CAPÍTULO 2

GENERALIDADES

2.1 Condiciones generales de la zona de estudio	3
2.1.1 Ubicación geográfica	3
2.1.2 Vías de Acceso	4
2.1.3 Características Generales del Suelo	5
2.1.4 Área de la zona de Estudio	5
2.1.4 Descripción Topográfica del Sector	6
2.2 Descripción del Medio Ambiente	7
2.2.1 Aspectos Físicos	7
2.2.2.1 Clima	7
2.2.2.2 Precipitación	8
2.2.3 Heliofanía	8
2.2.4 Velocidad y Dirección del Viento	8
2.3 Aspectos socio-económicas de la Zona de Estudio	9
2.3.1 Aspectos Sociales	9
2.3.1.1 Nivel de Instrucción	9
2.3.1.2 Condiciones Económicas	10
2.3.2 Infraestructura existente y servicios	10
2.3.2.1 Abastecimiento de agua	10
2.3.2.2 Alcantarillado sanitario y pluvial	10
2.3.2.3 Desechos sólidos	10
2.3.2.4 Salud pública	10
2.3.2.5 Energía eléctrica	11
2.3.2.6 Educación	11



2.3.2.7 Transporte	11
2.4 Indicadores Demográficos	11
2.4.1 Población.	11

CAPÍTULO 3

MARCO TEORICO

3.1 Antecedentes	13
3.2 Clasificación de las aguas residuales	14
3.2.1 Aguas Residuales urbanas	14
3.2.2 Aguas Residuales industriales	14
3.3 Composición de las Aguas Residuales	15
3.3.1 Clasificación de los Sólidos Presentes en las Aguas residuales	17
3.3.1.2 Determinación de los Sólidos	18
3.4 Características Físicas, Químicas y Biológicas de las aguas residuales	19
3.4.1 Características Físicas	21
3.4.2 Características Químicas	21
3.4.3 Medición de Concentración de Contaminantes	22
3.4.4 Demanda Teórica de Oxígeno	22
3.4.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	22
3.4.6 Demanda Química de Oxígeno	23
3.4.7 Carbón Orgánico Total	23
3.5 Relación entre DBO, DQO, y COT	24
3.6 Fuentes Contaminantes de las Aguas Residuales	24
3.7 Tratamiento de las Aguas Residuales Domesticas	26
3.7.1 Procesos Físicos	32
3.7.2 Procesos Químicos	33
3.7.3 Proceso Biológico	33
3.7.3.1 Procesos Anaeróbicos	33
3.7.3.2 Procesos Aeróbicos	36
3.7.3.3 Comparación Sistemas Aeróbicos - Anaeróbicos	37

CAPÍTULO 4

DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES

4.1 Descripción del sistema propuesto	39
4.2 Período de diseño	39
4.3 Población de diseño	40
4.3.1 Método geométrico	40
4.4 Caudales de diseño	43
4.4.1 Dotaciones Recomendadas	43
4.4.2 Dotaciones Asignadas al Proyecto	44
4.4.3 Caudales para el Sistema de Alcantarillado Sanitario	44
4.5 Memoria de Cálculo	47
4.5.1 Cárcamo de Bombeo	47
4.5.2 Cámara Distribuidora de Caudales	55
4.5.3 Cámara Séptica	57
4.5.4 Dimensionamiento del Reactor Biológico	60
4.5.2 Sedimentador Secundario	66
4.5.6 Desinfección	68
4.5.7 Lechos de Secado	73



CAPÍTULO 5

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1 Objetivo Del Manual De Operación Y Mantenimiento	76
5.2 Unidades Del Sistema De Tratamiento	76
5.2.1 Cámara Distribuidora de Caudal	76
5.2.2 Tanque Séptico	77
5.2.3 Reactor Biológico Aireado	80
5.2.3 Sedimentador Secundario	83
5.2.3 Patio de Lodos	86
5.2.3 Desinfección	88
5.3 Guía para Arranque del Sistema	90
5.4 Controles para Operación y Toma	91
5.5 Seguridad y Requisitos del Personal de Mantenimiento	91
5.5.1 Generalidades	91
5.5.2 Capacitación del Personal	92
5.5.3 Especialización del Personal	92
5.5.4 Personal	92
5.5.5 Medidas y Equipos de Protección Recomendados	93

CAPITULO 6

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

6.1 Especificaciones Técnicas de Construcción	95
6.1.1 Limpieza de Terreno Replanteo-Nivelación	95
6.1.2 Excavación a Cielo Abierto y Trabajos De Relleno	96
6.1.3 Sostenimiento De Secciones Excavadas	103
6.1.4 Suministro e Instalación de Tubería	104
6.1.5 Trabajos en Hormigón	106
6.1.6 Acero de Refuerzo	117
6.2 Especificaciones Generales de la Planta de Tratamiento	120
6.2.1 Estación de Bombeo de Agua Cruda	120
6.2.2 Cámara Distribuidora de Caudales	121
6.2.3 Tratamiento Primario	121
6.2.4 Tratamiento Secundario	122
6.2.5 Eras de Secado	124
6.2.6 Tanque de Desinfección	124
6.3 Especificaciones Generales de los Equipos Principales	125
6.3.1 Equipos que Integran la Planta de Tratamiento	125
6.3.2 Equipos que Integran los sistemas de Lodos Activados	126
6.3.3 Sistema de Control	128

CAPÍTULO 7

PRESUPUESTO REFERENCIAL

7.1 Presupuesto	130
-----------------	-----



CAPÍTULO 8

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 Antecedentes	133
8.2 Objetivos	134
8.2.1 Objetivo General	134
8.2.2 Objetivos Específicos	134
8.2.3 Alcance y Ámbito Técnico	135
8.3 Metodología	136
8.4 Marco Jurídico legal ambiental e institucional	136
8.4.1 Marco legal	137
8.4.2 Marco institucional	145
8.4.3 Otros Cuerpos Legales	146
8.5 Línea Base Ambiental	146
8.5.1 Caracterización del medio físico	147
8.5.2 Caracterización del medio biótico	148
8.5.3 Caracterización del medio social – económico	152
8.5.4 Ubicación geográfica	152
8.5.5 Superficie del terreno	153
8.5.6 Demográfico	154
8.5.7 Económico	154
8.5.8 Salud y Salubridad	155
8.6 Diagnostico y Análisis Ambiental, Áreas Influencia y Análisis de Riesgo	156
8.6.1 Determinación de Área de Influencia Directa	156
8.6.2 Determinación de Área de Influencia Indirecta	157
8.6.3 Determinación de las Áreas sensibles	157
8.6.4 Identificación y evaluación de Impactos Ambientales	158
8.6.5 Identificación de los Impactos Ambientales	158
8.6.6 Valoración Cualitativa y Cuantitativa	158
8.6.7 Definición de los Elementos ambientales	159
8.7 Elaboración de la Matriz de Identificación y valoración de los Impactos	160
8.8 Factores ambientales deteriorados	161
8.8.1 Impactos sobre el Medio Físico	161
8.8.2 Impactos sobre el Medio Biótico	161
8.8.3 Impactos sobre el Medio Socioeconómico	162
8.9 Plan de manejo ambiental	162
8.10 Medidas Correctivas	162
8.11 Impactos Negativos Esperados con la ejecución del proyecto	163
8.12 Impactos Positivos Esperados con la ejecución del proyecto	164
8.13 Recomendaciones Ambientales	165
8.14 Conclusiones Ambientales	166

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones	167
9.2 Recomendaciones	168

ANEXOS Y REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

169



CAPITULO 1

OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Toda comunidad o institución genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los residuos, aguas residuales, es esencialmente el agua de la que se desprende la suciedad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada.

Si se permite la acumulación y estancamiento de las aguas servidas, la descomposición de la materia orgánica que contiene, puede conducir a la generación de gases malolientes. A este hecho, cabe añadir la frecuente presencia en el Agua servida, de numerosos microorganismos patógenos, causantes de enfermedades que habitan en el aparato intestinal humano.

La evacuación inmediata y sin molestias del agua servida de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no solo deseable, sino también necesaria en toda localidad.

Los lugares que carecen de instalaciones de saneamiento apropiadas favorecen la rápida propagación de estas enfermedades debido a que las heces expuestas a cielo abierto contienen organismos infecciosos que contaminan el agua y los alimentos.

La mayoría de las enfermedades se pueden prevenir con el mejoramiento del saneamiento público, la provisión de agua limpia y medidas de higiene como lavarse las manos después de ir al baño o antes de preparar la comida. La construcción de letrinas sanitarias y el tratamiento de las aguas servidas para permitir la biodegradación de los desechos humanos que ayudarán a contener las enfermedades causadas por la contaminación.

Es necesario llevar a cabo este tipo de obras con una buena calidad y seguridad para que el proyecto no muestre ningún tipo de problema antes del tiempo estipulado, este aspecto siempre se realiza buscando el mínimo costo y el máximo beneficio para los pobladores como para las entidades que prestan ayuda para estos proyectos.

1.2 ALCANCE Y OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto de Estudio de Factibilidad del Tratamiento de Aguas Servidas en el sector del Prado tiene como objetivo principal mejorar la calidad de vida en toda índole de sus habitantes, a partir del tratamiento de las aguas residuales domesticas evitando así el riesgo de que se puedan producir brotes de enfermedades infecciosas y epidemias, además de disminuir el impacto en el ambiente por la continua descarga de estas aguas sin tratamiento previo alguno.



1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el dimensionamiento de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas mediante un sistema aerobio de lodos activados para el recinto El Prado, parroquia Limonal, cantón Daule, Provincia del Guayas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aplicar las tecnologías aerobias en nuestro medio para mejorar la calidad del efluente generado.
- Minimizar el impacto adverso en los cuerpos hídricos receptores.
- Mejorar las condiciones del entorno y la salud pública.
- Cumplir con la Legislación Ambiental.

1.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

Con la intención de dar solución al problema que existe en la zona se plantea la siguiente hipótesis:

Diseñando un Sistema de Tratamiento apropiado para la descarga de las aguas residuales domesticas del recinto el Prado, se eliminara los problemas sanitarios existentes garantizando un ambiente sano en el sector.

1.4 JUSTIFICACION DEL TEMA

La razón principal que justifica el tratamiento de las aguas residuales es crear una política de prevención primaria para la salud, evitando enfermedades y posibles epidemias. De esta forma se contribuye a crear medidas de higiene y seguridad muy importantes para todos los pobladores de la localidad.

La contaminación provocada por las descargas de aguas clasificadas como Aguas Residuales Domésticas (ARD) en los centros de población, se extiende en la actualidad a una buena parte de las redes hidrográficas, así como a numerosos cuerpos de aguas (ríos, lagos, presas, aguas subterráneas), afectando con ello a diversos ecosistemas terrestres y acuáticos. Los problemas de contaminación no sólo se presentarían en los sitios donde se localizan grandes ciudades, sino que también representa un grave problema por resolver en las comunidades rurales, siendo prioritaria su atención.

El tratamiento de las aguas residuales adquiere cada vez mayor importancia, en primer lugar, por razones de salud pública, pero además por la contaminación y destrucción de los ecosistemas. Por ello, es necesaria la aplicación de sistemas que disminuya el efecto que causan en el ambiente el vertido de estas aguas sin ningún tratamiento. Las características de las aguas residuales dependerán en gran medida de las variaciones y concentraciones de contaminantes en la descarga, del sistema de alcantarillado usado, de las costumbres de la comunidad, del clima y de las actividades desarrolladas dentro de la localidad.

Por lo cual se considera necesario desarrollar un estudio que identifique las principales variables que permitan diseñar el sistema de tratamiento idóneo para la población elegida.



CAPITULO 2

GENERALIDADES

2.1 CONDICIONES GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El recinto "El Prado" pertenece a la Parroquia Limonal del Cantón Daule se encuentra al noreste en la cuenca baja de la provincia del Guayas, aproximadamente a 5 metros sobre el nivel del mar, en toda la geografía cantonal. Este recinto está dedicado a la agricultura, su principal producto es el arroz.

El recinto El Prado por vía terrestre se encuentra a 54km. en la vía de la Concesión Norte (Conorte) Guayaquil – El Empalme, y a 2 km de la cabecera cantonal de la parroquia Limonal, en el sector habitan en su mayoría los agricultores de la cooperativa Alianza Definitiva comprendiendo en la parte urbana una extensión de 3.02 has.

GRAFICO 1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL RECINTO "EL PRADO"

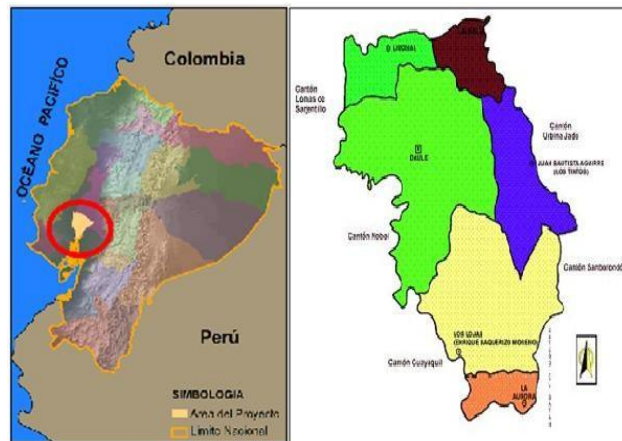


GRAFICO 2 UBICACIÓN CARTOGRAFICA DEL RECINTO "EL PRADO"





Coordenadas de la Cabecera Parroquial.

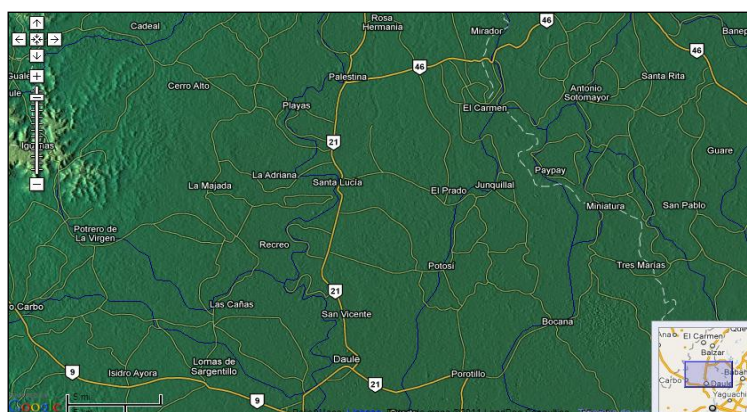
- Latitud de : 01° 42' 00" S
- Longitud Occidental : 79° 58' 40" W
- Altitud 7msnm sobre el nivel del mar.
- Temperatura promedio: 25.40°C
- Principal rio: Daule
- Área poblada del recinto: 7.87 ha.

Límites de la cabecera parroquial.

- **Norte:** Recinto "Jesús María"
- **Sur:** Recinto "Las Animas"
- **Este:** Recinto "Flor María"
- **Oeste:** Recinto "Los Jazmines de Arriba"

2.1.2 VIAS DE ACCESO

GRAFICO 3: Principales Carreteras



La Vía Santa Lucía-Daule es la carretera de acceso al recinto que la actualidad se encuentra en perfectas condiciones, construida de pavimento flexible en toda su extensión, las carreteras secundarias al recinto solo tienen camino lastrado las cuales necesitan mantenimiento inmediato.

Los habitantes se pueden transportar con facilidad por los servicios que brinda la Cooperativa Señor de los Milagros, desde Guayaquil hasta el Limonal.

FOTO 1: CARRETERA VIA A DAULE





FOTO 2: CARRETERA DEL RECINTO "EL PRADO"



Fuente: Elaboración Propia.

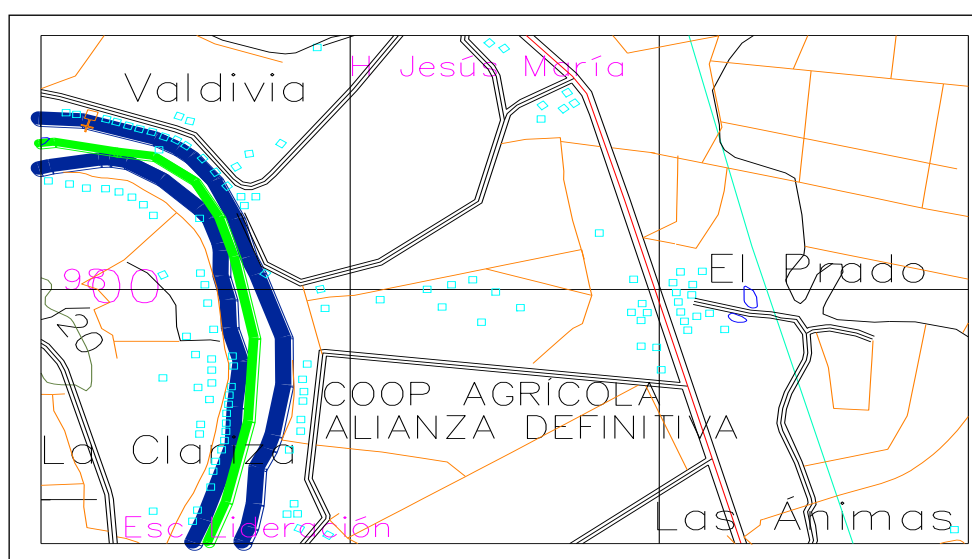
2.1.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL SUELO (TIPO DE SUELO)

La región de estudio, tiene un suelo fino de un tipo arcillas – arenosas y limos con arena muy fina. Razón por la cual esta zona a tendido a ser muy agrícola específicamente arrocera.

Para el presente estudio se tomaron muestras del suelo a distintas profundidades en varias áreas del sector. (Ver anexo 1)

2.1.4 ÁREA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona urbana del recinto el Prado consta de 7,87 hectáreas y 675 habitantes actualmente, el área de la región de estudio se obtuvo en base a levantamientos topográficos realizados posteriormente y con la ayuda de la copia de un Plano ofrecido por la comunidad del sector y confirmada mediante dicha medición, así como también por la carta topográfica como se puede apreciar en la gráfica 2.1.



El Municipio del cantón Daule todavía no ha realizado el estudio, ni ningún diseño para dotar de alcantarillado sanitario a este recinto. Cabe mencionar que el MIDUVI ha tenido gran impacto, ya que la población ha aumentado puesto que se han construido más de 53 viviendas con dicha entidad. Los habitantes del recinto El Prado hasta la actualidad utilizan Pozos Sépticos para la evacuación de las AA.SS de sus domicilios.

FOTO 3: VIVIENDAS MIDUVI DEL RECINTO "EL PRADO"



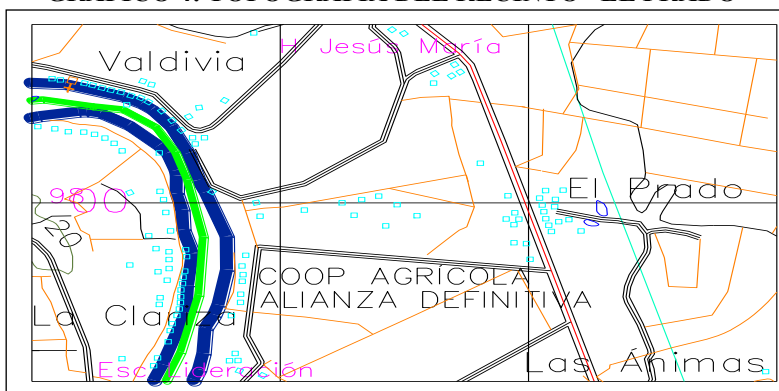
2.1.5 DESCRIPCION TOPOGRAFIA DEL SECTOR.

Al hacer el levantamiento topográfico del área a drenar, no sólo se debe tomar en cuenta el área ocupada en la actualidad, sino que también las que en un futuro puedan incorporarse al sistema. Los levantamientos tienen que ser lo suficientemente completos, en donde tienen que aparecer la localización exacta de las calles, la escuela, las calles principales de recinto y el río, en general todo lo que guarde relación o afecte el desarrollo del proyecto. También debe ser incluida la posible localización de la fosa séptica para tratamiento de aguas negras, así como la del cuerpo receptor del desfogue del drenaje.

El Recinto El Prado se encuentra en una zona de terreno ligeramente plano con pocas irregularidades.

Se puede acotar con respecto a la topografía que en este sector si existió una planificación inicial del crecimiento urbano porque como resultado se nota que hay un orden en la construcción viviendas, esto es formando manzanas. (Ver Anexo 2)

GRAFICO 4: TOPOGRAFIA DEL RECINTO "EL PRADO"



Fuente: Elaboración Propia



2.2 DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE

2.2.1 ASPECTOS FISICOS

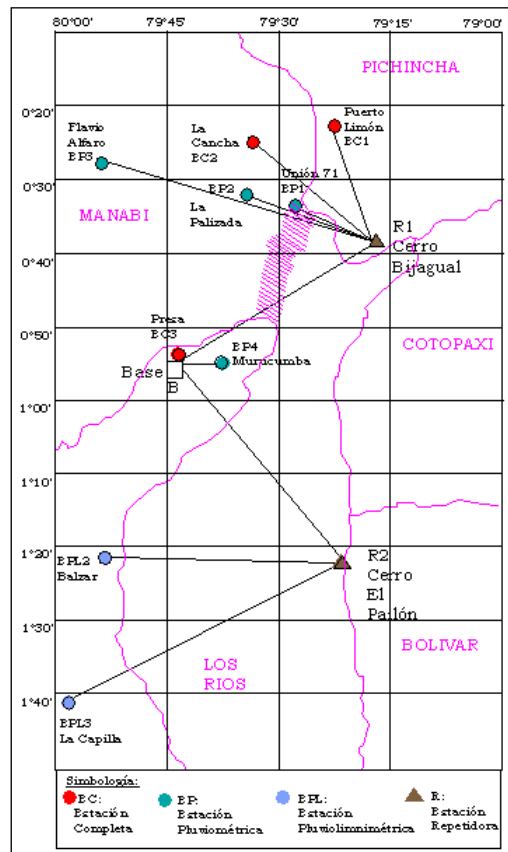
Su ubicación geográfica hace que sea una región cálida tropical o tropical húmeda en la que presenta dos temporadas bien definidas que son la estación seca o verano y la estación lluviosa o invierno.

2.2.2.1 CLIMA

El clima se caracteriza por dos diferentes épocas en el año. Con lluvias en invierno y días cálidos en verano. La temperatura media es de 26 °C con variaciones en la época de invierno.

El análisis climático realizado para el presente estudio, se basó en la información recopilada de la Estación La Capilla, por ser la más cercana al proyecto, ubicada cerca a la vía que conduce a Santa Lucía administrada actualmente por Senagua, en las coordenadas 1° 42' 00" de latitud sur y 79 ° 58' 40" de longitud occidental, con una elevación de 7 msnm. (Ver Anexo 3).

FIGURA 3: ESTACIONES METEREOLÓGICAS



Fuente: Internet.



2.2.2.2 PRECIPITACION

Según tabla de precipitación máxima en 24 hrs. de la estación meteorológica La Capilla (En Daule) cercana a la región en estudio, proporcionada por Senagua (Ex - CEDEGE), tiene una precipitación promedio de 90,4 mm. (Ver anexo 3)

La clasificación climática corresponde a Tropical y los factores generalmente aceptados como determinantes de la variación: clima, altitud, latitud, vientos, precipitación, están fuertemente modificados por la convergencia de algunos sistemas de corrientes del Pacífico.

De acuerdo a registros pluviométricos obtenidos en la estación La Capilla, los períodos de lluvias fuertes son cíclicos, sin tomar en cuenta los años en los que se presenta el fenómeno del “El Niño”; en algunos años los valores son extremadamente secos (1950, 1960, 1970, 1984, 1985, 1988, 1996, 2003) y los años más lluviosos corresponden al Niño de 1982-1983, 1997-1998.

2.2.3 HELIOFANÍA

La heliofanía representa la duración del brillo solar u horas de sol, y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa. La ocurrencia de nubosidad determina que la radiación recibida por el instrumento sea radiación solar difusa, interrumpiéndose el registro. Por lo tanto, si bien hay energía incidente disponible, la concentración o densidad de la misma no es suficiente para ser registrada.

En toda la llanura litoral hasta una altura de 500 m en la ladera de la cordillera Occidental, el promedio anual de horas de brillo solar fluctúa entre las 600 y 1700 horas, siendo las más favorables de este número las zonas más secas. Según los datos los meses de mayor luminosidad son: febrero, marzo, mayo y agosto, siendo de estos mayo y agosto los más luminosos, mientras que los de menor luminosidad son: diciembre y enero. (Ver anexo 4)

2.2.4 VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO

El área está influenciada por vientos con velocidades moderadamente bajas, siendo el promedio anual (1996) de una velocidad de 1,2 m/s con una frecuencia anual del 24,5 % en dirección suroeste y en menor escala unos vientos de 0,50 m/s, frecuencias del 1.4 % en dirección norte.

La variación de este parámetro a lo largo es mínima; existe diferencia cuando la dirección del viento predominante es norte, la velocidad promedio del año 2008 es de 1.20 m/seg a 1.0 m/seg en marzo. De acuerdo a la rosa de los vientos realizada se determina que la dirección predominante a lo largo del año es suroeste; la dirección norte los meses de febrero, marzo y abril toman en ciertos años cierta magnitud. Este parámetro es fundamental para el diseño de la planta de tratamiento de Agua Residuales. (Ver Anexo 4)



2.3 ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.3.1 ASPECTOS SOCIALES

Los aspectos sociales del área de influencia del proyecto están determinados esencialmente por las características de la población allí asentada.

Los datos estadísticos que se incluyen en el presente estudio tienen como base la información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), tanto en valores absolutos y relativos censales como en proyecciones.

Para la utilización de datos desagregados que no existen en la fuente directa, se procedió a reconstruirlos realizando un análisis adecuado de los mismos.

2.3.1.1 Nivel de Instrucción

El nivel de instrucción de la población rural tomando como referencia la Parroquia Limonal es medio y en su mayoría tiene educación primaria y secundaria. De los habitantes mayores de 10 años el 46.3% registra educación primaria, el 21.3% secundaria y el 2.14% superior.

El porcentaje de analfabetismo en el área es del 8.4% con relación al total de la población mayor de 10 años (**datos tomados de la Aplicación Sustantiva del censo de Población y Vivienda 2010**).

En la actualidad el recinto se encuentra muy ligado al servicio comunitario, social y el crecimiento de la educación, temas que se tratan en la Junta Parroquial que se encuentra ubicada en la cabecera cantonal del Limonal, la que se encarga de estos proyectos comunitarios para bienestar de los mismos.

FOTO 4: JUNTA PARROQUIAL RURAL DE LIMONAL



Fuente: Elaboración Propia.



2.3.1.2 Condiciones Económicas

Los recursos de mayor importancia para su desarrollo económico vienen de la agricultura y de menor grado de la ganadería,

Cabe mencionar que el recinto cuenta con la Cooperativa Agrícola Alianza Definitiva que se encarga del desarrollo de la agricultura entregando insumos para mejoramiento de la producción.

FOTO 5: COOP. ALIANZA DEFINITIVA RECINTO "EL PRADO"



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.2 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y SERVICIOS

En el presente estudio se hace una breve descripción de las principales obras de infraestructura de servicios del área de influencia.

- **Abastecimiento de agua**

El abastecimiento de agua en la parte urbana, se lo realiza a través de Tanqueros Distribuidores de este suministro de manera regular, en ninguno de los casos se lo efectúa a través de pozos.

- **Alcantarillado sanitario y pluvial¹**

No dispone de un adecuado sistema de alcantarillado sanitario, para satisfacer las necesidades de sus pobladores. En la zona el 70% de la población la efectúa mediante pozo ciego y el 30% al aire libre. (Datos de la junta parroquial).

El alcantarillado pluvial, no existe en ninguna parte del sector.

- **Desechos sólidos**

La eliminación de los desechos sólidos se la realiza 2 veces por semana, con un horario no definido, gracias a un convenio junta - municipio, con una cooperativa de camionetas que los depositan en terrenos privados, ubicados en la parte este de la zona urbana, aproximadamente a 2,5 km de distancia en la Vía Daule.

- **Salud pública**

En lo referente a salud pública no poseen cobertura alguna, por lo que la mayoría de los habitantes cuando requieren del servicio por alguna molestia se trasladan a la cabecera parroquial.

¹ Se propone la construcción de una PTARD basada en el Trabajo de Tesis Realizado por Silvia Galarza. Investigación Básica Sobre la Factibilidad de dar Servicio de Alcantarillado Sanitario al Recinto "El Prado" De La Parroquia Limonal Cantón Daule. Año 2012.

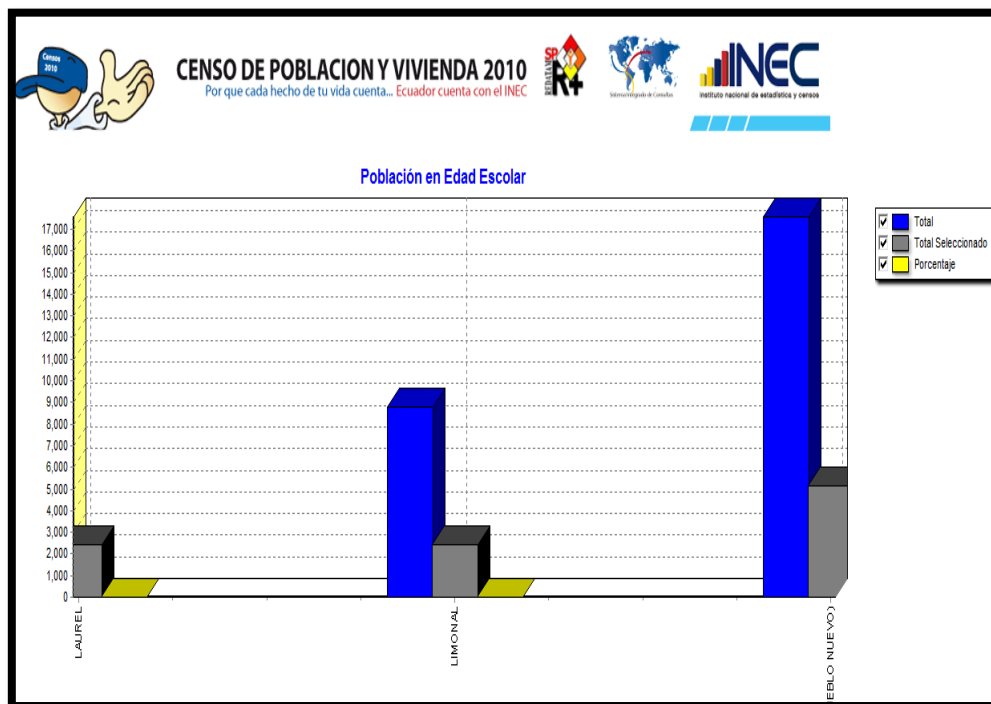


- Energía eléctrica

En lo relacionado a la energía eléctrica, en la cabecera parroquial cuenta en su totalidad (99 %) con este servicio (CNEL), a diferencia de la zona rural, la calidad es variable a deficiente.

- Educación

El acceso a la educación en la zona lo poseen hasta la instrucción primaria, esta situación se debe a que la comunidad cuenta con un centro de educación básica. El nivel de analfabetismo no es elevado, y la mayoría de la niñez se beneficia ya que el 90 % de ellos acuden a la escuela.



- Transporte

La población dispone para su movilización un fácil acceso a la vía Conorte, pues esta pasa por el sector el mismo que posee un paradero. Dicha vía la transitan cooperativas como F.I.F.A., Señor de los Milagros, T.I.A, entre otras.

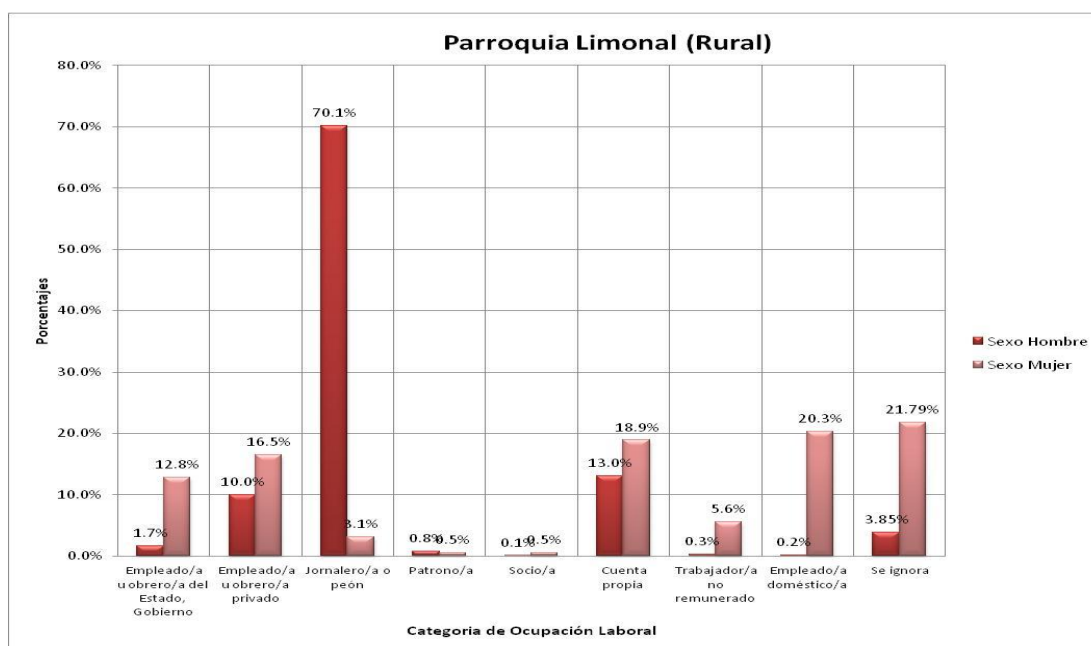
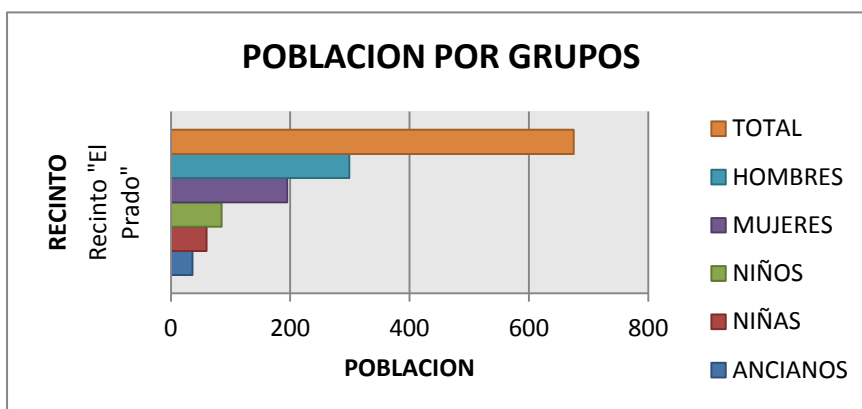
2.4 INDICADORES DEMOGRÁFICOS

2.4.1 POBLACIÓN

Según información Instituto de Estadísticas y Censo del VII Censo Poblacional y VI de vivienda del 2010, la población rural de la Parroquia Limonal es de 1275 habitantes con un crecimiento de 3.15% de la Población del Cantón Daule y según el Censo proporcionado por el Plan de Desarrollo de la Parroquia Limonal el recinto El Prado tiene una población de 675 habitantes.



GRAFICO 6: DISTRIBUCION DE LA POBLACION EN BARRAS





CAPITULO 3

MARCO TEORICO

3.1 ANTECEDENTES

En la elaboración del presente trabajo, se considerará varios términos y conceptos referentes a los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante por atender, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo de una comunidad supone un mayor uso de agua y una gran generación de residuos sólidos y líquidos, siendo los residuos líquidos conocidos como aguas residuales, las cuales dependiendo de su origen son llamadas de tipo urbano, industrial, etc.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, impidiendo el uso normal de las propiedades y lugares de recreo.

No obstante, todas las poblaciones, por muy pequeñas que sean, contribuyen a esta contaminación ambiental, en especial la contaminación de las aguas. El mayor volumen de aguas servidas corresponde a aquellas que son propias de la vida cotidiana del ser humano, como limpieza, cocina y necesidades fisiológicas, que se conocen como aguas residuales domésticas.

Todas las aguas naturales contienen cantidades variables de otras sustancias en concentraciones que varían de unos pocos mg/litro en el agua de lluvia a cerca de 35 mg/litro en el agua de mar. A esto hay que añadir, en las aguas residuales, las impurezas procedentes del proceso productor de desechos, que son los propiamente llamados vertidos. Las aguas residuales pueden estar contaminadas por desechos urbanos o bien proceder de los variados procesos industriales.

Desde el punto de vista de salud pública tienen una importancia relevante. Puesto que uno de sus contenidos importantes son las excretas humanas (fecas y orinas) estas aguas pueden transportar numerosos de microorganismos causantes de enfermedades, denominados patógenos (del griego pathos, enfermedad y genein, engendrar).

El Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas es un proceso necesario para mantener y salvaguardar la integridad del ecosistema en el que vivimos, una población que no conste de algún sistema para dar tratamiento a las aguas residuales hace que con el paso del tiempo llegue a empeorar drásticamente su calidad de vida, creando un entorno con unas condiciones no adecuadas para la vida humana.



3.2 CLASIFICACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales se pueden clasificar por su origen en aguas residuales urbanas y aguas industriales.

3.2.1 AGUAS RESIDUALES URBANAS

Dadas las características de la población estas suelen estar constituida por desechos humanos y animales, desperdicios caseros que pueden contener grasas y detergentes sintéticos, aguas de lavado de las calles y corrientes pluviales donde se arrastran partículas que se encuentran en la superficie, e infiltraciones de aguas subterráneas que pueden llegar a alcanzar en ocasiones el nivel freático.

Los aportes que generan esta agua son:

- Aguas negras o fecales.
- Aguas de lavado domestico.
- Aguas de limpieza de calles.
- Aguas de lluvia y lixiviados.

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

3.2.2 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, cada industria genera aguas residuales diferentes y con condiciones particulares y únicas dependiendo del tipo de industria.

Este tipo de aguas residuales son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no solo de una industria a otra, sino también de un mismo tipo de industria.

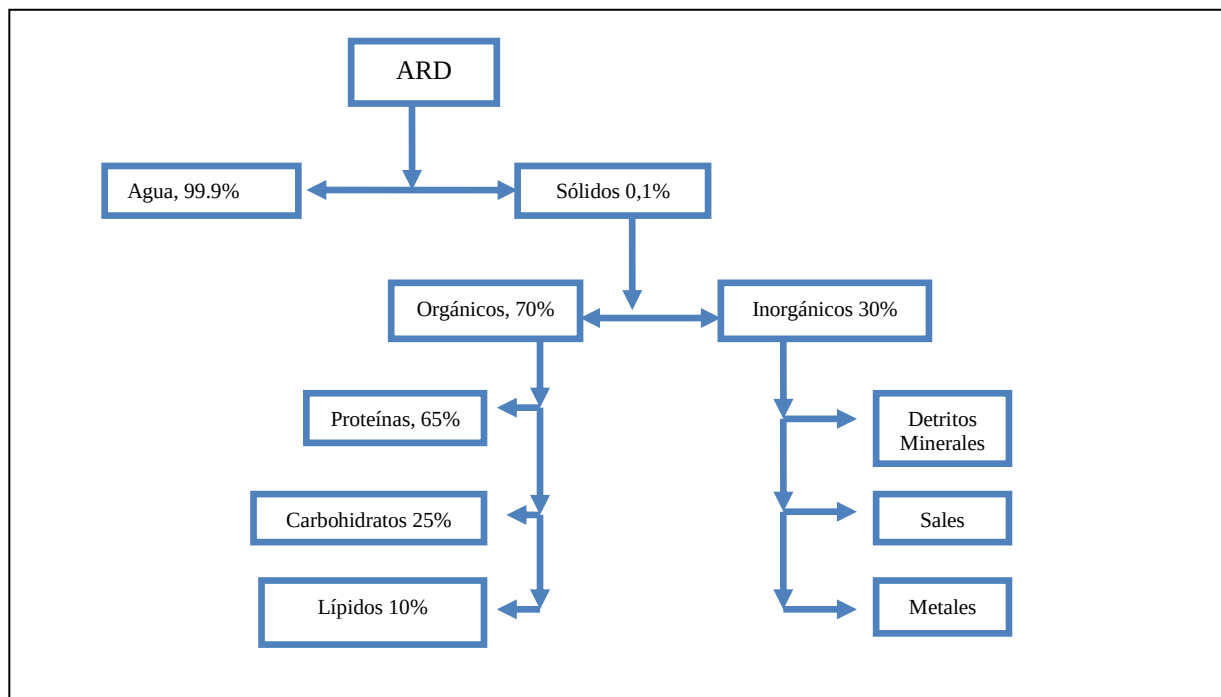
A veces las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día. Suelen ser mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.



3.3 COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales se componen, básicamente, de un 99,9% de agua y de, un 0,1% por peso de sólidos, sean estos disueltos o suspendidos. Este 0,1% referido es el que requiere ser removido para que el agua pueda ser reutilizada. El agua sirve o actúa como medio de transporte de estos sólidos, los que pueden estar disueltos, en suspensión o flotando en la superficie del liquido.

Clasificación de las Aguas residuales Domesticas



Fuente: Libro “Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales” Vol. I, II, III. Metcalf – Eddy. (Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.

La composición se refiere a los constituyentes físicos, químicos, y biológicos que se encuentran en el agua residual. Según la cantidad de estos componentes, el agua residual se clasifica como fuerte, media o débil. El cuadro 3.1 muestra datos típicos de la concentración y composición del agua residual domestica. Dado que tanto la concentración como la composición varían con la hora del día, día de la semana mes del año y también con otras condiciones locales, solo se pretende que estos datos sirvan como orientación para un proyecto.



COMPOSICION TIPICA DEL AGUA RESIDUAL DOMESTICA

Constituyente	unidad	Concentración ^a		
		Débil mg/l	Media mg/l	Fuerte mg/l
Sólidos, en total (ST)	mg/L	390	720	1230
Disueltos, en total (SDT)	mg/L	270	500	860
Fijos	mg/L	160	300	520
Volátiles	mg/L	110	200	340
Sólidos Suspendidos, en total (SST)	mg/L	120	210	400
Fijos	mg/L	25	50	85
Volátiles	mg/L	95	160	315
Sólidos Sedimentables	mL/L	5	10	20
DBO ₅ (20° C)	mg/L	110	190	350
Carbono Orgánico Total (COT)	mg/L	80	140	260
DQO	mg/L	250	430	800
Nitrógeno (Total como N)	mg/L	20	40	70
Orgánico	mg/L	8	15	25
Amoniaco Libre	mg/L	12	25	45
Nitritos	mg/L	0	0	0
Nitratos	mg/L	0	0	0
Fosforo (Total como F)	mg/L	4	7	12
Orgánico	mg/L	1	2	4
Inorgánico	mg/L	3	5	10
Cloruros ^b	mg/L	30	50	90
Sulfato ^b	mg/L	20	30	50
Aceites y Grasas	mg/L	50	90	100
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV ₅)	mg/L	<100	100 - 400	>400
Coliformes Totales	No./100mL	10 ⁶ - 10 ⁸	10 ⁷ - 10 ⁹	10 ⁷ - 10 ¹⁰
Coliformes Fecales	No./100mL	10 ³ - 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁶	10 ⁵ - 10 ⁸
Quistes de Cryptosporidium	No./100mL	10 ⁻¹ - 10 ⁰	10 ⁻¹ - 10 ¹	10 ⁻¹ - 10 ²
Quistes de Giardia Lamblia	No./100mL	10 ⁻¹ - 10 ¹	10 ⁻¹ - 10 ²	10 ⁻¹ - 10 ³
Alcalinidad (como Ca Co3)	mg/L	50	100	200

^a Low strength is based on an approximate wastewater flowrate of 750 L/capita-d (200 gal/capita-d)

Medium strength is based on an approximate wastewater flowrate of 469 L/capita-d (120 gal/capita-d).

High strength is based on an approximate wastewater flowrate of 240 L/capita-d (60 gal/capita-d)

^b Values should be increased by amount of constituent present in domestic water supply.

Note: mg/L = g/m³

Fuente: Libro "Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales" Vol. I, II, III. Metcalf – Eddy.
(Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.

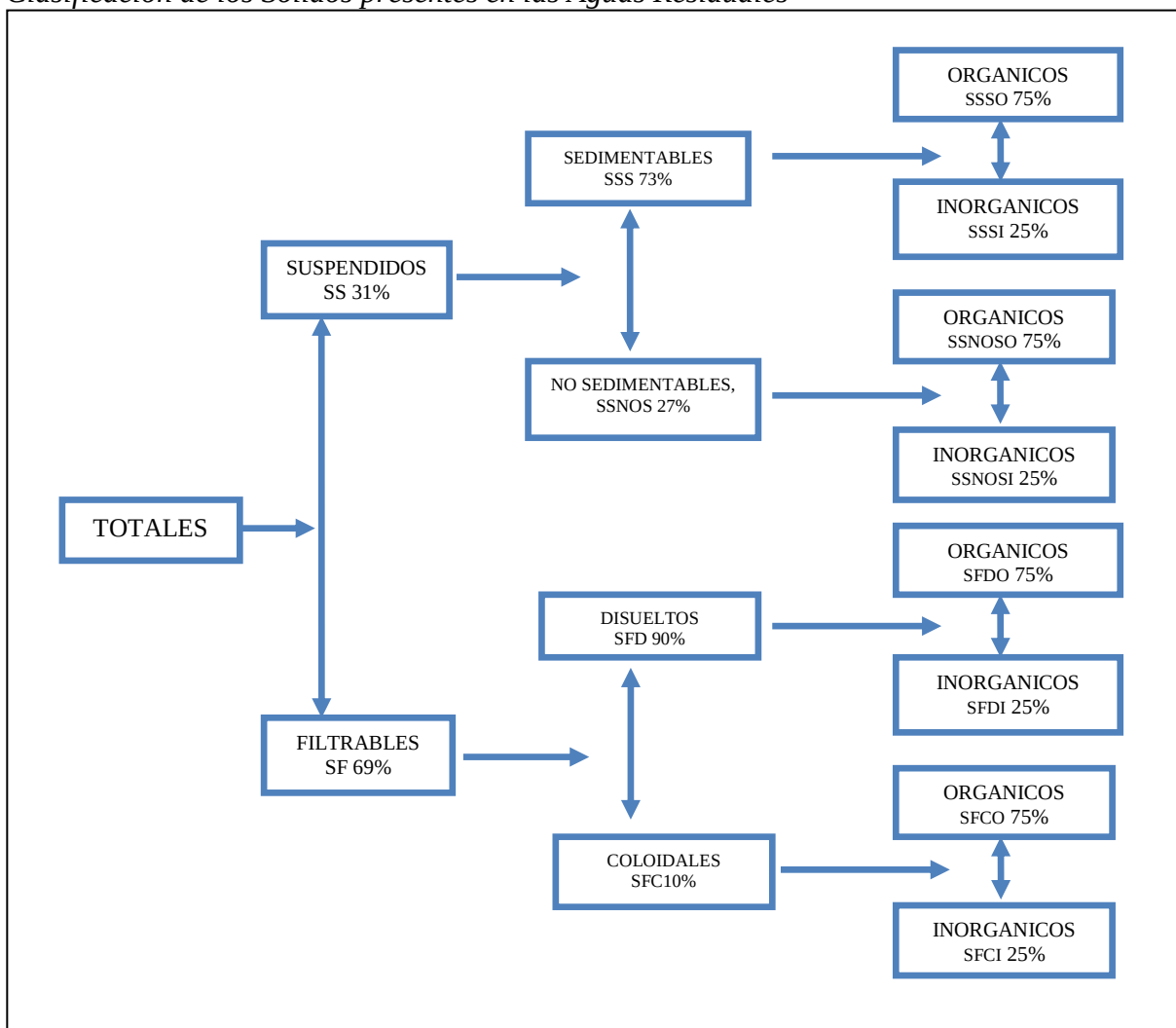


3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SÓLIDOS PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES.

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fosforo, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, y algunas sustancias toxicas como arsénico, cianuro cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc.

Los sólidos inorgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir los que contienen nitrógenos en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasa y jabones.

Clasificación de los Sólidos presentes en las Aguas Residuales



Fuente: Libro "Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales" Vol. I, II, III. Metcalf – Eddy. (Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.



3.3.1.2 DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS

Todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la "carga, de sólidos". Pueden ser de naturaleza orgánica y/o inorgánica- Proviene de las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales. La definición generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo después de una evaporación y secado de una muestra de volumen determinado, a una temperatura de 103°C a 1 05°C. Los métodos para la determinación de sólidos son empíricos, fáciles de realizar y están diseñados para obtener información sobre los diferentes tipos de sólidos presentes.

a) Sólidos Totales (5T).- Consisten en la cantidad de materia que queda como residuo después de una evaporación entre los 103° C a 105° C.

b) Sólidos Volátiles (SV).- Los sólidos Totales sometidos a combustión a una temperatura de 600° C, durante 20 minutos. Esta pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica o volátil (SV), los sólidos que no volatilizan se denominan sólidos fijos (SF).

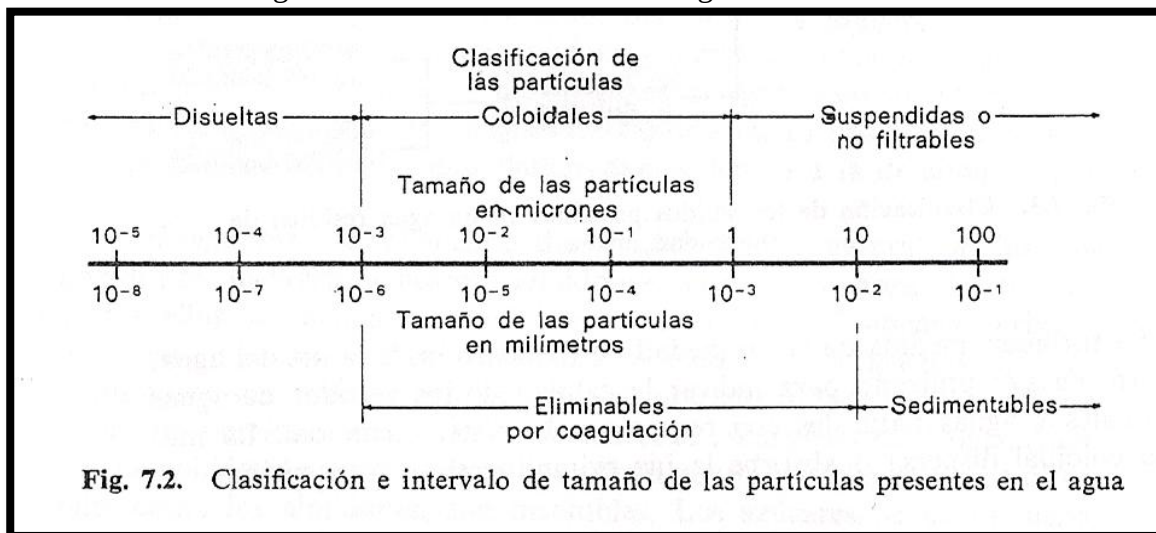
e) Sólidos suspendidos (SS).- Constituyen uno de los límites que se fijan a los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los SS se determinan como la cantidad de material retenido después de filtrar un determinado volumen de muestra o en filtros de fibra de vidrio que utilizan como medio filtrante. En la actualidad se prefiere utilizar filtros de membrana con un tamaño de poro de aproximadamente 1.2 micrómetros (1.2×10^{-6} metros).

d) Sólidos Sedimentables - Los sólidos sedimentables son el grupo de sólidos cuyos tamaños de partícula corresponde a 10 micras o más y que pueden sedimentar.

El esquema nos da una clasificación de los sólidos más clara en cuanto al tamaño

Clasificación de Rango de Tamaño de Partículas en Agua



Fuente: Tratamiento y depuración de las aguas residuales "Metcalf – Eddy"



3.4 CARACTERISTICAS FISICAS QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Es muy importante saber cuáles son las características físicas, químicas y biológicas ya que con ello contaríamos, que en el momento de hacer el tratamiento de las aguas residuales, tengamos parámetros que pueden contrarrestar los diferentes microorganismos y bacterias presentes en las aguas residuales.

Los principales parámetros utilizados para caracterizar el agua residual se citan en el cuadro 3.5. Estos parámetros varían desde precisas determinaciones químicas cuantitativas hasta determinaciones cualitativas biológicas y físicas. Además muchos de los parámetros están interrelacionados entre sí. Por ejemplo, la temperatura, un parámetro físico, afecta tanto a la actividad biológica del agua residual como a la cantidad de gases disueltos en ella, los cuales están clasificados como parámetros químicos. El cuadro 3.5 presenta las definiciones, explicaciones y aplicaciones de los parámetros, incluyéndolas dentro de las secciones que se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua residual.

El carácter de las aguas residuales no es constante en términos de lugar ni de tiempo, las técnicas usadas comúnmente en su muestreo y análisis -están sujetas a copiosos errores. A medida que el agua residual pasa a través del sistema de recolección, el material orgánico solido tiende a ser solubilizado por la acción microbial y es posible que algunos sólidos sean removidos por sedimentación, o por tracción a lo largo del fondo de las alcantarillas.

Mientras que las grasas y aceites tienden a moverse hacia la superficie, y serán depositados a lo largo de las paredes de las tuberías. Los materiales que son depositados en el fondo de la tubería pueden ser removidos por futuros caudales más altos que producen velocidades más altas.



CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL.

PARÁMETRO	ORIGEN
FISICAS	
Sólidos Temperatura Color Olor	Suministro de agua, residuos industriales y domésticos Residuos industriales y domésticos. Residuos industriales y domésticos. Agua residual en descomposición, Residuos industriales.
Orgánico: Proteínas Carbohidratos Grasas animales Agentes tensoactivos Fenoles Pesticidas	Suministro de Agua, Residuos industriales y domésticos. Residuos industriales y domésticos. Residuos industriales, comerciales y domésticos. Residuos industriales y domésticos. Residuos industriales. Residuos agrícolas.
Inorgánico: pH Cloruros Alcalinidad Nitrógeno Fósforo Azufre Compuestos tóxicos Metales pesados	Residuos industriales. Suministro de agua doméstica, residuos industriales, infiltración de aguas subterráneas. Residuos domésticos, suministro de agua doméstica, infiltración de aguas subterráneas Residuos agrícolas y domésticos. Residuos industriales y domésticos, derrame natural. Suministro de agua doméstica y residuos industriales Residuos industriales, infiltración de 'aguas subterráneas. Residuos industriales.
Gases: Oxígeno Sulfuro de hidrógeno Metano	Suministro de agua doméstica, infiltración de aguas superficiales. Descomposición de aguas domésticas. Descomposición de aguas domésticas.
BIOLOGICAS	
Protistas Virus Plantas Animales	Residuos domésticos, plantas de tratamiento. Residuos domésticos. Corrientes de agua al descubierto y plantas de tratamiento. Corrientes de agua al descubierto y plantas de tratamiento.

Fuente: Libro “Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales” Vol. I, II, III. Metcalf – Eddy. (Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.



3.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Estas propiedades son adquiridas en su mayor parte, según sea el contenido total-de sólidos en sus diferentes variantes de materiales, flotantes, sustancias coloidales y productos disueltos. Los sólidos pueden plantear problemas cuando las aguas residuales son tratadas mediante sistemas agrarios, debido a su capacidad de ocluir los poros del suelo y de poder llegar a establecer costras impermeables sobre la superficie de los terrenos.

El color de los efluentes urbanos produce ciertos efectos sobre las aguas de aplicación cuando se siguen sistemas agrarios de tratamiento de las aguas residuales. Generalmente, la coloración es indicadora de la concentración y composición de las aguas contaminadas, y puede variar del gris al negro. En la medida que éste es más intenso, la capacidad de absorción de energía solar es mayor, y ello redundará en una ligera elevación de la temperatura del suelo.

La temperatura de los efluentes urbanos no plantea graves problemas, ya que oscila entre 10° y 20° C; facilita así el desarrollo de una fauna bacteriana y una flora autóctona, ejerciendo una acción amortiguadora frente a la temperatura ambiente, tanto en verano como en invierno, y en cualquier tipo de tratamiento biológico.

El olor causado por la descomposición anaerobia de la materia orgánica es debido, sobre todo, a la presencia de ácido sulfhídrico y otras sustancias volátiles, y es eliminado por aireación o por aspersión del agua en los diferentes sistemas biológicos que se están tratando.

3.4.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las propiedades químicas del agua tienen gran importancia debido a que interaccionan con las del suelo, variando el valor de cada parámetro. Esto nos obliga a considerar que las modificaciones a provocar en el agua residual tienen que poseer un sentido de equilibrio que evite, en cualquier forma, que un componente se convierta en factor limitante del crecimiento del sistema natural que queremos aplicar.

Las propiedades químicas de las aguas residuales son proporcionadas por componentes que podemos agrupar en tres categorías, según su naturaleza:

Materia orgánica, compuestos inorgánicos y componentes- gaseosos, conjunto que podemos reunir, a su vez, en dos grandes grupos:

- Sólidos en suspensión
- Compuestos en disolución.

Los problemas que causa la materia orgánica, tanto en disolución como en suspensión, presenta una composición más o menos homogénea, en la que se encuentran en forma predominante, las proteínas, los hidratos de carbono y algunos aceites y grasas. En esta distribución no podemos olvidar los compuestos citados como fenoles, plaguicidas, etc.



Si la distribución de esta materia orgánica es importante respecto a las características organolépticas del agua y algunas propiedades físicas, como la densidad y turbidez, o químicas como el pH, generalmente no hay correlación entre la concentración y el efecto.

De este modo, podemos comprender que a bajas concentraciones de un determinado compuesto orgánico, pueden manifestarse toxicidades en un suelo si se aplican sistemas de vertidos agrarios.

Las técnicas actuales que se usan para examinar en detalle son LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DB05), DEMANDA QUIMICA DEL OXIGENO (DQO), y EL CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT), estas técnicas no miden los mismos parámetros por lo que no son comparables directamente.

3.4.3 MEDICIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES.

- DEMANDA TEORICA DE OXIGENO
- DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO
- DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO
- CARBON ORGANICO TOTAL.

3.4.4 DEMANDA TEORICA DE OXIGENO

Es la cantidad estequiométrica de oxígeno requerida para oxidar completamente un determinado compuesto.

3.4.5 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

La demanda biológica de oxígeno (DB0), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DB05), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO_2/L). El método de ensayo se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Este ensayo es muy útil para la apreciación del funcionamiento de las estaciones depuradoras. No es aplicable, sin embargo, a las aguas-potables, ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuada. En este caso se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico.

El método pretende medir, en principio, exclusivamente la concentración de contaminantes orgánicos. Sin embargo, la oxidación de la materia orgánica no es la única causa del fenómeno, sino que también intervienen la oxidación de nitritos y de las sales amoniacales, susceptibles de ser también oxidadas por las bacterias en disolución.



3.4.6 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/L). Aunque este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica, sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros ...), que también se reflejan en la medida.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Este ensayo es muy útil para la apreciación del funcionamiento de las estaciones depuradoras. No es aplicable, sin embargo, a las aguas potables, ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuada. En este caso se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico.

La DQO varía en función de las características de las materias presentes, de sus proporciones respectivas, de sus posibilidades de oxidación y de otras variables. Es por esto que la reproductividad de los resultados y su interpretación no pueden ser satisfechas más que en condiciones de metodología de ensayo bien definida y estrictamente respetada.

3.4.7 CARBONO ORGÁNICO TOTAL

Carbono Orgánico Total (COT) es la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico y se usa frecuentemente como un indicador no específico de calidad del agua o del grado de limpieza de los equipos de fabricación de medicamentos. Se mide por la cantidad de dióxido de carbono que se genera al oxidar la materia orgánica en condiciones especiales.

Un análisis típico del COT mide tanto el carbono total (CT) presente como el carbono inorgánico total (CIT). Restando el Carbono inorgánico total del Carbono total obtenemos el Carbono orgánico total.

$$COT(\text{Carbono Orgánico Total}) = CT(\text{Carbono Total}) - CIT(\text{Carbono Inorgánico Total})$$

Otra variante común de los análisis de COT implica eliminar la fracción de carbono inorgánico en primer lugar y luego medir el Carbono restante que será el COT. Este método implica purgar una muestra acidificada con aire libre de carbono o con nitrógeno antes de la medida, y así el valor obtenido es llamado con propiedad Carbono Orgánico No Purgable (CONP).

Desde comienzo de los años 1970s, se ha reconocido la medida del COT como una técnica analítica para comprobar la calidad del agua durante el proceso de purificación del agua de bebida. El COT en las fuentes de agua procede de la materia orgánica natural en descomposición y de compuestos químicos sintéticos.



Detergentes, pesticidas, fertilizantes, herbicidas, compuestos químicos industriales, y compuestos orgánicos dorados son ejemplos de fuentes sintéticas. Antes de que el agua de manantial sea tratada mediante desinfección, el COT proporciona un papel importante en la cuantificación de la cantidad de materia orgánica natural en el agua de manantial.

3.5 RELACIONES ENTRE DBO, DQO Y COT.

Los valores de la relación DBO5/DQO en aguas residuales municipales no tratadas oscilan entre 0.3 y 0.8. Si la relación DBO5/DQO para aguas residuales no tratadas es mayor que 0.5, los residuos se consideran fácilmente tratables mediante procesos biológicos. Si la relación DBO5/DQO es menor de 0.3, el residuo puede contener constituyentes tóxicos o se pueden requerir microorganismos aclimatados para su estabilización. La relación DBO5/DQO para aguas residuales no tratadas varía de 1.2 a 2.0. Al usar estas relaciones, se debe recordar que ellas cambiarán significativamente de acuerdo con el tratamiento que se haya realizado a los residuos.

APORTES PERCAPITA DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA.

Componentes	DBO		DQO		NH₃-N	
	<i>g/(hab.d)</i>	%	<i>g/(hab.d)</i>	%	<i>g/(hab.d)</i>	%
<i>Aguas grises</i>	25.15	52	51.63	43	0.442	13.5
<i>Lavadero de cocina</i>	9.2	19	18.8	16	0.074	2.3
<i>Baño</i>	6.18	13	9.08	8	0.043	1.3
<i>Lavabo de baño</i>	1.86	4	3.25	2	0.009	0.3
<i>Lavado de ropa</i>	7.9	16	20.30	17	316	9.8
<i>Excretas</i>	23.54	48	67.78	57	2.78	86.5
<i>Contribución total</i>	48.69	100	119.41	100	3.22	100

Fuente: Libro Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental Vol. I. autor: Alfredo Jácome, Joaquín Suarez, Iñiqui Tejero, Javier Temprano. Año 2001.

3.6 FUENTES CONTAMINANTES DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales pueden tener las siguientes fuentes contaminantes:

Agrícola ganadero: Son el resultado del riego y de otras labores como limpieza ganadera, que pueden aportar al agua grandes cantidades de estiércol y orines (materia orgánica, nutrientes y microorganismos).

Uno de los mayores problemas es la contaminación con nitratos.

- **Origen Doméstico:** Son las que provienen de núcleos urbanos. Contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.).
- **Origen pluvial:** Se origina por arrastre de la suciedad que encuentra a su paso el agua de lluvia.
- **Origen industrial:** Los procesos industriales generan una gran variedad de aguas residuales, y cada industria debe estudiarse individualmente.



Para comunidades sin sistema de alcantarillado, la determinación de las características debe efectuarse calculando la masa de los parámetros más importantes, a partir de los aportes per cápita según se indica en el siguiente cuadro.

APORTE PER CÁPITA PARA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS^a

PARÁMETROS	Unidad	Rango	Valor Típico^b
DBO 5 días, 20 °C,g	g/(hab.d)	50-120	80
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	g/(hab.d)	110-295	198
Sólidos en suspensión (SST),	g/(hab.d)	60-150	90
NH ₃ como N.	g/(hab.d)	5-12	7,8
Nitrógeno Orgánico como N	g/(hab.d)	4-10	5,5
N Kjeldahl total como N	g/(hab.d)	9-21,7	13
Fosforo Orgánico como F	g/(hab.d)	0,9-1,8	1,23
Fosforo Inorgánico como F	g/(hab.d)	1,8-2,7	2,05
Fósforo-total.	g/(hab.d)	2,7-4,5	3,28
Aceites y Grasas	g/(hab.d)	10-40	31
Coliformes fecales	Nºde bacterias/(hab.d)	--	2×10^{11}
Salmonella Sp.	Nºde bacterias/(hab.d)	--	1×10^8
Nematodes intes.	Nºde bacterias/(hab.d)	--	4×10^5

^a Adapted from Crites and Tchobanoglous (1998)

^b Assuming 25 percent of the homes have kitchen wastefood grinders.

Fuente: Libro "Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales" Vol. I, II, III. Metcalf – Eddy. (Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.

Un aspecto que no se puede pasar por alto es la supervivencia de microorganismos, estos pueden causar grandes daños a la salud de los habitantes ya que se pueden concentrar contaminantes en los diferentes tipos de cultivos, en verduras, praderas y en las aguas. El siguiente cuadro detalla la supervivencia de los microorganismos.

SUPERVIVENCIA DE MICROORGANISMOS (EN MESES)

MICROORGANISMOS	En el Lodo	En el Suelo	Sobre cultivo
VIRUS ESTÉRICO	5	6	2
BACTERIAS INDICADORAS	5	1,2	6
SALMONELLAS	5	-	-
VIBRIOS	5	-	-
BÁCULO TUBERCULOSO	24	-	-
QUISTES DE PROTOZOOS	1	0,3	0,15
HUEVOS DE HELMINTOS	VARIOS	80	5

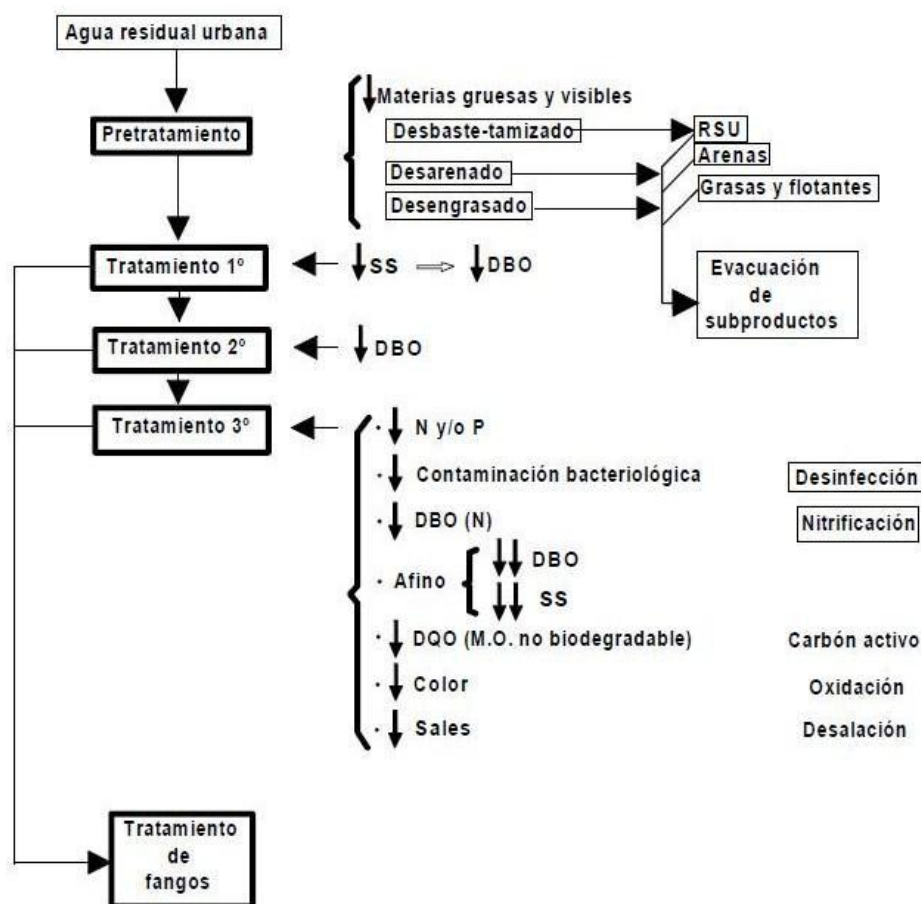
Fuente: www.google.com



3.7 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

El Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas es un proceso necesario para mantener y salvaguardar la integridad del ecosistema en el que vivimos. Por medio de estos tratamientos, las concentraciones de contaminantes en el agua residual, son reducidas a niveles permisibles, según lo establecido en la legislación y normas vigentes en el país. Los contaminantes biodegradables de las aguas residuales son degradados en sistemas donde los microorganismos aceleran la descomposición de la materia orgánica, utilizándola como alimento para su crecimiento y manutención.

ESQUEMA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS



Fuente: Libro Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental Vol. I. autor: Alfredo Jácome, Joaquín Suarez, Iñáqui Tejero, Javier Temprano. Año 2001.

La Depuración de Aguas Residuales Domesticas es un proceso secuencial similar al de cualquier industria. Existe una materia prima (agua residual), un producto (el agua tratada) y unos subproductos (fangos, residuo, arenas, etc.). Conforme se avanza en la línea se van consiguiendo unos objetivos parciales de depuración. Las etapas de esta línea de depuración varían de forma bastante importante en función del tamaño de la población. Es habitual dividir a las poblaciones en medianas o grandes y en pequeñas.



A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

PROCESO DE TRATAMIENTOS Y GRADOS DE REMOCIÓN.

PROCESO DE TRATAMIENTO	REMOCIÓN, %		REM., ciclos log10	
	DBO	Sólidos Suspendidos	Bacteria	Helminto
Sedimentación primaria	25 – 40	40 – 70	0 – 1	0 – 1
Lodos activados (a)	55 – 95	55 – 95	0 – 2	0 – 1
Filtros percoladores (a)	50 – 95	50 – 92	0 – 2	0 – 1
Lagunas aireadas (b)	80 – 90	(c)	1 – 2	0 – 1
Zanjas de oxidación (d)	90 – 98	80 – 95	1 – 2	0 – 1
Lagunas de estabilización (e)	70 – 85	(c)	1 – 6	1 – 4

Fuente: Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias (EX – IEOS Año 1986).

- (a) Precedidos y seguidos de sedimentación.
- (b) Incluye laguna secundaria
- (c) Dependiente del tipo de lagunas
- (d) Seguida de sedimentación
- (e) Dependiendo del número de lagunas y otros factores como: temperatura, periodo de retención y formas.

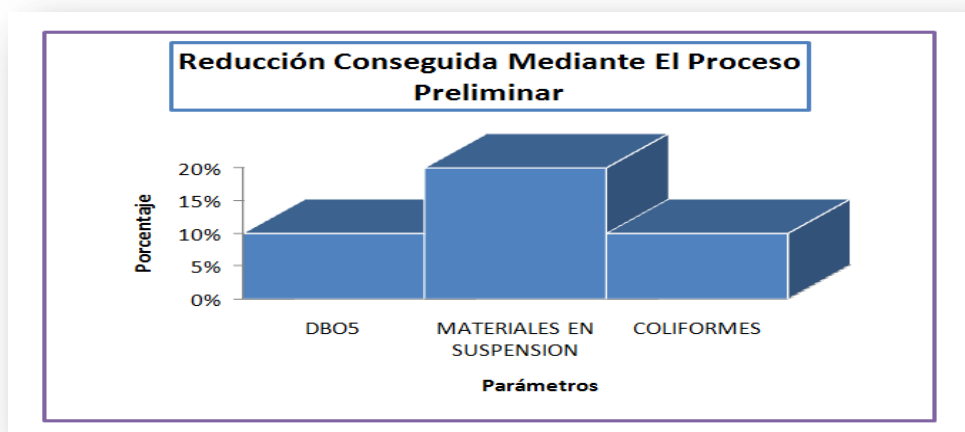
Los tratamientos de aguas residuales constan de las siguientes fases básicas:

Etapas Preliminar o Pre tratamiento:

La etapa preliminar debe cumplir dos funciones:

- Medir y regular el caudal de agua que ingresa a la planta.
- Extraer los sólidos flotantes grandes y la arena (a veces, también la grasa).

Las aguas brutas, antes de su tratamiento propiamente dicho, se someten a una serie de operaciones, físicas o mecánicas, que constituyen el pre tratamiento. El objetivo del pre tratamiento es separar o extraer del agua la mayor cantidad posible de las materias transportadas a través de colectores y que, por su naturaleza, crean problemas en los tratamientos posteriores (obstrucción de tuberías, desgaste de equipos, formación de costras y enarenado de digestores anaerobios, etc.).



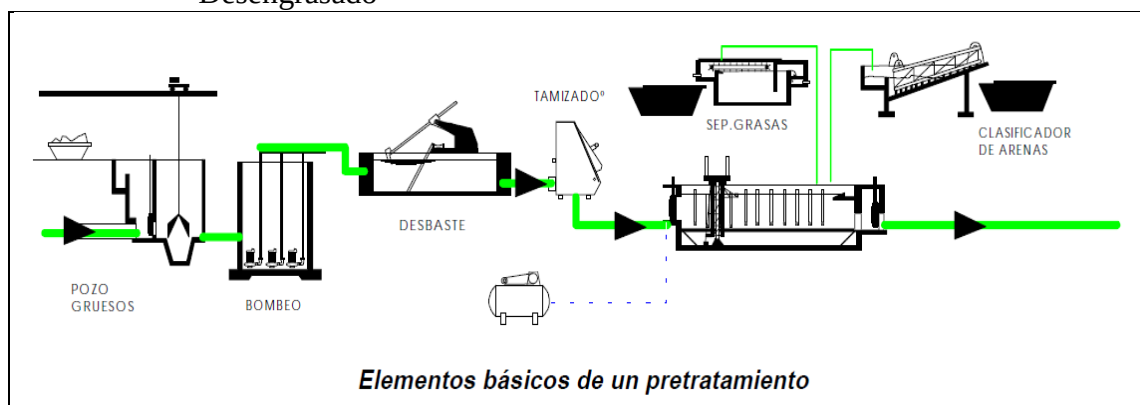
Fuente: Libro “Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales” Vol. I, II, III. Metcalf – Eddy. (Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.

Mediante las operaciones del pre tratamiento se eliminan residuos de volumen generalmente medio, la parte de contaminación más visible y molesta desde el punto de vista de la explotación (sólidos de grandes y medianas dimensiones, arenas, grasas, etc.) Las operaciones de pre tratamiento que se incorporaran en la cabecera de la línea de agua de la EDAR van a ser función de:

- La calidad del agua bruta (presencia de mayor o menor cantidad de sólidos, arenas, grasas, etc.)
- El tipo de tratamiento posterior en la línea de agua
- El sistema de tratamiento de fangos empleado
- La importancia de la instalación.

Las operaciones que se pueden incorporar en un pre tratamiento pueden ser las siguientes:

- Desbaste
- Desarenado
- Desengrasado



Fuente: Libro Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental Vol. I. autor: Alfredo Jácome, Joaquín Suarez, Iñáqui Tejero, Javier Temprano. Año 2001.



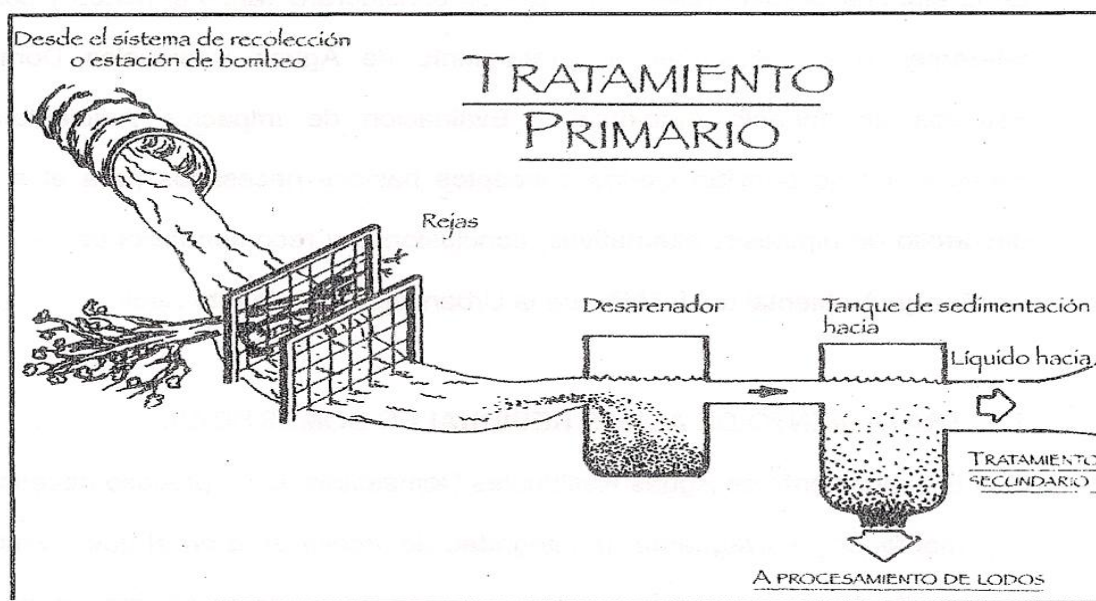
Tratamiento primario:

El principal objetivo del tratamiento primario es la reducción de los sólidos en suspensión del agua residual. Las aguas residuales que entran en una depuradora contienen materiales que podrían atascar o dañar las bombas y la maquinaria. Estos materiales se eliminan por medio de enrejados o barras verticales, y se queman o se entierran tras ser recogidos manual o mecánicamente. En este proceso podemos operaciones:

Decantación propiamente dicha. Las partículas de mayor densidad se depositan en el fondo de los decantadores primarios, por la acción de la gravedad. Para facilitar este proceso se asegura una baja velocidad de circulación del agua. Los fangos depositados en el fondo se evacuan mediante purgas periódicas. La limpieza de espumas y flotantes se realiza mediante recogedores que barren la superficie del agua, como son los brazos radiales.

Coagulación y floculación. Las suspensiones coloidales son muy estables, debido a su pequeña dimensión y a la existencia de cargas negativas repartidas a lo largo de la superficie. Para romper la suspensión y provocar la aglomeración de partículas, se realiza la coagulación y la floculación, que permitirá su decantación. La coagulación de las partículas coloidales se consigue a través de la eliminación de sus cargas eléctricas con un coagulante. La floculación agrupa las partículas descargadas por medio de floculantes. Los flóculos resultantes, según su densidad, son extraídos del agua residual por decantación o por flotación.

Neutralización. Necesario para corregir la excesiva alcalinidad o acidez del agua, logrado mediante la adición de ácidos o bases. La actividad biológica óptima tiene lugar en un intervalo de pH comprendido entre 5 y 8,5, un pH demasiado alto o demasiado bajo de las aguas residuales puede obstaculizar la acción depuradora de los microorganismos.



Fuente: Water Environment Federation®, Tratamiento de Aguas Residuales Guía para el alumno, WEF, Estados Unidos de América, 1993, pp. 18



Tratamiento Secundario:

En este proceso se realiza la reducción de la carga orgánica, reflejada en la Demanda Bioquímica de Oxígeno. Esto se logra mediante la acción de las bacterias o microorganismos que son los encargados de degradar la materia.

Está conformado por procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. Precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

En este proceso, los compuestos orgánicos complejos son convertidos en compuestos simples, y la demanda de oxígeno disminuye al mismo tiempo que aumenta paulatinamente su concentración.

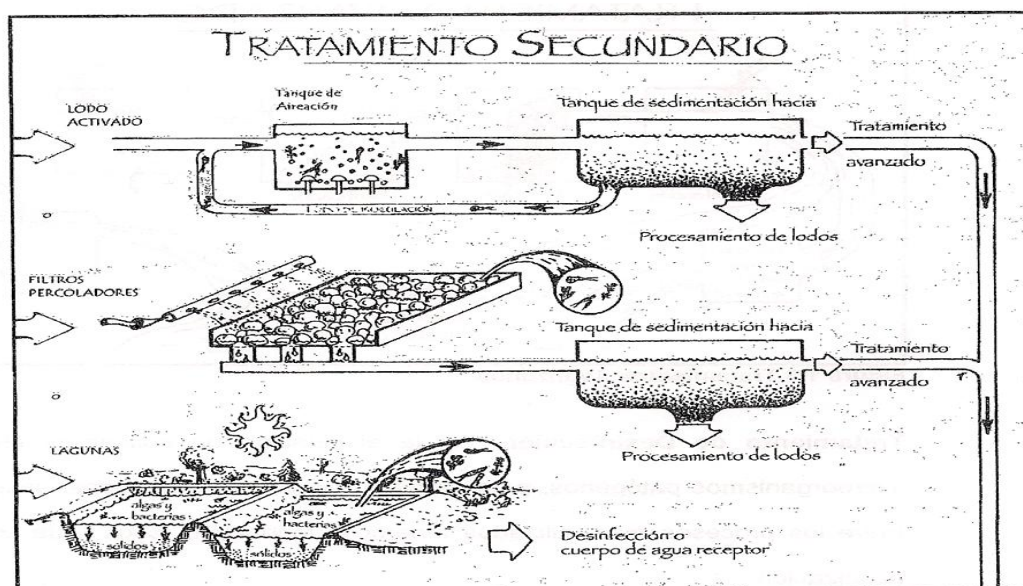
El desarrollo de este proceso de depuración está influenciado por dos factores principales:

- a. La magnitud de la superficie de contacto entre el agua residual y los microorganismos debe ser lo más extensa posible.
- b. El aporte de oxígeno, con el fin de favorecer el desarrollo de los microorganismos que digieren la materia orgánica.

Independientemente del método utilizado a medida que se desarrolla el tratamiento biológico crece la masa de microorganismos, formando masas de lodos que deberán ser separadas del agua depurada.

Para ello, el agua es conducida a otro decantador, esta vez secundario, donde los restos de materia orgánica en suspensión se depositan en el fondo.

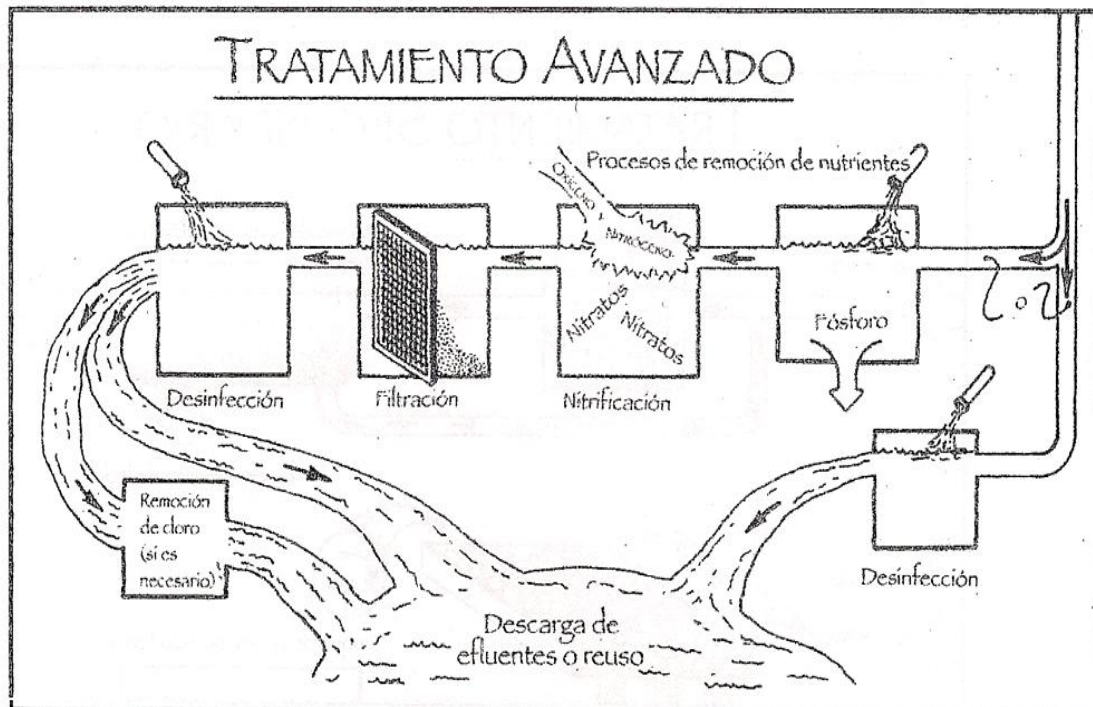
El agua superficial, más clarificada y depurada, vierte por el borde exterior del decantador, ésta contiene sólo entre el 5 y el 10% de la materia orgánica con la que entró.



Fuente: Water Environment Federation®, Tratamiento de Aguas Residuales Guía para el alumno, WEF, Estados Unidos de América, 1993, pp. 19

Tratamiento Avanzado o Terciario:

Consiste en la remoción de sustancias suspendidas y disueltas, que permanecen después del tratamiento convencional, es decir que elimina contaminantes específicos no removidos en el tratamiento secundario: fosfatos, nitratos, plaguicidas, sales, materia orgánica persistente, entre otros. En Guayaquil, principalmente se utilizan procesos para alcanzar la eficiencia (%) de remoción de materia orgánica establecida en el TULAS.



Fuente: Water Environment Federation®, Tratamiento de Aguas Residuales Guía para el alumno, WEF, Estados Unidos de América, 1993, pp. 19

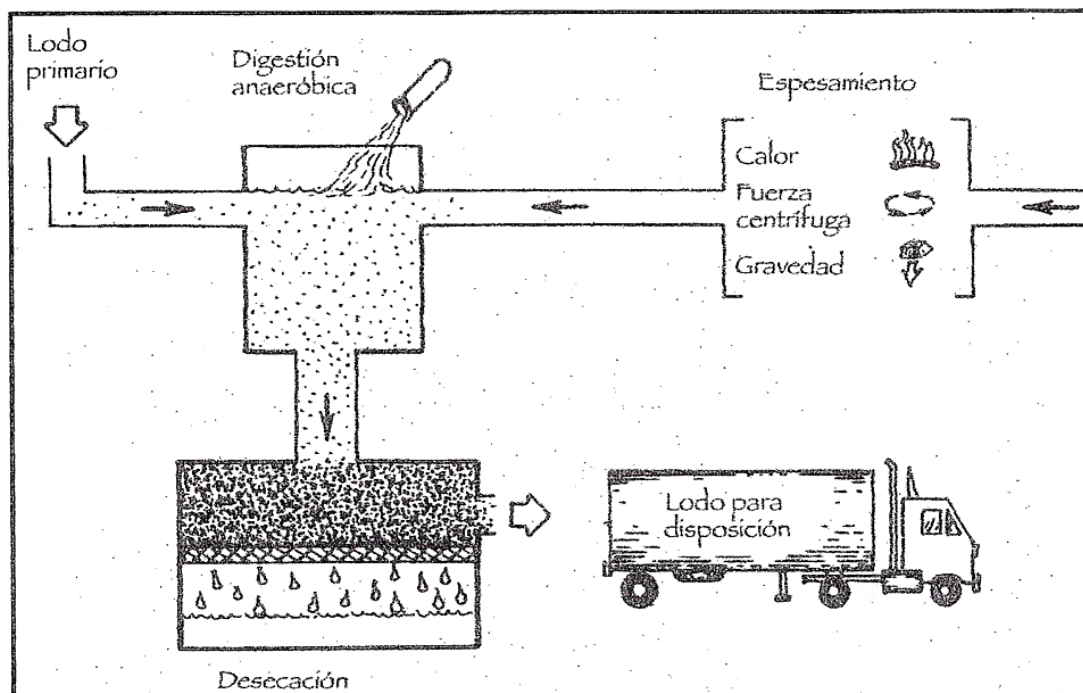
Tratamiento de Desinfección: Es la eliminación de coliformes fecales y microorganismos patógenos, persistentes después del tratamiento secundario. Entre los procesos más utilizados tenemos clorinación, rayos Ultra Violeta y ozonización.

Otras veces es necesario eliminar selectivamente ciertos componentes, como el fósforo, para evitar la eutrofización del cauce donde irán las aguas; esto se consigue mediante la combinación de reactivos químicos y el paso de las aguas a través de filtros de arena, o incluso de carbón activo.

Adicionalmente, para el caso de tratamientos aeróbicos de lodos activos, o procesos que generan lodos, se utilizan unidades o mecanismos para el procesamiento de lodos.

Procesamiento de Lodos:

Tratamiento del lodo y mejoramiento de sus características según lo establecido en las normas y leyes nacionales. Entre los tratamientos más comunes para el lodo producido en el proceso de lodos activos están la digestión aeróbica, lechos de secados, filtros prensa, entre otros.



Fuente: Water Environment Federation®, Tratamiento de Aguas Residuales Guía para el alumno, WEF, Estados Unidos de América, 1993, pp. 19

3.7.1 PROCESOS FÍSICOS

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc.

Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)



- Tratamiento secundario (tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente)
- Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

3.7.2 PROCESOS QUÍMICO

Este tratamiento consta, básicamente, de dos etapas: coagulación y floculación. La primera consiste en conseguir que las materias coloidales y en suspensión existentes en el agua formen coágulos, mediante cambios de polaridad. Durante la fase de floculación estos coágulos se aglomeran formando flóculos, lo que permite su fácil separación del agua tratada. Lo cierto es que al producirse una adición de reactivos químicos (coagulantes, floculantes, neutralizadores de pH) se modifica la estructura química y se produce precipitación de componentes que estaban disueltos en el agua.

Este fenómeno químico se aprovecha, por ejemplo, para la eliminación del hierro y el manganeso pasándolos a una forma oxidada, o de los sulfatos mediante adición de un hidróxido, y a su posterior precipitación a un pH adecuado.

En cierto modo debemos aceptar que el proceso de tratamiento de aguas residuales, aunque en diseño se plantee de forma modular y por fases (tratamientos primarios, secundarios y terciarios) y con objetivos específicos para cada fase, en realidad es un proceso global en el que cada actuación que propongamos en una fase afectará y modificará la efectividad de los demás procesos.

Las claves principales para un buen rendimiento de un tratamiento físico-químico son: Diseño funcional y de alto rendimiento de los equipos.

Selección equilibrada del conjunto de reactivos químicos, básicamente en función de estos cuatro parámetros: eficiencia en la clarificación del agua, tiempo de reacción, costes de los reactivos y volumen de fangos generados.

Eficiencia en la separación física de los flóculos del agua bien clarificada.

3.7.3 PROCESO BIOLOGICO

3.7.3.1 PROCESOS ANAERÓBICOS

El tratamiento anaeróbico de las aguas residuales supone la descomposición de la materia orgánica y/o inorgánica en ausencia de oxígeno molecular. La mayor aplicación se halla en la digestión de los fangos de aguas residuales una vez concentrada, así como parte de residuos industriales.

Los microorganismos causantes de la descomposición de la materia se dividen en dos grupos:

Las bacterias más importantes de este grupo (las que devoran los ácidos Acético y propiónico) tienen tasas de crecimiento muy lentas y por ello su metabolismo se considera una limitante de proceso.



Condiciones Óptimas para el Tratamiento Anaeróbico de las Aguas Residuales.

T° Optimas:
Intervalo Mesófilo: 29°C a 39°C
Intervalo Termófilo: 49°C a 57°C
Nutrientes Biológicos:
Nitrógeno
Fósforo
Ph: 6.6 a 7.6

En el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales se producen una serie de reacciones bioquímicas que descomponen a la materia orgánica, en ausencia de oxígeno molecular. Intervienen microorganismos unicelulares que obtienen energía y substratos para sus procesos vivientes y para síntesis de nueva masa molecular, entregando al medio CO₂ y CH₄ como productos finales.

Las 2 etapas en las que suelen dividir estos procesos son la **fermentación ácida** y la **fermentación del metano**, las que, a pesar de ser diferentes con distintas velocidades de reacción pueden ocurrir simultáneamente, siempre y cuando el sistema tenga una buena capacidad tampón.

Bacterias formadoras de ácidos, estas hidrolizan y fermentan compuestos orgánicos complejos a ácidos simples, de los cuales los más corrientes son el ácido acético y el ácido propiónico.

Bacterias formadoras de metano, estas convierten los ácidos formados por las bacterias del primer grupo en gas Metano y CO₂.

En la primera etapa grupos heterogéneos de bacterias facultativas y anaeróbicas, convierten la materia orgánica en compuestos más simples (ácidos orgánicos volátiles), los cuales pueden ser utilizados por los microorganismos fermentadores del metano para producir CO₂, CH₄ y nueva masa celular, durante esta etapa se produce un descenso rápido del pH desde 7.0 hasta valores cercanos a 5.0, en la tabla #1 podemos apreciar los principales ácidos orgánicos que resultan de los procesos de solubilización de la materia orgánica y de la fermentación ácida, podemos indicar que durante esta etapa no hay una remoción visible de la DBO o DQO, puesto que solo sufren una conversión a compuestos de estructura más simples.

Entre las principales bacterias encargadas de realizar esta conversión tenemos las Aerobacter, Alcalígenas, Clostridium, Escherichia, Flavobacterium, Lactobacillus, Micrococcus, Pseudomonas y Streptococcus.



Ácidos Orgánicos presentes en el tratamiento Anaeróbicos.

NOMBRE COMÚN.	FÓRMULA.
Ácido Fórmico.	H-COOH
Ácido Acético.	CH ₃ -COOH
Ácido Propiónico	CH ₃ -CH ₂ -COOH
Ácido Butírico.	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH
Ácido Valérico.	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -COOH
Ácido Isovalérico.	CH ₃ -CH-CH ₂ -COOH
Ácido Caproico.	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -COOH

Cabe indicar que los propiónicos y acéticos, son los responsables de aproximadamente un 85% del metano que se produce (70% del ácido acético y el 15 % del propiónico).

En la segunda etapa las bacterias productoras de metano, utilizan los ácidos producidos en la primera y los convierte en metano y dióxido de carbono, en esta segunda etapa intervienen bacterias fermentadoras del metano son microorganismos estrictamente anaeróbicos.

Estas bacterias son extremadamente sensibles a los cambios de temperatura y en el pH. Sus temperaturas de actividad óptima son 30-50 °C para las especies mesofílica y 50-60 °C para las termofílica. Cuando la temperatura se encuentra en el rango 40-50°C la producción de metano se inhibe, pues este rango no es óptimo para las mesofílica ni para las termofílica.

El rango óptimo para las bacterias fermentadoras del metano está entre 6.4 y 7.2, pero pueden oscilar entre 6.2 y 7.8 satisfactoriamente. Por encima de valores del pH de 8.0 y por debajo de 6.0 la tasa de crecimiento decrece rápidamente y por ende la tasa de remoción.

Durante la etapa de fermentación ácida no existe una apreciable remoción de DBO, solo se producen cambios químicos en la estructura molecular de la materia orgánica y producción de nuevas bacterias. La verdadera estabilización de la materia orgánica se lleva a cabo en la segunda etapa y es proporcional a la actividad de metano que se produce, se ha estimado que por cada libra de DBO removido se produce 5, 62 Ft³ de metano.*

Los tratamientos anaeróbicos, en el aspecto teórico ofrecen algunas ventajas respecto a los aeróbico, entre ellas tenemos que la producción de metano es un subproducto que puede ser utilizado, y el consumo de energía es menor. En el aspecto técnico, presenta una desventaja por la necesidad de emplear un tiempo de retención mayor lo que obliga a reactores biológicos de mayor tamaño, situación general que se presenta en los métodos convencionales de tratamientos anaeróbicos.

Lawrance and Mc. Carty, P.L. , "Kinetics of methane fermentation in anaerobic waste treatment" , Rep. 75, Departament of Civil Engineering , Stanfor, University, 1967.



3.7.3.2 PROCESOS AERÓBICOS.

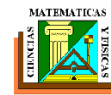
En el tratamiento aeróbico de las aguas residuales se incrementa fuertemente el aporte de oxígeno por riego de superficies sólidas, por agitación o agitación y aireación sumergida simultáneas. El crecimiento de los microorganismos y su actividad degradativa crecen proporcionalmente a la tasa de aireación. Las sustancias orgánicas e inorgánicas acompañantes productoras de enturbiamiento son el punto de partida para el desarrollo de colonias mixtas de bacterias y hongos de las aguas residuales, los flóculos que, con una intensidad de agitación decreciente, pueden alcanzar un diámetro de unos mm dividiéndose o hundiéndose después. La formación de flóculos se ve posibilitada por sustancias mucilaginosas extracelulares y también por las microfibrillas de la pared bacteriana que unen las bacterias unas con otras. El 40 – 50% de las sustancias orgánicas disueltas se incorporan a la biomasa bacteriana y el 50 – 60% de las mismas se degrada.

La acción degradativa o depuradora de los microorganismos en un proceso se mide por el porcentaje de disminución de la DBO en las aguas residuales tratadas. Dicha disminución depende de la capacidad de aireación del proceso, del tipo de residuos y de la carga de contaminantes de las aguas residuales y se expresa así mismo en unidades de DBO.

El número de bacterias de los fangos activados asciende a muchos miles de millones por ml, entre ellas aparece regularmente la bacteria mucilaginosa *Zooglea ramigera*, que forma grandes colonias con numerosas células encerradas en una gruesa cubierta mucilaginosa común, las células individuales libres se mueven con ayuda de flagelos polares. Entre las bacterias de los flóculos predominan las representantes de géneros con metabolismo aerobio-oxidativo como *Zooglea*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Acinetobacter*, *Micrococcus* y *Flavobacterium*. Pero también se presentan bacterias anaerobias facultativas, que son fermentativas en ausencia de sustratos oxigenados, de los géneros *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Streptococcus* y distintas especies de *Bacillus*. Todas las bacterias contribuyen con las cápsulas de mucílago y con las microfibrillas al crecimiento colonial y a la formación de los flóculos.

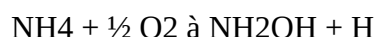
En las aguas residuales con una composición heterogénea, la microflora se reparte equitativamente entre muchos grupos bacterianos. En la selección de bacterias y en la circulación y formación de flóculos juegan un importante papel los numerosos protozoos existentes, la mayoría de ellos ciliados coloniales y pedunculados de los géneros *Vorticella*, *Epystilis* y *Carchesium*, aunque también puedan nadar libremente como los *Colpidium* que aparecen a la par de ellos, alimentándose de las bacterias de vida libre que se encuentran tanto sobre la superficie como fuera de las colonias. Su función es esencial en la consecución de unas aguas claras y bien depuradas.

La salida de los fangos activados sintéticos libres de ciliados se ve contaminada y enturbia por la presencia de bacterias aisladas. Se realiza una inoculación de ciliados que crecen rápidamente, favoreciendo con su actividad depredadora el crecimiento y la circulación de las bacterias de los fangos, con lo que posibilitan un efluente más limpio. Además en los fangos activados aparecen regularmente hongos de tipo *Geotrichum*, *Trichosporum*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Candida* y *Cephalosporium*.

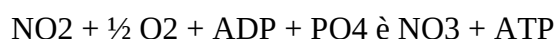


Tras la depuración biológica, las aguas residuales contienen compuestos orgánicos, fosfatos y nitratos disueltos que solo se degradarán ya lentamente. Los nitratos se forman por oxidación del amonio desprendido en la degradación de compuestos orgánicos nitrogenados. Esta es una tarea de las bacterias Nitrificantes, uno de cuyos grupos está representado en las aguas residuales principalmente por Nitrosomonas y Nitrosospira, que únicamente llevan a cabo la reacción de oxidación del amonio a nitrito para obtener energía metabólica, mientras que un segundo grupo de bacterias, que aparece siempre junto al ya citado y que está representado por Nitrobacter, oxida el nitrito a nitrato y obtiene energía gracias exclusivamente a este proceso:

Oxidación del amonio:



Oxidación del nitrito:



Otros microorganismos que también intervienen en el tratamiento aerobio de aguas residuales son: Citrobacter, Serratia, mohos y levaduras que actúan más de componentes acompañantes que de degradantes y algunas algas como Anabaena que convierte los poliuretanos en H₂; Chrorella los alginatos los convierte en glicolato; Dulaniella los alginatos en glicerol; Nostoc el agar el H₂; Algas como el Volvox, Tabellaria, Anacistis y Anabaena; las algas que obstruyen los filtros son Anacistis, Chrorella, Anabaena y Tabellaria.

3.7.3.3 COMPARACIÓN SISTEMAS AERÓBICOS – ANAERÓBICOS.

De manera general, los sistemas anaeróbicos son utilizados para tratar aguas residuales que presentan una alta carga orgánica con una aplicación mínima de DBO₅ fluctuando entre los 1000 y 1500 mg/l, mientras que los sistemas aeróbicos son utilizados para cargas orgánicas medias y bajas (Wang et al, 2004). Además, los microorganismos anaeróbicos sólo tienen un metabolismo óptimo entre los 30 y 40°C por lo que es necesario proporcionar la energía necesaria para alcanzar este rango de temperatura o en su defecto aislar térmicamente el sistema (Formulación de Planes de Pre-tratamiento de Efluentes Industriales, 2002).

Los procesos aeróbicos operan más eficazmente en un rango de pH entre 6.5 y 8.5 mientras que en los procesos anaeróbicos las bacterias metanogénicas son muy sensibles a los cambios de pH y generalmente tienen un rango óptimo entre 6.5 y 7.5. Además es deseable que en los procesos anaeróbicos la alcalinidad contribuida por el bicarbonato se encuentre en un rango de 2 500 a 5 000 mg/l para proveer la capacidad de manejar los incrementos volátiles de acidez con una mínima disminución de pH, mientras que en los procesos aeróbicos el requerimiento de alcalinidad es mínimo (Eckenfelder et al., 1988).

El exceso de producción de lodos en los sistemas aeróbicos, de 0.5 kg de SSV1/kg de DQO₂ removida, constituye un problema para su manejo y disposición final frente a los generados en los sistemas anaeróbicos, de 0.1 kg de SSV/kg de DQO removida (Eckenfelder et al., 1988).



Procesos Aeróbicos	Procesos Anaeróbicos
Condiciones Necesarias -Más adecuado para bajas concentraciones de Impurezas. -También para agua relativamente fría. -sin compuestos tóxicos salvo excepciones. -Neutralización previa si el efluente fuera alcalino.	-Aplicable solo para aguas residuales con alta concentración de impurezas. -Acepta aguas relativamente cálidas. (>25°C). -No deben contener sustancias tóxicas. -Los efluentes alcalinos pueden tratarse sin neutralización previa.
Desarrollo del Proceso. -Únicamente en operación continua. -Para condiciones exigentes, los valores finales se logran a través de varias etapas. -Posibilidad de eliminación integra de N y P. -Generación de lodo activado altamente excesiva. -baja demanda de espacio. -Mantenimiento intensivo para aireación y deshidratación de lodos.	-operación no continua o por lotes, es posible sin problemas. -para condiciones exigentes de postratamiento aeróbico. -Escasa eliminación de N y P. -Muy Baja generación de lodo activado en exceso. -alta demanda de espacio. -Reducidas necesidades de mantenimiento.
Sustancias Sobrantes. -Lodos.	-Producción de Biogás.
Costes. -Bajos costes de Inversión -Altos costes operativos de: • Energía Eléctrica para aireación. • Necesidad de Nutrientes (eventualmente). • Eliminación de lodos sobrantes. -También en Plantas Pequeñas.	-con frecuencia altos costes de inversión. -bajos costes operativos, ya que provocan: • Bajo consumo de energía eléctrica. • Casi no se requieren nutrientes • Mínimo exceso de lodo. -Rentable solo con altas cargas de impurezas.

Fuente:www.cuentascuentos.com/diferencias-entre-aerobico-y-anaerobico



CAPITULO 4

DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES

4.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA PROPUESTO

Para el bajo caudal de aguas residuales domesticas que se generaría en la localidad del recinto El Prado, se requiere de una instalación de pequeñas dimensiones. Por las características de no contar con industrias que produzcan flujos con carga inorgánica y por lo general solo hay viviendas donde predomina la descarga orgánica, el sistema anaeróbicos es el más recomendado para tratar aguas residuales que presentan una alta carga orgánica y por el grado de remoción que tiene para este tipo de efluentes.

4.2 PERÍODO DE DISEÑO

Al momento de elaborar nuestro Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas, hay que tomar la decisión acerca del tiempo que la construcción servirá al recinto. Es necesario, por lo tanto, estimar la población futura, así como las áreas probables de anexión al sistema y su tipo probable de desarrollo.

Este período se denomina período de diseño o período de vida, que en el caso de alcantarillados suele ser de 25 a 40 años, a partir de la fecha de construcción. El periodo de tiempo se adoptará tomando como parámetros: los recursos económicos con que cuenta la Municipalidad de Daule, la vida útil de los materiales y normas de diseño.

CUADRO 5: PERIODO DE DISEÑO PARA ELEMENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILADO

ELEMENTO	PERIODO DE DISEÑO
Estación de Bombeo.	DE 5 A 1 AÑOS
Red de Aguas Servidas.	A SATURACION
Colector y Emisor.	DE 5 A 25.
Planta de Tratamiento.	DE 5 A 25.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el Recinto El Prado hemos elaborado un periodo de diseño para 25 años² tomando en cuenta el área en donde este prestara su servicio, además su crecimiento poblacional que pudiera tener durante ese tiempo, así como la longitud acumulativa de la tubería tributaria o el área acumulada servida y la densidad de población.

² Tomado de la Tesis Realizada por Silvia Galarza. Investigación Básica Sobre la Factibilidad de dar Servicio de Alcantarillado Sanitario al Recinto "El Prado" De La Parroquia Limonal Cantón Daule. Año 2012.



4.3 POBLACIÓN DE DISEÑO

La población futura se determina usando los métodos de proyección y entre otros son los siguientes:

- Métodos gráficos:

Aritmético
Geométrico
Mixto
Curva de crecimiento
Gráfico
Curva de crecimiento
Variación logarítmica
Porcentaje de saturación
Tasa decreciente de crecimiento

- Métodos matemáticos:

Logístico
Proyección y corrección.

El número de personas actuales se obtuvo por medio de un censo directo efectuado en todas las viviendas del Recinto El Prado, de esta manera se estimó una población total de 675 personas en el año 2011, según los cálculos por medio del método geométrico, se ha estimado una población de 980 habitantes en el año 2036, tomando como base la población registrada por la cuadrilla de topografía, adoptándose un crecimiento poblacional del 1.5%, y utilizando el método geométrico para el cálculo de población futura.

4.3.1 MÉTODO GEOMÉTRICO

Antes de formular un proyecto de alcantarillado sanitario, ha de calcularse la población futura del recinto según su período de vida. Aunque es muy difícil estimar la población en algún año futuro, para este proyecto se ha utilizado el método geométrico, el cual es uno de los más exactos, ya que este consiste en calcular la población futura en forma exponencial. A continuación se presenta la fórmula del método geométrico, para cálculo de población futura:

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

En donde tenemos que:



Pf = Población Futura (hab)

Pa = Población Actual (hab)

r = Tasa de crecimiento (%)

T o n = Período (años)

Población Futura³

$$Pf = 675 \text{ hb} (1+0.015)^{25}$$

$$Pf = 980 \text{ hb}$$

Densidad Poblacional

El área de diseño para el proyecto se obtuvo realizando un levantamiento topográfico del recinto, definiendo así el área de influencia directa del proyecto.

Con los datos de la población definimos la densidad poblacional para el Recinto El Prado. La fórmula empleada para el cálculo de la densidad poblacional:

$$D = Pf / Ap.$$

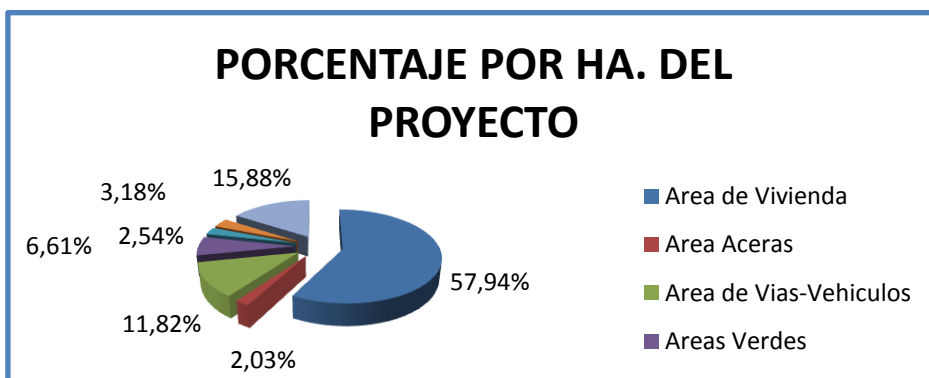
$$D = 980 \text{ hb} / 7.87 \text{ ha}$$

$$D = 125 \text{ hb/ha}$$

En donde tenemos que:

D= Densidad Poblacional

GRAFICO 8: PORCENTAJE DEL AREA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 8: AREA Y DENSIDAD DEL RECINTO EL PRADO.

AREA DEL PROYECTO	POBLACION ACTUAL	POBLACION FUTURA	Densidad actual	DENSIDAD FUTURA	DENSIDAD DE DISEÑO
7.87ha	675 hab	980 Hab	87 hab/ha	125 hab/ha	125 hab/ha

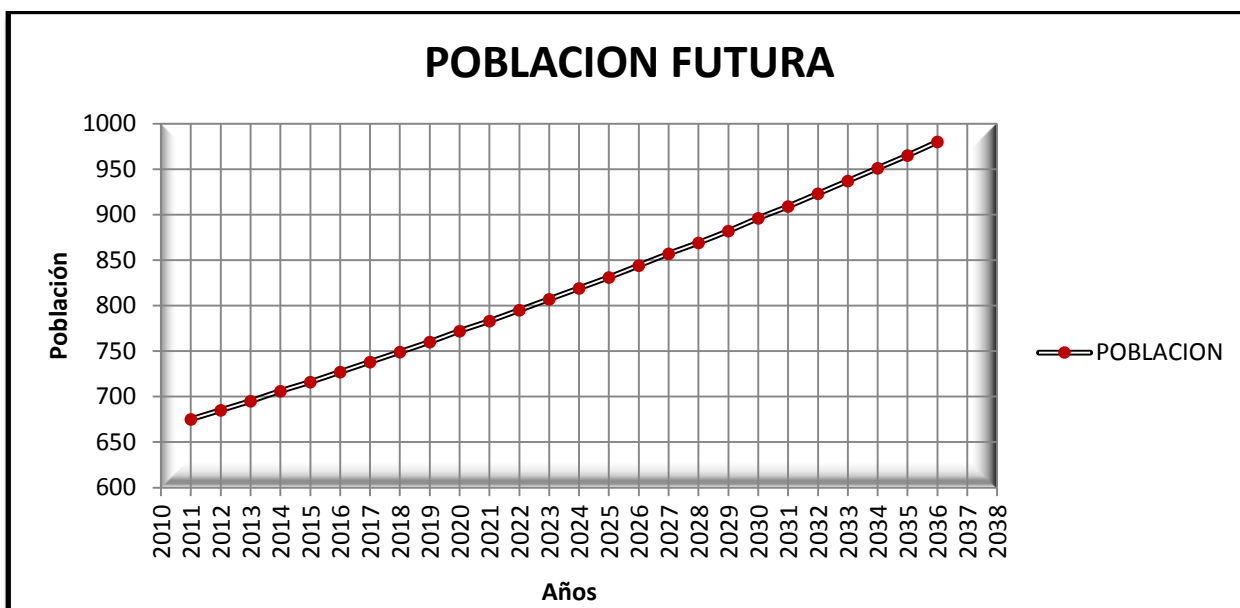
Fuente: Elaboración Propia.

³ Tomado de la Tesis Realizada por Silvia Galarza. Investigación Básica Sobre la Factibilidad de dar Servicio de Alcantarillado Sanitario al Recinto "El Prado" De La Parroquia Limonal Cantón Daule. Año 2012.



CUADRO 9: PROYECCION DEL LA POBLACION PARA 25 AÑOS DEL RECINTO EL PRADO.

#	AÑOS	POBLACION
0	2011	675
1	2012	685
2	2013	695
3	2014	706
4	2015	716
5	2016	727
6	2017	738
7	2018	749
8	2019	760
9	2020	772
10	2021	783
11	2022	795
12	2023	807
13	2024	819
14	2025	831
15	2026	844
16	2027	857
17	2028	869
18	2029	882
19	2030	896
20	2031	909
21	2032	923
22	2033	937
23	2034	951
24	2035	965
25	2036	980



Fuente: Elaboración Propia.

4.4 CAUDALES DE DISEÑO

Para el sistema de alcantarillado sanitario es necesario determinar la dotación de agua, que se define como el caudal de agua potable consumido diariamente, en promedio, por cada habitante. Incluye los consumos domésticos, comerciales, industriales y públicos.

4.4.1 DOTACIONES RECOMENDADAS.

Las dotaciones recomendadas vienen expresadas en l/hab/día, estas dotaciones vienen reguladas en las siguientes tablas dadas por el ex IEOS.

**DOTACIONES RECOMENDADAS DE ACUERDO AL TIPO DE CLIMA
PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.**

POBLACION (habitantes)	CLIMA	DOTACION MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frio	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frio	180 – 200
	Templado	190 – 200
	Cálido	200 – 300
Más de 50000	Frio	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230



4.4.2 DOTACIONES ASIGNADAS AL PROYECTO

Para tener un caudal de diseño se considero la dotación elegida dentro de la investigación básica para dar servicio de alcantarillado sanitario a esta comunidad⁴.

Dotación = 150,0 lt/hab./día.

4.4.3 CAUDALES PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

La cantidad de aguas residuales depende únicamente de la dotación de agua potable con la que se cuenta y de la cantidad de usuarios que posea el sistema de alcantarillado; cabe recalcar que no toda el agua potable que se consume es descargada a las alcantarillas, debido a diferentes factores:

- Fuga de agua por conexiones mal realizadas.
- Empleo del agua potable por domicilios que no poseen conexión al sistema de alcantarillado.
- Uso del agua para riego de jardines, limpieza de casas, lavado de autos, etc.

Por estas razones debemos de tomar en cuenta diferentes criterios para asumir porcentajes de agua potable que son transportadas por las alcantarillas:

HANDERBERH	60% - 70%
FAIR Y GEYER	70%
I.E.O.S.	70% - 80% ✓
AZEVEDO NETO	80%
UNDA OPAZO	85% - 90%

Para nuestro caso y siguiendo las normas del ex I.E.O.S., asumimos que el 80% de la dotación media diaria de agua potable llega a las alcantarillas.

Gasto medio diario: El caudal medio diario es el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se hayan estimado para el final del período de diseño, dividido entre el número de segundos que tiene un día.

$$Q_{md} = \frac{\text{dotación} \times \text{población}}{86400s} \times CR$$

Donde:

$P_{fdiseño} = 980 \text{ hab.}$

Coficiente de Aportación $CR = \text{Medio Alto } 0.8 \text{ (80\%)}$

⁴ Tomado de la Tesis Realizada por Silvia Galarza. Investigación Básica Sobre la Factibilidad de dar Servicio de Alcantarillado Sanitario al Recinto "El Prado" De La Parroquia Limonal Cantón Daule. Año 2012.



Dotación= 150 l/hab/día (Templado)

$$Q_{md} = \frac{150 \text{ l/hab/día} \times 980 \text{ hab}}{86400 \text{ s}} \times 80\%$$

$$Q_{md} = 1,361 \text{ l/s}$$

Coefficiente de Mayoración de los Caudales. Para la determinación de este valor se realiza un estudio de variaciones de caudal en la misma área, en base a registros de años anteriores. Cuando no hay registros se la hace en función de cálculos matemáticos y parámetros contemplados en las normas del EX IEOS.

Existen varias formulas para determinar el coeficiente de mayoración de los caudales, considerando criterios de diferentes autores:

FLORES: $f_{dm} = 7/p^{0.1}$

BABIT: $f_{dm} = 5/p_m^{0.2}$

HARMOND: $f_{dm} = \frac{18 + \sqrt{P_m}}{4 + \sqrt{P_m}}$

GRIFF: $f_{dm} = 5/p_m^{0.17}$

KENTUCKY: $f_{dm} = 7/Q$

Donde:

M = Factor de mayoración.

p = Población total de habitantes.

Pm = Población en miles de habitantes.

Q = Caudal medio en L/seg.

Siendo f_{dm} el coeficiente de Harmond, el cual se define de la siguiente manera:

Factor de Harmond: Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio. Está dado de la siguiente manera:

$$f_{dm} = \frac{18 + \sqrt{P_m}}{4 + \sqrt{P_m}}$$

$$f_{dm} = \frac{18 + \sqrt{0,980}}{4 + \sqrt{0,980}}$$

Donde: $f_{dm} = 3,80$

P = Población futura acumulada en miles



Gasto máximo Instantáneo: El caudal máximo diario o caudal de conducción es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo. El factor de día máximo obtenido por medio de Harmond es 1,40.

$$Q_{max. inst} = f_{dm} * Q_{md}$$

$$Q_{max. inst} = 3,80 * 1,361 \text{ l/seg}$$

$$Q_{max. inst} = 5,172 \text{ l/seg}$$

Caudal de Infiltración: Son las aguas que ingresan a las alcantarillas a través de las juntas, tapas permeables de los pozos de visita, las grietas o roturas de las tuberías debido a efectos sísmicos, tipo de unión de las conexiones domiciliarias y profundidad de la alcantarilla. La cantidad de estas aguas depende de las dimensiones y edad de la tubería.

Las aguas de infiltración pueden generarse por:

- Aguas subterráneas.
- Permeabilidad del terreno y precipitación pluvial.
- Altura del nivel freático.

Para calcular el caudal de infiltración en sistemas de alcantarillados, tomamos en consideración las normas del ex IEOS y se tiene:

$$Q_{inf \text{ iltracion}} = 0.16 * \text{Area..de..Aportación}$$

$$Q_{inf \text{ iltracion}} = 0.16 * 7.87 \text{ Ha.}$$

$$Q_{inf \text{ iltracion}} = 1.26 \text{ l / seg.}$$

Caudal de Aguas Ilícitas: Las aguas ilícitas están contempladas solo dentro del alcantarillado sanitario, ya que son aguas lluvias que interesan a este tipo de alcantarillado, por medio de conexiones ilícitas o clandestinas de las aguas que se escurren por techos, patios y jardines, etc. También se producen por falta de hermeticidad en las tapas de los pozos de visita, debido a fallas constructivas.

Según las normas del ex IEOS el caudal de aguas ilícitas se debe considerar constante e igual a 80 l/hab/día.

$$Q_{ilícito} = 0.00093 * \text{Poblacion...Futura.}$$

$$Q_{ilícito} = 0.00093 * 980 \text{ hab}$$

$$Q_{ilícito} = 0,91 \text{ l/seg}$$

Caudal de diseño: Es el flujo que determina las condiciones hidráulicas de diseño del drenaje sanitario. Básicamente contempla todo aquel caudal que puede transportar el sistema en un momento determinado. El caudal de diseño con el que se dimensionara la red del sistema de alcantarillado sanitario será la suma de:



- Caudal máximo de aguas servidas.
- Caudal de Infiltración.
- Caudal de conexiones ilícitas.

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{max inst.}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{ilícito}}$$

Dónde:

$$Q_{\text{diseño}} = 5.17l / \text{seg.} + 1.26l / \text{seg} + 0.91l / \text{seg.}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 7.34l / \text{seg.}$$

4.5 MEMORIA DE CÁLCULO.

4.5.1 CARCAMO DE BOMBEO

La estación de Bombeo ha sido proyectada para servir a la población final de habitantes.
El caudal de diseño:

$$Q_b = Q_{\text{max}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

Q_b = Caudal a Bombear.

CAUDAL MAXIMO

$$Q_{\text{máx}} = \frac{P f x d t}{86400} x C R x f d m$$

$$Q_{\text{máx}} = \frac{980 x 150}{86400} x 0,80 x 1,40$$

$$Q_{\text{máx}} = 1,906l/s$$

CAUDAL MINIMO

$$Q_{\text{min}} = \frac{P f x d t}{86400} x C R$$

$$Q_{\text{min}} = \frac{980 x 150}{86400} x 0,80$$

$$Q_{\text{min}} = 0,97 l/s$$

POTENCIA DE LA BOMBA

Requisitos de Potencia (teórica).

Los requisitos de potencia son el producto de los gastos y altura de bombeo, considerando la eficiencia de los equipos. La fórmula principal para estimar la potencia teórica necesaria para los motores, es la siguiente:



$$P = \frac{H \times Q_{max}}{K \times \eta}$$

Donde:

HP = Potencia necesaria (en caballos).

Q = Gasto, en litros por segundo, o galones por minuto.

H = Carga dinámica total, en metros columna de agua (mca) o en pies.

K = Coeficiente de conversión: 75 para Sistema Métrico, 3960 para Sistema

Inglés.

η = Eficiencia del equipo de bombeo:

Bombas chicas 3/4" a 2" de succión = 30 – 50%.

Bombas medianas 2" a 6" de succión = 50 – 75%.

Bombas grandes 6" o mayores = 75 – 80%.

CALCULO DE LA CAMARA HUMEDA.

De acuerdo a los fabricantes, las bombas sumergibles pueden trabajar satisfactoriamente con 10 arranques por hora. Para el presente diseño se han utilizado 2 arranques por hora, esto es $T = 1800$ seg.

Tiempo de Retención (T) = 30minutos = 1800seg.

$$VCárcamo = \frac{Q_{max} AS * T}{4}$$

$$VCárcamo = \frac{7,34 * 1800}{4}$$

$$VCárcamo = 3303 \text{ litros}$$

$$VCárcamo = 3,303 m^3$$

CALCULO DEL DIAMETRO DE TUBERIA.

Para que los elementos sólidos suspendidos en las aguas residuales no produzcan obstrucción, el diámetro mínimo de la tubería deberá ser de por lo menos 3" aunque se recomienda que sea de 4".

Para efectos de dimensionamiento se aconseja adoptar las siguientes velocidades:

- **En tuberías de succión:**

Velocidad Mínima=0.6m/seg.

Velocidad Máxima=1.5m/seg.

Velocidad Recomendada=1.0m/seg.

- **En tuberías de Impulsión:**

Velocidad Mínima=0.6m/seg.

Velocidad Máxima=2.5m/seg.

Velocidad Recomendada=1.5m/seg.

Uno de los criterios utilizados para determinar el diámetro de la tubería es el empleo de

la fórmula de Bresse: $D = K \sqrt{Q}$ $K = \sqrt{\frac{4}{\pi V}}$



En que:

$$V=1 \text{ m/seg.}$$

$$Q_{\max As} = 7.34 \text{ l / seg.}$$

$$Q_{\max As} = 0.00734 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$K=1.13$$

$$D=0.097 \text{ m}$$

$$D = 97 \text{ mm} = 3.80 \approx 4 \text{ pulgadas}$$

CALCULO DE LA ALTURA MANOMETRICA TOTAL (Ht)

Se determina con la siguiente fórmula:

$$H_t = H_s + H_d + h_f$$

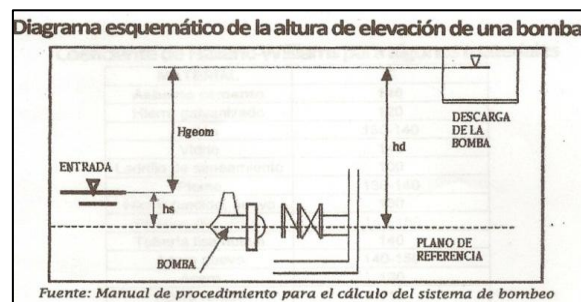
Dónde:

H_T = Altura Manométrica Total (m).

H_s = Altura de Succión.

H_d = Altura de Descarga (m).

h_f = Altura de Perdidas de carga.



Altura de succión (H_s).- Es la distancia entre la válvula check y el eje de la bomba. Debido a que la estación de bombeo es de cámara húmeda la altura de succión es:

$$H_s = 0$$

Altura de descarga (H_d).- Es la distancia entre el eje de la bomba y la cota a la que se quiere elevar el líquido para la descarga a la planta depuradora. Para este caso:

$$H_d = 3.15 \text{ m}$$

Altura de pérdidas de carga (h_f).- Es la suma de las pérdidas de carga por longitud de tubería más las pérdidas de carga por accesorios.

$$h_f = h_f \text{ longitud de tubería} + h_f \text{ accesorios}$$

Perdidas de carga por longitud de tubería.- Es la altura que debe suministrarse al sistema para vencer la fricción que produce el flujo del agua a través de las tuberías del sistema, se obtiene del ábaco de Hazenc Williams.

En que:

$$Q_{\max As} = 7.34 \text{ l / seg.}$$

$$Q_{\max As} = 440.40 \text{ l / min}$$

Tubería de Plástico (PVC) $C=140$

Diámetro de la Tubería=4"

Entramos en el ábaco con el caudal en l/min, se intercepta con el diámetro y en la abscisa $C = 140$, obtenemos el valor de h_f en relación a 1000m. (Ver Anexo 6)



CUADRO 18.- COEFICIENTE DE HAZENC-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES.

MATERIAL	C
Asbesto Cemento	140
Hierro Galvanizado	120
Latón	130-140
Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento.	100
Plomo.	130-140
Hierro Fundido.	130
Plásticos (PE, PVC)	140-150
Tubería lisa nueva.	140
Acero nuevo.	140-150
Acero.	130
Acero Rolado	110
Concreto	120-140
Lata	130

Fuente: Metcalf & Eddy.

Entonces:

$$h_f = 30\text{m} \rightarrow 1000\text{ m}$$

$$x \rightarrow 30\text{ m}$$

$$h_f \text{ longitud-tubería} = 9.02\text{m}$$

Perdidas de carga por accesorios.- Es la altura que debe suministrarse para vencer las pérdidas que se producen en piezas especiales y válvulas. Pueden calcularse como un factor de la altura de velocidad o como una longitud equivalente de tubería.

Para determinar las pérdidas de cargas por accesorios usamos el método de longitud equivalente.

ACCESORIOS

hf

$$1 \text{ Válvula check acero de } 4'' = 6.4$$

$$1 \text{ Válvula compuerta de } 4'' = 0.7$$

$$1 \text{ tee de paso directo.} = 2.1$$

$$2 \text{ codos de } 90' \text{ de radio corto de } 4'' \quad 2 * 3.4 = 6.8$$

$$h_f \text{ accesorio} = 6.4 + 0.7 + 2.1 + 6.8.$$

$$h_f \text{ accesorio} = 16.00\text{ m.}$$

Entonces la altura de pérdidas de carga es:

$$h_f = h_f \text{ longitud de tubería} + h_f \text{ accesorios.}$$

$$h_f = 9.02 + 16.00$$

$$h_f = 25.02\text{ m.}$$

Altura manométrica total es:

$$H_T = H_S + H_d + h_f$$

$$H_T = 0 + 3.15 + 25.02$$

$$H_T = 28.17\text{m}$$



POTENCIA DE LA BOMBA.

$$P = \frac{H \times Q_{max} \text{ as}}{75 \times \eta}$$

En donde:

P_{bomba}: Potencia de la Bomba.

Q_{maxAs}: Caudal de Diseño a Captar (l/seg)

HT: Altura Manométrica.

η : Eficiencia de la Bomba (50 – 75%)

Debido a que el sistema de bombeo de aguas residuales se deben instalar 2 o más bombas, dividimos el caudal de diseño a captar para 2; tomando en cuenta que las dos bombas a instalarse son de potencia igual.

$$Q_{maxAs} = Q_{max As} = 7.34 \text{ l/seg.}^{1/2}$$

$$Q_{maxAs} = 3.67 \text{ l/seg.}$$

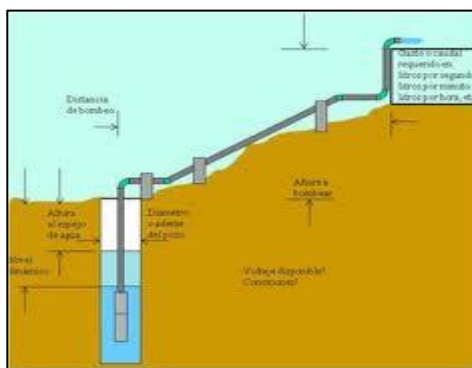
$$P = \frac{3,67 \times 28,17}{75 \times 70\%}$$

$$P_{bomba} = 1.97 \text{ HP}$$

En las estaciones de bombeo debe trabajarse con la potencia instalada, cuya fórmula es:

$$P_{instalada} = P_{bomba} + \%$$

BOMBA COMERCIAL SUGERIDA:



Los valores de % se muestran en la siguiente tabla:

POTENCIA	%
< 2HP	50
2 – 5	30
5 – 10	20
10 – 20	15
> 20 HP	10

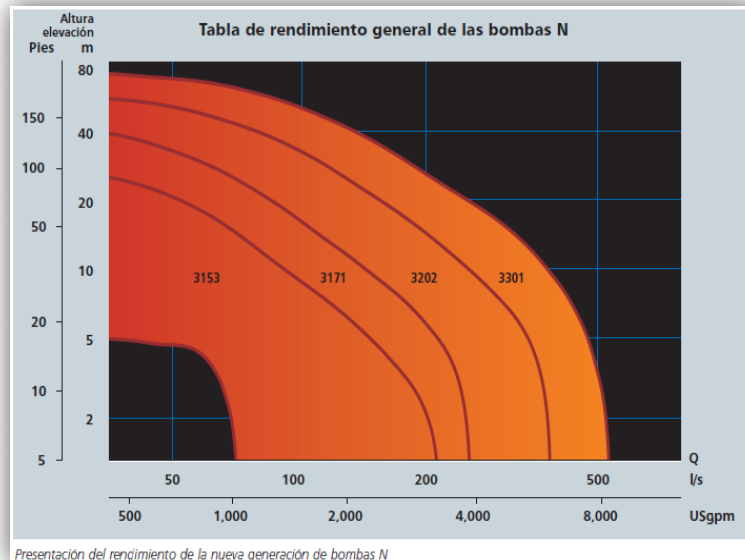
Cuadro de Potencia



$$P_{instalada} = 1.97 + 50\%$$

$$P_{instalada} = 1.97 + 0.5$$

$$P_{instalada} = 2.47 HP$$



Determinación del tiempo máximo de llenado de la cámara húmeda:

$$T_{max} = \frac{V}{Q_{min}}$$

V = Volumen de la cámara húmeda en Litros.

Q_{mín} = 1,22 l/s caudal mínimo;

$$T_{max} = \frac{1800l}{0,97 l/s \times 60s}$$

$$T_{max} = 30,92min \sim 31 min$$

Las dimensiones del cárcamo quedan definidos con 2.00 metros de ancho por 2.00 metros de largo y 3,50 metros de alto.

CAPACIDADES DE BOMBEO

La amplia gama de capacidades de bombeo ofrecidas por las bombas serie N, junto con la ventaja del efecto autolimpiante del impulsor y el diseño del caracol, abren nuevas posibilidades para un funcionamiento rentable en una amplia gama de aplicaciones. Entre ellas pueden citarse el bombeo de:

- Agua residual
- Agua bruta
- Agua de refrigeración
- Fangos
- Agua pluvial
- Efluentes industriales

El nuevo diseño de la bomba ha sido sometido a extensos ensayos prácticos. Los resultados muestran un consumo de energía considerablemente más bajo y menos problemas operativos. Los máximos valores de rendimiento alcanzados por una bomba monoalabe típica ascienden al 70%. Esto puede compararse con el 80% o más que consiguen las bombas N, lo que equivale a una reducción del 15% en el consumo eléctrico.

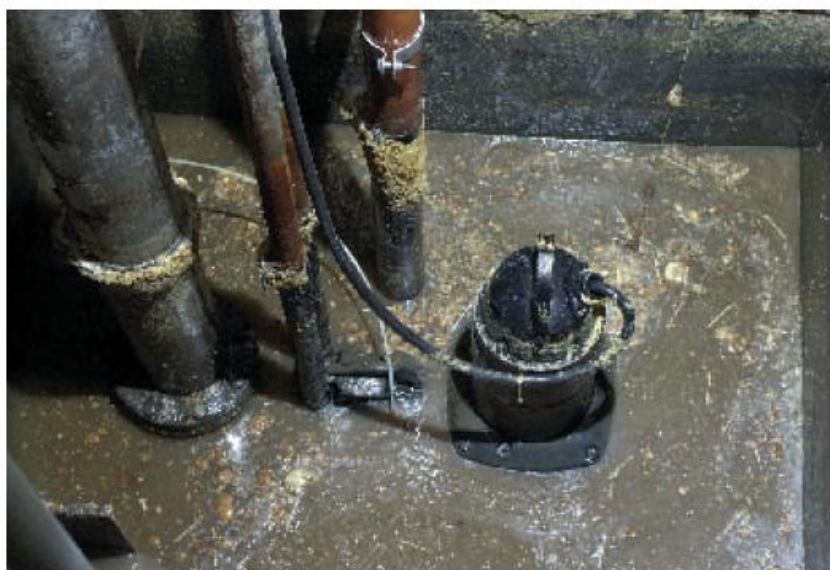
En varias instalaciones en las que los atascos de bombas convencionales era un problema constante, se han conseguido ahorros del orden del 50%.

La elección de la bomba óptima es aún más simple utilizando el programa informático FLYPS, el software especial de ITT Flygt para seleccionar el equipo idóneo.



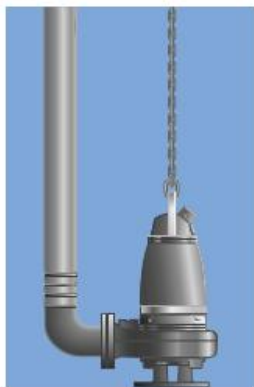
Modelo	3153	3171	3202	3301
Potencia nominal	50 Hz, 7,5-11 kW 60 Hz, 12-18 CV	50 Hz, 13-18,5 kW 60 Hz, 20-30 CV	50 Hz, 22-45 kW 60 Hz, 35-75 CV	50 Hz, 55-70 kW 60 Hz, 90-110 CV
Conexión de descarga	100 mm/4" 150 mm/6" 200 mm/8" 250 mm/10"	100 mm/4" 150 mm/6" 250 mm/10"	150 mm/6" 200 mm/8" 300 mm/12"	150 mm/6" 200 mm/8" 250 mm/10" 300 mm/12" 350 mm/14"
				

METODOS DE INSTALACION.



Para reducir los costes de montaje, ITT Flygt ha estandarizado muchos de los elementos principales de las estaciones de bombeo, a fin de que puedan combinarse de distinto modo para adaptarse a condiciones de trabajo específicas. Los ejemplos aquí ilustrados muestran la flexibilidad del sistema, y ofrecen directrices para optimizar el diseño de su propia instalación.

NS



Instalación separada semi-permanente. Versión transportable con conexión de tubería o manguera.

NP



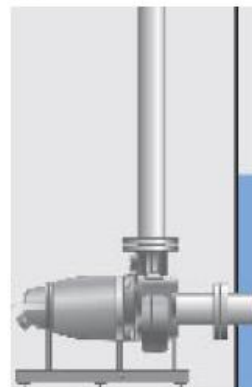
Para instalaciones semipermanentes en pozo húmedo. La bomba se monta en dos barras-guía, acoplada a una conexión de descarga.

NT



Instalación permanente de montaje vertical o en línea, con conexiones embridadas a las tuberías de aspiración y descarga.

NZ



Instalación permanente horizontal en pozo o en línea, con conexiones embridadas a las tuberías de aspiración y descarga.



NIVELES DE ARRANQUE Y PARADA DE BOMBAS.

En la cámara húmeda se deberán instalar sensores de nivel para controlar los niveles en el mismo en base al funcionamiento de las bombas.

$$Altura\ de\ Agua = \frac{Vt}{(a \times L)}$$

$$Altura\ de\ Agua = \frac{3,30}{2 \times 2}$$

$$Altura\ de\ Agua = 0,83m$$

Como el invert de llegada de la canalización a la estación de bombeo es de + 14,52 queda definida los niveles de arranque y parada de las bombas con las siguientes características.

Funcionarán dos bombas en paralelo, la primera trabajará continuamente, arrancando cuando el nivel de agua llegue a la cota 13,62 cuando el caudal afluente supere la capacidad de esta, el nivel de agua llega a la cota 14,02 entrando en funcionamiento la segunda bomba (el máximo nivel al que puede llegar el agua en esta etapa es 14,42 m.s.n.m.).

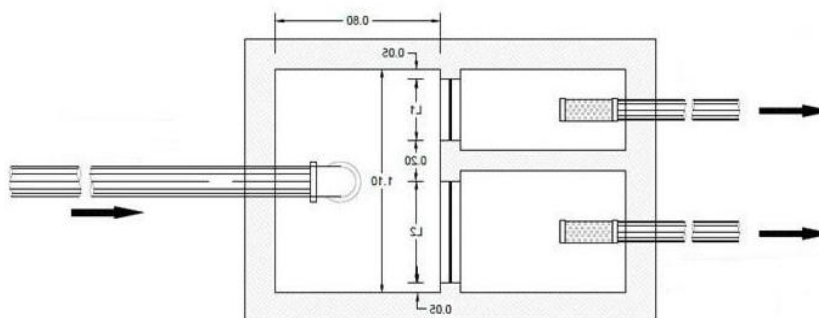
Cuando el caudal de ingreso es inferior a la capacidad de las bombas disminuye, el nivel del agua en el tanque decrece, la segunda bomba se detendrá en el nivel 13,92 la primera cuando el nivel llegue a la cota 13,52.

	Niveles de Arranque	Niveles de Parada
Bomba 1	13,62	13,52
Bomba 2	14,42	13,92

4.5.2 CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

Para asegurar una distribución equitativa del agua a tratar se utilizará una cámara divisora (caja distribuidora de caudales con dos vertederos) de agua para asegurar que cada tanque séptico, reciba un porcentaje igual de dicha agua.

Grafico: Esquema de División de Caudales





DIMENSIONAMIENTO DE VERTEDERO

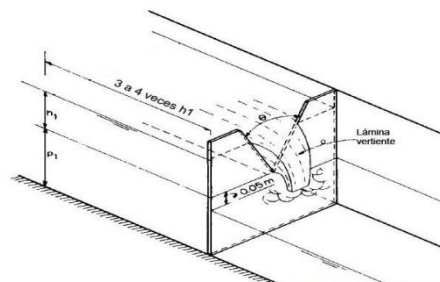
Los vertederos triangulares, por las características de su descarga, comprenden dos tipos:

- Vertedero con contracción parcial, se presenta cuando no existe una contracción completa a lo largo de los lados de la ventana del vertedero debido a su proximidad con las paredes o fondo del canal de aproximación.
- Vertedero con contracción completa, se presenta cuando las paredes y fondo del canal de aproximación se hallan lo suficientemente alejadas de la ventana del vertedero, de forma tal que se produce una contracción completa del flujo al atravesar la misma.

Para dimensiones y relaciones de largo, ancho y alto del vertedero se han observado los siguientes parámetros de las normas de referencia:

Límites recomendables de aplicación - vertederos triangulares

Vertedero con contracción parcial	Vertedero con contracción completa
$h_1/p_1 \leq 1.2$	$h_1/p_1 \leq 0.4$
$h_1/B_1 \leq 0.4$	$h_1/B_1 \leq 0.2$
$p_1 \geq 10$ cm	$p_1 \geq 45$ cm
$B_1 \geq 60$ cm	$B_1 \geq 90$ cm
$5 \text{ cm} < h_1 \leq 60 \text{ cm}$	$5 \text{ cm} < h_1 \leq 38 \text{ cm}$
$\theta = 90^\circ$	$25^\circ \leq \theta \leq 100^\circ$



Fuente: ISO 1971, Francia (en BOS, M. G. 1989. Discharge measurement structures. 3 ed. Wageningen, The Netherlands. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI). 401 p.)

Para nuestro estudio adoptamos vertederos en V corrientes los cuales tendrá una abertura de 90° y trabajarán a contracción parcial, cuyo máximo caudal permisible será $Q \leq 0,013 \text{ m}^3/\text{s}^*$.

Escogemos para un vertedor el ancho $B_1 = 0,60 \text{ m}$

De la relación $h_1/B_1 \rightarrow \frac{h_1}{0,60} = 0,40 \quad h_1 = 0,24 \text{ m}$

De la relación $h_1/p_1 \rightarrow \frac{0,24}{p_1} = 1,20 \quad p_1 = 0,20 \text{ m}$

El Largo será de 3 a 4 veces h_1 . En este caso tenemos $3(0,24) = 0,72$

Basándonos en los límites recomendables tendremos las siguientes dimensiones:

Dimensiones Finales Caja Distribuidora:

Largo $L(\text{antes de vertedero}) =$	0.75m
Ancho (1 ^{er} Vertedero) $B_1 =$	0.60m
Ancho (2 ^{do} Vertedero) $B_2 =$	0.60m
Largo $L(\text{después de vertedero}) =$	0.80m
Profundidad de Agua $H =$	0.45m

*Referencia tomada del doc. "Métodos y Estructuras de Medición de Caudales" del Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua 2004.



4.5.3 CÁLCULO DE CAMARA SÉPTICA

Para nuestro diseño de aguas residuales domesticas obtenemos las siguientes características:

Siendo así, los datos que se utilizarán para dimensionar el tratamiento primario serán los siguientes:

TANQUE SEPTICO:

- VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE SÉPTICO**

N= Número de contribuyentes diario = 980 hab.

C= Contribución AASS = 150,0 lt/hab*d x 0.8 =120 lt/día*d

Lf= Contribución de lodos frescos = 1 lt/hab-día

T= Tiempo de retención = 0.5 día

La fórmula general para el cálculo del volumen útil para el tanque séptico según las normas brasileñas es la siguiente:

$$V = 1.3N(CT + 100L_f)$$

$$V = (1,3*980 \text{ hab } ((120 \text{ lt/hab*d}) (0,5d)+100(1 \text{ lt/hab*d}))/1000\text{lt}$$

$$V=203,84 \text{ m}^3$$

$$V \approx 210 \text{ m}^3$$

Dimensionamiento:

Para dimensiones y relaciones de largo, ancho y alto del tanque séptico se han observado los siguientes parámetros de las normas de referencia:

- Ancho interno mínimo (a) = 0,80m
- Profundidad útil mínima (h) = 1,10m
- Relación entre longitud y ancho $2 \geq L/a \leq 4$
- El volumen útil de la primera y segunda cámara será de 2/3 y 1/3 del volumen total. $V_1 = 2/3 * (V)$ y $V_2=1/3* (V)$
- El largo de la primera y segunda cámara debe ser de 2/3 y 1/3 del largo total respectivamente.
- El ancho no debe ser mayor a la profundidad ($0,80 < a < 2h$).

$$V = L * a * h$$

Fosa Séptica 1.

Volumen de los tanques $V = 105\text{m}^3$

Escogemos la altura del tanque $h = 3,0 \text{ m}$

Asumiendo el largo $L = 9\text{m}$, tenemos:



$$a = \frac{V}{L * h}$$

$$a = \frac{105}{9 * 3}$$

$$a = 3,89m$$

Comprobando de las normas de diseño:

- La relación $L/a \rightarrow \frac{9}{3,89} = 2.30$ es mayor a 2 por tanto cumple la norma.
- El ancho no debe ser mayor a 2 veces la altura ($0,80 < a < 2h$). En este caso tenemos $2(3,0) = 6 \rightarrow 3.89$ es menor a 6, si cumple la norma.

Cumpliendo con las normas el tanque para el sector 1 tendrá las siguientes dimensiones:

Nº de tanques = 2

Volumen total útil = 105 m^3

DIMENSIONES FINALES:

Largo total $L = 9.00m$

Largo (1^{era} cámara) $L_1 = 6.00m$

Largo (2^{da} cámara) $L_2 = 3.00m$

Ancho $a = 3.89m$

Profundidad $h = 3.00m$

Fosa Séptica 2.

Volumen de los tanques $V = 105 \text{ m}^3$

Escogemos la altura del tanque $h = 3,0 \text{ m}$

Asumiendo el largo $L = 9m$, tenemos:

$$a = \frac{V}{L * h}$$

$$a = \frac{105}{9 * 3}$$

$$a = 3,89m$$

Comprobando de las normas de diseño:

- La relación $L/a \rightarrow \frac{9}{3,89} = 2.30$ es mayor a 2 por tanto cumple la norma.
- El ancho no debe ser mayor a 2 veces la altura ($0,80 < a < 2h$). En este caso tenemos $2(3,0) = 6 \rightarrow 3.89$ es menor a 6, si cumple la norma.



Cumpliendo con las normas el tanque tendrá las siguientes dimensiones:

Nº de tanques = 2

Volumen total útil = 105 m³

DIMENSIONES FINALES:

Largo total L = 9.00m

Largo (1^{era} cámara) L₁ = 6.00m

Largo (2^{da} cámara) L₂ = 3.00m

Ancho a = 3.89m

Profundidad h = 3.00m



4.5.4 DIMENSIONAMIENTO DEL REACTOR BIOLÓGICO

Se plantea la construcción de un reactor biológico de sección rectangular, con una profundidad del líquido de 3,0 m, para que trabaje con la misma altura del sedimentador secundario, con lo que se logra facilidades constructivas y un sustancial ahorro en la implementación del proyecto.

A continuación se presenta una tabla en la que figuran los parámetros de dimensionamiento típicos para reactores biológicos de biomasa en suspensión: fangos activos convencionales (media carga) y de aireación prolongada (baja carga).

Valores de dimensionamiento del proceso de Lodos Activos para Aguas Residuales domésticas

Parámetros	Convencional (Media carga)	Aireación Prolongada (Baja carga)
R % - Rendimiento (% DBO ₅)	85-95 %	75-95 % (mala decantación)
CM - Carga másica (kg DBO ₅ aplicada/día/kg SSLM)	0.2 - 0.5	< 0.1
CV - Carga volúmica (kg DBO ₅ aplicada/d/m ³)	0.3 - 0.6	0.1 - 0.35
X - Sólidos Suspensión Licor Mezcla (mg SSLM/L)	1500 a 3500	< 3500
TRC - Tiempo Retención Celular (días)	5 - 15	20 – 40 *
P_f^a - Producción Específica de Fango (kg SS/kg DBO ₅ eliminado)	≤ 0.9	≤ 0.5
NcOx^a - Consumo Específico Oxígeno (kg O/kg DBO ₅ eliminado)	> 0.85	> 2
R - Recirculación (% Q _m)	> 100 %	> 150 %
X_r - Concentración fango recirculación (mg/L)	< 8000 (rasq.) < 6000 (succión)	< 8000
TRH - Tiempo Retención Hidráulica en Aireación (horas)	> 2 (Q _p) > 4 (Q _m)	≥ 24 (Q _m)
Energía de mezcla: Turbinas Difusores	20 W/m ³ 2 m ³ /h/m ³ reactor	20 W/m ³ 2 m ³ /h/m ³ reactor

Fuente: Libro Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental Vol. I. autor: Alfredo Jácome, Joaquín Suarez, Iñáqui Tejero, Javier Temprano. Año 2001.

*Valores Tomados del Libro "Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales" Vol I, II, III. De Metcalf – Eddy. (Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.



Para proceder al dimensionamiento tenemos los siguientes Parámetros:

- Dotación de agua potable = 150 L/persona/día
- Relación AR/AP = 0.8
- Densidad media = 125 hab/ha
- Caudal de Aguas ilícitas + Caudal de Infiltración = **2,17 l/s (ver 4.4.3)**
- Caudal máximo = Caudal Máximo de Aguas Residuales + Caudal de aguas ilícitas + Caudal de aguas de infiltración = Caudal de Diseño.
- Caudal medio = Caudal Medio de aguas residuales
- Caudal mínimo = 0.4 * caudal medio.

Caudal medio (m^3/h) = $1,361 \text{ l/s} \times (3600 \div 1000) = \mathbf{4,90 \text{ m}^3/h}$ (= 117,6 m^3/d).

Caudal máximo (m^3/h) = $[5,17 \text{ l/s} + 2,17 \text{ l/s}] \times (3.600 \div 1000) = \mathbf{26,42 \text{ m}^3/h}$

Caudal mínimo = $0.4 \times 4,90 \text{ m}^3/h = \mathbf{1,96 \text{ m}^3/h}$

Para el cálculo de las concentraciones del agua residual bruta tenemos los siguientes criterios de carga:

- DBO₅ = 50 g/hab/d
- SS = 70 g/hab/d

$$\text{Concentración Media DBO}_5 = \frac{\text{Población} \times \text{DBO}_5}{\text{Caudal Medio}}$$

$$\text{Concentración Media DBO}_5 = \frac{980 \text{ hab} \times 50 \text{ g/hab/d}}{117,6 \text{ m}^3/d} = 417 \text{ mg/l}$$

$$\text{Concentración Media SS} = \frac{\text{Población} \times \text{SS}}{\text{Caudal Medio}}$$

$$\text{Concentración Media SS} = \frac{980 \text{ hab} \times 70 \text{ g/hab/d}}{117,6 \text{ m}^3/d} = 583 \text{ mg/l}$$

$$\text{Concentración N Kjeldahl Total} = \frac{\text{Población} \times \text{NTK}}{\text{Caudal Medio}}$$

$$\text{Concentración Media NTK} = \frac{980 \text{ hab} \times 12 \text{ g/hab/d}}{117,6 \text{ m}^3/d} = 100 \text{ mg/l}$$

$$\text{Concentración Media NH}_3 = \frac{\text{Población} \times \text{NH}_3}{\text{Caudal Medio}}$$

$$\text{Concentración Media NH}_3 = \frac{980 \text{ hab} \times 8 \text{ g/hab/d}}{117,6 \text{ m}^3/d} = 66,7 \text{ mg/l}$$



$$\text{Concentración Fósforo Total} = \frac{\text{Población} \times \text{Fósforo}}{\text{Caudal Medio}}$$

$$\text{Concentración Fósforo Total} = \frac{980\text{hab} \times 3 \text{ g/hab/d}}{117,6 \text{ m}^3/\text{d}} = 25 \text{ mg/l}$$

$$\text{Concentración Coliformes Fecales} = \frac{\text{Población} \times \text{CF}}{\text{Caudal Medio}}$$

$$\begin{aligned} \text{Concentración Coliformes Fecales} &= \frac{980\text{hab} \times 2 \times 10^{11} \text{ ufc/hab/d}}{117,6 \text{ m}^3/\text{d}} \\ &= 1,6 \times 10^7 \text{ ufc/100ml} \end{aligned}$$

Para el cálculo de las concentraciones del agua pretratada se adoptan los siguientes rendimientos

- % remoción $\text{DBO}_5 = 5$
- % remoción de SS = 10

Concentraciones en efluente pretratado:

- $\text{DBO}_5 = 396 \text{ mg/L}$
- SS = 525 mg/L

Para el cálculo de las concentraciones del agua decantada (efluente primario) se adoptan los siguientes rendimientos:

- % remoción de $\text{DBO}_5 = 40$
- % remoción de SS = 60

Concentraciones en el efluente primario:

- $\text{DBO}_5 = 238 \text{ mg/L}$
- SS = 210 mg/L

Cálculo del volumen del reactor biológico

Se adoptan los siguientes criterios de diseño:

- $\text{CM} \leq 0,1 \text{ d}^{-1}$
- $\text{CV} \leq 0,35 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{d}$
- $\text{TRC} \geq 25 \text{ días}$
- $\text{X} \leq 3.000 \text{ mg SSLM/L}$
- $\text{Xr} \leq 8.000 \text{ mg/L}$ Concentracion de Fango de recirculacion.
- La ratio de recirculación, r , se estima mediante:



$$r = \frac{Q_r}{Q} = \frac{X}{X_r - X}$$

$$r = 3000/(8000 - 3000) = 0,60$$

a).- Volumen mínimo por Carga Másica CM:

$$V_{MINcm} = \frac{(Q \times L_o)}{CM \times X}$$

Q= Caudal Medio a Tratar (m³/h)
L_o=DBO₅ Entrante
CM=Carga Másica
X= SSLM

$$V_{MINcm} = \frac{(117,6 \text{ m}^3/d \times 238 \text{ mg/l})}{0,1 \text{ mg/mg/d} \times 3.000 \text{ mg/l}}$$

$$V_{MINcm} = 93 \text{ m}^3$$

b).- Volumen mínimo por Carga Volumica CV:

$$V_{MINcv} = \frac{(Q \times L_o)}{CV}$$

$$V_{MINcv} = \frac{(117,6 \text{ m}^3/d \times 238 \text{ mg/l})}{0,30 \text{ mg/mg/d} \times 1.000l}$$

$$V_{MINcv} = 93 \text{ m}^3$$

c).- Volumen mínimo por TRC:

$$V_{MinTRC} = P_f \times \frac{TRC}{X}$$

$$P_f = P_f^a Q (L_o - L_f)$$

$$P_f = 0,5 \text{ kg/kg} \times 117,6 \text{ m}^3/d (238 \text{ mg/l} - 23,8 \text{ mg/l})$$

$$P_f = 12,60 \text{ kg/d}$$

$$V_{MinTRC} = 12,6 \text{ kg/d} \times \frac{20d}{\frac{3.000 \text{ mg/l}}{1.000 \text{ m}^3 \cdot \text{mg/kg} \cdot l}}$$

$$V_{MinTRC} = 84 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen mínimo necesario será de 93 m³.

Geometría del reactor

Se tiene un Volumen mínimo necesario de 93 m³ con el cual el Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) es de 19 Horas, el mismo que no se encuentra dentro del rango de las distintas Literaturas indicadas para Sistemas Convencionales.



Este resultado apoyaría la hipótesis de tratarse de un proceso de baja carga, rechazando la posibilidad de un proceso convencional en el que los tiempos de retención Hidráulica son inferiores a 8 horas.

Por lo cual se dimensionara para un Volumen de 170 m^3 con el cual tenemos 35 horas en TRH encontrándonos dentro del rango para aireación extendida (18 – 36 horas).

Se adoptan los siguientes criterios geométricos: (criterio: población media – grande)

Calado mínimo h: 3,5 m (rango: 3,0 a 5,0 m)

Ratio l/h = 2,5 (rango: 2,5 a 5)

Lado de la celda, l, = $3,5 \times 2,5 = 8,75 \text{ m}$

Volumen de Reactor = l x a x h = 170 m^3

$$a = \frac{170 \text{ m}^3}{3,5 \text{ m} \times 8,75 \text{ m}} = 5,5 \text{ m}$$

Así, las dimensiones finales del reactor serán:

Opción Única: planta rectangular (1 celda de ancho x 1 celda de longitud)

- Ancho = $5,50 \times 1 = 5,50$ metros
- Longitud = $8,75 \times 1 = 8,75$ metros
- Calado = 3,5 metros
- Altura total = calado + resguardo = $3,50 + 0,50 = 4,0$ metros
- Volumen útil unitario = 170 m^3

Valores finales de funcionamiento

- $\text{CM} = 117,6 \text{ m}^3/\text{d} \times 238 \text{ mg/L} / (170 \times 1 \text{ m}^3 \times 3.000 \text{ mg/L}) = 0,05 \text{ d}^{-1}$ (rango: < 0,1)
- $\text{CV} = (117,6 \text{ m}^3/\text{d} \times 238 \text{ mg/L} \div 1000) / (170 \times 1 \text{ m}^3) = 0,17 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{d}$ (rango: 0,1 a 0,35)
- $\text{TRC} = (170 \text{ m}^3 \times 1 \times 3.000 \text{ mg/L} \div 1.000) / 12,60 \text{ kg/d} = 40$ días (rango: 20 a 40 días)

Cálculo de la potencia de turbinas

a).- Necesidades punta de oxígeno

$$NcOx^a = \text{Consumo Especifico de Oxígeno.} \quad NcOx_{punta} = NcOx \times \frac{Q_{max}}{Q_{medio}} \times C_{pDBO} \times FS$$

Q=Caudal Medio m^3/h

C_{pDBO} =Coeficiente Punta DBO

FS=Factor de Reducción

Punta

$$NcOx_{punta} = 2 \text{ kg/kg} \cdot 4,9 \text{ m}^3/\text{h} \cdot (238 - 23,8) \text{ mg/l} \times \frac{26,42}{4,9} \times 1,5 \times 0,7$$

$$NcOx_{punta} = 11,884 \text{ kg O/h}$$



b).- Capacidad de oxigenación (CO) (en kg O/h)

$$CO = \frac{NcOx}{\%rend. transferencia}$$

$$CO = \frac{11,884 \text{ kg O/h}}{0,60} = 19,81 \text{ kg O/h}$$

c).- Potencia real a instalar

$$P_{necesaria} = \frac{CO}{Aport. especif. Ox}$$

$$P_{necesaria} = \frac{19,81 \text{ kg O/h}}{2 \text{ kg O/kwh}} = 9,90 \text{ kw}$$

$$P_{real} = \frac{P_{necesaria}}{RendMotor \times 1CV}$$

$$P_{real} = \frac{9,90 \text{ kw}}{0,90 \times 0,735} = 14,97 \text{ CV}$$

Cálculo del caudal de aire a inyectar (caso de difusores)

$$Q_{aire} (m^3/h) = \frac{NcOx_{punta} (en Kg O/h) \div \%rend. transf. O_2}{0,286 \text{ kg O/m}^3 \text{ aire}}$$

$$Q_{aire} \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{11,8 \text{ Kg O/h} \div 15 \%rend. transf. O_2}{0,286 \text{ kg } \frac{O}{m^3} \text{ aire}} = 275 \text{ m}^3/h$$



4.5.5 SEDIMENTADOR SECUNDARIO.

La finalidad del Sedimentador Secundario será la de separar las fases líquidas clarificadas de los lodos activados a producirse en el reactor biológico.

El sobrenadante constituye el agua tratada que será el efluente final de la planta; los lodos de fondo serán recirculados al reactor.

En la tabla siguiente se recogen los valores típicos de los parámetros de diseño de decantadores secundarios para el proceso de lodos activos.

Parámetros de Diseño de Decantadores Secundarios de Fangos Activados.

Parámetros	FANGOS ACTIVOS CONVENCIONAL (Media carga)	AIREACIÓN PROLONGADA (Baja carga)
Velocidad ascensional (m/h)	< 0.8 (Qm) < 1.5 (Qp)	< 0.5 (Qm) < 0.9 (Qp)
Carga de sólidos (kg/m ² /h)	< 2.5 (Qm) < 4.5 (Qp)	< 1.8 (Qm) < 3.2 (Qp)
Tiempo de retención hidráulica (horas)	> 3 (Qm)	3 - 5 (Qm)
Carga sobre vertedero (m ³ /h/metro)	< 12 (Qm) < 20 (Qp)	< 12 (Qm) < 20 (Qp)
Concentración del fango (%) (mg/L)	0.5 - 1.5 5000 - 15000	0.5 - 1.5 5000 - 15.000
Calado mínimo (m)	> 3.0	> 3.0

Fuente: Libro Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental Vol. I. autor: Alfredo Jácome, Joaquín Suarez, Iñáqui Tejero, Javier Temprano. Año 2001.

DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE SEDIMENTACION SECUNDARIA:

Determinación de la superficie horizontal de decantación

a).- Por velocidad ascensional:

$$Area (Q_{medio}) = \frac{Q_{medio}}{V_{ASC}}$$

$$Area (Q_{medio}) = \frac{4,9 \text{ m}^3/h}{0,5 \text{ m/h}} = 9,8 \text{ m}^2$$

$$Area (Q_{max}) = \frac{Q_{max}}{V_{ASC}}$$

$$Area (Q_{max}) = \frac{26,42 \text{ m}^3/h}{0,9 \text{ m/h}} = 29,36 \text{ m}^2$$



b).- Por carga de sólidos:

$$Area(Q_{medio}) = \frac{(Q_{medio} + Q_r) \cdot X}{CS}$$

$$Area(Q_{medio}) = \frac{[4,9 \text{ m}^3/h + (0,6 \times 4,9 \text{ m}^3/h)] \cdot \left(\frac{3000 \text{ mg/l}}{1000} \right)}{1,8 \text{ kg/m}^2/h}$$

$$Area(Q_{medio}) = 13,06 \text{ m}^2$$

$$Area(Q_{max}) = \frac{(Q_{max} + Q_r) \cdot X}{CS}$$

$$Area(Q_{max}) = \frac{[26,42 \text{ m}^3/h + (0,6 \times 26,42 \text{ m}^3/h)] \cdot \left(\frac{3000 \text{ mg/l}}{1000} \right)}{3,2 \text{ kg/m}^2/h}$$

$$Area(Q_{max}) = 39,63 \text{ m}^2$$

Como mínimo la superficie debe ser 40 m^2 , que supone un diámetro de:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times Area}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times 40 \text{ m}^2}{\pi}} = 7,14 \text{ m} \simeq 7 \text{ m} \text{ con lo que resulta una superficie de } 38 \text{ m}^2$$

Determinación del volumen necesario:

$$V = 5h \times 26,42 \text{ m}^3/h = 132,1 \text{ m}^3$$

Geometría de la(s) unidad(es):

$$\text{Calado teórico} = 132,1 \text{ m}^3 / 39,63 \text{ m}^2 = 3,34 \text{ metros}$$

$$\text{Diámetro unitario requerido} = 7,14 \text{ metros}$$

$$\text{Diámetro unitario adoptado} = 7,50 \text{ metros}$$

$$\text{Calado mínimo recomendado (en función del diámetro adoptado)} = 3 \text{ metros}$$

Evaluación de la carga hidráulica sobre vertedero:

$$CHv_{Q_{med}} = \frac{Q_{med}}{L_v}$$



$$CHv_{Q_{med}} = \frac{4,9m^3/h}{\pi \times 7,5m} = 0,21 m^3/h/m < 12$$

$$CHv_{Q_{max}} = \frac{Q_{max}}{L_v}$$

$$CHv_{Q_{max}} = \frac{26,42m^3/h}{\pi \times 7,5m} = 1,12 m^3/h/m < 20$$

Valores de funcionamiento final:

$$V_{ASC} (a Q_{medio}) = 4,9 m^3/h / (\pi \times 7,5^2/4 m^2) = 0,11 m/h$$

$$V_{ASC} (a Q_{máximo}) = 26,42 m^3/h / (\pi \times 7,5^2/4 m^2) = 0,59 m/h$$

$$CS (a Q_{medio}) = (4,9 + 0,6 * 4,9) m^3/h \times 3000 mg/L \div 1000 / (\pi \times 7,5^2/4 m^2) = 0,53 kg/m^2/h$$

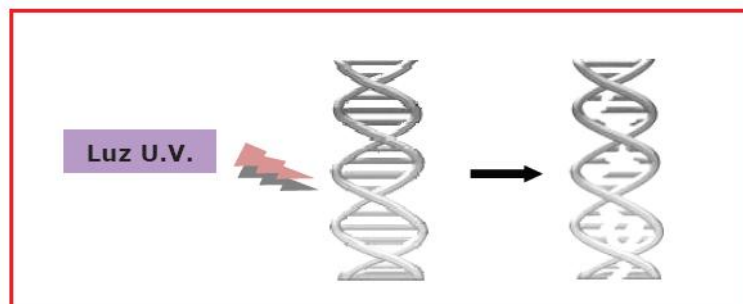
$$CS (a Q_{máximo}) = (26,42 + 0,6 * 26,42) m^3/h \times 3000 mg/L \div 1000 / (\pi \times 7,5^2/4 m^2) = 2,87 kg/m^2/h$$

El tratamiento propuesto generará lodos, los cuales serán recirculados al reactor biológico, sin embargo podría existir un exceso de estos que podrán ser tratados en un tratamiento posterior.

4.5.6 DESINFECCIÓN (FILTROS DE LUZ ULTRAVIOLETA).

Para el efluente del sedimentador se sugiere una cámara de desinfección mediante luz ultravioleta para lo cual se detallara un equipo compacto Módulo UV3000PLUS (Trojan UV).

El agua que se encuentra en el sedimentador secundario se conducirá a un filtro de luz ultravioleta. El agua pasara por el espacio anular entre la carcasa y la lámpara del equipo de desinfección, un dispositivo adaptado en el interior genera turbulencia en el líquido exponiendo a los microorganismos suspendidos en ella a los letales rayos ultravioletas. Los rayos U.V. penetran la membrana externa de los microorganismos, atraviesan el cuerpo de las células y alteran su material genético (ADN). Consecuentemente, los microorganismos quedan incapacitados para reproducirse. La dosificación de energía U.V. aplicada al agua es la requerida para asegurar la destrucción total de los microorganismos presentes.



Efectos de la UV en el ADN

Esta operación no genera desechos de ningún tipo.



- **DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UV3000PLUS DE TROJAN DE LA PTARD.**

El equipo de desinfección UV (UV 3000Plus-Trojan) se compone de un banco con diez módulos, cada módulo contiene 8 lámparas, siendo un total de 80 lámparas.



Modulo UV 3000 plus.

Además de los módulos, el equipo se compone de:

Un sistema de control que registra el encendido de la bancada y la intensidad de las lámparas en función de una señal de 4-20 mA

- Un sistema de detección que incorpora un sensor UV que mide la intensidad a 254 nm.
- Un centro de distribución de potencia que aloja los relés y las conexiones a los módulos.
- Bastidores que soportan los módulos UV.
- Un control de nivel (compuerta)
- Un sistema de limpieza químico-físico automático.

- **DESCRIPCIÓN DEL CANAL.**

La estructura que contendrá el modulo UV podrá ser de acero inoxidable AISI 316 que hará la función de canal con las siguientes características.

Volumen (L)	Caudal (L/min)	Tiempo de Retención Medio (l/s)
90	Mínimo= 30 Máximo=200	180 27

Cabe recalcar que no se ha llegado a un acuerdo general acerca de la dosis mínima de UV requerida para la reducción de patógenos ni tampoco se pretende que lo haya.

Hay muchas características específicas del lugar que se deben considerar cuando se escoge la dosis de UV suficiente para desinfectar un suministro a un nivel considerado aceptable.

Los requerimientos de dosis UV pueden determinarse usando un dispositivo de haz colimado en un laboratorio, durante el estudio, se irradia de manera controlada un plato de Petri con una muestra de agua, para lo que se usa una fuente UV de intensidad conocida.



Se puede establecer relaciones dosis-respuesta mediante la variación del tiempo de exposición con el dispositivo de haz colimado.



Estructura que acoge en su interior al modulo UV.



Canal de Desinfección UV



- **Datos de diseño del equipo UV de la PTARD**

TROJAN UV3000PLUS™

Diseñado para un funcionamiento eficiente y confiable

Centro de Distribución de Potencia (PDC)

Energiza cada banco de módulos.

Resguardo de acero inoxidable de grueso calibre montado a lo ancho del canal. Consiste en una entrada de servicio y en un bus de distribución de energía para la energía de entrada. La energía es relevada desde el bus de distribución a cada módulo UV individual a través de receptáculos de acero inoxidable. Todos los módulos UV están aterrizados individualmente y protegidos contra sobrecargas por seguridad. Como todos los componentes del sistema Trojan UV3000Plus™ el PDC puede ser instalado en exteriores y no requiere de ningún resguardo o acondicionamiento.

Sistema de Limpieza ActiClean™

El sistema ActiClean™ opcional, de limpieza de mangas Químico/Mecánico, consiste de dos componentes:

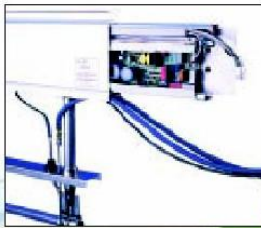
1. Centro del Sistema Hidráulico (HSC)

El Centro del Sistema Hidráulico (HSC) acciona el sistema de limpieza. Localizado cerca del canal en un gabinete de acero inoxidable (o montado directamente en el PDC) contiene la bomba, válvulas y accesorios localizados debajo del centro de Distribución de Potencia (PDC). Las mangueras para extender y retraer los limpiadores van desde los manifolds hacia el impulsor del limpiador en cada modulo para completar el lazo hidráulico.

2. Ensamble del Limpiador ActiClean™

Un impulsor limpiador sumergible en cada módulo UV impulsa el ensamble del carro limpiador a lo largo del módulo. Unidos a los limpiadores se encuentran canastillas que rodean a la manga de cuarzo, y éstas son llenadas con el gel ActiClean™ de Trojan. El gel utiliza ingredientes de grado alimenticio y hace contacto con las mangas de las lámparas y con los dos sellos de los limpiadores. La limpieza se lleva a cabo mientras que las lámparas se encuentran sumergidas y operando.





Balastras Electrónicas

La balastra electrónica de salida variable(60-100% potencia) es montada en su gabinete propio catalogado tipo 6P dentro del marco del módulo. Cuenta con "conexiones rápidas" eléctricas. El enfriamiento es por convección.

Centro de Control del Sistema (SCC)

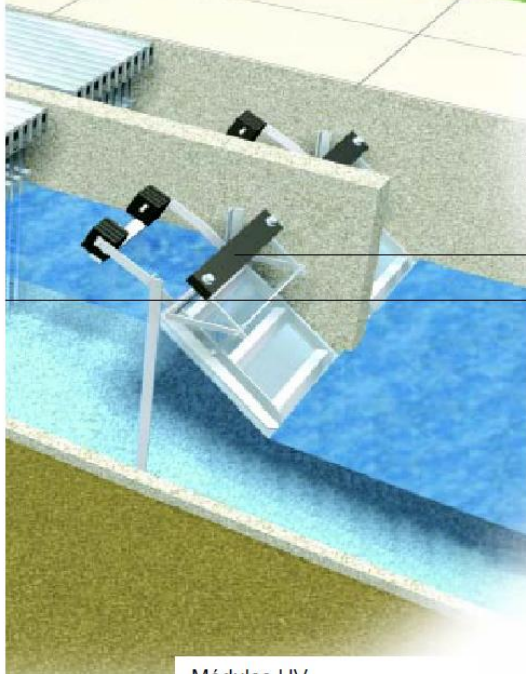
El SCC monitorea y controla todas las funciones UV y el paso de dosis. Consiste en un controlador basado en microprocesador o en un PLC, interfaz del operador, conexiones de Entradas/Salidas y equipo de comunicaciones montado en un gabinete de acero inoxidable. El programa de control del paso de dosis conserva la energía y extiende la vida de la lámpara variando la intensidad de ésta y controlando el status on/off del banco de acuerdo a las variaciones de flujo. La capacidad de monitoreo remoto permiten a los técnicos y a los operadores a monitorear el status, niveles de energía, horas de operación y otros parámetros remotamente.

Alarmas

El sistema de reporte extensivo de alarmas asegura un diagnóstico rápido y exacto del proceso del sistema alarmas de mantenimiento. El software de control programable puede generar alarmas únicas para aplicaciones individuales.

Controlador de Nivel de Agua

Un vertedero fijo, una compuerta de vertedero motorizada, o una compuerta con Controlador Automático de Nivel (ALC) es requerido en el canal para mantener el nivel de agua apropiado sobre las lámparas. Los ingenieros de Trojan trabajarán con Ud. para seleccionar el dispositivo de control de nivel apropiado para su aplicación.



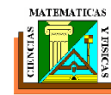
Módulos UV

Las lámparas UV son montadas en módulos instalados en canales abiertos. Las lámparas son contenidas dentro de mangas de cuarzo, y son posicionadas horizontalmente y paralelas al flujo del agua. Un banco esta compuesto por múltiples módulos colocados paralelamente. Todas las balastras y el cableado corre dentro del marco del módulo.



Sensor de intensidad UV

El sensor de intensidad UV continuamente monitorea la salida UV de la lámpara para asegurar que los niveles especificados de dosis se mantengan. El sistema opcional ActiClean™ de limpieza automáticamente limpia la manga del sensor cada vez que las mangas de las lámparas son limpiadas.



4.5.7 LECHO DE SECADO PARA LOS LODOS QUE PRODUZCA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Los sólidos extraídos de las diferentes operaciones y procesos de tratamiento constituyen el subproducto más importante del tratamiento del agua residual: los sólidos retenidos en las rejillas, las purgas de la unidad de homogeneización y el exceso de lodo del proceso de Lodos Activados por Aireación Extendida. En algunos casos es satisfactoria la disposición de ellos sin someterlos a tratamiento alguno, pero generalmente es necesario tratarlos en alguna forma para prepararlos o acondicionarlos para disponerlos sin originar condiciones inconvenientes. Este tratamiento tiene dos objetivos, siendo el primero de éstos eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en gran proporción y, en segundo lugar, para que se descompongan los sólidos orgánicos relativamente estables. El lodo resultante de la deshidratación, deberá tener las características requeridas por la Dirección de Aseo Urbano y Recolección de Basura de la M.I. Municipalidad de Daule, para ser aceptado en el relleno sanitario, es decir máximo el 70% de humedad. El acondicionamiento de los lodos debe ser concebido para permitir que éstos sean transportados al relleno sanitario.

El agua residual, sometida a los procesos y las operaciones unitarias de la planta de tratamiento, generará el efluente con la calidad predeterminada para cumplir con las normas correspondientes, y como subproducto, se producirá un lodo con una concentración de sólidos, entre el 1% y el 5%; correspondiéndole por lo tanto, un 99% a 95% de humedad (agua).

Características de los lodos generados: la cantidad de lodo generado en el tratamiento biológico se reportan en las Tablas 12-7 y 12-8 del libro de METCALF & EDDY, Ingeniería de aguas residuales. McGraw-Hill/Interamericana de España S:A. 1995. Volumen 2., se muestran a continuación:

- Proceso: Aireación Extendida

- Peso específico de los sólidos del lodo: 1,30
- Peso específico del lodo: 1,015
- Valor típico de sólidos secos: 95 Kg/1000 m³.

- Lodo Activado en exceso del tanque de sedimentación secundaria (sin sedimentación primaria).

- Concentración de los sólidos del lodo: 1.3% de sólidos secos.

El lodo en exceso del tanque de sedimentación secundaria, del sistema de lodos activados por aireación extendida, purgará su exceso durante períodos bien extensos (1 a 2 meses). Las cantidades totales de lodo a tratar, se determinan mediante una serie de balances de sólidos del proceso de tratamiento de las aguas residuales.

Cuando se presenta un exceso de lodos, estos son removidos desde la tolva del sedimentador secundario, utilizando la línea de recirculación de lodos, hacia un sistema de tratamiento, el que consiste de un lecho de secado de arena (percolación - evaporación). Al fondo de la unidad del lecho de secado de arena estará ubicada una tubería colectora de



líquido percolados; sobre esta tubería va colocado capas de agregados de diferentes materiales.

Los lechos de secado son constituidos por tanques de pequeña profundidad, con fondo drenante. Este se constituye de tres o más camadas (capas) de arena y piedra de granulometría diferente, con aproximadamente 0.4 m de espesor, quedando el material más grueso abajo y el más fino arriba. El fondo es generalmente el propio suelo. A veces este es revestido por una camada de hormigón simple. Sobre el suelo se coloca una línea de drenaje constituida por tubos perforados, a través de los cuales se colecta el líquido drenado. La superficie de la arena puede ser protegida contra pérdidas por adhesión al lodo seco, empleándose un ladrillado con juntas abiertas, de hasta 10 cm de ancho y rellenos con arena fina y encima de toda la capa terminada, se coloca una malla plástica fina de pequeña porosidad.

El área necesaria depende las condiciones climatológicas del sitio de construcción y del tratamiento que se aplicó a las aguas residuales. En el cuadro siguiente, se muestran esos valores según varias fuentes:

PROCESO DE TRATAMIENTO	AREA NECESARIA (m^2 /habitante)		
	ECKENFELDER	IMHOFF	NORMA-BRASIL
PRIMARIO	0.09	0.05	0.04
FILTROS PERCOLADORES	0.15	0.08	0.06
LODOS ACTIVADOS	0.28	0.15	0.08
PRECIPITACIÓN QUÍMICA	0.19	-	-

Fuente: "Sistemas de Esgotos Sanitarios". Universidad de Sao Paulo. CETESB.

Es importante tener en cuenta que en lodos activados con aireación extendida, sólo se requiere el 23% del área total, dado que la tendencia del sistema es eliminar los excesos de lodos. Además, se estima que el tiempo mínimo para realizar la evacuación de lodos de exceso es de dos meses.

• DIMENSIONAMIENTO DEL LECHO DE SECADO.

Aplicando criterios de la bibliografía técnica anterior en lo referente al dimensionamiento de lechos de secado procedemos de la siguiente manera:

Población: 980 Habitantes.

Según la tabla de la página anterior, se necesitan 0,28 m² de área en el lecho de secado por cada persona aportante. De esta forma, el área necesaria para el lecho de secado es la siguiente:

$$A = (980 \text{ hab}) * (0.28 \text{ m}^2 / \text{hab}) = 274,4 \text{ m}^2.$$

Dado que el sistema de tratamiento aplicado al agua residual es lodos activados por aireación extendida, sólo se requiere el 23% del área total.



$A_{NECESARIA} = 274,4 \text{ m}^2 * 0,23 \approx 63,11 \text{ m}^2$. Asumiendo una superficie cuadrada para el lecho de secado, obtenemos:

$$L = (63,11 \text{ m}^2)^{1/2} = 7,94 \text{ m}.$$

Cabe recalcar que para definir el largo y el ancho de las eras de secado no se tiene un criterio fijo, teniéndose más en cuenta la disposición del terreno para fijarlos, sin embargo de acuerdo a la Guía Técnica del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, recomienda construir mínimo dos eras de secado de tal manera que el ciclo de carga normal permita el llenado de ellos.

Nuestro lecho de secado estará conformado por un tanque de cuatro módulos, de hormigón cuyas dimensiones son 8,00 m de largo y 8,00 m de ancho, cada modulo, en cuyo interior se encuentra distribuido de manera uniforme capas de diferentes materiales que ayudarán a la percolación del agua. Las alturas de las capas de materiales que contiene el tanque comenzando desde el fondo son los siguientes:

- Bordo libre: 0,60 m.
- Piedra #4: 0,30 m.
- Piedra chispa: 0,40m.
- Arena gruesa: 0,40 m.
- Arena fina + ladrillos: 0,40m.
- Espacio para tubería de drenaje: 0,24 m.

En el fondo del tanque se colocará una tubería de PVC de alta presión de 4" de diámetro con perforaciones de broca de 1/8" de diámetro, esta tubería será la encargada de recoger todo el líquido percolado y transportarlo hasta la caja de revisión de aguas lluvias. El detalle de las capas al interior del lecho de secado, se detalla en los planos adjuntos.



CAPITULO 5

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En complemento a un buen diseño y a un correcto proceso constructivo, es de destacar la importancia que tiene la elaboración de un manual de mantenimiento de la Estación Depuradora, ya que esto garantizará el buen funcionamiento y mantener los parámetros de vida útil, ya que si no se elabora, se corre el riesgo de que en un menor tiempo queden inutilizadas.

5.1 OBJETIVO DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Establecer criterios para determinar el número y tipo de personal administrativo, de operación y mantenimiento que requiere la Estación Depuradora, conjuntamente con una descripción de sus responsabilidades.

Describir los procesos de operación en condiciones de: operación inicial al ejecutarse, operaciones de rutina (indicar mediciones, análisis y registros a mantenerse) y operaciones de limpieza.

5.2 UNIDADES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El proceso de tratamiento adoptado es conocido como un tratamiento secundario, ya que además del tratamiento primario que se logra por decantación simple, es completado por estabilización biológica proporcionada por el sistema de Lodos Activados, las unidades compuestas se enlistan a continuación:

1. Cámara Distribuidora de Caudal.
2. Tanque Séptico.
3. Reactor Biológico Aireado.
4. Sedimentador Secundario.
5. Patio de Secado de Lodos.
6. Desinfección.

5.2.1 CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDAL

Función:

Mantener una distribución adecuada del flujo de agua para el cual se diseñaron las unidades siguientes, evitando así una discordancia del volumen a tratar en la primera etapa.

Operación:



Este canal es un aforador que está ubicado después de la estación de bombeo con una distancia apropiada, este es el lugar donde se distribuirá el flujo uniformemente hacia el primer tratamiento según lo estipulado en los estudios.

Mantenimiento:

- Limpiar las paredes y piso de los residuos de grasa o materia orgánica pegada en las paredes, este proceso se debe realizar semanalmente
- Observar paredes del ingreso al vertedero del canal, y si hay daños se deberá reparar con el cuidado de no modificar las dimensiones del diseño, para que funcione como en su principio.

5.2.2 TANQUE SÉPTICO

Función:

Separar de las aguas residuales domesticas la mayor cantidad de sólidos en suspensión y sedimentación.

Operación:

- Antes de cualquier operación, en el interior del tanque, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo suficiente (>15 minutos) para permitir la expulsión de gases tóxicos o explosivos.
- Los lodos y espumas acumulados, deben ser removidos en intervalos de uno a cinco años. Este intervalo se puede ampliar o disminuir, siempre que esta modificación sea justificada y no afecte el rendimiento de operación del tanque, ni se presenten olores indeseables.
- La remoción de lodos deberá ser realizada por personal capacitado, que disponga del equipo adecuado para garantizar que no haya contacto entre el lodo y las personas.
- En ningún caso los lodos removidos pueden arrojarse a cuerpos de agua. En zonas aisladas, los lodos previamente tratados pueden disponerse en eras o lechos de secado.
- Los lodos pueden disponerse en rellenos sanitarios o en campos agrícolas, cuando estos últimos no estén dedicados al cultivo de hortalizas, frutas o legumbres que se consumen crudos.

Mantenimiento:

- a) Debe realizarse mantenimiento preventivo mediante la inspección periódica de los tanques. Esta actividad debe ejecutarse por lo menos una vez al año.
- b) Verificación del nivel de los lodos en el fondo: esto se hará a través de los registros (T's) a la entrada y salida del tanque. Por ahí, para evitar la contaminación con las grasas, es posible medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque: introduciendo por las T instaladas, una vara con un pedazo de tela o mechas amarradas en toda la parte por sumergir. De esta manera, por impregnación es posible registrar y medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque.

<i>Volúmenes</i>	<i>m³ según la CANTIDAD PERSONAS</i>					
	<i>(5)</i>	<i>(6)</i>	<i>(7)</i>	<i>(8)</i>	<i>(9)</i>	<i>(10)</i>
<i>Sedimentación</i>	0.810	0.972	1.134	1.296	1.458	1.620
<i>Digestión</i>	0.109	0.131	0.153	0.175	0.197	
<i>Almacenamiento, n=2 años</i>	0.376	0.451	0.526	0.602	0.677	
<i>Total</i>	1.295	1.554	1.813	2.073	2.332	

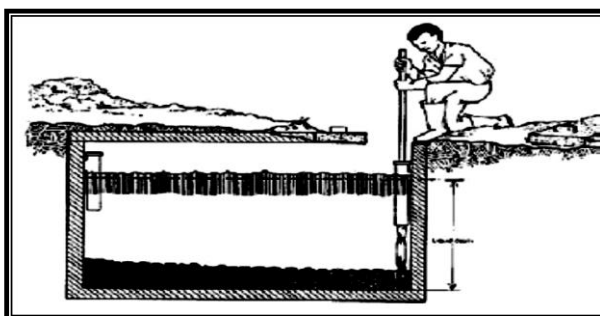


Figura 5.1: Como parte de las labores de operación y mantenimiento en un tanque séptico es muy importante conocer el nivel en el que se encuentran los lodos. Esto se hace a través de la T de salida.

- c) Verificación del espesor de la capa de natas flotando: en forma semejante, con la ayuda de un instrumento como una pieza de madera con un final en “L” y por medio de los registros o entradas superiores, se puede inspeccionar el espesor de la capa de natas. Se mide la profundidad a la que se encuentra la boca inferior de la T de salida y la profundidad de la parte inferior de las natas.

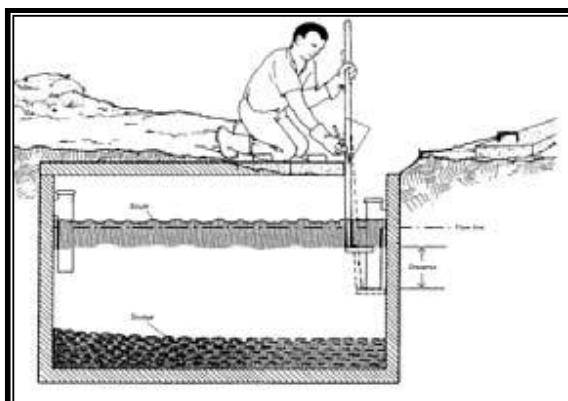


Figura 5.2: Otra labor requerida por el proceso de operación y mantenimiento, es saber hasta dónde llega el fondo de las natas. Estas deben estar cuando menos 5 cm sobre el nivel de la boca inferior del tubo que prolonga la T de evacuación.

- d) Ambas verificaciones de niveles se comparan con la posición de la boca de salida de aguas en el “niple” inferior de la T de salida. La cercanía de las natas o espacio libre entre el fondo de ellas y la salida de aguas, no debe ser menor a 5 cm, y la cercanía, con esa salida, de la parte superior del acumulado de los lodos no debe ser menor a 20 cm.

- e) Debe hacerse la limpieza de los tanques al final del período de diseño (“n = número de años previsto para el almacenamiento”) o como consecuencia a una inspección previa que indique la necesidad de llevar a cabo tal función anticipadamente. Esto es cuando las natas o los lodos están muy cerca de la boca de la T de salida y se esté corriendo el riesgo de que lodos o natas se vayan hacia los drenajes.
- f) Deben realizarse las limpiezas, preferiblemente en el período seco o no lluvioso de la región donde uno se encuentre. Esta condición de clima es conveniente porque al ubicar los lodos en otras unidades de tratamiento para su homogeneización de calidad o estabilización, una de ellas se utiliza con el propósito de eliminar el agua que contienen y la época seca es más favorable.
- g) Al extraerse los lodos de un tanque, se sacan lodos “viejos” de los primeros días de funcionamiento, los cuales ya se estabilizaron, y lodos “frescos” de reciente deposición, siendo esta la razón básica (degradación no uniforme del material extraído) para que se realicen otros pasos de tratamiento.

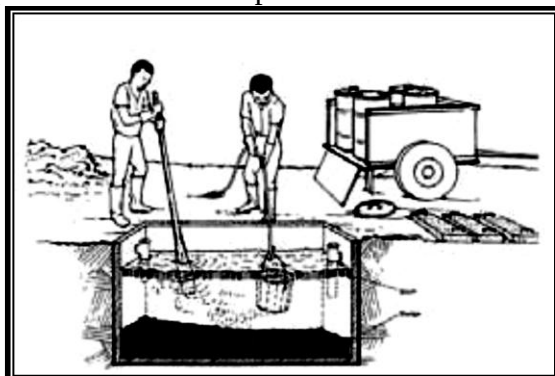


Figura 5.3: Lo correcto al limpiar un tanque séptico es, primero extraer la capa de natas y luego revolver todo el contenido. El propósito es mezclar el material “fresco” con el material ya procesado, para que al dejar “una semilla” o cantidad remanente en el tanque, se cuente con bacterias adaptadas a ese proceso de tratamiento.

- h) Deben extraerse los lodos o sólidos depositados en el fondo del tanque y las natas que flotan. Para las labores de limpieza se utilizará la apertura mayor ubicada en la tapa superior de los tanques. El primer paso por realizar es mezclar el contenido del tanque para revolver su contenido y poder luego extraer material “viejo” y material “fresco” simultáneamente.
- i) Al hacer este trabajo, en el caso de no contar con equipo de bombeo apropiado, se podrán extraer los lodos y líquidos con baldes que se van depositando en recipientes mayores, con tapa (pueden ser estañones u otros similares).
- j) De un tanque, se debe extraer solamente el 80% de su contenido, dejando dentro de él un volumen equivalente al 20% del total, este material se deja como “semilla” de bacterias activas, para que el funcionamiento del sistema de tratamiento continúe, con material biológico apropiadamente adaptado.
- k) Los lodos y líquidos extraídos requieren de tratamiento. El proceso básico recomendado es la descarga de ese material en un sistema de tratamiento de



desechos líquidos de una planta municipal, que de no existir, el proceso requerido debe ser sustituido por otras etapas alternas de tratamiento como lo es un paso más de biodegradación y la eliminación de agua.

5.2.3 REACTOR BIOLOGICO AIREADO

Función:

Provocar y controlar el desarrollo de un cultivo biológico formado por un gran número de microorganismos que van a estar agrupados de forma general en flóculos.

Operación:

- Diariamente se determinara el índice volumétrico de lodos después de un período de decantación de media hora.
- Empleando el equipo respectivo se medirá la concentración de oxígeno.
- Cuando se requiera se determinara el contenido de sólidos y el índice volumétrico de lodos en el laboratorio respectivo.

Mantenimiento:

- La concentración de oxígeno disuelto no debe ser menor de 1.0 mg/l., incluso en plantas grandes con buena operación. Si el contenido mínimo de oxígeno en el tanque de aireación baja de este valor, pueden esperarse trastornos en el proceso de degradación biológica.
- En el Reactor Aeróbico se deberá hacer un mantenimiento anual con limpieza general del equipo de blowers a utilizar así como la limpieza de difusores de burbuja a emplear, corrección de fallas en pintura interior y exterior de la estructura.
- De manera general se recomienda una revisión visual de las instalaciones hidráulicas y realizar el ajuste necesario mensual.



A continuación se detalla una tabla con los principales Problemas y las soluciones respectivas para un Mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Correctivo		
Problema	Causa	Soluciones
-Aireación de burbuja fina. -Aumento de presión en el sistema. -Distribución irregular de aire.	-Obstrucción de los elementos de aireación.	-Desmontar y limpiar los elementos. -Abrir las válvulas de bloqueo de aire antes de volver a sumergir el difusor en el tanque lleno.
-Salidas fuertes y aisladas de aire.	-Aireadores averiados.	-En caso necesario reemplazar los elementos de aireación (boquillas). -Los aireadores de superficie deben sacarse de operación en forma inmediata, para determinar la causa del problema y proceder de acuerdo al mismo.
-Consumo excesivo de electricidad. Comportamiento irregular (oscilaciones de la estructura de soporte).		-Controlar el accionamiento eléctrico. -Bajar el nivel del agua y revisar el aireador (daños de las aspas, desequilibrio por depósitos no uniforme).
-Depósitos.	-Los depósitos en el tanque de aireación pueden ocurrir cuando la turbulencia, y la velocidad mínima en el fondo es muy baja. -La causa de los depósitos también puede ser una remoción previa poco eficaz de las partículas rápidamente sedimentables (por ejemplo, arena).	-Mejorar las instalaciones mecánicas de decantación (desarenadores, tanques de tratamientos primarios). -Aumentar la turbulencia mínima, eventualmente independizando la mezcla y la aireación.
-Suministro de oxígeno.	-La concentración de oxígeno disuelto no debe ser menor de 1.0 mg/l.. Si el contenido mínimo de oxígeno en el tanque de aireación baja de este valor, pueden esperarse trastornos en el proceso de degradación biológica.	-Revisar detalladamente los medidores de oxígeno en aquellas plantas que lo posean, y en caso necesario, cambiar los electrodos. -Aumentar la entrada de oxígeno con más aireación. -Limpiar, reparar o reemplazar las instalaciones de aireación.
-Formación de espuma en el tanque de aireación.	-La formación de espuma puede producirse cuando una instalación de aireación se pone en marcha, debido a su bajo contenido de lodos, pero a menudo también, por una composición de las aguas en la cual predomina una sustancia, o por la existencia de sustancias especiales en las aguas residuales (detergentes, grasas, aceites).	-Aumentar rápidamente el contenido de lodos cuando la instalación se ponga en marcha. -Eliminar mecánicamente la espuma, por medio de un chorro de agua (sólo como una medida de emergencia). -Aspirar la espuma pasándola directamente al digestor. -Utilizar antiespumantes biológicos no nocivos.



Mantenimiento Correctivo		
Problema	Causa	Soluciones
-Lodo abultado.	-El lodo abultado surge por un desarrollo excesivo de organismos filamentosos. El lodo activado se hace muy voluminoso y la velocidad de sedimentación baja considerablemente; con esto, la sedimentación y el espesamiento de la mezcla del lodo activado se reduce en forma marcada en el sedimentador secundario. Como consecuencia, el lodo activado puede pasar al rebosadero del sedimentador secundario y reducir la calidad del efluente. -A menudo, el lodo abultado se debe a que el agua residual tiene una composición homogénea, rica en nutrientes, y un alto contenido de sustancias orgánicas disueltas, fácilmente degradables.	-Cargar el lodo activado (una parte de las aguas residuales son evacuadas directamente en el tanque de aireación, sin pasar por el tanque de tratamiento primario). - Agregar productos químicos, bajo dirección técnica, en la corriente de lodo de recirculación. -Pueden utilizarse agentes coagulantes, como en el caso de la precipitación del fósforo o compuestos clorados, para bloquear o eliminar la formación de los organismos filamentosos. -En caso de carencia de nitrógeno, introducirlo y hacer recircular lodos que la contengan, del digestor al tanque de aireación. -Mejorar la recirculación del lodo del sedimentador secundario, aumentando la velocidad de los raspadores de lodos a la altura de los dientes de los raspadores. -Cuando la instalación lo permita, conectar en serie un tanque de aireación con una alta carga como etapa previa, para mejorar el desarrollo de bacterias floculantes. -Si existieran varios tanques de aireación, cambiar el régimen del funcionamiento en paralelo al funcionamiento en serie. -No existe una solución generalizada para todos los casos posibles. Antes de tomar una medida, se recomienda realizar un análisis microscópico, con el fin de determinar qué tipo de organismo filamentoso es el causante del desarrollo del lodo abultado.
-Formación de lodos flotantes en el sedimentador secundario.	-El lodo flotante en los sedimentadores secundarios se desarrolla por la suspensión de partículas o también por aglutinaciones completas de lodos. A menudo se forma procesos de flotación debido a la llamada desnitrificación espontánea o desgasificación deficiente, o debido a períodos demasiado largos de permanencia de lodos en el sedimentador secundario.	-Evitar procesos de desnitrificación espontánea, introduciendo procesos planeados de desnitrificación (cambio de procedimiento). -Establecer zonas de desgasificación entre el tanque de aireación y el sedimentador secundario. -Remover rápidamente el lodo decantado del sedimentador secundario. -En lugar de la destrucción mecánica de la espuma, aspirarla por medio de un chorro de agua y eliminarla del ciclo aeróbico de lodos.

Fuente: Manual de Mantenimiento de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario elaborado para el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) Por: Ing. Carlos Espinosa. Enero, 2005.



5.2.4 SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Función:

El clarificador secundario, separa, mediante sedimentación producida por la gravedad, el lodo activado y agua residual tratada, al mismo tiempo que clarifica debe conseguir un cierto espesamiento del fango, necesario para la operación de recirculación.

Operación:

- Cada dos días, se deberá retirar de la superficie de los sedimentadores, las grasas, natas, espumas y sólidos flotantes, se deberá utilizar una malla fina tipo zaranda sujeta a un extremo de un palo largo, como los usados para limpiar piscinas, estos residuos serian conducidos a los lechos de secados, mediante una carretilla manual pintada con Excel látex.
- El lodo acumulado en el fondo del sedimentador, deberá ser drenado hacia los patios de secados, para esto se procede a abrir una válvula inmediata de acero fundido de diámetro de 4", por un tiempo determinado, al momento que visualice la transición del color oscuro al gris entonces se debe cerrar la válvula.
- A partir de evacuar los lodos, se registra esta información la cual será utilizada para cuando sea necesario repetir esta actividad. Cada 7 días, repetir el proceso llevando registro en la bitácora de operación.

Mantenimiento:

- Se deberán mantener todas las superficies libres de acumulaciones de espumas, sólidos, grasa o material similar. Para ello se realizaran los siguientes procesos.
- Para remover los sólidos flotantes utilizar una zaranda de malla número $\frac{1}{4}$ " realizando este proceso diariamente y luego ser llevados al patio de secado.
- Las grasas acumuladas en las paredes próximas al nivel del agua retirarlas utilizando un raspador tipo escobilla efectuándose semanalmente.
- Una vez al año localizar los puntos de corrosión en las estructuras metálicas y pintar con pintura anticorrosiva para evitar el deterioro del material.



A continuación se detalla una tabla con los principales Problemas y las soluciones respectivas para un Mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Correctivo	
Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas, Mínimos Requeridos
Diario -Retiro de lodos (3 ò 4 veces). -Remover las natas y todo material flotante. NOTA: Debe evitarse una acumulación excesiva de lodos ya que estos pueden descomponerse y crear gases y olores desagradables.	-Bombas apropiadas para la extracción de lodos. -Cesta al final de una vara.
Anual -Vaciar el tanque e inspeccionar, buscando cualquier señal de desgaste y corrosión. Las piezas que se encuentren corroídas y/o desgastadas deben ser reemplazadas. Las partes metálicas deben ser recubiertas con capa de anticorrosivo. -En caso un tanque se ponga fuera de servicio por uno o dos días, se debe drenar su contenido y limpiar luego su interior. Si el tanque sale de servicio de forma permanente se debe llenar con agua químicamente tratada, (generalmente con cloro) para prevenir el crecimiento de algas o bacterias. -Limpiar el vertedero de rebose, eliminando todo material extraño que se le pueda haber adherido. -Investigar cualquier posible daño en el revestimiento. -Verificar por cualquier asentamiento desigual y hacer los ajustes que fueren necesarios.	-Piezas de repuesto. -Equipo de limpieza, tales como cepillos, palas, baldes, carretillas, agua a presión. -Pintura anticorrosiva. - Cepillo. -Material de revestimiento del vertedero.
NOTA: Una vez removidas las natas, éstas deben ser transportadas y dispuestas de la misma manera como se dispone el material removido del reactor, es decir, de una forma que no afecte el medio ambiente.	

Fuente: Manual de Mantenimiento de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario elaborado para el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) Por: Ing. Carlos Espinosa. Enero, 2005.



<i>Mantenimiento Correctivo</i>	
<i>Problema</i>	<i>Soluciones</i>
-Formación de lodos flotantes	-Para evitar su formación: 1. Aumentar el retorno al sitio donde se han generado y para disminuir el tiempo de permanencia de los lodos en el clarificador. ○ Disminuir la entrada de flujo al clarificador con problemas de lodos en el fondo. ○ Mejorar la colección de lodos en el fondo. ○ Disminuir la edad de lodos del sistema.
-Abultamiento de lodos	-Para evitar el abultamiento, investigar los siguientes parámetros, y corregirlos en caso de encontrarlos inadecuados: 1. Características del residuo líquido. 2. Contenido de O.D. 3. Carga orgánica. 4. Retorno de lodos. 5. Contenido de nutrientes. 6. Operación del clarificador.

Fuente: Manual de Mantenimiento de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario elaborado para el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) Por: Ing. Carlos Espinosa. Enero, 2005.



5.2.5 PATIO DE SECADOS DE LODOS

Función:

El proceso de secado de lodos se refiere generalmente a los sistemas de desaguado de lodos que buscan reducir el contenido de agua en el lodo a menos de un 85%. Los objetivos del secado de lodos son principalmente los siguientes:

- Reducir los costos de transporte del lodo al sitio de disposición.
- Facilitar el manejo del lodo. Un lodo seco permite su manejo con cargadores, laya, carretilla, etc.
- Aumentar el valor calórico del lodo para facilitar su incineración.
- Minimizar la producción de lixiviados al disponer el lodo en un relleno sanitario.

Operación:

- Cada uno de los lechos de secado deberá recibir lodos digeridos frescos con frecuencia mínima de 15 días. Extender los lodos en el patio de secado en capas de 20 a 25 centímetros de espesor y dejar que se sequen.
- Cuando los lodos ya estén deshidratados se procede a la limpieza del patio de secados y dejarlo apto para recibir otra descarga.
- El lodo deshidratado proveniente de los lechos de secado, depositarlo en el relleno sanitario y también se puede utilizar como abono orgánico en las áreas verdes de la Estación Depuradora. Esto evitará la acumulación excesiva en los alrededores de los lechos de secado.

Mantenimiento:

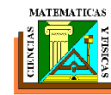
- Para no acumular actividades operativas se debe tratar que cuando un lecho tenga lodos frescos, la otra unidad ya tenga un promedio de 7 días de secado.
- Verificar cada vez que los lodos son extraídos del patio de secados y llevados al relleno sanitario, que los ladrillos de barro no sufran alguna modificación, caso contrario colocar cada uno en su posición correcta.



A continuación se detalla una tabla con las principales acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.

<i>Acciones de Mantenimiento y Frecuencia de Ejecución</i>	
<i>Trabajo a Realizar y Frecuencia</i>	<i>Materiales, Equipos y Herramientas Mínimas Requeridas</i>
-Se recomienda agregar un kilogramo de alumbre por cada 800 a 2,500 litros de lodo para aumentar el desprendimiento de gases. -La superficie del lecho debe mantenerse limpia y libre de todos los lodos que se hayan descargado anteriormente. -Nunca deben descargarse los lodos sobre otros ya secos o parcialmente secos.	-Alumbre. -Herramientas de limpieza, tales como rastrillos, palas. -Medios de carga y transporte de lodos hasta su disposición final.
-Una vez descargados los lodos de un digestor, las tuberías para lodos deben drenarse bien y hacer circular agua por ellos. Esto no sólo evita el taponamiento de las tuberías, sino también el desarrollo de grandes presiones originadas por los gases emanados de los lodos que permanezcan adentro. Por este motivo, debe evitarse encender fósforos, cigarrillos o cualquier fuego, cuando se abran las válvulas de lodo.	-Fuente de agua a presión.
-Reponer la arena perdida en limpiezas anteriores.	-Arena.

Fuente: Manual de Mantenimiento de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario elaborado para el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) Por: Ing. Carlos Espinosa. Enero, 2005.



5.2.6 DESINFECCION

Función:

Para prevenir contaminación bacteriológica durante la disposición del agua tratada, se incluye a continuación de la sedimentación una etapa de desinfección. Para la desinfección del efluente la planta contará con un sistema de desinfección por radiación ultravioleta.

Operación:

- Los operarios deben pre calentar las lámparas para un arranque confiable, deberán calibrar los sensores de supervisión, revisar los dispositivos contra fallas, limpiar las fundas de las lámparas, inspeccionar y limpiar las superficies internas del canal, reemplazar las lámparas viejas y monitorear la calidad del agua.
- Los operarios deben tener acceso a los manuales del equipo que incluyen instrucciones de operación y mantenimiento, planos del sistema e información de cómo ordenar y obtener piezas de repuesto.
- Se debe limpiar la unidad UV de desinfección y el sistema de distribución usando un desinfectante químico antes del poner en funcionamiento el sistema y cada vez que se necesite en el futuro.

Mantenimiento:

- Se realizará una inspección anual del interior y exterior del tanque de desinfección.
- Las unidades de desinfección UV deben estar ubicadas de manera que permitan un acceso fácil para fines de mantenimiento.
- Inspección exhaustiva del interior y exterior: cada 1 a 2 años.
- Se debe tener un suministro adecuado de piezas de repuesto incluyendo por lo menos una lámpara, funda y balasto para facilitar el mantenimiento. Debe existir un sistema adecuado de disposición de las lámparas de mercurio usadas.
- Se deben establecer planes de contingencia en el caso de cortes de energía, se puede considerar el uso de generadores para garantizar la desinfección UV durante interrupciones locales en el suministro eléctrico.



CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA PTARD																		
ACTIVIDADES	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	OBSERVACION			
CAMARA DISTRIBUIDORA DE CAUDAL																		
REVISION DEL FUNCIONAMIENTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
LIMPIAR PAREDES Y PISO						X							X			UTILIZAR AGUA LIMPIA Y APRESION		
RETIRO DE SOLIDOS DE PLACA PERFORADA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		DEPOSITAR EN LECHOS DE SECADO		
VERIFICAR DAÑOS EN VERTEDERO							X									REPARAR (SIN MODIFICAR DIMENSIONES)		
TANQUE SEPTICO																		
REVISION DEL FUNCIONAMIENTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		INSPECCION VISUAL	
RETIRO DE LODOS ACUMULADOS																	UNA VEZ AL AÑO	
LIMPIEZA DEL CONTORNO																	UNA VEZ AL AÑO	
SUPERVISAR EL AFLUENTE Y EFLUENTE																	UNA VEZ AL MES	
REVISION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO																	UNA VEZ AL MES	
REACTOR AEROBICO																		
REVISION DE INSTALACIONES HIDRAULICAS							X										INSPECCION VISUAL	
LIMPIEZA DE DIFUSORES																	UNA VEZ AL MES	
CORRECCION DE FALLAS EN PINTURA INT/EXT																	UNA VEZ AL AÑO	
REVISION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO																	UNA VEZ AL MES	
SUPERVISAR EL AFLUENTE Y EFLUENTE																	UNA VEZ AL MES	
SEDIMENTADOR SECUNDARIO																		
RETIRAR GRASAS, ESPUMAS, SOL/FLOTANTES				X			X			X			X				DEPOSITAR EN LECHOS DE SECADO	
INSPECCION DE LOS CONDUCTOS DE DISTRIBUCION																	UNA VEZ AL MES	
RETIRO DE LODOS ACUMULADOS							X							X				
LOCALIZAR PUNTOS DE CORROSION DE EST.METALICA																	PINTAR/REPARAR UNA VEZ AL AÑO	
REVISION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO																	UNA VEZ AL MES	
SUPERVISAR EL AFLUENTE Y EFLUENTE																	UNA VEZ AL MES	
PATIO DE SECADOS DE LODOS																		
RETIRO DE LODOS DEL PATIO ACUMULADO															X		TRASLADAR A RELLENO SANITARIO	
REUBICACION DE LADRILLOS DESPLAZADOS															X		COLOCARLOS EN SU POSICION	



5.3 GUÍA PARA ARRANQUE DEL SISTEMA

5.3.1 Revisiones Generales.- Previo al arranque de la planta de tratamiento, se deberán revisar los siguientes puntos.-

- Revisión de todo el sistema hidráulico de la planta de tratamiento
- Revisión y prueba de arranque de todos los motores eléctricos
- Revisión de la posición de cada una de las válvulas
- Limpieza general de la planta de tratamiento y alrededores

Tanque Séptico.- Antes de poner en funcionamiento el tanque séptico, este debe ser llenado con agua y si fuera posible, inoculado con lodo proveniente de otro tanque séptico a fin de acelerar el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos.

Es aconsejable que la puesta en funcionamiento se realice en los meses de mayor temperatura para facilitar el desarrollo de los microorganismos en general.

Reactor Aeróbico de Lodos Activados.- Al momento de empezar el llenado de este reactor, se deberá mantener el mismo sin alimentación de aire hasta que el nivel cubra totalmente los difusores de aire colocados en su interior. Luego se controlará el flujo de aire mediante la válvula hasta que se alcance un llenado del 50% del reactor. A partir de este momento, se abrirá completamente la válvula para permitir una aireación total del reactor.

Una vez que el reactor aeróbico, descarga hacia el sedimentador secundario, se ponen a trabajar el sistema de air – lift, a fin de mantener la concentración de sólidos en el reactor en 450 ppm.

El operador deberá realizar permanentes mediciones en el cono Imhoff a fin de mantener los niveles deseados de SST (sólidos suspendidos totales) en el reactor.

Sedimentador Secundario.- Durante el llenado de este clarificador. Las válvulas de purga deberán permanecer cerradas. Estas purgas solo se deben abrir para permitir la descarga de lodos hacia las eras de secado cuando la concentración de SST en el reactor de lodos activados, se encuentre por arriba de los máximos SST.

Para realizar esta purga, el nivel en el clarificador deberá ser el máximo.

La descarga del agua clarificada hacia el cuerpo receptor se realizará en forma libre una vez que el nivel en el clarificador llegue hasta los vertederos.



5.4 CONTROLES DE OPERACIÓN Y TOMA

La operación de la planta debe ser permanentemente monitoreada. Se adjunta una hoja de controles en los que se indica la frecuencia de toma de muestras en cada uno de los equipos de la planta de tratamiento.

Los análisis a realizarse para el monitoreo de los equipos, serán los necesarios para su evaluación.

El laboratorio deberá tener los equipos e insumos necesarios para medir los siguientes parámetros:

- DQO
- DBO5
- Sólidos suspendidos
- Ph
- Temperatura
- Sólidos disueltos totales
- Oxígeno Disuelto
- Cloruros
- Sólidos sedimentables
- Cloro Residual

Cada análisis se realizara bajo una metodología de trabajo aceptada por la Legislación Ecuatoriana y las Normas INEM.

5.5 SEGURIDAD Y REQUISITOS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

5.5.1 GENERALIDADES.

De nada sirven los mejores y más elaborados programas de operación y mantenimiento, si no se cuenta con el personal adecuado para su ejecución y con la seguridad necesaria para su bienestar, ya que en último término esto determina el éxito o el fracaso de éste.

El problema de personal se complica aún más cuando se trata de operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento sanitario, debido a que la mayoría de los trabajos a ejecutar son especializados. No se puede pretender conseguir personal de fuera perfectamente capacitado, para que asuma la ejecución de trabajos de mantenimiento, por tanto, habrá que formar a este personal.



5.5.2 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.

Para el caso que nos ocupa, de operadores y personal de mantenimiento, una vez contratada la persona seleccionada para su capacitación, se deberá proceder de la siguiente manera:

- a. Para el caso de operadores, se comenzará introduciéndolos en el cumplimiento y ejecución de las obligaciones y trabajos establecidos en las Normas y Manuales de operación, y en las tareas establecidas en las Guías de mantenimiento preventivo con períodos de ejecución menores de un mes. Esta capacitación inicial deberá ser impartida por un ingeniero de la unidad de operación y mantenimiento.
- b. Cuando se trata de personal de las brigadas de mantenimiento, el entrenamiento es más complejo, por la variedad de situaciones y problemas que con frecuencia se presentan. La mejor solución es que el nuevo empleado se incorpore a una de las brigadas como ayudante para que a través del trabajo diario siga tomando entrenamiento y adquiriendo experiencia.

5.5.3 ESPECIALIZACIÓN DEL PERSONAL.

No es suficiente ni conveniente limitarse a la capacitación básica descrita anteriormente, y se debe tratar de lograr la especialización del personal de operación y mantenimiento.

Se define especialización como la posibilidad de aprender ciertas cosas que sería prácticamente imposible hacerlo en la rutina diaria del trabajo. La especialización se consigue por los siguientes medios:

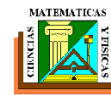
- a. Enviando personal seleccionado a tomar cursos de especialización o a recibir entrenamiento en servicio, en lugares diferentes dentro del país o en el exterior.
- b. Realizando cursos para difusión de los conocimientos adquiridos por el personal ya especializado y realizando un entrenamiento en servicio a los ayudantes.

5.5.4 PERSONAL.

La cantidad de personas necesarias para el control adecuado del sistema de tratamiento de aguas servidas se establece en función del número de celdas que componen el sistema y su área total. En esta oportunidad se necesitará 1 persona para el control y mantenimiento de la planta de tratamiento.

La persona responsable por el funcionamiento del sistema de tratamiento como ya se dijo poseerá conocimientos básicos sobre la operación y mantenimiento de estos sistemas. Las principales funciones del operador son:

- Lo más importante es garantizar la alimentación constante del sistema de tratamiento con aguas servidas mediante el sistema de bombeo del cárcamo de manera diaria.



- Informar personalmente al responsable del sistema sobre el funcionamiento y el estado general del sistema de tratamiento.
- Realizar los controles necesarios en la operación normal como:
 - Meteorológicos: incluidos la lectura de instrumentos y de los registros y su mantenimiento. Un monitoreo en época de lluvias y uno en época seca.
 - Físico – químicos: incluidos la lectura de parámetros in situ y los análisis de muestras semestralmente.
- Mantener las rejillas limpiadas diariamente. Asimismo, se debe realizar el mantenimiento de distribuidoras, vertederos y los dispositivos de entrada y salida y también mantener el área de tratamiento y su entorno limpio de cualquier tipo de basura.
- Recorrer el perímetro del sistema de tratamiento de las aguas residuales y el de cada celda, verificando que las cercas de alambre no estén rotas, buscando con esa precaución impedir la entrada de animales o de personas extrañas al lugar.
- Controlar el estado de conservación y de limpieza de las cajas existentes de distribución y recojo de caudal, antes y después de las tuberías cribadas.
- Averiguar si existe algún rebose de líquidos por las estructuras y si los niveles de operación son los adecuados.

5.5.5 MEDIDAS Y EQUIPOS DE PROTECCION RECOMENDADOS.

A continuación se enumeran algunas recomendaciones de tipo general dirigidas al personal que realiza tareas de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

- a. Antes de encender un cigarrillo, de comer, o en general de llevarse algo a la boca, es necesario lavarse las manos con agua limpia y jabón.
- b. Al final de la jornada de trabajo debe dejaren el lugar correspondiente sus prendas de vestir, guantes, botas, etc.
- c. Las herramientas de trabajo (palas, picos, rastrillos, machetes, pascòn, etc.) deben ser lavados con agua limpia antes de guardarlos.
- d. Cuando trabaje cerca de instalaciones eléctricas, debe asegurarse de que sus manos, ropa y botas estén secos.
- e. No puede permitirse caminar descuidadamente en los bordes la laguna o de tanques, pues una caída podría resultar fatal.
- f. En caso de lagunas de estabilización, siempre debe estar disponible una balsa, sogas y un salvavidas para una eventual operación de salvamento.
- g. En caso de cortaduras u otras heridas, éstas deben ser lavadas inmediatamente con agua y jabón y limpiadas con un desinfectante adecuado.
- h. El personal bajo asistencia médica, debe ser vacunado contra tétano, fiebre tifoidea y cuando se considere necesario, contra fiebre amarilla.
- i. Debe mantener sus uñas limpias y cortadas, pues uñas largas y sucias son medios de transmisión de enfermedades.
- j. En un sitio visible y accesible debe mantenerse un botiquín de primeros auxilios, el cual deberá estar continuamente abastecido.



• APARATOS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN.



- Casco y zapatos de seguridad para protección contra impacto.
- Vestidos y guantes para protección contra organismos patógenos.
- Tapones y cubiertas para los oídos, para usarse en ambiente de mucho ruido y con material contaminante.
- Aparejo para seguridad, y lámparas para colocarse en la cabeza, también deben estar disponibles.



CAPITULO 6

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

6.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

Para la construcción del Sistema de Tratamiento el contratista debe ceñirse a los planos de construcción y debe cumplir con las especificaciones técnicas y los códigos y normas indicadas en este volumen para cada una de las partes de la obra.

Todas las operaciones, procesos, secuencias de construcción, montaje y todos los materiales y equipos empleados en la obra deben contar con la aprobación del fiscalizador.

Todos los materiales de construcción y acabados que se empleen deben ser nuevos y de primera calidad.

El fiscalizador podrá exigir o autorizar variaciones en las obras respecto a los planos, cuando las condiciones lo hagan necesario, lo cual no conlleva a indemnización ni pagos adicionales al contratista, ni lo releva de sus responsabilidades de cumplimiento, estabilidad, etc.

6.1.1 LIMPIEZA DE TERRENO-REPLANTEO Y NIVELACION

Alcance de los trabajos.

Esta sección cubre todo lo relacionado con el replanteo de las obras, desbroce, la limpieza y disposición final de los materiales producto del desbroce y/o limpieza de todas las áreas en donde se realizarán las obras de las Redes de Alcantarillado (AL) y otras obras, como indique la Fiscalización.

Ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza

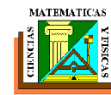
Áreas de los trabajos

Las áreas de los trabajos, previamente aprobadas por la Fiscalización y delimitadas en el replanteo, serán desbrozadas y limpiadas antes de iniciar los trabajos de movimiento de tierras.

Áreas de préstamo

Las áreas de préstamo previamente delimitadas serán desbrozadas y limpiadas hasta 30 cm de profundidad o hasta el nivel que permita el aprovechamiento del material de préstamo, conforme indique la Fiscalización.

Áreas adyacentes a las obras y taludes



En las áreas adyacentes a las obras y hasta los límites que determine la Fiscalización, se efectuarán la limpieza y remoción de materiales que pueden poner en peligro vidas humanas.

Áreas sin vegetación

En las zonas de roca expuesta donde no hay vegetación, no se efectuará ninguna operación de desbroce y limpieza por lo que no se pagará el desbroce y limpieza en zonas urbanas y marginales.

Medición y forma de pago

Trabajos topográficos

Los trabajos de replanteo, control topográfico y de nivelación de interceptores, terciarios, emisarios de las redes de AL, incluida la construcción, colocación y mantenimiento de hitos, estacas u otras referencias, no se medirán ni pagarán por separado y su costo debe estar incluido en los otros rubros del Contrato.

Desbroce, limpieza y remoción

Los trabajos de desbroce, limpieza, remoción, transporte y almacenamiento de materiales, no se medirán ni pagarán por separado y su costo debe estar incluido en el precio unitario de las excavaciones, conforme a lo especificado en la Sección: "Excavación a cielo abierto y trabajos de relleno".

No se medirá ni pagará por separado la mano de obra, equipos, herramientas y materiales para quemar los escombros producto de la limpieza y/o para enterrar y cubrir los restos de éstos, su costo se debe incluir en el precio unitario de la excavación a cielo abierto.

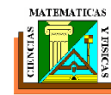
6.1.2 EXCAVACION A CIELO ABIERTO Y TRABAJOS DE RELLENO

Alcance de los trabajos.

El trabajo comprendido en esta Sección cubre el suministro de: mano de obra, equipos, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de las excavaciones a cielo abierto y los trabajos de relleno de las obras contempladas, de acuerdo a lo indicado en los planos, a lo aquí especificado y lo que ordene la Fiscalización.

Los trabajos cubiertos en esta sección son los siguientes:

- a. Excavación de las áreas sobre las que implantarán pozos de revisión, sumideros y otros tipos de estructuras exteriores propias de la planta de tratamiento y otros como indique la Fiscalización.
- b. Cualquier otra excavación, a cielo abierto, necesaria para construir las obras objeto del Contrato y que lo solicite la Fiscalización.
- c. La carga, acarreo y descarga de los materiales provenientes de las excavaciones hasta los sitios de depósito indicados en los planos o donde lo indique la Fiscalización.
- d. La protección de todas las excavaciones.



- e. El suministro, transporte y colocación de: entibados, soportes, tablestacados y apuntalamientos temporales que sean necesarios para proteger las superficies de las excavaciones y evitar deslizamientos de materiales que pudieran causar daños a personas o cualquier parte de la obra.
- f. La provisión y construcción de todos los medios necesarios para eliminar el agua de las excavaciones.
- g. Excavación y explotación de las zonas de préstamo, operaciones de carga, acarreo, descarga, colocación, tendido, hidratación, ensayos y compactación de los materiales para relleno.

El Contratista notificará a la Fiscalización, por lo menos con diez días de anticipación, el comienzo de cualquier excavación o relleno para que pueda delimitar las áreas y realizar las mediciones del terreno no alterado.

La verificación del tipo y propiedades del suelo natural debe hacerse por parte del contratista.

Todos los trabajos de excavación y/o relleno se realizarán dentro de las dimensiones y límites mostrados en los planos o como lo indique la Fiscalización. Los alineamientos, gradientes y demás dimensiones indicados en los planos serán considerados como requerimientos mínimos. No se permitirá materiales extraños dentro de las líneas mínimas de excavación.

• **PROTECCIONES TEMPORALES Y MANTENIMIENTO**

El Contratista realizará a su cargo y costo todas las actividades necesarias para proteger y asegurar las excavaciones y mantenerlas estables hasta la entrega final de la obra e incluirán: limpieza, desvío de aguas mediante obras permanentes o provisionales.

Las secciones excavadas o rellenadas serán protegidas contra derrumbes, deslizamientos y para la seguridad de los trabajadores, para lo cual el Contratista suministrará e instalará: entibados, tablestacas, puntales, hormigón proyectado para protección de taludes y cualquier otro tipo de protección que sea necesaria a juicio de la Fiscalización para que la ejecución de los trabajos se desarrolle dentro de las máximas condiciones de seguridad.

Será de responsabilidad del Contratista el mantenimiento de los accesos permanentes entre el camino principal y el sitio de los trabajos, y los caminos auxiliares durante todo el tiempo de ejecución de la obra.

• **DEPÓSITO DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES**

Todo el material excavado que sea apropiado para ser utilizado en rellenos, será transportado y colocado en los sitios apropiados para su reuso. Cuando a juicio de la Fiscalización, exista material en exceso o impropio para ser utilizado, debe ser transportado por el Contratista al sitio de depósito determinado por la Fiscalización.

• **EJECUCIÓN DE LAS EXCAVACIONES**

Los trabajos de excavación a cielo abierto deben ser realizados con equipos mecánicos o manuales, en óptimas condiciones de funcionamiento. La excavación será realizada de acuerdo a los límites, cotas, gradientes y secciones transversales indicadas en los planos o establecidos en el terreno por la Fiscalización. No se pagará por excavaciones



adicionales que resulten de errores de ubicación, de excavaciones excesivas no autorizadas, o de sobreexcavaciones por procesos constructivos.

Los trabajos de excavación deben ejecutarse en condiciones que permitan tener permanentemente un drenaje natural de las aguas lluvias.

Ninguna tubería y/o cimentación de estructura, se iniciará antes que la Fiscalización haya verificado las dimensiones de la excavación y el suelo de fundación o la preparación del lecho.

Si del examen del terreno, después de realizadas las excavaciones, resultan necesario hacer modificaciones con respecto a los datos de los planos o a las indicaciones impartidas por la Fiscalización, la ejecución de estos cambios o modificaciones debe ser realizada por el Contratista, a los mismos precios unitarios indicados en la Tabla de Cantidades y Precios y dentro del plazo de construcción de la obra.

- **EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS ESPECIALES DE HORMIGÓN**

Todas las excavaciones para estructuras de hormigón deben realizarse en seco, a menos que se presenten otras condiciones.

Quando las estructuras deban apoyarse sobre material que no sea roca, la excavación no se efectuará en principio, hasta la cota final y se terminará de excavar únicamente en el momento en que se vaya a cimentar la estructura, para evitar perturbaciones y/o erosiones de las superficies de contacto.

Quando el material en el que se asiente la cimentación sea roca fisurada, terreno blando, fangoso o en general inadecuado, conforme a análisis de calidad de suelos debidamente corroborados por Fiscalización, el Contratista profundizará la excavación, retirará ese material y los sustituirá con un relleno de material seleccionado y compactado al 95% Próctor estándar según las instrucciones de la Fiscalización.

En ningún caso se permitirá que la excavación avance más allá de los niveles fijados en los planos o autorizados por la Fiscalización, no obstante si ello sucede por culpa del Contratista, el volumen sobreexcavado se rellenará con material seleccionado y compactado hasta el nivel fijado, a costo del Contratista.

- **EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERÍAS**

La excavación de zanjás para tuberías se hará de acuerdo a las dimensiones, pendientes, y alineaciones indicadas en los planos u ordenados por la Fiscalización.

En lo posible las paredes de las zanjás deben ser verticales. El ancho de la zanja a nivel de rasante será de mínimo sesenta (60) cm para instalar tubería hasta de 200 mm, para tuberías con mayores diámetros, el ancho total de la zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más cuarenta (40) cm.

Para profundidades mayores a 2.50 m, las paredes tendrán un talud de 1:6 (Horizontal: Vertical) manteniendo como mínimo el ancho de la zanja a nivel de rasante como se indicó anteriormente, debiendo variarse el talud cuando las condiciones del terreno así lo determinen con el visto bueno del fiscalizador. Para su pago se considerará únicamente la excavación en función de la zanja tipo rectangular señaladas en el párrafo anterior por



lo que, cualquier sobreancho realizado por conveniencia del Contratista no se medirá ni pagará.

La excavación de los últimos 10 cm del fondo de la zanja para la conformación de la cama o lecho, se deberá efectuar con una anticipación máxima de 24 horas a la colocación de la tubería. Si por negligencia del Constructor el tiempo transcurrido fuese mayor a 24 horas y se requieran nuevos trabajos para adecuar el fondo de la zanja antes de tender la tubería, estos serán por cuenta del Constructor

El fondo de la excavación será afinado cuidadosamente a fin que la tubería quede a la profundidad y con la pendiente del proyecto. En ningún caso se excavará con maquinaria tan profundo que la tierra del plano de asiento de los tubos sea aflojada o removida. El último material que se vaya a excavar será removido con herramientas manuales, en una profundidad de 0.05 m. de tal forma que la tolerancia con las dimensiones del proyecto no excedan de 1cm, cuidando que esta desviación no se repita en forma sistemática.

Cuando, a juicio de la Fiscalización, el terreno que constituya el fondo de la cama o lecho de las zanjas sea poco resistente o inestable, se realizará sobre-excavación hasta encontrar terreno conveniente. Dicho material se removerá y se reemplazará hasta el nivel requerido con un relleno material granular seleccionado u otro material aprobado por la Fiscalización. La compactación se realizará con el óptimo contenido de agua, en capas que no excedan de 15cm. de espesor al 95% del Proctor Estándar y con el empleo de un compactador mecánico adecuado para el efecto.

Si los materiales de la fundación natural son alterados o aflojados durante el proceso de excavación, dicho material será removido; reemplazado y compactado usando un material granular seleccionado, aprobado por la Fiscalización a costo del contratista.

Cuando el fondo de la zanja sea de conglomerado o roca, se excavará hasta 0,10 m por debajo del asiento del tubo y se rellenará luego con arena y grava fina. En el caso de que la excavación se pasara más allá de los límites indicados anteriormente, el hueco será rellenado con material granular seleccionado aprobado por la Fiscalización. Este relleno se hará a expensas de constructor, si la sobre-excavación se debió a su negligencia y otra causa a él imputable.

En los lugares sujetos a inundaciones no se efectuarán excavaciones en épocas de lluvia. Las zanjas no tendrán agua antes de colocar las tuberías. Las zanjas se mantendrán sin agua durante todo el tiempo que dure la colocación de tubos, se mantendrán secas hasta 6 horas después que las tuberías o colectores hayan sido completamente acoplados.

Cuando las condiciones del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, la Fiscalización ordenará al Constructor la colocación de entibados y puntales que sean necesarios para la seguridad pública, de los trabajadores, de la obra y de las estructuras o propiedades adyacentes o que exijan las leyes o reglamentos vigentes.

La Fiscalización está facultada para suspender las obras total o parcialmente, cuando se considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad mínima para las obras y /o las personas, y hasta que se efectúen los trabajos de entibamiento o apuntalamiento necesarios.



Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno se colocarán lateralmente a lo largo de un solo lado de la zanja; de manera que no cause inconveniente al tránsito vehicular o peatonal. Se dejará libre acceso a todos los servicios que requieran facilidades para su operación y control.

Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos hacia los botaderos aprobados por la fiscalización.

- **DESALOJO DE AGUA**

El Contratista definirá, instalará, operará y mantendrá permanentemente todos los equipos, bombas o estructuras temporales necesarias para mantener las áreas de trabajos libres de agua. Las operaciones de desalojo del agua no deberán interrumpirse sin la aprobación de la Fiscalización. El hormigón no será colocado en agua o sobre material inundado.

- **RELLENOS**

Este trabajo consistirá en la ejecución de rellenos de acuerdo con las líneas, cotas y gradientes indicadas en los planos o como ordene la Fiscalización.

En todas las áreas donde se ejecutarán rellenos, previamente se removerá la capa vegetal y retirará el suelo inapropiado hasta la profundidad que ordene la Fiscalización.

Los rellenos permanentes, a ejecutarse sobre terrenos inundados, serán realizados después de drenar y secar estos terrenos mediante el uso de bombas, subdrenes u otros sistemas aprobados por la Fiscalización.

El material natural debe confinar convenientemente la zona de relleno para ofrecer el soporte adecuado a la tubería. Independiente de las condiciones del suelo y el método de instalación, la deflexión a largo plazo de las tuberías de PVC no deberá exceder del 3%.

Inmediatamente antes de la compactación, el contenido de humedad del material debe estar entre $\pm 2\%$ con respecto al contenido de humedad óptimo obtenido según el ensayo ASTM-D 698-70. El material que tenga exceso de humedad será esparcido en el terraplén para dejarlo secar hasta que el contenido de humedad esté dentro de los límites indicados. Luego de estos trabajos se procederá a la compactación. Todo el material de relleno será compactado hasta conseguir por lo menos el 95% de la máxima densidad seca obtenida según el ensayo Proctor standard.

El Contratista será responsable por el mantenimiento de la rasante y correrá a su costo las reparaciones de daños hasta la recepción definitiva.

- **RELLENO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS**

Una vez que las tuberías hayan sido instaladas a satisfacción de la Fiscalización, según lo establecido en las partes pertinentes de estas Especificaciones, incluyendo las respectivas pruebas, se procederá a rellenar la zanja con el material producto de la propia excavación. Cuando éste no sea apropiado previo a la comprobación de análisis de laboratorio e interpretación por parte de Fiscalización, de que los suelos no son aptos para relleno, se usará el material granular seleccionado aprobado por la Fiscalización,



hasta llegar al nivel de la superficie de la plataforma, o hasta donde se indique en los planos o lo ordene la Fiscalización.

Relleno de zanjas para tuberías de PVC.- Hasta una altura de 30 centímetros por encima de la tubería de PVC, las zanjas deben ser rellenas a mano con material, aprobado por la Fiscalización. El material excavado puede ser usado para esta porción del relleno siempre que sea aprobado. No se permitirá que haya piedras en esta primera capa de relleno. Si el material excavado, a juicio del fiscalizador, no fue adecuado para el relleno, el Contratista suministrará como parte del rubro, arena u otro material aprobado, en cantidad suficiente para rellenar la zanja hasta los 30 cm por encima de la corona de la tubería.

El relleno será realizado siempre de tal manera de evitar daño o raspaduras de la superficie de la tubería. Si se produjese algún daño, el Contratista debe repararlo, sin recibir pago adicional alguno por retirar la tubería o reponer el tramo de tubería dañado y volverla a instalar.

El material de relleno irá colocado y compactado al 95% del grado de compactación Proctor Standard y se comprobará de acuerdo a los ensayos AASTHO T-11 y T-12. La compactación se hará con pisón manual, en capas de 15 cm de espesor. El material de relleno será colocado simultáneamente a ambos lados de la tubería con el objeto de prevenir que se produzcan movimientos de la misma. Especial cuidado debe ponerse para conseguir la compactación señalada a los lados de la tubería de tal manera que se garantice un módulo de reacción del suelo mayor a 30 Kg/cm² medidos mediante pruebas de corte. El material que se encuentre demasiado húmedo, será rechazado.

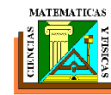
Cuando se usen suelos naturales para la zona de relleno, no se admitirá rellenar con gravas o piedras mayores a 13 mm.

El resto de la zanja o relleno final se hará ya sea con pistón de mano o con equipo mecánico aprobado, colocando el material en capas de treinta centímetros de espesor. El material de relleno será granular con no más de cuarenta por ciento de tierra fina y sin piedras mayores a 10cm de diámetro. En el caso de existir piedras en el material de relleno, se las distribuirá uniformemente y no ocuparán más de 30% del volumen total.

Relleno con material de mejoramiento (cambio de suelo).- Cuando no se pueda conformar un relleno de acuerdo a las especificaciones, ya sea por la calidad del suelo o saturación del mismo, el contratista con la aprobación de fiscalización y visto bueno del I. Municipio, procederá a cambiar el material de relleno por otro suelo seleccionado de mejores características (material granular seleccionado). Este deberá ser un suelo granular (cascajo), libre de materia orgánica y escombros. El índice de plasticidad no debe ser mayor a 9 y el límite líquido será del 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, como lo determina el ensayo AASHO-T-91.

• ENSAYOS

La Fiscalización mantendrá un control de calidad de los materiales para relleno, mediante ensayos que permitan asegurar que los materiales cumplen con los requisitos especificados.



El Contratista realizará ensayos en muestras provenientes de cada frente de aprovisionamiento y cuando exista cualquier cambio en los materiales, los resultados se presentarán a la Fiscalización para su aprobación.

Para verificar el cumplimiento de la densidad especificada en los rellenos compactados, el Contratista tomará las muestras en presencia de la Fiscalización y realizará los ensayos especificados o los que indique la Fiscalización. Las muestras se tomará de las capas compactadas en los sitios y en el número indicados por la Fiscalización.

El Contratista debe suministrar y transportar las muestras, y efectuar los ensayos especificados en un laboratorio previamente aprobado por la Fiscalización. Los costos de las muestras y ensayos corren por cuenta del Contratista.

Medición y forma de pago

Excavación

La ejecución de excavación a cielo abierto y los trabajos de relleno para zanjas de tuberías, pozos y cajas de revisión se pagará en los rubros correspondientes a: instalación metro de tubería, pozos, cajas de revisión. Estos precios unitarios deben incluir los costos de: mano de obra, equipos y herramientas, suministros, carga, transporte y descarga de materiales, drenajes, instalaciones, ensayos, accesos, todas las facilidades necesarias para las actividades de la Fiscalización, la protección y el mantenimiento de todas las excavaciones y rellenos; la seguridad del personal, utilidades, gastos generales y cualquier otro gasto necesario para la correcta y completa ejecución de los trabajos.

En el precio unitario de instalación metro de tubería, pozos y cajas de revisión se incluye además el desbroce y la limpieza, la remoción, el transporte y la incineración o entierro de los materiales no aprovechables.

Si en excavaciones a cielo abierto para tuberías, conexiones domiciliarias, pozos, cajas de revisión, etc., se requieren instalar medidas de protección, su colocación se realizará ya sea por iniciativa del Contratista previa aprobación de la Fiscalización o por orden de la Fiscalización. Tales protecciones se medirán y pagarán de acuerdo a lo que establece la Sección: "Sostenimiento de secciones excavadas y protección de taludes". No se pagará por separado el trabajo de excavación realizado para construcción de tablestacados, rampas de trabajo, caminos auxiliares de acceso, plataformas de trabajo, etc.

Rellenos

Estos no se medirán ni pagarán por separado y se los incluirán dentro de los mencionados rubros (instalación metro de tuberías) e incluirá: la remoción de materiales objetables, el control de drenaje de agua, preparación, transporte hasta los sitios de rellenos, carga, descarga, colocación, cama de apoyo base, tendido, hidratación y compactación del material hasta los límites indicados y demás actividades necesarias para la ejecución de los rellenos.

En el relleno se empleará en primer término el producto de las excavaciones adyacentes. Cuando éste no sea apropiado, se seleccionará otro material y previo el visto bueno de la



Fiscalización se procederá a realizar el relleno y no se pagará por separado el material de relleno hasta una altura de 30 cm. Por encima de la tubería.

Este precio unitario incluirá además: el suministro, carga, transporte, descarga, preparación, mezclado, colocación, tendido, hidratación y compactación del material, hasta los límites indicados en los planos u ordenados por la Fiscalización. Si el relleno se ha ejecutado con hormigón de $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, el pago se efectuará de acuerdo a lo indicado en la Sección: "Trabajos en Hormigón".

Material de Mejoramiento

El relleno con material granular seleccionado de mejoramiento ordenado por fiscalización y no incluidos en los rubros se pagará por m^3 . Este precio incluirá suministro, carga, transporte, descarga, colocación y compactación del material de mejoramiento.

6.1.3 SOSTENIMIENTO DE SECCIONES EXCAVADAS Y PROTECCIÓN DE TALUDES (ENTIBADO)

Alcance de los trabajos

Los trabajos comprendidos en esta sección incluyen el suministro de: mano de obra, equipos, materiales y herramientas, transporte e instalación de los elementos necesarios para estabilizar y sostener las secciones excavadas, tanto a cielo abierto y/o en los taludes conformados por estas excavaciones, o donde lo indique o apruebe la Fiscalización.

El sostenimiento y protección de secciones excavadas y/o taludes incluye soportes temporales entibados.

Generalidades

El Contratista será el único responsable de la protección y seguridad de toda excavación y por consiguiente de accidentes o daños materiales causados durante el tiempo de construcción. Por lo tanto, previa aprobación de la Fiscalización, el Contratista podrá colocar, a su costa cualquier sistema de soporte temporal, para garantizar la seguridad y estabilidad de las zonas excavadas, antes de su construcción, deberá someter a la aprobación de la Fiscalización, los planos de diseño y colocación de los sostenimientos que se proponga utilizar.

Se consideran como sostenimientos temporales a los elementos empleados para la ejecución de la excavación y que no serán dejados con carácter permanente y son los elementos adicionales tales como: cuñas, puntales, estacas, entibados, etc. que pueden ser de acero o madera a elección y costo del Contratista que antes de su uso los someterá a la aprobación de la Fiscalización. Los soportes temporales deben ser retirados, salvo ciertos soportes de acero que pueden quedar como permanentes, previa aprobación de la Fiscalización.



Medición y forma de pago

La ejecución de los trabajos de protección de secciones excavadas y taludes, se pagarán a los precios unitarios respectivos cotizados en la Tabla de Cantidades y Precios, realizados a satisfacción de la Fiscalización.

Estos precios unitarios deben incluir los costos de: toda la mano de obra, equipos, herramientas, instalaciones; el suministro, carga, transporte y descarga de los materiales, el suministro y transporte de muestras, los ensayos de laboratorio y de campo, los sistemas de protección para los trabajadores, el mantenimiento de todas las obras de protección, utilidades, gastos generales y todas las facilidades necesarias para completar el trabajo.

Los entibados deberán ser obligatorios para zanjas con profundidades mayores a los 1.50 m de profundidad para lo cual el Contratista deberá justificar sus diseños de entibados. No se medirá ni pagará, por la instalación, uso y retiro de los soportes temporales, colocados por requerimiento constructivo, por conveniencia del Contratista o para seguridad del personal; tampoco se medirá ni pagará por las medidas de protección que tome el Contratista para proteger el frente de excavación o las secciones excavadas y taludes no definitivos, y los costos se consideran incluidos en los correspondientes ítems de excavación e instalación de tubería.

Los soportes temporales se pagará por m² de área real de sostenimiento de entibado, siempre y cuando tenga la aprobación de la fiscalización.

El uso de soportes temporales instalados por conveniencia del Contratista y sin la autorización de la Fiscalización, no se efectuará ningún pago.

6.1.4 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS

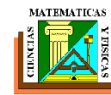
Alcance de los trabajos.

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de Pvc, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el fiscalizador; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas y su colocación; las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

Antes de la iniciación de los trabajos, el contratista en asocio del fiscalizador hará una revisión del proyecto, verificando en las carteras y planos, que las cotas, pendientes, abscisado y de reflexiones estén correctas.

Una vez efectuada dicha revisión el contratista procederá hacer un replanteo general, comenzando por el desagüe final para comprobar que las características topográficas actuales del terreno, no afecten la funcionalidad del proyecto.

Antes de proceder a la colocación de los tubos la fiscalización deberá comprobar una vez más, los niveles de la base de asentamiento de la tubería, para evitar posibles errores cometidos con anterioridad.



Generalidades

Los trabajos de instalación se comenzarán de abajo hacia arriba en el sentido contrario a la dirección del flujo del agua.

Los tubos de campana y espigo se colocarán en forma tal que la campana quede en sentido opuesto al flujo, dejando debajo de las uniones camas o nichos en donde encajen adecuadamente dichas campanas el cuerpo del tubo deberá descender plenamente sobre la base de apoyo.

Los tubos deberán quedar perfectamente alineados, utilizando aparatos de precisión. No obstante, a criterio del fiscalizador para tuberías de diámetro menor de 10", se podrá aceptar que el alineamiento se ponga con hilos, siempre y cuando las operaciones se ejecuten en forma apropiada. La nivelación se hará siempre con aparatos de precisión.

Antes de proceder a la unión de los tubos, se examinarán nuevamente las campanas y espigos, cuidando que estén bien limpios y sin imperfecciones.

Terminada la unión con la aceptación de la fiscalización, se procederá a acuar el tubo por ambos lados, de tal manera que al atracarlo no sufra desviaciones en el alineamiento. A medida que se vaya atracando el tubo debe controlarse tanto el alineamiento como los niveles con aparatos de precisión.

Para ejecutar acople de las uniones, cuando la base y atraque se ejecuten en concreto simple, los tubos se suspenderán sobre soportes de madera, dos por tubo; luego se vaciará el concreto por debajo del tubo hasta la altura del atraque indicada en los planos del proyecto. El contratista podrá emplear cualquier otro sistema, previamente aceptado por la fiscalización.

A medida que avancen los trabajos de instalación de los tubos, se procederá simultáneamente a su limpieza interior.

Diariamente cuando se suspendan los trabajos o cuando llueva, se protegerá la boca del último tubo por medio de una tapa de madera convenientemente impermeabilizada, para evitar que la tubería se ensucie con barro, lodo o desperdicios, que sean difíciles de limpiar posteriormente. Los tubos de diámetros menores se pondrán taponar con papel o trapos.

Medición y forma de pago

La unidad de medida para el suministro e instalación de las tuberías para construcción de colectores de alcantarillado es el metro lineal con aproximación a un decimal.

En el precio unitario deberá incluirse todos los costos por concepto de mano de obra, herramientas, alquiler de equipo, adquisición de las tuberías, transporte hasta el sitio de los trabajos, transporte local, localización y replanteo, bombeo de aguas, colocación y pega de las uniones.

Las tuberías se recibirán por tramos completamente terminados y se pagará la longitud real instalada.



Los tramos de tuberías no serán recibidos hasta cuando los pozos de inspección que los limiten, estén totalmente terminados o al menos hasta una altura de un metro por encima de la clave exterior del tubo.

Los tubos rechazados por la fiscalización por quebraduras, agrietamientos, o imperfecciones, no serán reconocidos al contratista y su retiro de la obra será por su cuenta y Cargo.

6.1.5 TRABAJOS EN HORMIGÓN

Alcance de los Trabajos

Esta sección cubre todos los requisitos y procesos para el suministro de materiales, mano de obra, equipos y encofrados; así como la preparación, transporte, colocación, acabado, curado y mantenimiento del hormigón.

Los trabajos principales incluidos en esta sección son los siguientes:

- Hormigonado de cámara de bombeo, cajas de revisión y otros, que indique la Fiscalización.
- Estructuras del Tratamiento.
- Control de calidad.

Composición y calidad

El hormigón estará compuesto básicamente de cemento Portland Tipo IP con un mínimo de 25% de puzolana o Tipo II, agua, agregado fino, agregado grueso y aditivos. Para el control de calidad, el Contratista facilitará a la Fiscalización el acceso a los sitios de acopio, instalaciones y obras sin restricción alguna. Este control no relevará al Contratista de su responsabilidad en el cumplimiento de las normas de calidad estipuladas.

Materiales

Cemento Portland

El Contratista debe suministrar cemento Portland Tipo IP con un mínimo de 25% de puzolana o Tipo II, que cumpla con las normas ASTM.

El Contratista se abastecerá por su cuenta de la cantidad necesaria de cemento, el que debe provenir de fábricas que garanticen un producto de calidad homogénea, y será el único responsable ante la Fiscalización, por la calidad del cemento que suministre para la ejecución de las obras. La Fiscalización por su parte ejecutará, los ensayos que juzgue necesarios para verificar la calidad del cemento suministrado, cuando éste se encuentre en el sitio de las obras.

El transporte del cemento al sitio del proyecto, será realizado por y bajo la responsabilidad del Contratista ya sea en sacos o al granel, se exigirá que el equipo de transporte aprobado garantice su protección total contra la humedad o contaminación durante las operaciones de carga, transporte y descarga.



En el área del proyecto, el cemento debe ser cuidadosamente almacenado en silos o bodegas provistas por el Contratista, con adecuada ventilación, completamente secas, protegidas contra la intemperie y la humedad. La forma de almacenamiento estará sujeta a la aprobación de la Fiscalización y debe ser tal, que permita un fácil acceso, para carga, descarga, inspección e identificación.

Agregados

Los agregados deben consistir de materiales rocosos que tengan partículas sanas, resistentes, densas, durables, limpias, libres de elementos indeseables tales como arcillas, limos o material orgánico y cumplir los requisitos de las normas ASTM-C 33 ASTM-C 330, los porcentajes de abrasión no deberán sobrepasar el 35%.

El Contratista debe realizar la extracción, manipuleo y acopio de los agregados en condiciones tales que reduzcan al mínimo la segregación y eviten la contaminación con materia orgánica, tierra, madera, aserrín, aceite o cualquier otro material extraño.

Durante la construcción, la Fiscalización tomará muestras representativas de cada tamaño y ejecutará los ensayos de análisis granulométrico, densidades, absorción, partículas blandas y terrones de arcilla, polvo impalpable, materias carbonosas e impurezas orgánicas para verificación rutinaria de su calidad. También ejecutará, los ensayos de abrasión en la máquina de los Ángeles, de resistencia en sulfato de sodio, análisis petrográficos y de reactividad potencial álcali-agregado, para comprobar la calidad del yacimiento dentro de las normas establecidas. Los ensayos serán ejecutados según los métodos respectivos de la ASTM.

Agua

El agua para lavado de los agregados, preparación de mezclas y curado del hormigón, debe estar libre de materias perjudiciales, como aceites, ácidos, sales, álcalis, materia orgánica y otras impurezas que puedan interferir en las reacciones de hidratación del cemento o permitan la corrosión de las armaduras.

El Contratista ejecutará el análisis físico-químico del agua y realizará ensayos de resistencia, según la norma ASTM-C 109, con morteros preparados con el agua propuesta y con agua destilada y sus resultados serán sometidos a la aprobación de la Fiscalización. La resistencia promedio a los 28 días del mortero preparado con la misma, debe ser por lo menos el 95% de la resistencia obtenida con el mortero preparado con agua destilada.

Dosificación

Generalidades

El diseño del hormigón será realizado por el Contratista y será aprobado por la Fiscalización. El Contratista asume toda la responsabilidad sobre su correcta ejecución. La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad del hormigón en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentran durante la construcción.



Los cambios de las dosificaciones, ordenados por la Fiscalización, no implicarán pago adicional alguno sobre los precios propuestos por el Contratista en la Tabla de Cantidades y Precios para los diferentes tipos de hormigón a emplearse.

Excepto para hormigón pobre no estructural, el contenido de cemento variará aproximadamente entre 195 y 350 Kg/m³ dependiendo del tamaño, forma y granulometría de los agregados y de los requerimientos estructurales.

Clasificación del hormigón

En general, las clases de hormigón, el tamaño máximo del agregado, la consistencia y la resistencia de diseño del hormigón a ser usados en los varios tipos de estructuras se indican a continuación:

TIPO DE HORMIGON	TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO mm.(pulg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (kg/cm ²) MPa	LOCALIZACION
A	25 (1")	21 (180 kg/cm ²)	Cajas de revisión fundaciones, obras de arte de hormigón para drenaje.
B	12 (½")	21 (240 kg/cm ²)	Hormigón para relleno de recesos (Block outs)
C	12 (½")	21 (280 kg/cm ²)	Pozos, tapas y estructuras especiales.
D	38 (1 ½")	21 (140 kg/cm ²)	Hormigones para: rellenos no estructurales, replantillos de áreas de construcción.

Proporciones de las mezclas y ensayos

La dosificación experimental del hormigón será efectuada por cualquier método que correlacione resistencia-durabilidad y relación agua/cemento, teniendo en cuenta la trabajabilidad especificada para cada caso. Para atender las exigencias de impermeabilidad y durabilidad del hormigón se respetarán los límites de la relación agua/cemento, en peso, indicados a continuación:

RELACIONES AGUA / CEMENTO - MAXIMAS	
ESTRUCTURAS	RELACION A/C MAX. EN PESO
<i>Pozos y cajas de revisión</i>	<i>0.50</i>
<i>Replantillos, tapas y otros:</i>	<i>0.58</i>



El contenido de agua en cada dosificación del hormigón, será la cantidad mínima necesaria para producir una mezcla plástica, que provea la resistencia especificada, la densidad, uniformidad y trabajabilidad deseadas, compatibles con los métodos de transporte y colocación. Este contenido de agua en la mezcla, en ningún caso será mayor que el requerido para obtener mezclas con consistencias de 10cm cuando se trate del hormigón bombeado; de 5cm cuando se utilicen otros métodos de transporte y colocación, de 3cm cuando se trate del hormigón masivo. Estas consistencias de las mezclas serán determinadas a la salida de las plantas de dosificación y mezclado, de acuerdo con el método de asentamiento de la norma ASTM-C 143.

La resistencia requerida de los hormigones se ensayará en muestras cilíndricas de 15,3 cm de diámetro y 30,5 de alto, de acuerdo con los requisitos de las especificaciones ASTM-C 172, C 192, C 31 y C 39.

Los resultados de los ensayos a compresión, a los 28 días, deberán ser iguales o mayores que las resistencias especificadas; y, no más del 10% de los resultados de por lo menos 20 ensayos (de 4 cilindros cada ensayo: uno roto a los 7 días, y los tres restantes a los 28) deberá tener valores inferiores

La cantidad de ensayos a realizarse será de por lo menos uno (4 cilindros por ensayo: uno roto a los 7 días; y los otros tres a los 28 días) por cada 60 m³ de cada clase de hormigón o por cada estructura individual que se funda en el día; y no menos de un ensayo por día.

Preparación

Las mezcladoras de hormigón podrán ser estacionarias o móviles del tipo de tambor, paletas o turbina, o camiones mezcladores de probada calidad. Las mezcladoras tendrán una capacidad de por lo menos 320 litros; deben garantizar la producción de una mezcla uniforme en el tiempo especificado y evitarán cualquier segregación del material durante la operación de descarga.

Las mezcladoras no serán cargadas en exceso a la capacidad recomendada por el fabricante; serán mantenidas en excelentes condiciones de operación y los tambores deben estar exentos de residuos endurecidos de hormigón. Las paletas mezcladoras deben ser cambiadas por nuevas, cuando se hayan desgastado en más del 10% de su altura. Si las mezclas resultaren insatisfactorias, la mezcladora comprometida deberá suspender su producción hasta que sea reparada a satisfacción de la Fiscalización.

El Contratista proporcionará todas las facilidades (mano de obra, herramientas, equipo, acceso, etc.) para la obtención de muestras representativas para los ensayos, sin costo adicional para el I. Municipio, tanto para estos servicios, como por el valor del hormigón de las muestras.

La operación de las mezcladoras se hará a la velocidad del tambor o paletas indicadas por el fabricante. El tiempo mínimo de mezclado para cada dosificación, luego de que todos los ingredientes sólidos se encuentren en la mezcladora, será de dos minutos para mezcladoras de 320 litros de capacidad, desde el instante que se incluya el agua. Estos tiempos podrán ser modificados por la Fiscalización, a fin de garantizar la homogeneidad de las mezclas.



En todo caso el Contratista asegurará el suministro de hormigón en el sitio de colocación de acuerdo al cronograma y en las condiciones de calidad y cantidad requeridas por estas especificaciones.

Encofrados

Generalidades

Se utilizarán encofrados cuando sea necesario confinar el hormigón y proporcionarle la forma y dimensiones indicadas en los planos. Deben tener suficiente rigidez para mantener su posición y resistir las presiones resultantes de la colocación y vibrado del hormigón y serán lo suficientemente herméticos para evitar la pérdida de mortero. Las superficies que entren en contacto con el hormigón, deberán estar completamente limpias, libres de toda sustancia extraña, exentas de bordes agudos, defectos e imperfecciones.

Para los encofrados se podrá utilizar madera contrachapada o media duela cepillada. El uso de otros materiales que produzcan resultados similares debe ser aprobado por la Fiscalización. Todo encofrado falloso o alabeado será rechazado y reemplazado.

Los diseños de construcción de encofrados serán hechos por el Contratista y sometidos a la aprobación de la Fiscalización, conjuntamente con todos los detalles de montaje, sujeción, apuntalamientos, operación y desmontaje. Las cargas asumidas en el diseño deben garantizar su comportamiento durante todas las operaciones de hormigonado.

Los diseños de apuntalamiento de los encofrados tendrán en cuenta las cargas actuantes durante y después del hormigonado de los elementos respectivos, de modo que no resulten sometidos a esfuerzos inconvenientes y no se produzcan deformaciones excesivas de las estructuras de apoyo.

Por otro lado, se cuidará que las estructuras de apoyo ejecutadas en madera, no estén sujetas a agentes externos deteriorantes, principalmente cuando el apuntalamiento tenga que estar colocado mucho tiempo.

Los elementos de sujeción de los encofrados permanecerán embebidos en el hormigón, a menos que la Fiscalización ordene de otra forma. Los tirantes de sujeción embebidos se los dispondrá de tal manera que al removerse los encofrados, se evite desconchamiento o despostillamiento de las superficies expuestas del hormigón. El sistema de sujeción de los encofrados, debe evitar una deformación o desplazamiento superior a lo estipulado más adelante.

Antes de proceder a colocar el hormigón, las superficies del encofrado deben estar limpias y libres de incrustaciones de mortero o sustancias extrañas, tales como: aserrín, óxidos, ácidos, etc.

Seguidamente serán recubiertas con una capa de parafina o algún aceite comercial aprobado por la Fiscalización que evite la producción de manchas o reacciones adversas del cemento en la superficie del hormigón a la vista, y que además faciliten la posterior remoción de los encofrados.



Los encofrados sólo serán retirados después de que el hormigón haya alcanzado sus condiciones de trabajo o en el tiempo que indique la Fiscalización. Esta operación se realizará sin perjudicar la estructura, pero en todo caso, deberá hacerse cuando la resistencia del hormigón sea tal que se evite la formación de fisuras, grietas, desconchamiento o ruptura de aristas. Toda imperfección será inmediatamente corregida.

Materiales y acabados

Como material para encofrados se podrá utilizar madera contrachapada, media dula machihembrada cepillada, y lámina o plancha metálica, que proporcionen superficies lisas, sin deterioro y/o decoloración.

Se permite el empleo de encofrados metálicos. Los de madera serán de buena calidad, libres de fallas o imperfecciones, con sus fibras y uniones orientadas en el sentido del flujo hidráulico. El uso de otros materiales que produzcan resultados similares debe ser aprobado por la Fiscalización.

Procedimiento de Hormigonado

Generalidades

Para iniciar la colocación de un hormigón el Contratista solicitará la autorización de la Fiscalización por lo menos con 24 horas de anticipación. No se vaciará el hormigón sin la firma de responsabilidad por parte de la Fiscalización en la cual se señale que se ha verificado los métodos a usarse para su vaciado, apuntalamientos, encofrados, hierros, elementos empotrados, etc. según los planos y estas especificaciones.

No se autorizará la colocación de hormigón sobre superficies inundadas o en zonas de filtraciones no controladas, ni en áreas expuestas a lluvias continuas o donde no haya iluminación respectiva.

Los tratamientos que se indican a continuación son considerados como sistemas constructivos, sin que por ellos se reconozca pago adicional.

Superficies de Cimentación

Inmediatamente antes de colocar el hormigón sobre las superficies de cimentación, éstas deben estar exentas de agua estancada, lodo, aceites, grasas, materiales sueltos, semisuelos o alterados. La limpieza se hará mediante aire comprimido y agua, u otros métodos aprobados por la Fiscalización que no causen daños a la superficie de cimentación. Donde sea necesario, se ejecutará un adecuado sistema de drenaje, para dejar la cimentación sin agua estancada y sin flujo de agua; el drenaje estará orientado hacia un punto determinado desde donde se realizará el bombeo.

La superficie de cimentación debe mantenerse continuamente húmeda antes de colocar el hormigón.

Superficies de Juntas de Construcción y Dilatación



Se construirán en los lugares y en la forma que se indique en los planos o lo ordene la Fiscalización.

Colocación

Los métodos de colocación y su rendimiento deben ser sometidos a la aprobación de la Fiscalización. Para el control y ejecución de los trabajos, la Fiscalización se basará en las recomendaciones de la norma ACI5.10-95.

El Contratista debe notificar a la Fiscalización la hora y la estructura en que se colocará el hormigón fresco. Todo proceso de hormigonado se realizará en presencia de la Fiscalización.

Para iniciar la colocación de un hormigón, el Contratista debe disponer en el sitio de todo el equipo necesario. El hormigón será colocado en capas continuas hasta alcanzar el espesor indicado en los planos.

El hormigón será depositado lo más cerca posible a su posición final, evitando la segregación de sus componentes y debe cubrir a todas las armaduras y piezas empotradas, así como todos los ángulos y partes irregulares de los encofrados y de las cimentaciones. La descarga debe estar regulada de tal forma que se obtenga subcapas horizontales compactas de no más de 40 cm. de espesor y con un mínimo de transporte lateral. La colocación del hormigón a través de armaduras debe ser cuidadosa, para minimizar la segregación del agregado grueso y el desplazamiento de las barras de acero. En el caso de resultar concentración de agregados separados de la masa de hormigón, estos deben ser esparcidos antes de la vibración del hormigón y se modificará el método de colocación en lo que sea necesario para evitar tal segregación. Una nueva capa debe ser colocada durante el período en que el vibrador pueda penetrar por su propio peso la capa inferior, para evitar la formación de una junta que requiera tratamiento.

En caso de interrupción en el proceso de colocado continuo, el Contratista procurará que ésta se produzca fuera de la zona crítica de la estructura, o en su defecto, procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada y la ejecutará según los requerimientos del caso, previa aprobación de la Fiscalización.

Toda el agua proveniente de la exudación debe ser retirada. Las piezas empotradas y dañadas durante la colocación deben ser repuestas por el Contratista, a su costo, bajo la orientación dada por la Fiscalización.

Temperatura de colocación del hormigón

En general, la temperatura de colocación del hormigón no será mayor a 35° C y por tanto, el Contratista empleará medios efectivos para mantener la temperatura del hormigón dentro de los límites especificados, tales como la provisión de sombra para los agregados, etc.

Plan de hormigonado

Para cada estructura, el Contratista debe presentar un plan de hormigonado para ser aprobado por la Fiscalización. Este plan será programado teniendo en cuenta el plazo de



ejecución de las estructuras y de forma que se minimicen las retracciones térmicas e hidráulicas del hormigón.

Compactación

El hormigón se compactará al máximo de densidad y se efectuará por vibración mecánica, sujeta a las siguientes condiciones:

- La vibración será interna, a menos que la Fiscalización autorice el uso de otros métodos.
- Los vibradores serán del tipo accionado por electricidad, aire o combustión y funcionarán a una velocidad no inferior a 7.000 revoluciones por minuto cuando las agujas sean de menos de 10 cm de diámetro, y no menos de 6.000 revoluciones por minuto cuando las agujas sean de 10 cm o más de diámetro.
- Los vibradores se manejarán de modo que compacten el hormigón alrededor de las barras de armadura y de los accesorios empotrados y las aristas y ángulos de los encofrados.
- La vibración se aplicará enseguida de colocar suficiente hormigón para que los vibradores actúen. Estos se introducirán y retirarán lentamente en el hormigón, operando en posición próxima de la vertical, dejando penetrar la aguja en la parte superior de la capa subyacente.
- La vibración será de duración e intensidad suficientes para compactar completamente el hormigón, pero no se debe continuar al extremo de que se formen zonas de lechada localizadas.
- La aplicación de los vibradores se efectuará en puntos uniformemente espaciados, distanciados en no más de dos veces el radio sobre el cual la vibración es visiblemente eficaz.
- No se debe colocar capas adicionales de hormigón mientras la anterior no haya sido completamente vibrada. Cada capa se colocará y compactará antes del fraguado inicial de la capa anterior.
- Se tomará el cuidado necesario para evitar el contacto de la aguja del vibrador con la superficie de los encofrados. Se evitará la vibración del hormigón a través de las armaduras.

Protección y curado

Generalidades

Inmediatamente después de su colocación, el hormigón será protegido de la acción del viento, sol y temperaturas altas o bajas.

El hormigón será normalmente curado por lo menos durante los 7 días posteriores a su colocación, para lo que podrán utilizarse el curado con agua, el cual, debe comenzar tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para prevenir cualquier daño que pudiera ocasionar el humedecimiento de sus superficies, en superficies horizontales, el curado se hará manteniendo sobre las mismas una capa de agua, o instalando surtidores de agua tipo jardinera, en superficies inclinadas, el curado se hará recubriéndolo con algún material como cáñamo saturado con agua o por un sistema de tubos perforados aplicados en la parte superior de la pieza hormigonada, de tal manera de que se forme



una lámina continua de agua sobre la superficie, o cualquier otro método que mantenga el curado continuo.

El agua que se utilice en el curado debe satisfacer todos los requerimientos de las especificaciones para agua utilizada en las mezclas del hormigón y nunca quede seca durante el período de curado.

Acabados y Protección

Generalidades

Las clases de acabados y los requisitos para su ejecución corresponderán a estas especificaciones o a las indicaciones de los planos respectivos. La Fiscalización podrá, recomendar otro tipo de acabado, sin que esto sea motivo de un costo adicional para el I. Municipio. Podrá asimismo, realizar ensayos y mediciones en superficies terminadas para determinar si las irregularidades son aceptables o no.

Las irregularidades se las clasifica como abruptas o graduales. Los desarreglos causados por el desplazamiento o mala colocación de los encofrados o por defectos de la madera se los considera como abruptos, y serán chequeados por medición directa. Toda otra irregularidad se la considera como gradual. Estas irregularidades serán controladas por medio de plantillas indeformables o reglas enrazadoras, de 1.5 m de longitud para superficies formadas por encofrados; y, 3.0 m para superficies sin encofrados.

Superficies formadas con encofrados

Las clases de acabado para superficies de hormigón obtenidas con el uso de encofrados serán lisas. Para ejecutar los acabados no se utilizará en ellos tratamientos de martilleo o de frotación, excepto cuando sea para reparación de imperfecciones.

Superficies formadas sin encofrados

Toda superficie interior debe tener una pendiente que facilite el drenaje, según lo indiquen los planos o la Fiscalización.

El acabado será realizado un poco antes del comienzo del fraguado del cemento en el hormigón. Inicialmente, se debe utilizar una regla de madera para las imperfecciones más notorias.

El acabado con llana de acero será efectuado con una presión firme y constante de modo de aplanar la textura arenosa de la superficie tratada y producir una superficie compacta y uniforme, libre de defectos y marcas de la llana.

El acabado final será hecho con llana revestida con lámina absorbente para eliminar el exceso de agua superficial proveniente de los acabados interiores.

Las irregularidades graduales, medidas conforme a la manera descrita anteriormente, no excederán de 5 mm, y las irregularidades abruptas serán totalmente eliminadas.

Acabado de paredes interiores en contacto con el agua



Este acabado se aplicará en las paredes interiores de pozos, cámaras y superficies de estructuras en contacto con el agua. El acabado consistirá en: retirar los encofrados y dentro de las 48 horas subsiguientes, humedecer completamente la superficie con agua.

Cuando esté seca la superficie se la limpiará con arpillera dejándola libre de polvo. No se permitirá por ningún motivo enlucir las paredes de hormigón que estén en contacto con el agua. El costo de este acabado deberá estar incluido en el costo del hormigón de estas paredes y estructuras.

Tolerancias para las obras de hormigón

Las máximas desviaciones que pueden aceptarse con respecto a las líneas de nivel y plomada, y a la alineación o dimensión dadas en los planos se las define como tolerancias.

La Fiscalización podrá aprobar o rechazar e inclusive ordenar el derrocamiento de una estructura y rehacerla, a expensas del Contratista, cuando se hayan excedido los límites tolerables que se detallan a continuación:

Desviación de la vertical (plomada). En las líneas y superficies de paredes y en aristas	• En 3 m..... 6.0 mm • En 6 m.....10.0 mm • En 12 m o más...19.0 mm
Variaciones del nivel o de las pendientes indicadas en los planos Para dinteles expuestos, zócalos, máximo antepechos, medias cañas horizontales y otras líneas visibles.	En un tramo o en • 6 m máximo 6.0 mm En 12 m o más....12.0 mm.
Variaciones en los tamaños y localización de las aberturas en pisos y paredes	• Más o menos 6 mm
Variaciones en las dimensiones de las secciones transversales de columnas y vigas, y en los espesores de losas y paredes	• En menos 6 mm. • En más 12 mm.
Cimentaciones Variación de dimensiones en Planta.	• En menos 12 mm
Variaciones en las alineaciones entre superficies de hormigón.	• 1.0 mm
Tolerancia para la colocación del acero de refuerzo. Variación del recubrimiento de mm protección mm Variación en el espaciamiento indicado:	• Con 50 mm de recubrimiento 3.0 • Con 76 mm de recubrimiento 6.0 • 10.0 mm

Replanteo

Donde lo ordene la Fiscalización y a su criterio, el Contratista deberá proteger el fondo de la excavación con una capa o loseta de hormigón tipo "D" previamente al hormigonado de la cimentación. El espesor de este replanteo será establecido por la Fiscalización, pero no podrá ser menor de 5 cm. Para iniciar la colocación de la armadura, se esperará un lapso no menor a las 2 horas, o hasta que el replanteo haya fraguado completamente o como lo determine la Fiscalización.



Reparaciones del hormigón

Toda reparación del hormigón será realizada por personal experimentado, bajo la aprobación y presencia de la Fiscalización y en el lapso de 24 horas después de quitados los encofrados. Las imperfecciones serán reparadas de tal manera que se produzca la misma uniformidad, textura y coloración del resto de la superficie, de acuerdo con las especificaciones de acabados.

Según los casos, para las reparaciones se podrá utilizar mortero de cemento, morteros epoxídicos, hormigones y otros materiales previamente aprobados por la Fiscalización. Todos los gastos ocasionados en las reparaciones serán a cargo del Contratista.

El hormigón que sea dañado por cualquier causa, que esté segregado, mal compactado, fracturado o defectuoso de cualquier forma, u hormigón que presente excesivas depresiones en superficie, debe ser picado y reconstruido hasta sus límites establecidos. El corte debe proporcionar un perímetro bien definido con aristas horizontales y verticales. Para su reemplazo se podrá usar mortero seco, mortero y hormigón conforme la extensión del daño. El mortero debe tener la misma dosificación que del hormigón de la estructura, y en la reparación con hormigón, éste tendrá la misma dosificación que el usado en la estructura. A fin de garantizar la adherencia del material de reparación con el hormigón viejo, sobre la superficie de contacto se aplicará previamente una capa de resina epoxídica aprobada por la Fiscalización.

Las irregularidades que sobresalgan de las superficies de hormigón deben reducirse por medio de martellinado o esmerilado hasta que cumplan los límites especificados.

Se utilizará mortero seco tanto para el llenado de los huecos que tengan por lo menos una dimensión en la superficie menor que su profundidad, como para el llenado de los huecos dejados por las barras de amarre del interior de encofrados. No se utilizará mortero seco sobre el acero de refuerzo.

Se utilizará mortero epoxídico para reparar imperfecciones en superficies donde los defectos sean demasiado grandes para su relleno con mortero seco, demasiado superficiales para su relleno con hormigón y que no se extiendan más allá de la cara interior del acero de refuerzo, más cercano a la superficie.

Medición y forma de pago

El hormigón que ordene colocar Fiscalización en estructuras especiales (pretratamientos y estaciones de bombeo) se lo hará previo la presentación de los justificativos técnicos debidamente aprobados por el I. MUNICIPIO y, éstos serán medidos y pagados en metros cúbicos (m³) y su costo debe incluir los encofrados y elementos auxiliares.

El costo por metro cúbico (m³) de hormigón para cada ítem debe incluir: el costo del cemento, agregados, agua, aditivos y de todos los materiales; mano de obra, equipos para preparación y transporte de hormigón, construcción y conservación de encofrados, utilización de aditivos; preparación y tratamiento de juntas de construcción; operaciones y equipo de curado, reparación y mantenimiento del hormigón; facilidades para ensayos y control de materiales y equipos; control y evacuación del agua de infiltración durante el proceso de hormigonado; utilidades, gastos generales, etc. No se reconocerá ningún



pago adicional aislado por producción de agregados, dosificación, mezclado y colocación del hormigón y enfriamiento o calentamiento de las mezclas.

En el precio unitario, se deberá considerar la total responsabilidad del Contratista, de seleccionar la fuente de aprovisionamiento y utilización de los agregados, para cumplir con los requisitos de estas especificaciones. El I. Municipio no reconocerá ningún reajuste o compensación por el cambio y uso de fuentes de agregados, ni por el cambio de procedimientos de obtención, ni por la variación de la distancia de transporte, etc.

Donde se requiera hormigón de replantillo se pagará en el rubro correspondiente, según el precio indicado en la Tabla de Cantidades y Precios.

6.1.6 ACERO DE REFUERZO

Alcance de los trabajos

Esta sección cubre el suministro, transporte, preparación e instalación de acero de refuerzo para hormigón estructural que comprende: varillas en distintos diámetros, malla de alambre electrosoldada, fibras de acero y alambre a ser utilizados en las obras permanentes.

Elaboración de datos y planos

El Contratista suministrará todo el acero de acuerdo a la cantidad y calidad estipulada en los planos. El Contratista comprobará y completará si es necesario los planos y datos de detalle de las armaduras de refuerzo, los cuales incluirán la localización de las varillas y mallas, diagramas de doblado, traslapes y planillas de hierros con sus dimensiones y pesos correspondientes, a fin de facilitar su preparación e instalación.

Igualmente, elaborará a base de los planos de diseño, todos los planos y datos relacionados con la preparación e instalación de estructuras de acero.

Estos planos y datos deben ser entregados a la Fiscalización para su aprobación, por lo menos veinte (20) días antes de su fabricación.

Materiales

Las varillas de acero de refuerzo para hormigón armado serán corrugadas y deben cumplir con las normas ASTM-A-615 ó A-617 Grado 60. En caso de ser necesario se permitirá cambiar el grado del acero indicado en los planos de diseño, previa aprobación de la Fiscalización, sin que estos cambios signifiquen costos adicionales para el I. Municipio.

Las mallas de alambre electrosoldado deben cumplir con la norma ASTM-A 185. El espaciamiento longitudinal y transversal será de 10 - 15 cm. y el diámetro del alambre será de 4 - 8 mm. O lo que señale los planos. El alambre a usarse como acero de refuerzo debe cumplir con la norma ASTM-A 82.

Los perfiles de acero estructural, las placas y las barras cumplirán con la norma ASTM-A-36 a menos que los planos o la Fiscalización indiquen otro tipo de acero. Previa



aprobación de la Fiscalización podrá usarse otros aceros como los fabricados bajo las siguientes normas: ASTM-A-94 acero estructural al silicio, ASTM-A-441 acero de alta resistencia al manganeso y vanadio.

Los soportes o pernos serán fabricados con acero que cumpla con las normas ASTM-A-325 y ASTM-A-307.

Los electrodos para soldadura cumplirán la norma ASTM-A-233 ó ASW-A-5.5 (Electrodos para soldadura al arco para Acero Medio) clasificaciones E 6015, E 6016, E 6018, E 7015, E 7016 y E 7018. Para las soldaduras de Acero-Hierro se usarán electrodos que cumplan la norma ASTM-A-251, Grado SA 1, SA 2 y para hierro fundido ASTM-A-398 clasificación RCI, ECI y RCI-A.

El alambre de acero galvanizado para amarrar el acero de refuerzo debe cumplir con la norma ASTM-B-211.

Los elementos que de acuerdo a los planos requieran galvanización, estos serán revestidos al caliente según se indican en las especificaciones ASTM A123, A 153. A 386, A 392 ó A 525.

Almacenamiento

Tanto el acero de refuerzo como las estructuras de acero serán almacenadas en lugares cubiertos (techados) y depositados sobre alfajías de madera para evitar el contacto con el suelo. El suelo debe ser firme, recubierto con grava, con leves pendientes que faciliten el drenaje.

Colocación del acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe estar limpio y libre de: óxido suelto, lechada de cemento, imperfecciones, rajaduras, costras excesivas de laminado, pintura, aceite, grasa y otras materias indeseables que reduzcan la adherencia con el hormigón.

Las varillas de acero de refuerzo se cortarán y doblarán en frío de acuerdo a las dimensiones y radios de curvatura indicadas en los planos y planillas de hierros aprobados por la Fiscalización y no se permitirá enderezar y volver a doblar. No se utilizarán varillas con torceduras y dobleces que no consten en los planos. El acero de refuerzo debe ser colocado estrictamente en las posiciones indicadas en los planos. Todas las intersecciones se fijarán mediante amarres con alambre galvanizado calibre 16 y no se permitirán puntos de soldadura en reemplazo de los amarres, excepto cuando la Fiscalización lo autorice.

Todos los extremos libres de las armaduras se deben amarrar firmemente a un atiesador adecuado, para evitar movimientos durante el hormigonado.

Las armaduras estarán seguras, firmes y en su posición correcta mediante el empleo de espaciadores, sillas y colgadores metálicos asegurados con el alambre especificado, o mediante cualquier otro dispositivo resistente para evitar deformaciones bajo la acción de la carga total. No se permitirá la disposición de armaduras que no tengan el



recubrimiento de hormigón indicado en los planos o en la norma ACI-318 y tampoco el uso de soportes de madera para mantener en posición el acero de refuerzo.

No se admitirá la colocación de barras sobre capas de hormigón fresco, ni la reubicación o ajuste de ellas durante la colocación del hormigón. El espaciamiento mínimo entre las armaduras y los elementos empotrados en el hormigón, por ejemplo tuberías, será igual a 1 1/2 veces el tamaño máximo del agregado.

Los empalmes de las barras de refuerzo deben ejecutarse según las indicaciones de los planos de construcción preparados por la I. Municipalidad evitándose su localización en los puntos de esfuerzo máximo de tensión de la armadura. Estos empalmes podrán hacerse por traslape, excepto cuando la sección del elemento de hormigón no sea suficiente para permitir el espaciamiento mínimo requerido, en cuyo caso, solo podrá hacerse por soldadura a tope (tipo Cadwell), con una eficiencia del cien por cien (100%). Los empalmes por traslapes deben ser hechos alternadamente y con una distancia no menor a veinticuatro (24) diámetros para varillas de compresión y treinta y seis (36) diámetros para varillas de tracción. No más de la tercera parte de las barras se podrán empalmar en una misma zona, manteniendo los espaciamientos mínimos especificados.

La malla de alambre electrosoldada usada como refuerzo, debe ser desdoblada antes de ponerla en obra, entonces será colocada en posición correcta y firmemente asegurada, con vinchas de fijación para impedir cualquier movimiento vertical o transversal, utilizando medios aprobados por la Fiscalización. Donde sea necesario empalmar la malla de refuerzo, ésta se debe traslapar un mínimo de 20 cm.

La Fiscalización realizará una inspección final de cada armadura, antes de iniciar el hormigonado y verificará que el acero de refuerzo se haya instalado de acuerdo a los planos vigentes aprobados para la construcción y que estén limpios de: Óxido suelto, aceite, mortero seco o cualquier otra sustancia que perjudique la adherencia. El Contratista no podrá iniciar el hormigonado sin haber recibido la aprobación por parte de la Fiscalización.

Medición y forma de pago

La ejecución de estos trabajos, se pagará dentro de los rubros pozos, cajas de revisión y cotizados en la Tabla de Cantidades y Precios. Estos precios unitarios deben incluir, los costos de: mano de obra, equipos y herramientas; el suministro y transporte de todos los materiales hasta el sitio de la obra; el transporte hasta el sitio de instalación; el montaje, la construcción, los elementos auxiliares necesarios; el almacenamiento; la carga y descarga; el suministro y transporte de muestras, los ensayos de laboratorio; la preparación de planillas y planos de detalle; todas las facilidades necesarias para la correcta y completa ejecución de los trabajos; las utilidades y gastos generales del Contratista.

Si adicionalmente a los materiales descritos en esta sección, se requieren otros para completar el trabajo, estos serán suministrados por el Contratista, y su costo debe estar incluido en los precios unitarios de los ítems en los cuales dichos materiales son requeridos.



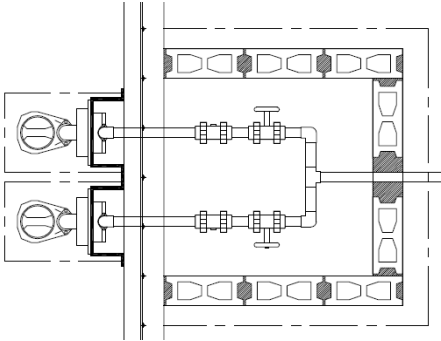
6.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

A continuación se describen las dimensiones y especificaciones técnicas de la obra civil que compondrán cada una de las unidades que integran las plantas de tratamientos.

6.2.1 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA CRUDA

Implementada ya que el agua cruda no pueda llegar por gravedad hasta la Planta de Tratamiento de Agua Residual.

La cámara de la estación de bombeo, servirá para recoger las aguas crudas, ecualizarlas y después serán bombeadas hacia la planta de tratamiento de agua

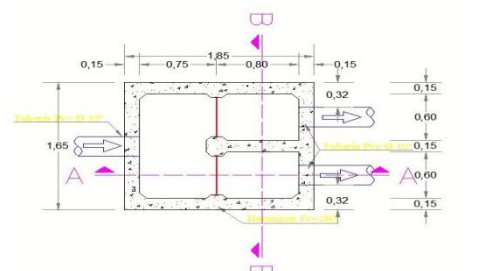
<i>Estación de Bombeo</i>		
Volumen	15 m ³	
Limpieza	Manual	
Material	Concreto Reforzado	

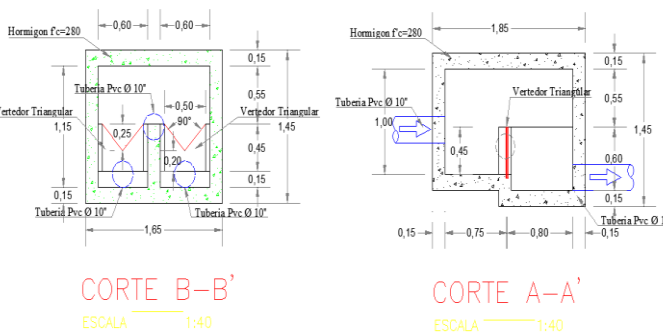




6.2.2 Cámara Distribuidora de Caudales.

Este canal es un aforador que está ubicado después de la estación de bombeo con una distancia apropiada para mantener una distribución adecuada del flujo de agua para el cual se diseñaron las unidades siguientes.

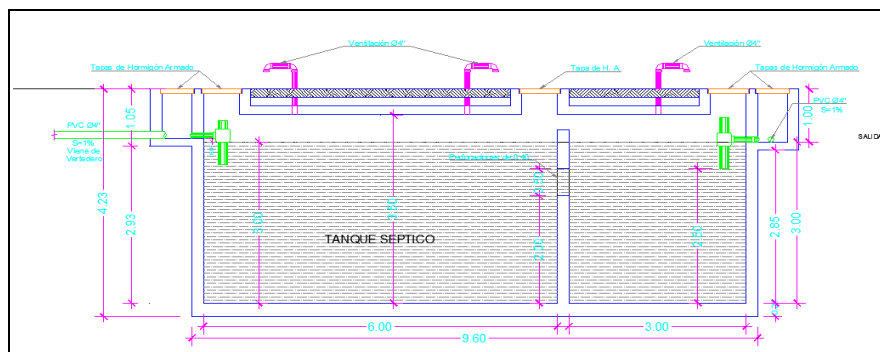
Caja distribuidora		
Volumen mínimo	3,60 m ³	
Limpieza	Manual	
Material	Mamposteria	



6.2.3 Tratamiento Primario (Tanque Séptico).

El tanque séptico es la unidad fundamental del sistema de fosa séptica ya que en este se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple; además se realiza en su interior lo que se conoce como PROCESO SEPTICO. El tanque séptico deberá ser construido con las dimensiones establecidas en los planos.

Características del Tanque Séptico					
Volumen por cada cámara	V=	105	m ³		
Dimensiones de cada tanque	A=	35	m ²		
	h=	3.00	m		
Material de composición	Concreto reforzado				



6.2.4 Tratamiento Secundario.

El tratamiento secundario tiene como objetivo la estabilización y remoción de la materia orgánica presente en el agua así como los sólidos suspendidos. La etapa de tratamiento secundaria estará integrada por tanque de aireación, decantador o clarificador secundario, lechos de secado y cámara de desinfección.

- **Tanque de Aireación.**

Depósito en el cual se suministra el oxígeno, por medio de la introducción de aire, el cual es necesario para tratamiento biológico aeróbico. El tanque de aireación estará compuesto de dos cámaras con las siguientes dimensiones hidráulicas para cada cámara:

<i>Características del tanque de aireación</i>			
Volumen por cada cámara	V=	168,45	m ³
Dimensiones de cada tanque	A=	48,13	m ²
	H=	3,50	m
Material de composición	Concreto reforzado		



- **Clarificador Secundario.**

Unidad en el cual se separan por sedimentación los sólidos (lodos) del agua tratada. Los sólidos captados son recirculados al tanque de aireación y el exceso se envía al tanque de lodos.

El clarificador secundario será de planta circular. Las dimensiones hidráulicas de la cámara son las siguientes (el volumen no contempla la tolva de lodo):



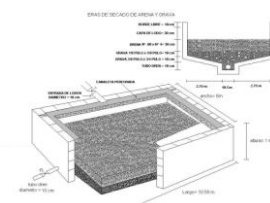
<i>Características del clarificador</i>			
<i>Volumen</i>	V=	73,50	m ³
<i>Dimensiones del tanque</i>	A=	22.06	m ²
	H _L =	3.00	m
<i>Material composición</i>	de	Concreto reforzada	





6.2.5 Eras o patios de secado (Deshidratación solar e infiltración).

Para la deshidratación de los lodos emplearemos lechos de forma cuadrada poco profundos, con fondo poroso colocado sobre un sistema de drenaje.

<i>Eras o patios de sacados</i>		
Características	Material de construcción de mampostería. Fondo de la eras material filtrante provisto de geotextil impermeable. Lixiviado recirculado hacia el tanque de aireación	



6.2.6 Tanque de Desinfección.

El agua tratada se conduce a este tanque donde se le aplica una dosis de radiación UV adecuada para la eliminación de microorganismos patógenos. Las dimensiones hidráulicas son las siguientes:

<i>Características del tanque de desinfección</i>		
Volumen	10 m ³	
Material	Acero inoxidable AISI 316	





6.3 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES QUE COMPONEN LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Los equipos que estarán incorporados en cada una de las unidades que integran el sistema de tratamiento son las siguientes:

6.3.1 Equipos que integran la planta de tratamiento.

Equipos de que dispondrá el sistema de lodo activados.

- Equipo dúplex de blowers o compresores de baja presión
- Tubería de conducción y distribución del aire
- Difusores de membrana de burbujas fina
- Sistema de recirculación del lodos
- Skimmer o removedores de flotantes
- Baffle de entrada en la cámara de sedimentación
- Mampara de salida en la cámara de sedimentación
- Vertederos de salida en la cámara de sedimentación
- Sistema de desinfección por bombas dosificación de solución de cloro.
- Sistema de deshidratación mecánica de lodo. (opcional)



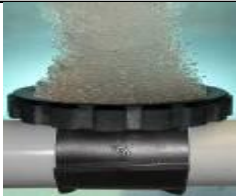
6.3.2 Equipos que integran el sistema de lodos activados y sistema de desinfección.

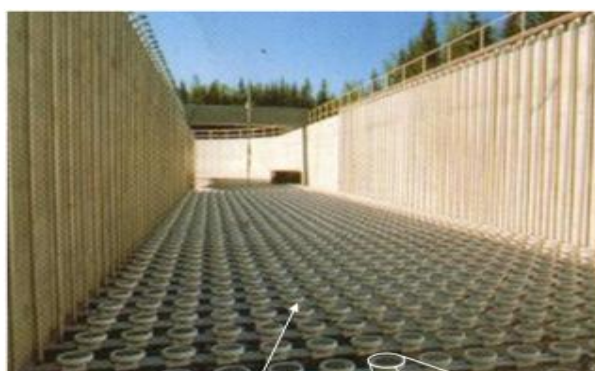
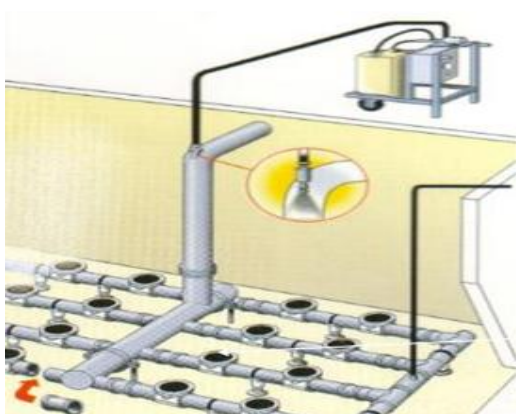
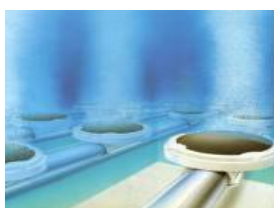
Equipos de que dispondrá el sistema de lodo activados.

Sopladores o Blowers		
Marca:	Tuthill (USA)	
Características:	Base conjunta soplador, motor y accesorios. Filtro de succión. Silenciador de descarga. Válvula de alivio. Transmisión por correas y poleas. Cubre transmisión según OSHA.	
Potencia	20.0 HP/15 kw c/u. 230/460 3 Ph 60 Hz	
Cantidad:	Uno en operación, uno en stand by	





Difusores		
Marca:	Environmental Dynamics Inc.	
Tipo:	Membrana / burbuja fina de alta eficiencia SH Retráctiles	
Cantidad:	Ciento cincuenta difusores	



Difusores



Bomba Airlift para sistema de recirculación y Skinner par remoción de flotante.		
Marca:	HIDROTECNIA	
Características:	• Tubería vertical de PVC. • Tubería de recirculación en PVC	
Cantidad:	Cuatro airlifts Tres skimmers	



Bomba evacuadora de lodos		
Marca:	Sta – Rite / ABS Scavenger	
Potencia:	½ HP/0.375 kW 2 HP / 1.5 KW	
Impulsor:	Vortex	
Cantidad	Tres Bombas: Una bomba para evacuación de Lodos Dos bombas para Estación de Bombeo (una en operación la segunda de respaldo)	

6.3.3 Sistema de Control.

Panel de Control con su Micro PLC		
Sistema	Sistema de control de la planta. PLC con componentes Schneider Electric.	
Características	Incluye: arrancadores, guarda motor, medidor de voltaje y amperaje, protección de sobrecarga de los equipos, microPLC. Sistema de apagado “push botton” paro de emergencia, diseñado para operar en función automático y manual.	



CALIDAD DE AGUA A LA ENTRADA DEL SISTEMA



CALIDAD DE AGUA EN LA SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.





CAPITULO 7

PRESUPUESTO REFERENCIAL

7.1 PRESUPUESTO

En este capítulo se abordara el presupuesto de construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el recinto El Prado perteneciente a la Parroquia Limonal del cantón Daule, provincia del Guayas.

Este presupuesto servirá para tener una idea del costo del proyecto si se lo llegase a construir.

El presupuesto total del proyecto, es el costo de la obra más el 19% de costos indirectos, los que incluye el margen de utilidad que va a tener el contratista.

El presupuesto total de la obra es de: **CIENTO CUARENTA MIL NOVECIENTOS SESENTA UN CON 69/100 DOLARES AMERICANOS.**

Los costos de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales domesticas, dependen de variables como tamaño de la planta depuradora, necesidad de personal, frecuencia del mantenimiento, control del funcionamiento, programa de capacitación, herramientas.

Los costos de operación y mantenimiento estarán contemplados en el presupuesto anual del Gobierno Municipal del Cantón Naranjal.

En la tabla siguiente se muestra el presupuesto referencial del proyecto.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN
EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROPONENTE:

Héctor Alexander Tutillo

PROYECTO:

Planta de Tratamiento Aireación Extendida Recinto El Prado

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

FECHA:

ABRIL 26 DEL 2012

PÁG. 1

DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL RUBRO
<u>I.- TANQUE SEPTICO</u>					
Replanteo y Nivelación	m ²	57,00	2,37	135,09	
Desbroce y Limpieza	m ²	71,00	0,80	56,80	
Excavacion a Maquina	m ³	235,70	4,99	1.176,14	
Desalojo de Material	m ³	235,70	3,37	794,31	
Hormigon Simple $f_c=210$ kg/cm ⁴	m ³	89,50	123,02	11.010,29	
Encofrado	m ²	273,52	3,01	823,30	
Acero de Refuerzo	Kg	553,59	1,94	1.073,96	
Enlucido e Impermeabilizacion	m ²	315,30	8,35	2.632,76	
Sum. Inst. Tuberia Pvc 4"	m	10,50	20,06	210,63	
Sum. Accesorios Varios	GLB	1,00	250,00	250,00	
Tapas de hormigon 0,5x0,6x0,12, - con platinas	U	7,00	140,01	980,07	
Tapas de hormigon 0,5x0,5x0,12, - con Platinas	U	5,00	120,47	602,35	
Provisión e Instalación tubería PVC Doble pared estructural D=160mm.	ml	4,00	15,19	60,76	
					\$ 19.806,46
<u>II.- Reactor Aerobio</u>					
Desbroce y Limpieza	m ²	76,75	1,33	102,08	
Replanteo y Nivelación	m ²	76,75	1,13	86,73	
Excavacion a Maquina	m ³	95,94	4,99	478,74	
Empedrado Base e=15cm	m ²	25,00	4,12	103,00	
Replantillo H.S. $F'C=180$ Kg/Cm ² E=3Cm	m ³	2,30	1,10	2,53	
Hormigón estructural armado $f_c=240$ kg/cm ² .	m ³	28,00	488,12	13.667,36	
Champeado Mortero 1:2	m ²	89,52	7,56	676,77	
Enlucido Interior + Impermeabilizante	m ²	89,52	8,35	747,49	
Enlucido Exterior	m ²	66,85	6,35	424,50	
Pintura	m ²	66,85	3,21	214,59	
Entrada Al Reactor	GLB	2,00	216,09	432,18	
Desague del Reactor	GLB	2,00	425,51	851,02	
Salida del Reactor	GLB	2,00	64,09	128,18	
Sistema de Provision de Oxígeno	GLB	2,00	23,38	46,76	
					\$ 17.961,92
<u>III.- Sedimentador Secundario</u>					
Desbroce y Limpieza	m ²	53,83	1,33	71,59	
Replanteo y Nivelación	m ²	53,83	1,13	60,83	
Excavacion a Maquina	m ³	188,40	4,99	940,12	
Empedrado Base e=15cm	m ²	25,00	4,12	103,00	
Replantillo H.S. $F'C=180$ Kg/Cm ² E=3Cm	m ³	1,62	1,10	1,78	
Hormigón estructural armado $f_c=240$ kg/cm ² .	m ³	19,10	488,12	9.323,09	
Encofrado Circular (Pared)	m ²	63,18	22,40	1.415,23	
Malla Electrosoldada 10X10X4	m ²	63,18	7,08	447,31	
Champeado Mortero 1:2	m ²	63,18	7,56	477,64	
Enlucido Interior + Impermeabilizante	m ²	79,52	8,35	663,99	
Enlucido Exterior	m ²	63,18	6,35	401,19	
Pintura	m ²	63,18	3,21	202,81	
					\$ 14.108,59
<u>IV.- Lecho de Secado</u>					
Desbroce y Limpieza	m ²	302,75	1,33	402,66	
Replanteo y Nivelación	m ²	302,75	1,13	342,11	
Excavacion a Maquina	m ³	454,13	4,72	2.143,47	
Empedrado Base e=15cm	m ²	302,75	4,12	1.247,33	
Encofrado Recto	m ²	199,20	12,87	2.563,70	
Hormigon Simple $F'C=210$ Kg/Cm ²	m ³	39,12	144,13	5.638,37	
Acero De Refuerzo $F_y=4200$ Kg/Cm ²	kg	866,98	1,94	1.681,94	
Enlucido Interior + Impermeabilizante	m ²	291,60	8,35	2.434,86	
Sum. Inst. Tuberia Pvc Desague 200 Mm	m	16,20	20,07	325,13	
Pintura	m ²	99,60	3,21	319,72	
					\$ 17.099,29



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN
EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROPONENTE:

Héctor Alexander Tutillo

PROYECTO:

Planta de Tratamiento Aireación Extendida Recinto El Prado

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

FECHA:

ABRIL 26 DEL 2012

PÁG. 2

DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL RUBRO
V.- Cerramiento Planta de Tratamiento					
Pared de bloque visto de 10x20x40cm hp=2.6m	m ²	300,00	18,03	5.409,00	
Pilaretes de H.A de 20x20 cm F ^o C=210kg/cm ²	U	36,00	80,82	2.909,52	
Riostra tipo muro con piedra y hormigon ciclopio 0,30x0,20	ml	110,00	54,83	6.031,30	
Vigueta de amarre H.A de 15x15 F ^o C=210 KG/CM ²	ml	110,00	35,31	3.884,10	
Poteccion de Alambre de pua Moto - 3 filas, sobre pared	ml	330,00	8,38	2.765,40	
Poste Hg D=1 1/2" L = 2.25 M	U	15,00	12,18	182,70	
Proteccion sobre pared con soportes para alambre con Tubo de 1 1/2"	ml	40,00	31,46	1.258,40	
Garvanizado +Accesorios					
Excavacion	m ³	40,00	5,03	201,20	
Relleno material del sitio	m ³	20,00	2,59	51,80	
Puerta metalica corrediza de 2,50x3m	U	1,00	1.856,10	1.856,10	
Pintura	m ²	526,00	3,21	1.688,46	
					\$ 26.237,98
VI.- Caseta / Oficina					
Bloque De 10 Cm.	m ²	40,00	17,00	680,00	
Corchado Mamposteria	ml	8,00	4,00	32,00	
Enlucido De Mamposteria	m ²	80,00	12,00	960,00	
Filos De Enlucidos	ml	16,00	5,00	80,00	
Empaste Mamposteria	m ²	80,00	5,00	400,00	
Ceramica Pisos	m ²	9,00	29,00	261,00	
Cubierta	m ²	12,00	19,00	228,00	
Puerta De Laurel	u	1,00	228,00	228,00	
Desague Aa.Ss.	PTO.	2,00	30,00	60,00	
Instalaciones De Agua Potable	PTO.	2,00	24,00	48,00	
Tuberia De Desague 50 Mm.	ml	6,00	14,00	84,00	
Rejilla De Pisos	u	1,00	8,00	8,00	
Inodoros	u	1,00	106,00	106,00	
Lavamanos	u	1,00	85,00	85,00	
Accesorios De Baños	GBL.	1,00	38,00	38,00	
Tuberia De Diámetro 3/4 Aa.Pp.	ml	10,00	200,00	2.000,00	
Cajas De Revisiòn	u	2,00	138,00	276,00	
Sumin.E Instal. De Tub.De Pvc De Presiòn De 1Mpa D=160 Mm.	ml	50,00	20,00	1.000,00	
Sumin.E Instal. De Tub. Perfiladadesague D= 200 Mm.	ml	60,00	36,00	2.160,00	
Pozos De Revisiòn Secundaria	u	6,00	1.332,00	7.992,00	
Pozo De Revisiòn Principal	u	2,00	1.569,00	3.138,00	
Sistema Electrico	GBL.	1,00	9.017,00	9.017,00	
					\$ 28.881,00
VIII.- Plan de Manejo Ambiental (Mitigación Ambiental)					
Hojas Volantes Informativas	U	300,00	0,21	63,00	
Humedecimiento de Tierra	U	10,00	26,51	265,10	
Pasos peatonales de Madera	U	9,00	14,71	132,39	
Letreros Informativos	U	2,00	98,07	196,14	
Implementos de Protección	U	10,00	52,96	529,60	
Señalización	U	9,00	29,08	261,72	
Barreras de Protección para Zanjas	M	421,00	0,62	261,02	
Botiquin de Primeros Auxilios	U	1,00	53,55	53,55	
					\$ 1.762,52
				SUBTOTAL	\$ 125.857,76
				IVA 12%	\$ 15.102,93
				SUMA TOTAL	\$ 140.960,69

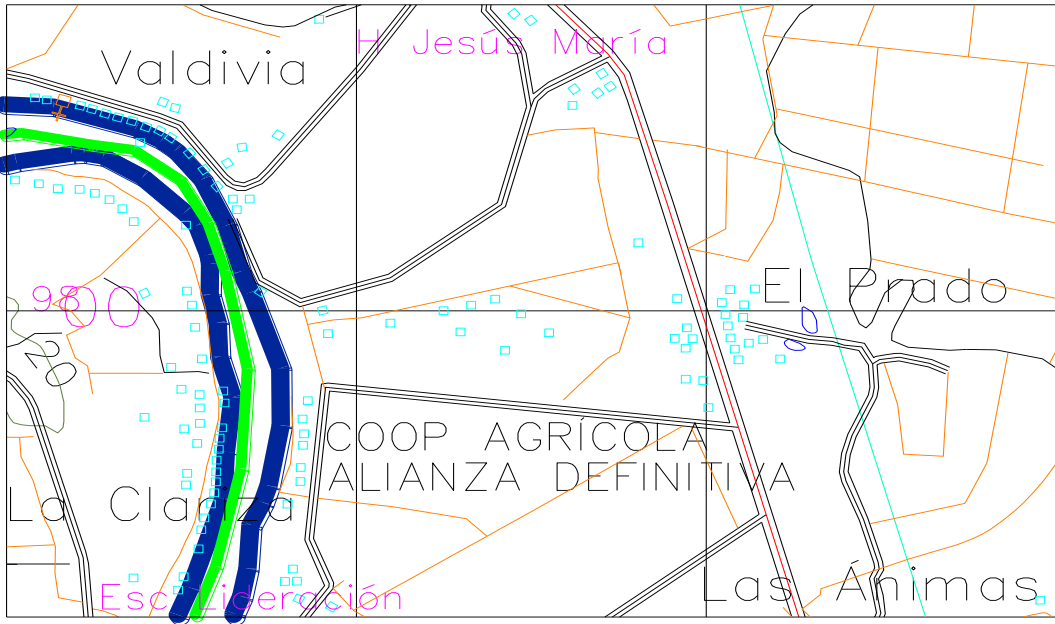
PRECIO TOTAL DE LA OBRA: CIENTO CUARENTA MIL NOVECIENTOS SESENTA UN CON 69/100 DOLARES AMERICANOS.



CAPITULO 8

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 ANTECEDENTES

NOMBRE	Ficha Ambiental del Recinto "El Prado"
COORDENADAS UTM	X 613123,39 Y 9799933,51
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	Latitud 01° 41' 58,79" S Longitud 79° 58' 55,16" W Altura 17.145
PROVINCIA	Guayas
CANTÓN	Daule
PARROQUIA	Limonal
RECINTO	El Prado
Ver Anexo N° : Cartografía. Mapa 1: Mapa de Ubicación General y División Política.	
	
INFORMACIÓN	
RAZÓN SOCIAL	
REPRESENTANTE LEGAL	Sr. Héctor Alexander Tutillo Zambrano
DIRECCIÓN	Sauces 4 Mz. 367 Villa 34
TELÉFONOS / FAX	2822368
CORREO ELECTRÓNICO	hectortutillo@vrp.com.ec



El presente estudio y diseño de factibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales del recinto El Prado perteneciente a la Parroquia Limonal del cantón Daule de la provincia del Guayas, contiene la realización de los estudios de impactos ambientales. Este sector se dedica generalmente a la agricultura, entre sus mayores áreas de producción se destaca el cultivo de arroz entre otros.

Este estudio buscara medir y reducir los impactos ambientales dentro de las diversas causas que se producirán en su esquema, construcción, manipulación y mantenimientos.

Enfrentar las dificultades de contaminación que puedan existir, para así buscar soluciones mediante estudios técnicos, profesionales.

Las opciones se ajustaran con el fin de disminuir los costos totales consentidos, los valores ambientales, sociales y financieros, considerando las posibilidades de gestión, capacidad económica, y posibilidad institucional.

8.2 OBJETIVOS.

8.2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar y caracterizar el proyecto con el fin de establecer medidas ambientales específicas y contar con una herramienta de gestión del proyecto.

8.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Definir las áreas de influencia, directa e indirecta, del esquema de construcción del sistema de tratamiento, incluyendo caminos de acceso, campamentos y actividades generales de la construcción.

Establecer el estado de los componentes ambientales para el área de influencia del proyecto, con base en mediciones de campo, etc.

Aplicar un modelo de evaluación ambiental para identificar los posibles escenarios derivados de las actividades de construcción y retiro de las obras.

OBJETIVOS GENERALES		OBJETIVOS ESPECIFICOS	
OG1	DETERMINAR EN FORMA DETALLADA EL ESTADO O SITUACIÓN ACTUAL DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA DONDE SE IMPLANTARÁ EL PROYECTO.	OE-1A	Caracterizar las condiciones climáticas, geomorfológicas, geológicas, edafológicas, hidrológicas, niveles de ruido del área de influencia del proyecto
		OE-1B	Estimar el estado de conservación de las formaciones vegetales existentes en el área de influencia del proyecto
		OE-1C	Realizar un diagnóstico de las especies de fauna representativas del área del proyecto.
		OE-1D	Identificar las condiciones socioeconómicas y culturales de la población.
		OE-1E	Realizar un estudio con el fin de determinar la ausencia y/o presencia de vestigios arqueológicos o culturales.



OG2	DETERMINAR EL GRADO DE SENSIBILIDAD DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES Y SOCIALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO	OE-2A	Establecer el nivel de sensibilidad de los suelos y del recurso hídrico.
		OE-2B	Definir el grado de sensibilidad de los hábitats de flora y fauna
		OE-2C	Determinar las condiciones de sensibilidad de los factores socioeconómicos.
OG3	DEFINIR LA BASE PRELIMINAR DEL ANÁLISIS DE RIESGOS GENERAL EN EL CUAL SE IDENTIFICARÁN LOS POTENCIALES ELEMENTOS QUE PODRÍAN SER CAUSA DE RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS.	OE-3A	Determinar de forma general y preliminar los riesgos que el proyecto generaría sobre el ambiente.
		OE-3B	Determinar de forma general y preliminar los riesgos que el ambiente generaría sobre el proyecto
		OE-3C	Diseñar planes o programas específicos para trabajar en áreas.
OG4.	EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS QUE PUDIERAN OCASIONAR LAS OBRAS PRINCIPALES Y COMPLEMENTARIAS.	OE-4A	Evaluar los potenciales impactos que las actividades del proyecto van a generar en el ambiente.
OG5	DISEÑAR UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA), CON LAS CORRESPONDIENTES MEDIDAS DE PREVENCIÓN, CONTROL, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN, REHABILITACIÓN Y CONTINGENCIAS, PARA EVITAR, MINIMIZAR O MITIGAR LOS EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE, BUSCANDO LA MEJOR FORMA DE INTEGRAR EL PROYECTO AL AMBIENTE	OE-5A	Identificar y seleccionar las medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos de carácter significativo, así como para potenciar los impactos ambientales positivos sobre los componentes abióticos.
		OE-5B	Identificar y seleccionar las medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos de carácter significativo, así como para potenciar los impactos ambientales positivos sobre los componentes bióticos.
		OE-5C	Identificar y seleccionar las medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos de carácter significativo, así como para potenciar los impactos ambientales positivos sobre los componentes socioculturales.
OG6	CUMPLIR CON EL MARCO LEGAL AMBIENTAL QUE RIGE LAS ACTIVIDADES SANITARIAS.	OE-6A	Cumplir con el marco legal ambiental general y específico que rigen actualmente.
OG7	FACILITAR LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LOS MOMENTOS Y TÉRMINOS ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVA VIGENTE Y EVALUAR EL NIVEL DE ACEPTACIÓN POR PARTE DE LAS COMUNIDADES Y POBLACIONES	OE-7A	Identificar posibles conflictos socioeconómicos y culturales, que en un determinado momento puedan afectar la implementación del proyecto, así como los principales actores sociales que puedan percibirse a si mismos como afectados por la presencia del proyecto.

8.2.3 ALCANCE Y ÁMBITO TECNICO

El presente estudio de impacto ambiental contempla lo establecido en el Artículo 24 del Libro VI – De la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental, que establece lo siguiente: “El estudio de impacto ambiental se realizara bajo responsabilidad



del promotor y conforme al artículo 17 de este título y las regulaciones específicas del correspondiente subsistema de evaluación de impactos ambientales sectorial o seccional acreditado”.

A continuación se presentan los alcances que tiene el proyecto:

Alcance geográfico: Constituido por las instalaciones que son parte de este proyecto.

Alcance técnico: Constituido por las actividades para la construcción del Sistema de Tratamiento para establecer las especificaciones y/o medidas para minimizar los impactos potenciales.

Alcance específico: Constituido por el diagnóstico de los componentes: biótico, abiótico, socio – económico y cultural que forman parte del presente proyecto.

8.3 METODOLOGIA

- La propuesta metodológica que se plantea para el avance del actual trabajo, se manifiesta de las siguientes fases.
- Estudio, de la bibliografía y cartografía en la zona de estudio, acerca de los aspectos físicos, naturales y socioeconómicos. La recolección de la indagación básica del área de estudio debe contener los aspectos físicos y naturales tales como: climatología, hidrología, suelo entre otros. Además comprende aspectos socioculturales tales como: demográficos, población económicamente activa, servicios básicos como la educación y otra que sea de beneficio para lograr los objetivos del trabajo.
- Visitas de campo para confirmación de la autenticidad de los informes recopilados.
- La identificación de los impactos y formulación de las alternativas posibles.
- Elección de la alternativa óptima.

Una vez encontradas las opciones posibles para el estudio y diseño del plan del sistema de tratamiento de las aguas residuales del recinto “El Prado” se constituirán los impactos negativos. Para identificar la alternativa óptima desde el punto de vista ambiental.

- Elaboración del plan de manejo ambiental.

Una vez cumplido los pasos antes mencionados, se presenta un informe final del estudio ambiental del proyecto.

8.4 MARCO JURIDICO LEGAL AMBIENTAL E INSTITUCIONAL

Las políticas aplicables hoy en todos los países de desarrollo: dar prioridad a las acciones de mejoramiento de las condiciones de vida de la población. Se considera que la base de este progreso es la conservación de los ecosistemas, cuyo deterioro impedirá el cumplimiento de las metas propuestas.



Por otra parte, la integración del ambiente y el desarrollo conducirían al “mejoramiento de los estándares de vida para todos, a ecosistemas mejor protegidos y manejados hacia un futuro más seguro y próspero.

Todo proyecto de desarrollo deberá dar especial atención al impacto que puede ocasionar en el entorno ambiental.

8.4.1 MARCO LEGAL

CONSTITUCION POLITICA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR

TITULO I. Elementos Constitutivos del Estado

Capitulo Segundo. Derechos del buen vivir

Sección: Segunda Ambiente Sano

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

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art.15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzara en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectara el derecho al agua.

Capitulo Séptimo. Derechos de la Naturaleza

Art.71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

El Estado incentivara a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art.72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

Art.73.- El Estado aplicara medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Art.74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales nos serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.



Capítulo Noveno. Responsabilidades

Art.83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:

3. Defender la integridad territorial del Ecuador y sus Recursos Naturales.
6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los Recursos Naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

8.4.1.1 TITULO VII. REGIMEN DEL BUEN VIVIR Capítulo Segundo. Biodiversidad y Recursos Naturales

Art.395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizara un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. La política de gestión ambiental se aplicaran de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizara la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicaran en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art.396.- El Estado adoptara las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptara medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicara también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art.397.- En caso de daños ambientales el Estado actuara de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la



sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio.
La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejos sustentables de los Recursos Naturales.
3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.
4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.
5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Art.398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informara amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

Art.399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

Sección segunda. Biodiversidad

Art.400.- El estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizara con responsabilidad inter generacional.



Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país.

Sección tercera. Patrimonio natural y ecosistemas

Art.404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Art.405.- El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará a los otros sistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión.

Art.406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marino-costeros.

8.4.1.2 TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACION AMBIENTAL SECUNDARIA (TULAS)

El SUMA tiene como principios de acción:

En el Libro VI de la Calidad Ambiental, en donde se dan las pautas nacionales sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a través del reglamento denominado Sistema Único de Manejo Ambiental SUMA, que establece las directrices y condiciones que se deben aplicar para la obtención de la licencia ambiental, las instancias en las que se deberá realizar la consulta y participación ciudadana y los elementos básicos que se deben considerar para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

Complementariamente en este libro se destaca el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación que define los elementos regulatorios para la gestión ambiental de obras o actividades para evitar la contaminación ambiental de los recursos ambientales apoyándose de las Normas de Calidad Ambiental. Sus principales componentes en relación a los estudios de impacto ambiental son:

LIBRO I

Sistema Único de Manejo Ambiental.

LIBRO IV

Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

LIBRO VI – De la calidad ambiental:



Título I: Del Sistema Único de Manejo Ambiental

Título IV: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Título V: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación de Desechos Peligrosos.

Título VI: Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos.

Constan los siguientes Anexos:

Anexo 1: Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua

Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.

Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.

Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente.

Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.

Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Anexo 7: Listados nacionales de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador.

8.4.1.3 LEY DE GESTION AMBIENTAL

Publicado en el RO. No. 245 de 30/07/1999.

Capítulo IV. De la participación de las Instituciones del Estado. Art. 12. Define como obligaciones de las instituciones del Estado del sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia: Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del Ambiente.

Capítulo II. Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental. Art. 19. Las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

El artículo 21 establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo, planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

El artículo 23 define los componentes de la evaluación de impacto ambiental en los siguientes aspectos:

1. La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.

2. Las condiciones de tranquilidad pública tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,



3. La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico escénico y cultural.

El artículo 28 establece que los ciudadanos tienen derecho a participar en la gestión ambiental, a través de consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado.

También se expresa en el artículo 29 que los ciudadanos tendrán derecho a ser informados oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad que pueda producir impactos ambientales. A la par apareció el RO. 1040.

8.4.1.4 LEY DE PATRIMONIO CULTURAL

La tarea de velar por la protección del patrimonio cultural recae sobre el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

El Artículo 7 de la Ley de Patrimonio Cultural especifica que bienes son considerados pertenecientes al Patrimonio Cultural del Estado.

El Artículo 30 de la misma ley expresa: “En toda clase de exploraciones mineras, de movimientos de tierra para edificaciones, para construcciones viales o de otra naturaleza, lo mismo que en demoliciones de edificaciones quedan a salvo los derechos del Estado sobre los monumentos históricos, objetos de interés arqueológico y paleontológico que puedan hallarse en la superficie o subsuelo al realizarse los trabajos. Para estos casos, el contratista, administrador o inmediato responsable dará cuenta al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural y suspenderán las labores en el sitio donde se haya verificado el hallazgo”.

El Reglamento al Artículo 30 de la Ley de Patrimonio Cultural en su artículo 15 indica lo siguiente: “Todas las instituciones nacionales y seccionales, tales como Ministerios, Consejos Provinciales, Municipios, Entidades Autónomas y las de la Empresa Privada, que ejecuten proyectos de desarrollo que involucren la transformación del paisaje mediante el movimiento de tierra, inundación o recubrimiento de la superficie natural del terreno, o que analice, evalúen, financien y/o concedan permiso de construcción o ejecución de este tipo de proyectos a terceros, deberán asegurarse que en dichos proyectos se cumpla con lo dispuesto en este reglamento del artículo 30 de la Ley de Patrimonio Cultural”.

8.4.1.5 REGLAMENTO MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y TRABAJO.

Las disposiciones de este Reglamento, se aplican a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del ambiente laboral.

Resolución Oficial 741 del 10 de diciembre de 1990. Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo.

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto Ejecutivo 2393,



1986. publicado en el R. O. 565 del 17 de noviembre de Este reglamento se aplicara a toda actividad laboral puesto que su objetivo es la prevención, disminución o eliminación de los riesgos de trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Se aplicara también a todas las empresas públicas, según lo prescrito en su artículo 11. Los temas regulados por esta norma legal, en términos generales, hacen referencia a:

TITULO I Disposiciones generales.

TITULO II Normas relativas a las condiciones generales de los centros de trabajo, seguridad en el proyecto, seguridad estructural, servicios permanentes, instalaciones provisionales en campamentos.

TITULO III Regulaciones sobre maquinas, herramientas, instalaciones.

TITULO IV Manipulación y transporte de materiales, vehículos de carga, carretillas;

TITULO V. Protección colectiva, prevención de incendios, Señales de salida, prevención de incendios;

TITULO VI Protección personal en cráneo, cara, ojos, auditivas, vías respiratorias y otras.

TITULO VII Incentivos, responsabilidades y sanciones.

Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, resolución 172 Consejo Superior del IESS, 29 de septiembre de 1975.

Capítulo VIII: Señales Ambientales. Colores, Señales y Símbolos de Seguridad: NTE INEN 439: 1984. Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y salud de los trabajadores y personas en general que habiten en el sector del proyecto, así como para hacer frente a ciertas emergencias derivadas de las actividades del trabajo.

8.4.1.6 LEY DE RÉGIMEN PROVINCIAL (LEY 93-CL. RO 112: 10-02-1969)

Capítulo I, De su Constitución y Fines del Consejo Provincial, en el Art.3, en los literales

b) "Prestar servicios públicos de interés provincial, directamente o en colaboración con los organismos del Estado o de las Municipalidades"; y,

d) "Coordinar la acción de las municipalidades de la provincia, para fines de progreso común".

8.4.1.7 LEY DE RÉGIMEN MUNICIPAL (RO L SUPO 331 DEL 15 -10-1971)

En el Capítulo I, De los Fines Municipales:

Art. 12, numeral 2 expresa que se debe: "Planificar e impulsar el desarrollo físico del cantón y sus áreas urbanas y rurales".

Art. 15, numeral 1 expresa que: Entre las funciones primordiales del municipio está la dotación del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.

Capítulo I, De las Funciones de la Administración Municipal

Sección 2, De los Servicios Públicos



Art. 63.-En materia de servicios públicos a la administración municipal, literal c) "Proveer de agua potable y alcantarillado a las poblaciones del cantón, reglamentar su uso y disponer lo necesario para asegurar el abastecimiento y la distribución de agua de calidad adecuada y en calidad suficiente para el consumo público y el de los particulares;

Sección 2, Higiene y Asistencia Social

Art. 164.-En materia de higiene y asistencia social, la administración municipal coordinará su acción con la autoridad de salud;

a) Cuidar de la higiene y salubridad del cantón.

j) Velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental y especialmente de las que tiene relación con ruidos, olores desagradables, humo, gases tóxicos, polvo, emanaciones y demás factores que puedan afectar la salud y bienestar de la población.

8.4.1.8 LEY DE RÉGIMEN MUNICIPAL (RO L SUPO 331 DEL 15 -10-1971)

Art. 36.- Formas de participación local y comunitaria.- Sin perjuicio de otras formas de participación reconocidas en la constitución política y las leyes de la república, los alcaldes, prefectos provinciales y organismos de desarrollo regional, con la finalidad de lograr el desarrollo de la comunidad y mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las respectivas circunscripciones, promoverán e impulsarán la participación social e iniciativa popular a través de las siguientes entidades sociales territoriales:

- a) Comités Barriales,
- b) Federaciones Barriales y;
- c) Juntas Parroquiales.

Art. 37.- De los Comités Barriales.- Son organizaciones con personería jurídica. Su ámbito de acción estará delimitado físicamente por el consejo municipal dentro del territorio de su circunscripción parroquial. Su desenvolvimiento administrativo se sujetará a sus estatutos y reglamentos;

Corresponde a los Comités Barriales:

- Identificar, priorizar y cooperar en la planificación y ejecución de las obras de interés barrial,
- Cuidar por eficaz funcionamiento, mantenimiento, conservación y el más adecuado aprovechamiento de las obras y servicios públicos,
- Coparticipar en la evaluación de las obras y proyectos que benefician a la parroquia,
- Velar por la correcta, oportuna y eficiente ejecución de las obras públicas que se desarrollen en el barrio,
- Impulsar modalidades de cogestión para el desarrollo de la comunidad barrial,
- Informar periódicamente a su comunidad sobre las acciones que desarrollen en su representación,



- Promocionar y fomentar la auto gestión comunitaria enfocada a proyectos económicos productivos como los de servicio, comercialización, consumo y al trabajo comunitario, a través de mingas y otros; y,
- Las demás que le atribuye la ley.
- En cada barrio se reconocerá una sola representación. En caso de que surja más de un comité barrial, la junta parroquial dirimirá sobre la legitimidad del comité e informará al municipio respectivo.

ART. 40.- ATRIBUCIONES DE LAS JUNTAS PARROQUIALES.-

Corresponden a las juntas parroquiales rurales las siguientes atribuciones:

- Plantear al municipio, luego de receptar las propuestas de los comités o federaciones barriales, las obras y proyectos de trascendencia para la parroquia, con la finalidad de que sean incluidos, de acuerdo a su prioridad, en el plan de desarrollo municipal. Las solicitudes para la realización de obras o la prestación de servicios de la parroquia podrán ser canalizadas a través de las juntas parroquiales, las que describirán el proyecto u obra y proporcionarán al municipio los datos básicos para su estudio y posterior ejecución.
- Designar de entre sus miembros, comités de gestión y vigilancia encargados de evaluar la eficiencia, oportunidad y calidad de las obras y servicios en ejecución o a ejecutarse en la respectiva parroquia.
- Formular sugerencias respecto de los programas de obras de la respectiva administración municipal o provincial según sea el caso.
- Evaluar el cumplimiento de las obras que se ejecuten en la parroquia, en función del cronograma de ejecución respectivo y formular las propuestas del caso para su finalización.
- Informar periódicamente a su comunidad sobre las acciones que desarrollen en su representación.

8.4.2 MARCO INSTITUCIONAL

Este análisis muestra las relaciones que debe coexistir entre el recinto “El Prado” y las unidades interventoras del proyecto de investigación, que deben ser gubernamentales o provinciales, que pueden estar aplicadas en la función que se comprometería en cumplir el desarrollo y mantenimiento del proyecto.

La parte legal y el personal técnico con los que cuentan las entidades gubernamentales o provinciales hacen que sean los más aptos para llevar a cabo este proyecto, además de la disposición política de mejorar la calidad de vida de esta población, en todo lo que se representa en salud y desarrollo.

Una debilidad importante que hay que resaltar es la falta de coordinación que existe entre los diferentes organismos que están involucrados en el desarrollo de la zona, lo que hace que los recursos humanos y financieros disponibles en el sector se utilicen en forma aislada.



Se plantea que a mediano plazo, la junta parroquial de El Limonal del cantón Daule sea la unidad ejecutoria y que pueden cumplir con las siguientes acciones:

- 1.- Activar dispositivos de comunicación formal e informal entre los técnicos de los distintos organismos e instituciones que trabajan en áreas específicas.
- 2.- Aplicación de las fuentes de financiamiento y una contribución de los recursos.
- 3.- Facilitar relaciones con organismos de consultoría, y de investigación para proporcionar la mayor utilización de la información básica de los planes y proyectos existentes y los que se encuentran en estudio.
- 4.- Coordinación institucional permanente, que permitiría estabilidad funcional entre los cambios políticos y administrativos.

Para el actual proyecto del estudio, diseño del tratamiento de las aguas servidas el recinto "El Prado" los involucrados podrían ser:

Ministerio de Medio Ambiente.
Ministerio de Salud
Ministerio de Obras Públicas.
Consejo Provincial de Guayas.
Muy Ilustre Municipio de Daule.
Junta Parroquial de El Limonal.

8.4.3 OTROS CUERPOS LEGALES.

Ley de Aguas

Ley de Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, y su reglamento general de aplicación RAOH 1215.

Reglamento de Aplicación de los mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, Decreto Ejecutivo No.1040.

Decreto Ejecutivo 3327, Registro Oficial No.884 del 22 de Diciembre de 1995, referente a la protección del Ecosistema.

Decreto Ejecutivo 1802 de junio 7 de 1994, referente a las políticas bases ambientales del Ecuador, Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y de Vida Silvestre.

Decreto Ejecutivo 3516, publicado en el Registro Oficial RO-E2, marzo 30 del 2003, relacionado con las políticas básicas ambientales del Ecuador.

Ley orgánica del Régimen Municipal, en la contempla la delimitación de zonas rurales, ocupación de suelo y densidad poblacional.

8.5 LINEA BASE AMBIENTAL.

Cumpliendo con la normativa ambiental vigente, se ha elaborado la línea base ambiental, a fin de evaluar de manera integral la zona donde se desarrollará el "Proyecto de Alcantarillado Sanitario en el Recinto El Prado. De esta manera, se ha obtenido información tanto de aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales correspondientes al área de influencia tanto directa como indirecta del proyecto, lo que permitirá evaluar y cuantificar los probables impactos ambientales, negativos o positivos, atribuibles o derivados de las actividades del mismo.



Cabe señalar, que el medio ambiente lo constituye el entorno vital que nos rodea, es decir se conforma como el sistema integrado de elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí con el individuo y con la comunidad en que vive.

Para objeto de la realización del Estudio de Impacto Ambiental, es necesario que el ambiente sea entendido bajo criterios técnicos, es decir, que se traduzca a una serie de variables capaces de ser inventariadas, medidas, evaluadas, etc.

En vista de ello, para la elaboración de la línea base ambiental, se ha identificado una serie de variables que serán descritas, analizadas y evaluadas en los acápites siguientes, estas variables son denominadas: Factores Ambientales.

La línea base ambiental permite conocer y entender el entorno donde se desarrollará la actividad, por lo que es necesario evaluar o analizar el mismo, a través de las variables o los factores ambientales que lo conforman.

8.5.1 CARACTERIZACION DEL MEDIO FISICO.

❖ CLIMATOLOGIA

Ver conceptos Cap. 2: Pág. 07

❖ HUMEDAD

Ver conceptos Cap. 2: Pág. 07

❖ PRECIPITACION

Ver conceptos Cap. 2: Pág. 08

❖ TEMPARATURA

Ver conceptos Cap. 2: Pág. 07

❖ HELIOFONÍA

Ver conceptos Cap. 2: Pág. 08

❖ GEOLOGIA

El análisis geológico tiene como objetivo proveer una descripción detallada de la geología que aflora en el área de estudio. Como la geología de la zona no se verá afectada por el proyecto, la información recopilada se utilizó como base para el análisis de algunos de los aspectos físicos tales como: geomorfología, suelos e hidrogeología.

❖ SUELOS

Ver conceptos Cap. 2: Pág. 05



8.5.2 CARACTERIZACION DEL MEDIO BIOTICO

El área de estudio es un área intervenida que no presenta cobertura vegetal natural, excepto algunos individuos dispersos de especies pioneras en regeneración, la mayor parte de la superficie corresponde a viviendas combinadas con áreas para arrozales y vegetación de cultivo.

Razón por la cual al realizar las observaciones de flora y fauna silvestre, se hace referencia a los relictos mínimos de vegetación del área.

❖ FLORA

El área de estudio, se localiza entre los matorrales secos de las tierras bajas y los bosques semidecíduos o húmedos, va desde 50 a 200 m de altitud, también es importante la presencia de leguminosas.

El tipo de vegetación se lo determinó a partir de observaciones directas, referencias bibliográficas y entrevistas a los moradores. De acuerdo a todos los datos obtenidos en el área de estudio.

Previo a la fase de campo se realizaron consultas bibliográficas acerca de los ecosistemas actuales del área de estudio, para su posterior descripción, se encontró que las grandes zonas de vegetación son empleadas para la agricultura (arroz principalmente)

FOTO 9: ARROCERAS "EL PRADO"



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 22: PRINCIPALES ARBOLES DE "EL PRADO"

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN
Spondias Purpurea	Ciruelo
Mandifera Indica	Mango
Cordia Lutea	Muyuyo
Albizia Guachapele	Guachapeli

Fuente: Elaboración Propia



CUADRO 23: PRINCIPALES PRODUCTOS DE “EL PRADO”

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	FOTOGRAFIA
ORIZA SATIVA	Arroz	
ZEA MAY	Maíz	
THEOBROMA CACAO	Cacao	
MUSA PARADISIACA	Banana	
MUSA ACUMINATA	Plátano	



CITRUS LIMONUM RISSO	Limón	
PASSIFLORA EDULIS SIMS	Maracuyá	

❖ FAUNA

El área de estudio se encuentra dentro de una zona de importancia biológica para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial, el cual dentro de su descripción indica que está conformado por arrozales y áreas inundables, donde se congregan especies acuáticas residentes locales o migratorias.

En el sector de estudio se observaron agrupaciones arbóreas de importancia para el refugio de fauna nativa.

En El siguiente cuadro tenemos las especies animales más representativas de la zona de estudio.

CUADRO 24: PRINCIPALES ANIMALES DE “EL PRADO”

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	FOTOGRAFIA
EQUUS FERUS CABALLUS	Caballo	



STRUTHIO CAMELUS	Avestruz	
GALLIFORMES	Gallina	
TRICHOGLOSSUS HAEMATODUS	Loros	
SUBGEMBOS	Ganado	
JABALI	Cerdo	



CEBUS	Mono	
ORYCTOLAGUS CUNICULUS	Conejo	
CANIS FAMILIARIS	Perro	
FELIS CATUS	Gato	

Fuente: Elaboración Propia.

8.5.3 CARACTERIZACION DEL MEDIO SOCIAL, ECONOMICO Y CULTURAL.

8.5.4 UBICACIÓN GEOGRAFICA

Geográficamente recinto el Prado se encuentra ubicada en la latitud 1° 42'00" Sur y longitud 79° 58'40" Oeste, y limitada al este por el río Daule.

El recinto El Prado se encuentra ubicado a 52 Km de LA Ciudad de Guayaquil y a 2 km de la cabecera cantonal de la parroquia Limonal, su extensión territorial es aproximadamente 214 ha.



El acceso a esta población se puede realizar por la carretera de la Vía Daule la cual se encuentra en óptimas condiciones

GRAFICO 13.- UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL RECINTO "EL PRADO"



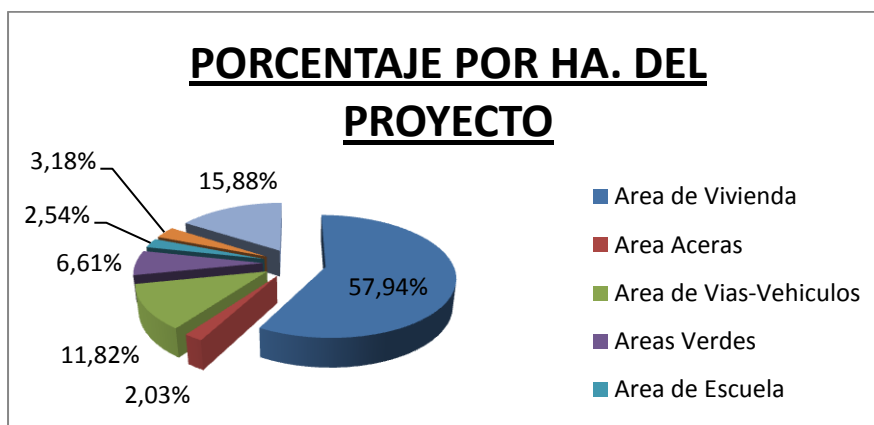
Fuente: Internet

8.5.5 Superficie del Terreno

Para este caso la densidad poblacional se realiza de acuerdo a un estudio perfectamente determinado y al área a servir en el futuro, se la elaborado un cuadro donde se tiene detallada el área del proyecto. Es de mencionar que la superficie total de la parroquia Limonal es más extensa, solamente se esta considerando la parte urbana.

En el siguiente cuadro se tiene resumido el área de proyecto, que se ha de utilizar en el siguiente estudio para el diseño del sistema y red de aguas servidas. Este proyecto está ubicado totalmente en una zona agrícola al norte del cantón Daule.

GRAFICO14: PORCENTAJE DEL AREA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia.



CUADRO 25: AREAS DEL PROYECTO A DESARROLLARSE.

Áreas	Ha	%
Área de Vivienda	4,56	57,94%
Área Aceras	0,16	2,03%
Área de Vías-Vehículos	0,93	11,82%
Áreas Verdes	0,52	6,61%
Área de Escuela	0,2	2,54%
Áreas Comunes	0,25	3,18%
Áreas Futuras	1,25	15,88%
Total de Área Urbanizada	7,87	100%

8.5.6 DEMOGRAFICO

Ver conceptos Cap. 2: Pág. 11.

Conocida la tasa de crecimiento y el periodo de diseño procedemos a calcular la población futura por el método descrito anteriormente.

Calculo de la población estimada para el año 2036.

Para adoptar la población futura se utilizó los datos censales del 2010, este cálculo se lo hizo con el Método Geométrico.

Población Futura = 675 hab. $(1+0.015)^{25} = 980$ hab.

Ver conceptos Cap. 4: Pag. 40.

8.5.7 ECONOMICO

La parroquia el Limonal sus condiciones Socio-Económicas en la actualidad son relativamente bajas, esto es, el índice de desarrollo es muy bajo, ya que carece de los servicios básicos sanitarios como son el agua potable y alcantarillado, vías, salud, vivienda, etc. Por lo que es necesaria y de suma importancia la construcción de estos servicios básicos, para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Los recursos económicos de mayor importancia para su desarrollo vienen de la agricultura, y de menor grado la ganadería.

La P.E.A (Población Económicamente Activa) de la parroquia Limonal es de 15 años y más, tiene un porcentaje del 20% identificada especialmente en las actividades productivas agropecuarias y en menor porcentaje a la jornalearía.

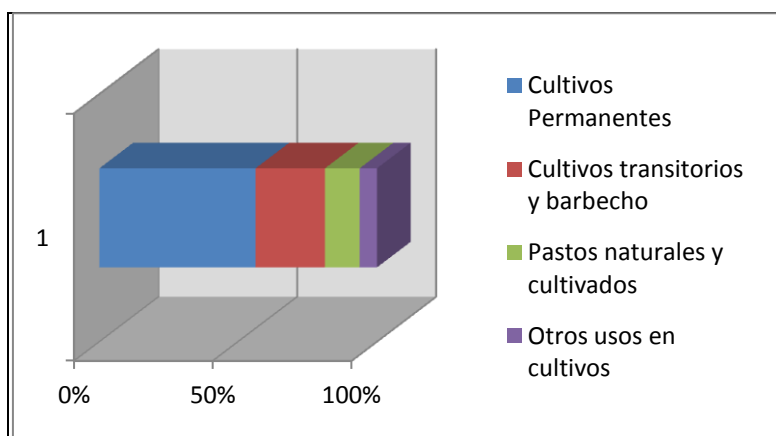
El ingreso promedio mensual en la actividad agropecuaria es de \$160.00 por mes.

FOTO 9: AGRICULTURA Y GANADERIA “EL PRADO”



Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO 17: USOS DEL SUELO DEL RECINTO EL PRADO.



Fuente: Elaboración Propia

Usos de la Tierra: En el recinto se observa una importante zona de producción agrícola, principalmente de arroz. También se observa la crianza de caballos, vacas, cerdos y gallinas.

8.5.8 SALUD Y SALUBRIDAD

Salud.

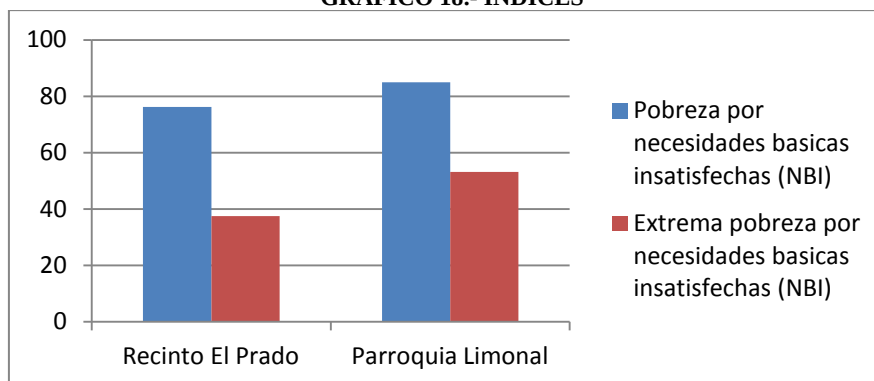
El servicio de salud es deficiente y de poca cobertura, en la cabecera parroquial, solo existe un sub-centro de salud. Las enfermedades más comunes que se presentan en el medio son las mencionadas a continuación: artritis, herpes, cáncer, diarrea, parasitosis, respiratorias y algunas personas tienen en su domicilio un miembro con discapacidades.

Educación.

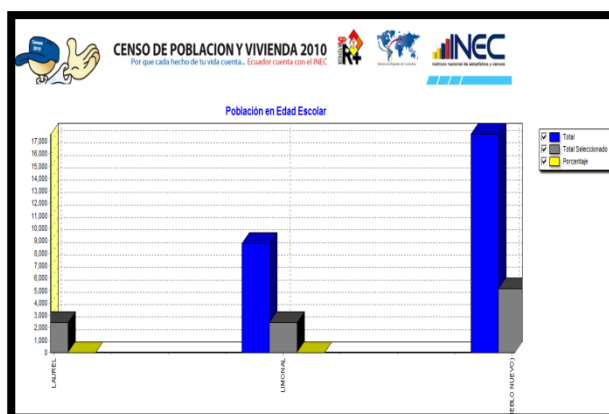
El recinto el Prado tiene un área de 214 ha. Se trata de una zona en la que predominan los cultivos de arroz.

La mayor parte de la población del recinto no satisface necesidades básicas; la pobreza es generalizada y la extrema pobreza incide a casi la mitad de la población del recinto.

GRAFICO 18.- INDICES



Fuente: Junta Parroquial El Limonal



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

A pesar de la cobertura que tiene el sistema educativo fiscal, aun se observa significativos porcentajes de población no integrada a la escuela o el colegio. El analfabetismo, en la población es mayor. Las aulas están generalmente, en estado regular. El déficit de material didáctico es generalizado.

8.6 DIAGNOSTICO Y ANALISIS AMBIENTAL, AREAS INFLUENCIA Y ANALISIS DE RIESGO

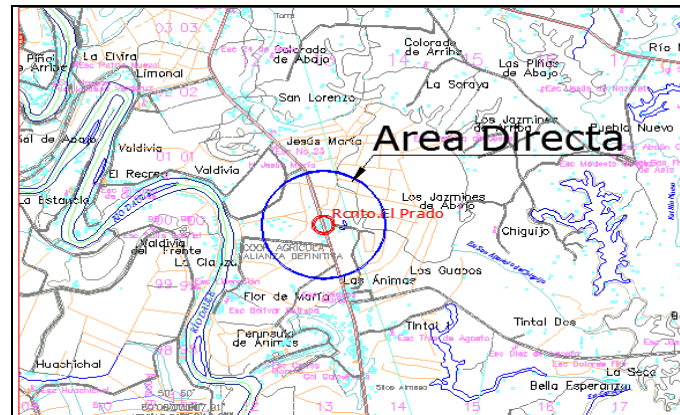
8.6.1 DETERMINACION DE AREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

La determinación del área de influencia se ha establecido en base a los aspectos biofísicos y socioeconómicos que puedan ser afectados por las actividades desarrolladas en las fases del proyecto.

El área de influencia directa, al ser un proyecto comunal, está representada por el recinto El Prado y, además consideramos como área directa de influencia al área donde se ubican la Planta de Tratamiento de aguas servidas.

Desde el punto de vista paisajístico, el área de influencia abarca una zona urbana consolidada como lo es El Prado, además, extensas zonas agrícolas, preferentemente

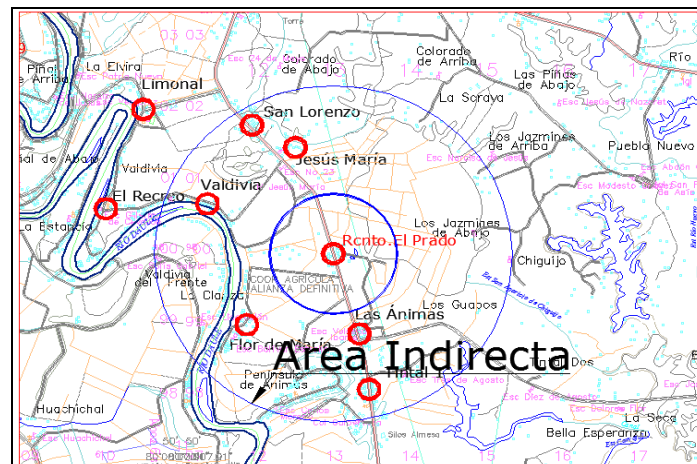
arrozales por lo que, la zona no reviste importancia para categorizarla como área prioritaria para conservación paisajística.



Fuente: Elaboración Propia

8.6.2 DETERMINACION DE AREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

En los alrededores del Recinto El Prado se encuentran situados otros asentamientos humanos como lo son San Lorenzo, Jesús María, Valdivia, Flor de María, Las Animas, Tintal 1, Los Guabos, Los Jazmines de Abajo, Península de las Animas que consideraremos Areas de Influencia Indirecta..



Fuente: Elaboración Propia

8.6.3 DETERMINACION DE AREAS SENSIBLES

Con el fin de establecer si el proyecto se lleva a cabo dentro de áreas sensibles y protegidas, se debe presentar documentación solicitada por el Ministerio del Ambiente para obtener el Certificado de Intersección para el Proyecto, con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) y Patrimonio Forestal de Estado. (PFE), donde indique que no intercepta ningún área de las antes mencionadas.



8.6.4 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.

La identificación y evaluación de impactos, se realizara mediante la aplicación de la matriz de Leopold. Para esto, en primer lugar se determinaran los factores ambientales que podrían afectarse y las acciones de la etapa de construcción y operación que pueden producir dichos impactos, luego de conocer los posibles impactos ambientales que podrían producirse en la implementación del proyecto, se determinara el Plan de Manejo Ambiental (PMA) con el fin de prevenir, mitigar y controlar dichas afectaciones. Este documento será debidamente sustentado y presentado mediante la utilización de tablas, acciones y recomendaciones.

8.6.5 IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La fase de identificación de los impactos ambientales es muy importante porque una vez conocidos los efectos se pueden valorar las consecuencias con más o menos precisión.

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó las listas de chequeo o verificación con una matriz causa – efecto de L. Leopold simplificada, lo que da como resultado una matriz de doble entrada que permite identificar las actividades del proyecto, y calificar los impactos negativos que estas producen sobre los factores ambientales que también son listados. Esta matriz se llenara mediante el trabajo de campo.

8.6.6 VALORACION CUALITATIVA Y CUANTITATIVA

El trabajo con la matriz empieza con la selección de las relaciones entre acciones y factores ambientales que se afectaran ubicando en la casilla correspondiente dos números separados por una diagonal. Uno indica “magnitud” de la alteración del factor ambiental correspondiente, y el otro “importancia” del mismo.

La magnitud es un valor que varía entre 1 y 10, donde 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado y, 1 la mínima. Este valor, además, va precedido por el signo positivo (+) si es un efecto benéfico, o el signo (-), si es decreciente.

La importancia se considera también en un escala entre 1 y 10, indicando que el 1 corresponde a una importancia menor, mientras que 10 es la mayor.

Rango de Impacto	
< 25	Impacto Compatible
25-50	Impacto Moderado
50-75	Impacto Severo
> 75	Critico



8.6.7 DEFINICION DE LOS ELEMENTOS AMBIENTALES

La metodología a emplearse en el estudio como primera evaluación tenemos que identificar los efectos ambientales que tendrán lugar en el desarrollo del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas.

El método a emplearse es el de las matrices diferenciales, que consiste en elaborar una matriz de doble entrada (filas y columnas) en el sector de las columnas se ubicaran los componentes ambientales estos componentes serían los que se verían afectados en la ejecución del proyecto, y en las filas estarán las actividades del proyecto.

Componentes Ambientales

MEDIO FÍSICO					MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO SOCIO ECONÓMICO				
SUELO	ATMOSFERA	AGUA	RUIDO	PAISAJE	FLORA	FAUNA	POBLACIÓN	TERRITORIO	CULTURA	SALUD	SEGURIDAD

Actividades del Proyecto

OBRAS PRELIMINARES CON MAQUIARIA
SEÑALIZACION DE LAS ÁREAS DE TRABAJO
EXCAVACIÓN Y DESALOJO CON MAQUINARIA
INSTALACIÓN DE TUBERIAS AA.SS
ALTERACION DE LAS ACTIVIDADES COTIDIANAS EN LAS ÁREAS A INTERVENIR
CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN AA.SS.
RELLENO Y COMPACTACIÓN DE TERRENO
CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO AA.SS.
CONECCIÓN A LAS RED DE AGUAS SERVIDAS
DESCARGA DE EFLUENTE DE PLANTA DE TRATAMIENTO POR INFILTRACION AL TERRENO
MANTENIMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AA.SS.
REPARACIÓN POSIBLES DAÑOS DE TUBERÍA



8.7 ELABORACION DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACION Y VALORACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El proyecto de diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales para el recinto El Prado, generan impactos que se encuentran valorizados en el siguiente cuadro. Esto se debe a que en el momento de la ejecución de la obra se produciría un impacto tanto en la construcción y posterior manejo del sistema a emplearse.

Los impactos negativos que afectarían las actividades, Debido a la emisión de polvo, gases y ruido en el transporte y colocación del material que producen las maquinarias pesadas, además tenemos que tener en cuenta en el momento del funcionamiento del sistema, el componente más afectado en la parroquia sería, la calidad del aire, la salud, seguridad de la comunidad y los riesgos laborales.

Los impactos negativos planteados no representan un problema de alto riesgo, estos pueden ser mitigados al cumplirse las medidas de mitigación.

Matriz con proyecto del estudio del Sistema de tratamiento de las aguas residuales del Recinto El Prado.

Magnitud			Actividades o Acciones del Proyecto												-	+			
			Importancia	Excavacion	Trabajos en Hormigón	Maquinaria	Inst. Tubería	Relleno	Patio de Operación	Descarga de Desechos	Mant.de Planta de Trat.								
Factores ambientales	Medio Físico	Aire	-4	5	6	3	3	2	-6	3					9	30	39		
			8	4	7	3	4	1	3										
		Agua	-2	7	1	6	1		-7					6	30	36			
			6	8	2	8	2		4										
		Suelo	-8	6	3	2	3	3	-5					4	24	28			
			1	7	3	2	4	3	4										
		Clima	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1				-4	15	11			
			2	2	2	2	2	2	2	2				1					
	Medio Biotico	Vegetación	-7	-3	4	3	-5	-8	-4					-20	35	15			
			7	4	5	2	6	7	4										
		Flora	-6	2	5	3	3		-3	-1				3	18	21			
			3	3	4	2	2		3	1									
	Fauna	-3	2	4	2	2	-3	-3	-1				0	24	24				
		3	3	5	3	3	3	3	1										
	Medio Socio-Economico	Cultural	2			2	1	2	2				9	5	14				
			1				1	1	1	1									
Economica		-3	-3	3	3	2	4	4				10	44	54					
		8	8	5	5	2	8	8											
	Población	-8	2	1	2	2	-6	-6				-13	42	29					
		9	7	1	4	3	9	9											
Valores de Impactos			-40	48	17	46	26	34	25	32	11	29	-5	34	-27	41	-3	3	27



8.8 FACTORES AMBIENTALES DETERIORADOS

8.8.1 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO

Una vez analizada la matriz de valoración de los impactos, se puede apreciar que las actividades del proyecto, alteran los factores ambientales en especial el Aire, debido a los movimientos de tierra necesarios para la instalación de tuberías y construcción del sistema de tratamiento, por la incorporación de material particulado en suspensión.

El nivel de ruido de la zona aumentará durante la fase de construcción del proyecto, por lo que influirá negativamente en el entorno; esto debido al funcionamiento de equipos para perforación y maquinaria pesada a su paso por el área.

8.8.2 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIOTICO

La flora se verá alterada, pese a ser un área con ciertos elementos arbustivos y arbóreos dispersos. Sin embargo estos se constituyen en fuente de alimento y refugio de ciertas especies de fauna que se han adaptado a estas condiciones, así mismo, cumplen la función protectora del suelo contra procesos erosivos y mejoran el entorno paisajístico.

La fauna es otro de los más afectados, producto del desbroce de vegetación y del ruido que se producirán durante la construcción con lo que se producirá la migración principalmente de las más sensibles. Sin embargo cabe destacar por ser especies de zonas abiertas no están bajo ninguna categoría de amenaza.

El paisaje podrá afectarse producto de la construcción del sistema de tratamiento e instalación de la tubería. Este factor se ve afectado por el movimiento de cantidades importantes de tierra y del desbroce de la vegetación. De la misma forma este factor en el momento en que se tenga la planta lista para su funcionamiento, se tendrá que mejorar el impacto visual con la revegetación del área circundante con el fin de formar una barrera natural y minimizar dicho impacto visual.



Foto. Fauna del recinto El Prado



8.8.3 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIOECONOMICO

Dentro del medio socioeconómico el factor que se verá afectado principalmente será la seguridad laboral, como también, salud de los pobladores producto de las emisiones de polvo, emanación de gases y partículas en suspensión, esto se producirá principalmente en la fase de construcción. El impacto por accidentes, se presentara en la fase construcción principalmente por las actividades constructivas por lo cual se deberán tomar todas las medidas de seguridad laboral. Con la ejecución de las obras contempladas en el proceso constructivo, se generara un número considerable de fuentes de trabajo, tanto para personal obrero, técnico y administrativo, contribuyendo a elevar el nivel de vida con el incremento de sus ingresos.

Las actividades del proyecto que afectaran potencialmente al entorno natural y socioeconómico son en especial en la fase de construcción que alteran directamente el factor Físico en espacial al aire y suelo, pero al mismo tiempo en esta fase como ya se lo menciono en apartados anteriores producirá la mayor cantidad de fuentes de empleo.

8.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental es la herramienta de aplicación sistemática de las medidas ambientales de mitigación, control, y prevención, que se equilibra para mitigar los impactos derivados en la fase de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Sistema de tratamiento de las Aguas Residuales del Recinto El Prado, parroquia Limonal, cantón Daule, provincia del Guayas.

Para el presente Plan de manejo Ambiental se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Implantar un Método de contingencia para ser empleado en caso de emergencias para una rápida y adecuada acción.

Disminuir los impactos sobre características presentes tanto en lo físico, biótico, socio-económico y cultural en el área del proyecto a desarrollarse ya que se ha convertido en otra puerta hacia el oriente lo cual generara más progreso para la zona.

Suministrar un instructivo para el manejo ambiental de las acciones del proyecto que deberá de ser seguido paso a paso.

8.10 MEDIDAS CORRECTIVAS

Unos de las trascendentales intenciones del EIA es identificar y valorar los impactos ambientales viables de una acción de un proyecto que se realiza en el presente y en el futuro.

Para alcanzar la exclusión o mitigación, minimización o la compensación de los impactos, se tomaran acciones que frecuentemente se denominan: medidas correctivas o correctoras o de corrección.



Medidas de corrección.- Deben ser valoradas a fin de incluir su costo dentro de la factibilidad económica del proyecto, debido a que frecuentemente su aplicación no está financiada y su ejecución no está garantizada.

Medidas de nulificación.- Es un trabajo que consiente la transformación total de un proyecto. Ejemplo modificación del trazado de una vía para impedir su paso por un espacio ecológicamente sensible (área natural), se emplea los primeros períodos de planificación, y en caso extremo envuelve la no realización del proyecto. A medida que avanzan las fases pierde su aplicabilidad.

Medidas de mitigación.- Son medidas que tiende a minimizar los impactos negativos a través de acciones subsidiarias y complementarias, estas últimas incrementan los presupuestos iniciales. Esto es aplicable en cualquier etapa del proyecto. Estas medidas pueden ser:

Técnicas.- Ejemplo iluminación nocturna para evitar accidentes de trabajo.

Legislación.- Como emitir ordenanzas para controlar el manejo de los desechos sólidos.

Medidas de Prevención.- Son medidas que tiende a evitar que sucedan los impactos negativos. Se diferencia a las medidas de mitigación en que son concebidas para prevenir los impactos negativos en vez de paliarlos.

Medias de compensación.- Existen impactos que no han podido ser ni prevenidos ni mitigados, por lo que es necesario compensar. Estas compensaciones pueden ser:

Indemnización.- Consiste en el pago de dinero o especies al afectado.

De Restitución.- Conjunto de acciones tendientes a dejar el ambiente en similares condiciones.

Medidas de contingencia.- Debe minimizar los daños ambientales que se producirán por fenómenos naturales como terremotos, erupciones volcánicas e inundaciones y que deben estar valorados en el E.I.A.

Medidas de estimulación.- Son aquellas acciones que permiten incrementar los impactos positivos y lograr optimización de un proyecto.

8.11 IMPACTOS NEGATIVOS ESPERADOS CON LA EJECUCION DEL PROYECTO

Los impactos negativos que se han analizado son tanto para la fase de construcción, operación y mantenimiento en el cuadro tenemos resumido lo siguiente:



IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDAS	RESPONSABLE	PRESUPUESTO
GENERACIÓN DE POLVO DURANTE LAS OBRAS PRELIMINARES DEL ALCANTARILLADO	1.- HUMEDecer EL TERRENO ANTES DE COMENZAR CON LOS TRABAJOS DE DESBROCE Y LIMPIEZA.	MITIGACIÓN - PREVENCIÓN	CONSTRUCTOR	1000
	2.- CUBRIR CON PLÁSTICO EL MATERIAL ÁRIDO O ESCOMBROSO QUE PUEDA ARASTRAR POR ACCIÓN DEL VIENTO			
	3.- UTILIZACIÓN DE MASCARILLAS PARA PROTECCIÓN DEL PERSONAL			
GASES, RUIDO Y VIBRACION GENERADO POR LAS MAQUINARIAS	1.- REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN ESPECIAL DE LAS VOLQUETAS.	MITIGACIÓN - PREVENCIÓN	CONSTRUCTOR	2500
	2.- OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE COMPACTADORES, MARTILLOS HIDRÁULICO, ETC.			
	3.- APAGAR LOS EQUIPOS QUE NO ESTEN FUNCIONANDO PARA DISMINUIR EMISIÓN DE GASES Y VIBRACIONES.			
	4.- REDUCIR EL RUIDO DESDE SU FUENTE, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ESCAPES, PARA EL CASO DE MAQUINARIAS, VEHÍCULOS PESADOS Y COMPACTADORES O SIMILARES QUE GENEREN VIBRACION UTILIZAR DISPOSITIVOS AMORTIGUADORES.			
ALTERACION DE LAS ACTIVIDADES COTIDIANAS EN LAS ÁREAS A INTERVENIR	1.-HABILITAR LAS ÁREAS DE CIRCULACIÓN DONDE SE ESTÁ TRABAJANDO PARA EVITAR INCONVENIENTES CON EL TRÁFICO VEHICULAR.	PREVENCIÓN	CONSTRUCTOR - FISCALIZADOR	2300
	2.- CONSTRUIR PUENTES PROVISIONALES SOBRE LAS ZANJAS PARA QUE LAS PERSONAS PUEDAN SALIR DE SUS HOGARES.			
INSALUBRIDAD	1.- INSTALAR BATERIAS MÓVILES, PARA QUE LOS TRABAJADORES REALICEN SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS.	MITIGACIÓN	CONSTRUCTOR - FISCALIZADOR	1800
ACCIDENTES QUE SE PRODUCEN DURANTE LA CONSTRUCCION	1.- PROVEER A LOS TRABAJADORES DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EVITAR ACCIDENTES.	PREVENCIÓN	CONSTRUCTOR - FISCALIZADOR	3500
	2.-CERCAR EL ÁREA DE TRABAJO CON CINTA DE SEGURIDAD.			
	3.- BOTIQUIN PARA EMERGENCIAS			
OBSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	1.- PLANIFICAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO	PREVENCIÓN	JUNTA DE RECURSOS HIDRÁULICOS - JUNTA PARROQUIAL	1800
	2.- REALIZAR MANTENIMIENTOS PERIODICOS DE LAS CAJAS Y CÁMARAS			
OBSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE LA P.T.A.R.	1.- PLANIFICAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA P.T.A.R.	PREVENCIÓN	JUNTA DE RECURSOS HIDRÁULICOS - JUNTA PARROQUIAL	1800
	2.-LIMPIEZAS PERIODICAS DE LA CRIBA Y TRAMPA DE GRASA.			
	3.- MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA CÁMARA SÉPTICA, RETROLAVADO DEL FILTRO ASCENDENTE.			

8.12 IMPACTOS POSITIVOS ESPERADOS CON LA EJECUCION DEL PROYECTO

Como es de conocimiento que toda obra de infraestructura de saneamiento ambiental, origina en la comunidad un mejor porvenir y desarrollo de los pueblos, en este caso el recinto El Prado siendo una comunidad agrícola, estos impactos positivos haría que esta población creciera tanto económicamente, como productivamente. A continuación detallamos algunos de los beneficios que causaría en esta parroquia:

- Habrá una reducción de las enfermedades en la población por una mejor evacuación de las AASS.
- Reducción por contaminación y mejoramiento de la calidad de vida.
- Incremento del costo de las propiedades urbanas servidas en este proyecto por una mejor calidad de vida.
- Disminución de la emigración de la población a ciudades más grandes.



8.13 RECOMENDACIONES AMBIENTALES

Para el plan de manejo ambiental Del Recinto El Prado debemos de indicar las medidas que se deben implantar para lograr un mejor desarrollo del proyecto, estas medidas no deben causar perjuicios ni molestias al medio donde se desarrolla el proyecto.

a. RECOMENDACIONES AMBIENTALES PREVIAS A LA FASE DE CONSTRUCCION

Instalación de campamento para proteger los equipos y materiales.

Instalar letrinas sanitarias móviles en el campamento, estas deben de garantizar que su evacuación será con toda la higiene que requiere esas letrinas.

Los obreros y personal técnico deben tener la vestimenta de trabajo adecuada.

Instalación de acometida eléctrica de tres fases, con las debidas seguridades para la etapa constructiva, en especial para la operación de los equipos como son los taladros, compresores, etc.

Establecer el lugar donde se debe ubicar el material de desalojo y depósito de basura que genera la construcción.

b. RECOMENDACIONES AMBIENTALES PARA LA FASE DE CONSTRUCCION

Para el caso de la expansión excesiva de polvo, se debe regar la parte donde se está realizando el trabajo para su pertinente vigilancia, esto puede ser durante el transporte o en el proceso constructivo.

Que la fiscalización exija al constructor, que su personal realice actividades sin poner en peligro su integridad física ni de los ciudadanos, sin perturbar el normal ejercicio de las actividades de la zona.

Toda el área del campamento deberá estar dotada de un sistema contra incendios compuestos por extintores de CO₂ y PQS de 20 libras de capacidad.

El personal de fiscalización podrá suspender cualquier trabajo si observara el incumplimiento, en el uso de los implementos de protección y solamente dispondrá su reanudación si se ha superado esa anomalía.

c. RECOMENDACIONES AMBIENTALES PARA LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

A continuación se muestran los aspectos de evaluación ambiental para los proyectos escogidos concernientes con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, esta evaluación cubre las fases de construcción y operación.

Los sistemas previstos requieren de un mantenimiento mínimo.

Inspección periódica de las cajas y cámaras de registros.

Limpieza y extracción de los sedimentos asentados en el interior de la misma por parte de la o las instituciones que se encarguen de su funcionamiento y mantenimiento.



Utilización del equipo y herramienta necesarios para el buen trabajo de la misma formando cuadrillas que tengan todos los conocimientos técnicos.

La cámara séptica requiere de una inspección visual semanal y la extracción de lodos digeridos se lo evacua con más facilidad, esto se debe a que contiene de 90 a 95 % de humedad.

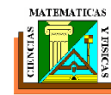
Establecer una guía de procedimientos para en caso de condiciones emergentes que pudieran presentarse ya sea producida por descuido o mal manejo de las instalaciones.

8.14 CONCLUSIONES AMBIENTALES

El proyecto de Estudio y Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas del Recinto El Prado, es parte del programa de Tesis de Grado en sanitaria de la Universidad de Guayaquil. Actualmente esta zona carece de servicios de alcantarillado sanitario como de tratamiento, sus excretas son depositadas en sistemas inadecuados, como consecuencia hay una situación muy comprometedora de salud pública y de contaminación del medio ambiente.

Las actividades de construcción ocasionaran complicaciones del tráfico, polvo, ruido y posibilidades de accidentes en el corto plazo de ejecución de la obra.

A largo plazo el proyecto mejorara la calidad de vida y salud pública de los residentes en el sector, beneficia el valor de la propiedad, en el corto plazo durante la fase de construcción, el proyecto ofrece beneficios de empleo en la construcción de la obra.

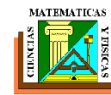


CAPITULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- El diseño y construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas es de gran significación, en localidades en vías de desarrollo, procreador de impactos positivos de toda índole, beneficiando a la población principalmente en lo social, económico y cultural.
- La parasitosis afecta a la población infantil. Su presencia se debe a la mala calidad del agua. Mediante el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales se mejorara el nivel de vida de moradores y se minimizara problemas de insalubridad.
- La ejecución de esta Propuesta permitirá que las aguas residuales de origen domestico del área urbana del recinto El Prado, tenga un tratamiento de sus afluentes y que una vez que ésta pase todas las unidades de tratamiento, los efluentes tendrán los contenidos de materia orgánica e inorgánica mínima y dentro de los rangos permisibles de la norma en consulta tanto de PH, temperatura, DBO, DQO, sólidos totales, grasas y aceites.
- La limpieza y mantenimiento periódico de cada unidad del proceso de tratamiento de aguas grises y negras, garantizará que el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas, garantizara que el sistema de tratamiento en conjunto opere de forma correcta con una máxima eficiencia.
- En el presente texto, además de detallar los trabajos de campo antes comentados, se incluye una introducción que expone la problemática global del tratamiento de aguas residuales, un marco teórico en el que se presenta la base fundamental para el diseño y cálculo de las instalaciones y una revisión critica del trabajo de campo realizado.
- De este modo, se plantea una visión global del problema del agua residual domestica y su posterior regeneración. Se ha pretendido, así mismo, que el texto pueda servir como manual de utilización sobre el terreno para usuarios locales o futuros cooperantes.
- El análisis del comportamiento de los sistemas de tratamiento por aireación refuerza el aprendizaje, en cuando a diseño de estos sistemas se refiere y conlleva la aplicación de conocimientos teóricos de la Ingeniería aplicada.
- A través del Ejercicio Profesional Supervisado se logra en cierta forma prestar un servicio a las comunidades rurales del país, por los beneficios que se obtienen, sin ningún costo para los pobladores. Además es de gran utilidad para el estudiante poder conocer la realidad de las comunidades rurales y buscar alternativas de solución a sus problemas.



9.2 RECOMENDACIONES

- La propuesta del tratamiento de aguas residuales domesticas, es para aguas de este origen, y no de aquellas que se originan por la industria, por lo tanto, se recomienda que al llegar una industria a la región, ésta le dé un previo tratamiento de desechos industrial antes de descargar al colector principal.
- Realizar la reforestación del lugar donde se propone la construcción de la Estación Depuradora de Aguas Residuales con árboles y arbustos originarios a la región; en la periferia de colocar a cada 5 m. árboles, en las áreas de acceso que comprende arriates plantar árboles de crotos y Ficus, en los sectores de terraplén se colocará grama variedad San Andrés. Con el fin de ambientar y disminuir los olores producidos por las aguas residuales se difundan en toda la zona.
- Se recomienda verificar que la empresa que realice la construcción del proyecto tenga la experiencia y conocimientos necesarios para evitar que el sistema tenga problemas de funcionamiento.
- Es necesario la instalación de un área de laboratorio para la realizar las pruebas de campo tales como: sólidos sedimentables (cono Imhoff), PH, temperatura, trazadores. La compra de equipo necesario para el laboratorio, en las pruebas de campo y laboratorio, llevando un registro periódico de estas pruebas, para corregir algún problema dentro de las unidades de tratamiento.
- Al construir el sistema de tratamiento propuesto debe seguirse los lineamientos de operación y mantenimiento expuestos en el presente trabajo. En caso de adquirir un sistema ya fabricado, el proveedor debe entregar un manual de operación y mantenimiento del cual deben seguirse todos sus lineamientos para garantizar la funcionalidad del sistema.
- Es necesario para que se construya esta PTARD se tome en cuenta la Tesis Realizada por Silvia Galarza. Investigación Básica Sobre la Factibilidad de dar Servicio de Alcantarillado Sanitario al Recinto "El Prado" De La Parroquia Limonal Cantón Daule. Debido a que fue el punto de partida para diseñar la PTARD. Cualquier modificación en la propuesta de Alcantarillado podría modificar todas las unidades de tratamiento.



BIBLIOGRAFIA

- ✓ Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales” Vol. I, II, III. Metcalf – Eddy. (Mc Graw – Hill 4a Edición) Año 2003.
- ✓ Libro Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental Vol. I. autor: Alfredo Jácome, Joaquín Suarez, Iñaqui Tejero, Javier Temprano. Año 2001.
- ✓ Subsecretaria de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias (EX – IEOS Año 1986).
- ✓ Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (T.U.L.A.S. 2002)
- ✓ Water Environment Federation®, Tratamiento de Aguas Residuales Guía para el alumno, WEF, Estados Unidos de América, 1993.
- ✓ Manual Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales 1ª Edición. Autor: Aurelio Hernández Lehmann, Año 1997.
- ✓ www.cuentascuentos.com/diferencias-entre-aerobico-y-anaerobico.
- ✓ Cátedra del Ing. Carlos Ayala, Ingeniería Sanitaria 1, 2008.
- ✓ ISO 1971, Francia (en BOS, M. G. 1989. Discharge measurement structures. 3 ed. Wageningen, The Netherlands. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI). 401 p.)
- ✓ “Métodos y Estructuras de Medición de Caudales” del Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua 2004.
- ✓ GUITAR, Autor: Ing. Vladimir Arana Iza. 1ª Edición, Enero 2010, Lima- Perú.
- ✓ Manual de Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Copacabana Elaborado por Fundación MEDMIN, enero de 2003.
- ✓ Manual De Mantenimiento De Los Sistemas De Alcantarillado Sanitario Elaborado Para El Instituto Nicaragüense De Acueductos Y Alcantarillados (Inaa) Por: Ing. Carlos Espinosa García, Enero, 2005.
- ✓ Guía Para La Operación Y Mantenimiento De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilización OPS/CEPIS/05.168 Centro Panamericano de ingeniería sanitaria y de ciencias del ambiente (Organización Panamericana de la salud UNATSABAR)
- ✓ Manual De Operación Y Mantenimiento De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Domesticas de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Capitulo Honduras. Autores: Varios, Año 2002.



- ✓ Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia, Dr.-Ing. Wolfgang Wagner, año 2010.
- ✓ Datos tomados del Proyecto Dauvin (Senagua), Acotecnic 2011.
- ✓ Censo de Poblacion y Vivienda 2010 INEC.
- ✓ Crites y Tchobanoglous 1998 adaptado de Trojan Technologies Inc. Ontario, Canadá.
- ✓ Libro: Water and wastewater engineering Design Principles and Practice, Autor: Mackenzie L. David
- ✓ Tesis Realizada por Silvia Galarza. Investigación Básica Sobre la Factibilidad de dar Servicio de Alcantarillado Sanitario al Recinto "El Prado" De La Parroquia Limonal Cantón Daule. Año 2012.
- ✓ Ing. Rodolfo Gonzales 2011: Apuntes de Orientación: Sanitaria
- ✓ Ing. Augusto Dau Ochoa 2011: Apuntes de Orientación: Sanitaria
- ✓ Ing. Franklin Villamar 2011: Apuntes de Orientación: Sanitaria
- ✓ Ing. Felix Cabrera 2011: Apuntes de Orientación: Sanitaria



ANEXOS



ANEXO 1

ANÁLISIS DE SUELO

- % PASANTE TAMIZ Nº 200**
- ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO**
- ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE**
- CONCLUSIONES**



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "



ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO : Daule Limonal Recinto "El Prado"

MUESTRA : C-1

DESCRIPCION DEL MATERIAL : _____

FECHA : Octubre de 2011

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	0	0,00%	0,00%	100,00%	
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
Nº.4	0,4	0,05%	0,05%	99,95%	99,95
Nº.8					
Nº.10					
Nº.16					
Nº.20					
Nº.30					
Nº.40					
Nº.50					
Nº.80					
Nº.100					
Nº.200	76,1	8,72%	8,76%	91,24%	91,24
FONDO	796,3	91,24%	100,00%	0,00%	

TOTAL **872,8** g

Observaciones : El analisis granulometricos se lo ejecuta bajo uso normalizado y pueden por via seca o via humeda..

Operador : Laboratorista. Rafael Andrade

Realizado Por : Grupo de Orientacion

Verificado Por : Grupo



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "



ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO : Daule Limonal Recinto "El Prado"

MUESTRA : C-2

DESCRIPCION DEL MATERIAL : _____

FECHA : Octubre de 2011

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	0	0,00%	0,00%	100,00%	
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
Nº.4	1,8	0,21%	0,21%	99,79%	99,79
Nº.8					
Nº.10					
Nº.16					
Nº.20					
Nº.30					
Nº.40					
Nº.50					
Nº.80					
Nº.100					
Nº.200	49	5,61%	5,82%	94,18%	94,18
FONDO	807,8	92,55%	100,00%	0,00%	

TOTAL **858,6** g

Observaciones : El analisis granulometricos se lo ejecuta bajo uso normalizado y pueden por via seca o via humeda..

Operador : Laboratorista. Rafael Andrade

Realizado Por : Grupo de Orientacion

Verificado Por : Grupo de Orientacion



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "



ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO : Daule Limonal Recinto "El Prado"

MUESTRA : C-1

DESCRIPCION DEL MATERIAL : _____

FECHA : Octubre de 2011

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	0	0,00%	0,00%	100,00%	
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
Nº.4	2,9	0,33%	0,33%	99,67%	99,67
Nº.8					
Nº.10					
Nº.16					
Nº.20					
Nº.30					
Nº.40					
Nº.50					
Nº.80					
Nº.100					
Nº.200	138,2	15,83%	16,17%	83,83%	83,83
FONDO	728,6	83,48%	100,00%	0,00%	

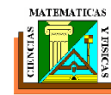
TOTAL **869,7** g

Observaciones : El analisis granulometricos se lo ejecuta bajo uso normalizado y pueden por via seca o via humeda..

Operador : Laboratorista. Rafael Andrade

Realizado Por : Grupo de Orientacion

Verificado Por : Grupo de Orientacion



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "

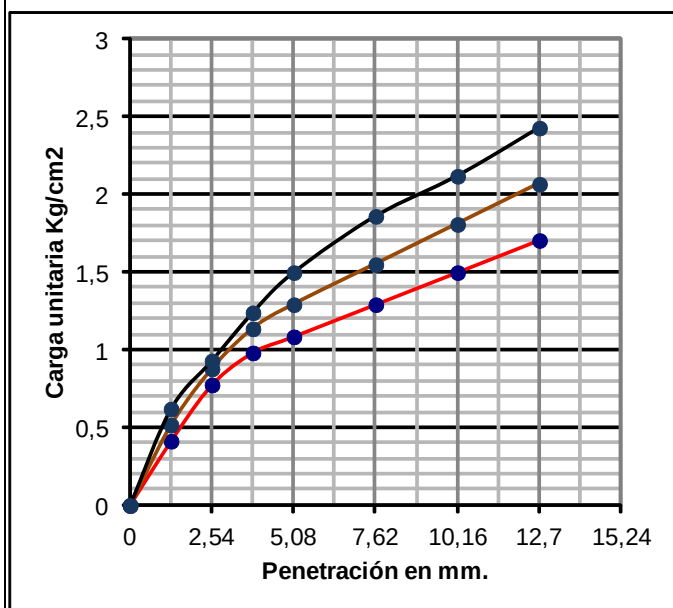


C.B.R. - PENETRACION

PROYECTO: Recinto "El Prado" FECHA: oct-11
LOCALIZACION: Daule Limonal MUESTRA: C-3
PROFUNDIDAD: 1-1,00m Calicata No 3
MOLDE No.: PESO DE MOLDE:
No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56 VOLUMEN DEL MOLDE: 0,002316
No. DE CAPAS: 5 PESO DEL MARTILLO: 10 lbs. ALTURA DE CAIDA: 18 pulg.

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1,27 mm (0.05")	18	22	26	8	10	12
2,54 mm (0.10")	33	37	40	15	17	18
3,81 mm (0.15")	42	48	53	19	22	24
5,08 mm (0.20")	46	55	64	21	25	29
7,62 mm (0.30")	55	66	79	25	30	36
10,16 mm (0.40")	64	77	90	29	35	41
12,7 mm (0.50")	73	88	103	33	40	47

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	5,87	7,33	8,80	0,41	0,52	0,62
2,54 mm (0.10")	11,00	12,47	13,20	0,78	0,88	0,93
3,81 mm (0.15")	13,93	16,13	17,60	0,98	1,14	1,24
5,08 mm (0.20")	15,40	18,33	21,27	1,09	1,29	1,50
7,62 mm (0.30")	18,33	22,00	26,40	1,29	1,55	1,86
10,16 mm (0.40")	21,27	25,67	30,07	1,50	1,81	2,12
12,7 mm (0.50")	24,20	29,33	34,47	1,71	2,07	2,43

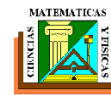


No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	0,78	1,09
25	0,88	1,29
56	0,93	1,50
C.B.R.	%	
12	1,11	1,03
25	1,25	1,23
56	1,33	1,43
C.B.R.	Hinchamiento	
12	-0,0006	
25	-0,00267	
56	-0,00133	

Realizado por: GRUPO ORIENTACION

CALCULADO POR: GRUPO

VERIFICADO POR:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "

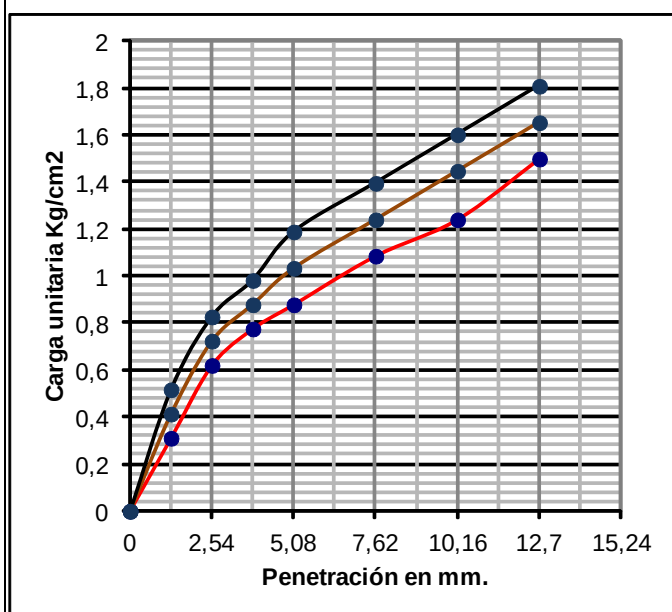


C.B.R. - PENETRACION

PROYECTO: Recinto "El Prado" **FECHA:** oct-11
LOCALIZACION: Daule Limonal **MUESTRA:** C-2
PROFUNDIDAD: 1-1,00m **Calicata No** 2
MOLDE No.: **PESO DE MOLDE:**
No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56 **VOLUMEN DEL MOLDE:** 0,002316
No. DE CAPAS: 5 **PESO DEL MARTILLO:** 10 lbs. **ALTURA DE CAIDA:** 18 pulg.

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1,27 mm (0.05")	13	18	22	6	8	10
2,54 mm (0.10")	26	31	35	12	14	16
3,81 mm (0.15")	33	37	42	15	17	19
5,08 mm (0.20")	37	44	51	17	20	23
7,62 mm (0.30")	46	53	59	21	24	27
10,16 mm (0.40")	53	62	68	24	28	31
12,7 mm (0.50")	64	70	77	29	32	35

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	4,40	5,87	7,33	0,31	0,41	0,52
2,54 mm (0.10")	8,80	10,27	11,73	0,62	0,72	0,83
3,81 mm (0.15")	11,00	12,47	13,93	0,78	0,88	0,98
5,08 mm (0.20")	12,47	14,67	16,87	0,88	1,03	1,19
7,62 mm (0.30")	15,40	17,60	19,80	1,09	1,24	1,40
10,16 mm (0.40")	17,60	20,53	22,73	1,24	1,45	1,60
12,7 mm (0.50")	21,27	23,47	25,67	1,50	1,65	1,81

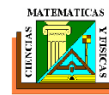


No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	0,62	0,88
25	0,72	1,03
56	0,83	1,19
C.B.R.	%	
12	0,89	0,84
25	1,03	0,98
56	1,18	1,13
C.B.R.	Hinchamiento	
12	-0,0006	
25	-0,00267	
56	-0,00133	

Realizado por: GRUPO ORIENTACION

CALCULADO POR: GRUPO

VERIFICADO POR:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "

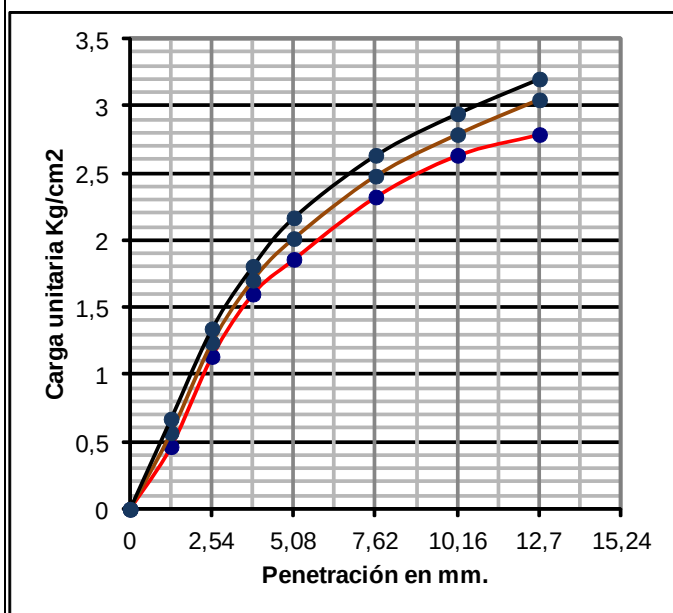


C.B.R. - PENETRACION

PROYECTO: Recinto "El Prado" **FECHA:** oct-11
LOCALIZACION: Daule Limonal **MUESTRA:** C-1
PROFUNDIDAD: 1-1,00m **Calicata No** 1
MOLDE No.: **PESO DE MOLDE:**
No. DE GOLPES POR CAPA: 12 - 25 - 56 **VOLUMEN DEL MOLDE:** 0,002316
No. DE CAPAS: 5 **PESO DEL MARTILLO:** 10 lbs. **ALTURA DE CAIDA:** 18 pulg.

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg		
1,27 mm (0.05")	20	24	29	9	11	13
2,54 mm (0.10")	48	53	57	22	24	26
3,81 mm (0.15")	68	73	77	31	33	35
5,08 mm (0.20")	79	86	92	36	39	42
7,62 mm (0.30")	99	106	112	45	48	51
10,16 mm (0.40")	112	119	125	51	54	57
12,7 mm (0.50")	119	130	136	54	59	62

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	6,60	8,07	9,53	0,47	0,57	0,67
2,54 mm (0.10")	16,13	17,60	19,07	1,14	1,24	1,34
3,81 mm (0.15")	22,73	24,20	25,67	1,60	1,71	1,81
5,08 mm (0.20")	26,40	28,60	30,80	1,86	2,02	2,17
7,62 mm (0.30")	33,00	35,20	37,40	2,33	2,48	2,64
10,16 mm (0.40")	37,40	39,60	41,80	2,64	2,79	2,95
12,7 mm (0.50")	39,60	43,27	45,47	2,79	3,05	3,20



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,14	1,86
25	1,24	2,02
56	1,34	2,17
C.B.R.	%	
12	1,62	1,77
25	1,77	1,92
56	1,92	2,07
C.B.R.	Hinchamiento	
12	-0,0006	
25	-0,00267	
56	-0,00133	

Realizado por: GRUPO ORIENTACION

CALCULADO POR: GRUPO

VERIFICADO POR:



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "					
C.B.R. - DENSIDADES					
PROYECTO:		Daule Limonal Recinto "El Prado"			
ORDENADO POR:		Egresados-Orientacion Sanitaria.			
MATERIAL:		C-1			
FECHA:		Octubre 2011		Vol.del Espec.(m3)	0,002316
FUENTE:				Nº de capas	5
ANTES DE LA INMERSIÓN					
			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº		13	10	1
	Wh + Recipiente.		384,30	355,2	399
	Ws + Recipiente.		335,00	304,9	341
	Ww		49,30	50,30	58,00
	Wrecipiente		31,80	31,2	32,8
	Wseco		303,20	273,70	308,20
	W% (porcentaje de humedad)		16,26	18,38	18,82
Peso de Molde + Suelo Húmedo			9965,35	9886,7	11103,5
Peso de Molde			5836,14	5738,0	6692,0
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4129,21	4148,70	4411,50
Peso del Suelo Seco.		Ws	3551,71	3504,63	3712,79
Contenido de agua		W%	16,26	18,38	18,82
Densidad Húmeda= Wh / V (Kg/m³)		δh	1782,91	1791,32	1904,79
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%. (Kg/m³)		δs	1533,55	1513,22	1603,11
DESPUES DE LA INMERSIÓN					
			12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº		M	15	G
	Wh + Recipiente.		467,56	453,60	722,20
	Ws + Recipiente.		359,54	374,20	605,50
	Ww		108,02	79,40	116,70
	Wrecipiente		31,58	30,60	41,60
	Wseco		327,96	343,60	563,90
	W% (porcentaje de humedad)		32,94	23,11	20,70
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10061,31	10167,10	11298,50
Peso de Molde			5863,65	5738,00	6692,00
Peso del Suelo Húmedo. Kg		Wh	4,20	4,43	4,61
Peso del Suelo Seco.		Ws	3,16	3,60	3,82
Contenido de agua		W%	32,94	23,11	20,70
Densidad Húmeda= Wh/V (Kg/m³)		δh	1812,46	1912,39	1988,99
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%. (Kg/m³)		δs	1363,40	1553,42	1647,94
% DE HINCHAMIENTO					
LECTURA INICIAL			0,100	0,100	0,100
24 Horas			0,854	0,175	0,142
48 "			0,264	0,218	0,172
72 "			0,307	0,220	0,174
96 "			0,239	0,223	0,177
HINCHAMIENTO		%	2,780	2,460	1,540
C.B.R.		%			
Densidad Seca.		δs	1534	1513	1603
Realizado por : Grupo Orientación			Verificado por:		



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "					
C.B.R. - DENSIDADES					
PROYECTO: Daule Limonal Recinto "El Prado" ORDENADO POR: Egresados-Orientacion Sanitaria. MATERIAL: C-2 FECHA: Octubre 2011 FUENTE:					
				Vol.del Espec.(m3)	0,002316
				Nº de capas	5
ANTES DE LA INMERSIÓN					
HUMEDAD	Recipiente Nº		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
	Wh + Recipiente.		K	5	15
	Ws + Recipiente.		374,30	366,4	371,9
	Ww		315,00	310,7	317,9
	Wrecipiente		59,30	55,70	54,00
	Wseco		31,50	31,7	30,6
	W% (porcentaje de humedad)		283,50	279,00	287,30
			20,92	19,96	18,80
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10765,35	10750,4	10777,7
Peso de Molde			6536,14	6574,0	6506,0
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4229,21	4176,40	4271,70
Peso del Suelo Seco.		Ws	3497,61	3481,37	3595,84
Contenido de agua		W%	20,92	19,96	18,80
Densidad Húmeda= Wh / V (Kg/m³)		δh	1826,08	1803,28	1844,43
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.(Kg/m³)		δs	1510,19	1503,18	1552,61
DESPUES DE LA INMERSIÓN					
HUMEDAD	Recipiente Nº		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
	Wh + Recipiente.		3	1	11
	Ws + Recipiente.		538,15	521,30	628,40
	Ww		468,15	431,00	530,90
	Wrecipiente		70,00	90,30	97,50
	Wseco		31,58	30,80	35,90
	W% (porcentaje de humedad)		436,57	400,20	495,00
			16,03	22,56	19,70
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10041,32	11058,90	11042,50
Peso de Molde			5829,64	6669,00	6501,00
Peso del Suelo Húmedo. Kg		Wh	4,21	4,39	4,54
Peso del Suelo Seco.		Ws	3,63	3,58	3,79
Contenido de agua		W%	16,03	22,56	19,70
Densidad Húmeda= Wh/V (Kg/m³)		δh	1818,51	1895,47	1960,92
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.(Kg/m³)		δs	1567,22	1546,52	1638,24
% DE HINCHAMIENTO					
LECTURA INICIAL			0,100	0,100	0,100
24 Horas			0,24	0,240	0,240
48 "			0,286	0,290	0,292
72 "			0,307	0,302	0,304
96 "			0,324	0,321	0,320
HINCHAMIENTO		%	4,480	4,420	4,400
C.B.R.		%			
Densidad Seca.		δS	1510	1503	1553
Realizado por : Grupo Orientación Verificado por:					



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "					
C.B.R. - DENSIDADES					
PROYECTO: Daule Limonal Recinto "El Prado" ORDENADO POR: Egresados-Orientacion Sanitaria. MATERIAL: C-3 FECHA: Octubre 2011 FUENTE:					
		Vol.del Espec.(m3)	0,002316		
		Nº de capas	5		
ANTES DE LA INMERSIÓN					
HUMEDAD	Recipiente Nº		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
	Wh + Recipiente.		6	17	9
	Ws + Recipiente.		359,51	365	405,3
	Ww		313,20	316,5	348,6
	Wrecipiente		46,31	48,50	56,70
	Wseco		31,50	31,7	31,2
	W% (porcentaje de humedad)		281,70	284,80	317,40
	Peso de Molde + Suelo Húmedo		16,44	17,03	17,86
Peso de Molde		9983,25	9996,6	12335,3	
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	5836,14	5708,0	7821,0	
Peso del Suelo Seco.	Ws	4147,11	4288,60	4514,30	
Contenido de agua	W%	3561,60	3664,55	3830,10	
Densidad Húmeda= W_h / V (Kg/m ³)	δ_h	16,44	17,03	17,86	
Densidad Seca= $D_h / 1 + 0,01W\%.$ (Kg/m ³)	δ_s	1790,63	1851,73	1949,18	
DESPUES DE LA INMERSIÓN					
HUMEDAD	Recipiente Nº		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
	Wh + Recipiente.		6	9	5
	Ws + Recipiente.		536,84	518,00	603,20
	Ww		465,80	443,40	514,80
	Wrecipiente		71,04	74,60	88,40
	Wseco		31,58	31,20	39,80
	W% (porcentaje de humedad)		434,22	412,20	475,00
	Peso de Molde + Suelo Húmedo		16,36	18,10	18,61
Peso de Molde		10035,65	10212,60	12518,60	
Peso del Suelo Húmedo.	Kg Wh	5736,15	5708,00	7921,00	
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,30	4,50	4,60	
Contenido de agua	W%	3,69	3,81	3,88	
Densidad Húmeda= W_h/V (Kg/m ³)	δ_h	16,36	18,10	18,61	
Densidad Seca= $D_h / 1 + 0,01W\%.$ (Kg/m ³)	δ_s	1856,43	1944,99	1985,15	
% DE HINCHAMIENTO					
LECTURA INICIAL		0,100	0,100	0,100	
24 Horas		0,126	0,162	0,123	
48 "		0,164	0,197	0,152	
72 "		0,241	0,206	0,161	
96 "		0,216	0,220	0,179	
HINCHAMIENTO	%	2,320	2,400	1,580	
C.B.R.	%				
Densidad Seca.	δ_s	1538	1582	1654	
Realizado por : Grupo Orientación Verificado por:					



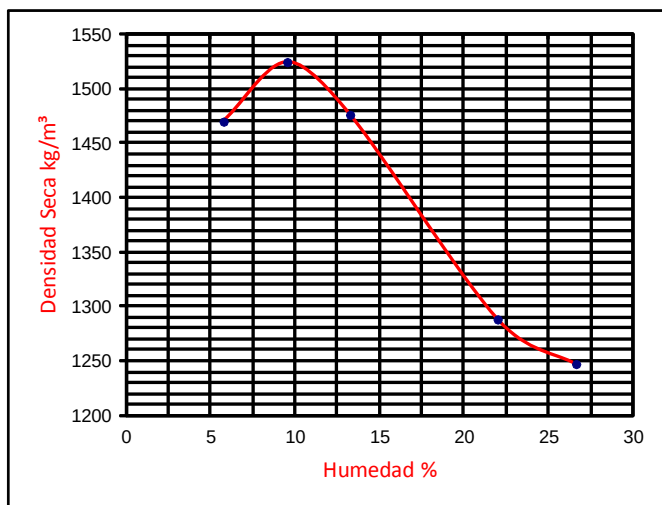
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "



PRUEBA PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0,000944 m³ PROYECTO: Daule Limonal Recinto "El Prado"
PESO DEL CILINDRO: 4,590 kg ORDENADO POR: Egresados-Orientacion Sanitaria.
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: Material del Proyecto C-1
NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: Octubre 2011

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	W	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HUMEDA Wh	1 + W/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	D	344,2	326,70	23,10	17,50	303,60	5,76	6,050	1,46	1,058	1,380	1462
100	9	372,5	342,00	21,90	30,50	320,10	9,53	6,110	1,52	1,095	1,388	1470
200	15	326,5	290,90	22,20	35,60	268,70	13,25	6,220	1,63	1,132	1,439	1525
300	13	347,0	248,00	29,10	99,00	218,90	45,23	6,300	1,71	1,452	1,177	1247
400	6	327,7	274,00	29,70	53,70	244,30	21,98	6,290	1,70	1,220	1,394	1476
500	3	312,8	251,70	22,20	61,10	229,50	26,62	6,130	1,54	1,266	1,216	1288



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:

5,76 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD:

9,53 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA:

1524,69 kg/m³

OBSERVACIONES:

Norma AASHTO - T - 180

Muestra Nº.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _s	W _i	W _o	I _p	% > N° 4
<u>única</u>							

Realizado por:

Calculado por: Grupo Orientacion

Verificado por:



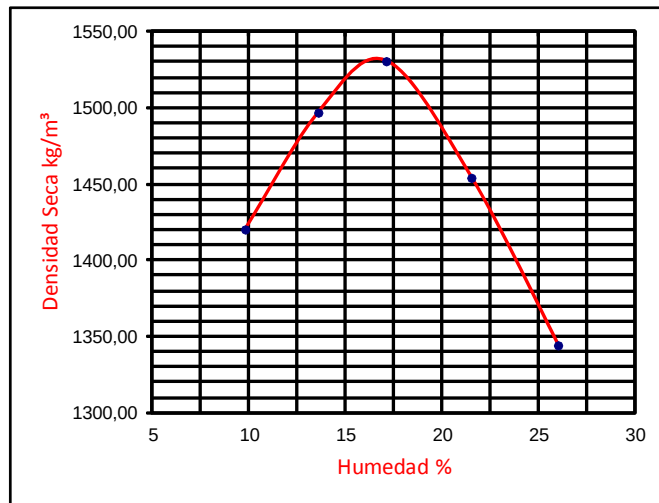
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI "



PRUEBA PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0,000944 m³ PROYECTO: Daule Limonal Recinto "El Prado"
PESO DEL CILINDRO: 4,590 kg ORDENADO POR: Egresado-Orientacion Sanitaria.
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: Material del Proyecto C-2
NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: Octubre 2011

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HUMEDA W_h	$1 + \omega/100$	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	3	311,60	295,10	22,40	22,20	272,70	6,05	6,1	1,49	1,061	1,40	1488,34
100	5	304,60	280,30	31,90	35,50	248,40	9,78	6,1	1,47	1,098	1,34	1420,37
200	4	302,90	269,20	20,90	41,10	248,30	13,57	6,2	1,61	1,136	1,41	1497,03
300	17	307,80	267,50	31,70	42,00	235,80	17,09	6,3	1,69	1,171	1,45	1530,76
400	9	326,10	273,90	31,20	48,90	242,70	21,51	6,3	1,67	1,215	1,37	1454,18
500	H	355,30	287,90	28,70	61,80	259,20	26,00	6,2	1,60	1,260	1,27	1344,30



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:
6,05 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD:
17,09 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA:
1530,76 kg/m³

OBSERVACIONES:
Norma AASHTO - T - 180

Muestra Nº.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _s	ω_i	ω_o	I _p	%>Nº 4
<u>única</u>							

Realizado por:

Calculado por: Grupo Orientacion

Verificado por:



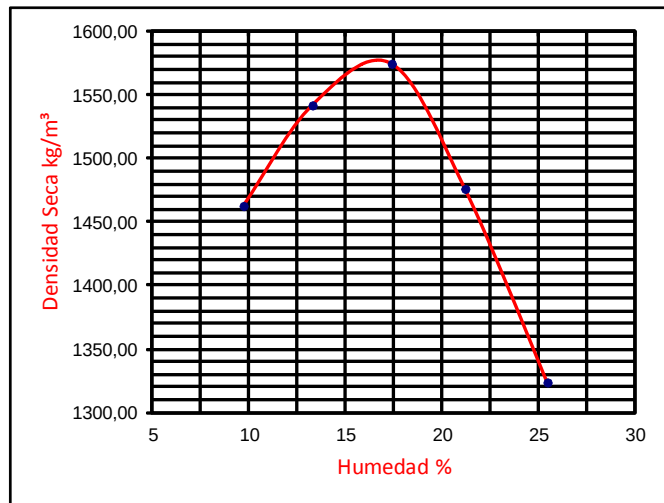
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



PRUEBA PROCTOR

VOLUMEN DEL CILINDRO: 0,000944 m³ PROYECTO: Daule Limonal Recinto "El Prado"
PESO DEL CILINDRO: 4,590 kg ORDENADO POR: Egresado-Orientacion Sanitaria.
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA: 25 MUESTRA: Material del Proyecto C-3
NÚMERO DE CAPAS: 5 FECHA: Octubre 2011

CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HUMEDA W_h	$1 + \omega/100$	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	5	364,10	345,50	29,90	22,20	315,60	5,89	6,0	1,42	1,059	1,34	1420,52
100	3	292,00	268,10	21,80	35,50	246,30	9,70	6,1	1,52	1,097	1,38	1462,92
200	5	295,70	264,50	29,50	41,10	235,00	13,28	6,2	1,65	1,133	1,46	1542,09
300	12	299,50	259,70	30,70	42,00	229,00	17,38	6,3	1,75	1,174	1,49	1574,82
400	14	342,20	287,50	29,40	48,90	258,10	21,19	6,3	1,69	1,212	1,39	1476,31
500	3	304,70	249,10	30,70	61,80	218,40	25,46	6,2	1,57	1,255	1,25	1323,96



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:
5,89 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD:
17,05 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA:
1574,82 kg/m³

OBSERVACIONES:
Norma AASHTO - T - 180

Muestra Nº.	PROF.	CLASIFICACIÓN	G _s	ω_i	ω_o	I _p	%>Nº 4
<u>única</u>							

Realizado por:

Calculado por: Grupo Orientacion

Verificado por:



DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO : Daule Limonal Recinto "El Prado"

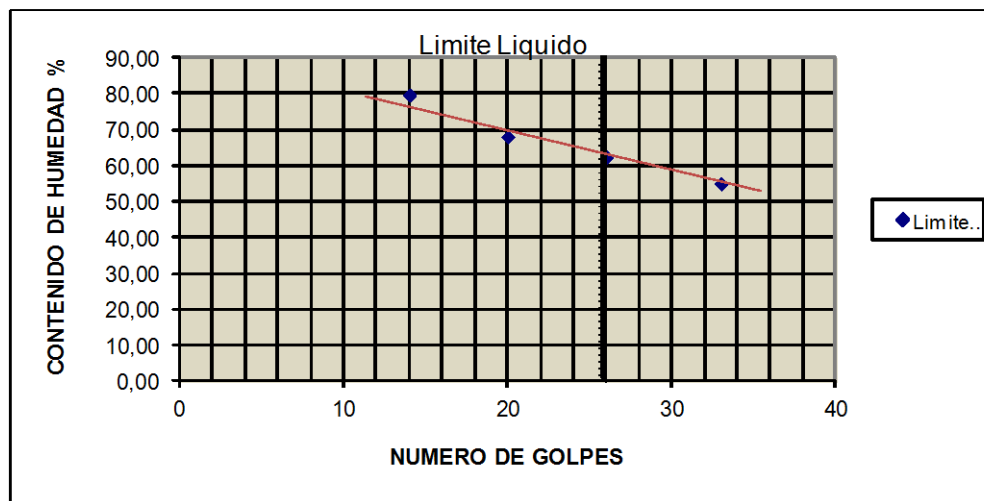
MUESTRA : C-1

DESCRIPCION DEL MATERIAL :

FECHA : Octubre de 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					
PASO N°	1	2	3	4	5
Recipiente N°	46	124	4	76X	
Recipiente + Suelo Humedo	23,7	23,9	24,7	20,8	
Recipiente + Suelo Seco	18,2	19	19,7	17,5	
Agua	5,5	4,9	5	3,3	
Recipiente	11,3	11,8	11,7	11,5	
Peso Seco	6,9	7,2	8	6	
Contenido de Humedad %	79,71	68,06	62,50	55,00	
Numero de Golpes	14	20	26	33	

Pesos en gr



DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO			
PASO N°	1	2	3
Recipiente N°	H	7	20
Recipiente+Suelo Humed	19,6	19,9	19,6
Recipiente + Suelo Seco	17,9	18	17,9
Agua	1,7	1,9	1,7
Recipiente	11,6	11,4	11,7
Peso Seco	6,3	6,6	6,2
Contenido de Humedad	26,98	28,79	27,42
Límite Plástico	27,73		

Pesos en gr

WL=	68,06%
Wp=	27,73%
Ip=	40,33%
Símbolo de la corte de plasticidad	
CH	

Observaciones:

Según la clasificación de los Límites de Atterberg, el suelo al cual se realizó el ensayo está dentro de los CH Arcilla Inorganicos de alta plasticidad.

Elaborado y Calculado por: Grupo de Orientacion Revisado por:



DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO : Daule Limonal Recinto "El Prado"

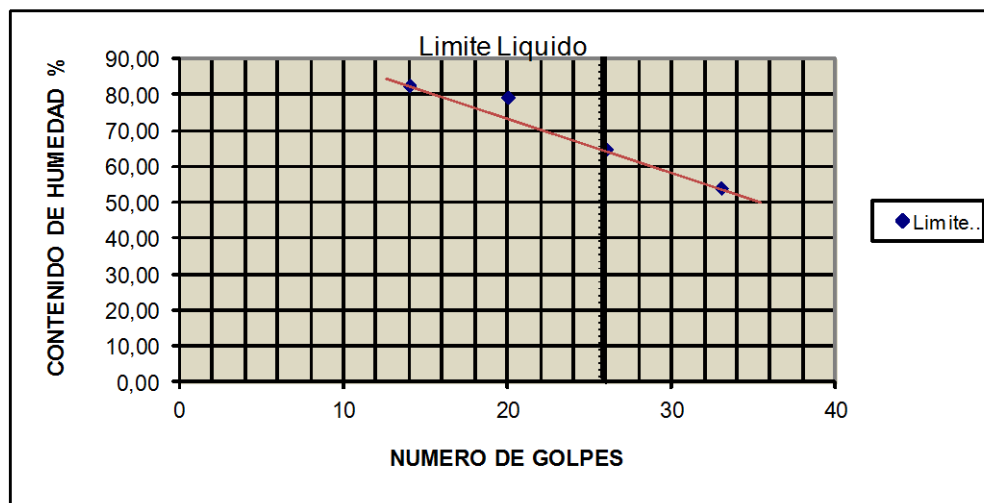
MUESTRA : C-2

DESCRIPCION DEL MATERIAL :

FECHA : Octubre de 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					
PASO Nº	1	2	3	4	5
Recipiente Nº	106	75X	MV	129	
Recipiente + Suelo Humedo	24,3	23,2	20,7	21,3	
Recipiente + Suelo Seco	18,6	18,2	17	18	
Agua	5,7	5	3,7	3,3	
Recipiente	11,7	11,9	11,3	11,9	
Peso Seco	6,9	6,3	5,7	6,1	
Contenido de Humedad %	82,61	79,37	64,91	54,10	
Numero de Golpes	14	20	26	33	

Pesos en gr



DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO			
PASO Nº	1	2	3
Recipiente Nº	3	18	R
Recipiente+Suelo Humed	21,5	21,7	21,5
Recipiente + Suelo Seco	19,4	19,5	19,3
Agua	2,1	2,2	2,2
Recipiente	12,2	11,6	11,7
Peso Seco	7,2	7,9	7,6
Contenido de Humedad	29,17	27,85	28,95
Limite Plastico	28,65		

Pesos en gr

WL=	82,61%
Wp=	28,65%
Ip=	53,96%
Simbolo de la corte de plasticidad	
CH	

Observaciones:

Según la clasificación de los Límites de Atterberg, el suelo al cual se realizó el ensayo está dentro de los CH Arcilla Inorganicos de alta plasticidad.

Elaborado y Calculado por: Grupo de Orientacion Revisado por:



DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO : Daule Limonal Recinto "El Prado"

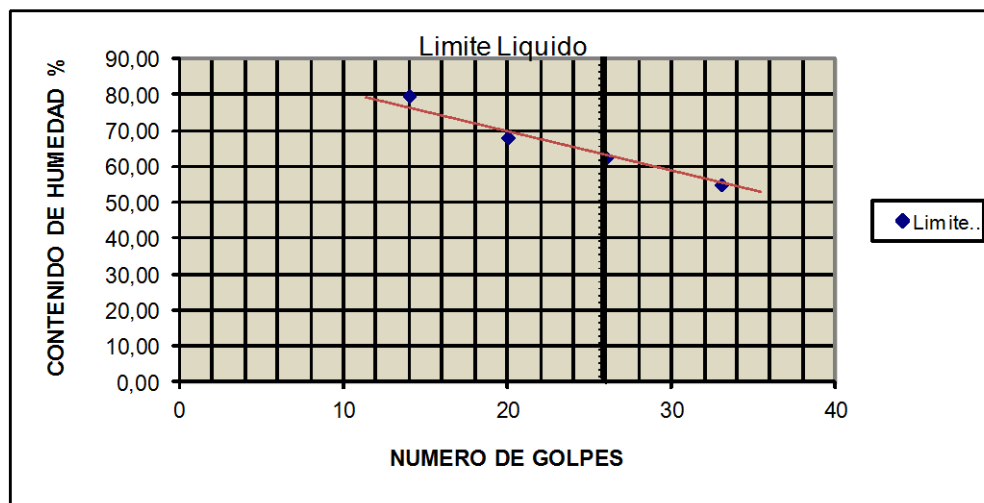
MUESTRA : C-3

DESCRIPCION DEL MATERIAL :

FECHA : Octubre de 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					
PASO Nº	1	2	3	4	5
Recipiente Nº	63	32	92	6	
Recipiente + Suelo Humedo	24	22,2	24	21,3	
Recipiente + Suelo Seco	18,7	17,8	19,6	18,4	
Agua	5,3	4,4	4,4	2,9	
Recipiente	11,4	11,3	11,5	12,2	
Peso Seco	7,3	6,5	8,1	6,2	
Contenido de Humedad %	72,60	67,69	54,32	46,77	
Numero de Golpes	14	20	26	33	

Pesos en gr



DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO			
PASO Nº	1	2	3
Recipiente Nº	X	29	262
Recipiente+Suelo Humed	21	21,1	21,1
Recipiente + Suelo Seco	19,5	19,3	19,3
Agua	1,5	1,8	1,8
Recipiente	12,4	11,5	11,8
Peso Seco	7,1	7,8	7,5
Contenido de Humedad	21,13	23,08	24,00
Limite Plastico	22,73		

Pesos en gr

WL= 67,69%

Wp= 22,73%

Ip= 44,96%

Simbolo de la corte de plasticidad

CH

Observaciones:

Según la clasificación de los Límites de Atterberg, el suelo al cual se realizó el ensayo está dentro de los CH Arcilla Inorganicos de alta plasticidad.

Elaborado y Calculado por: Grupo de Orientacion Revisado por:



ANEXO 2

PLANOS Y DETALLES

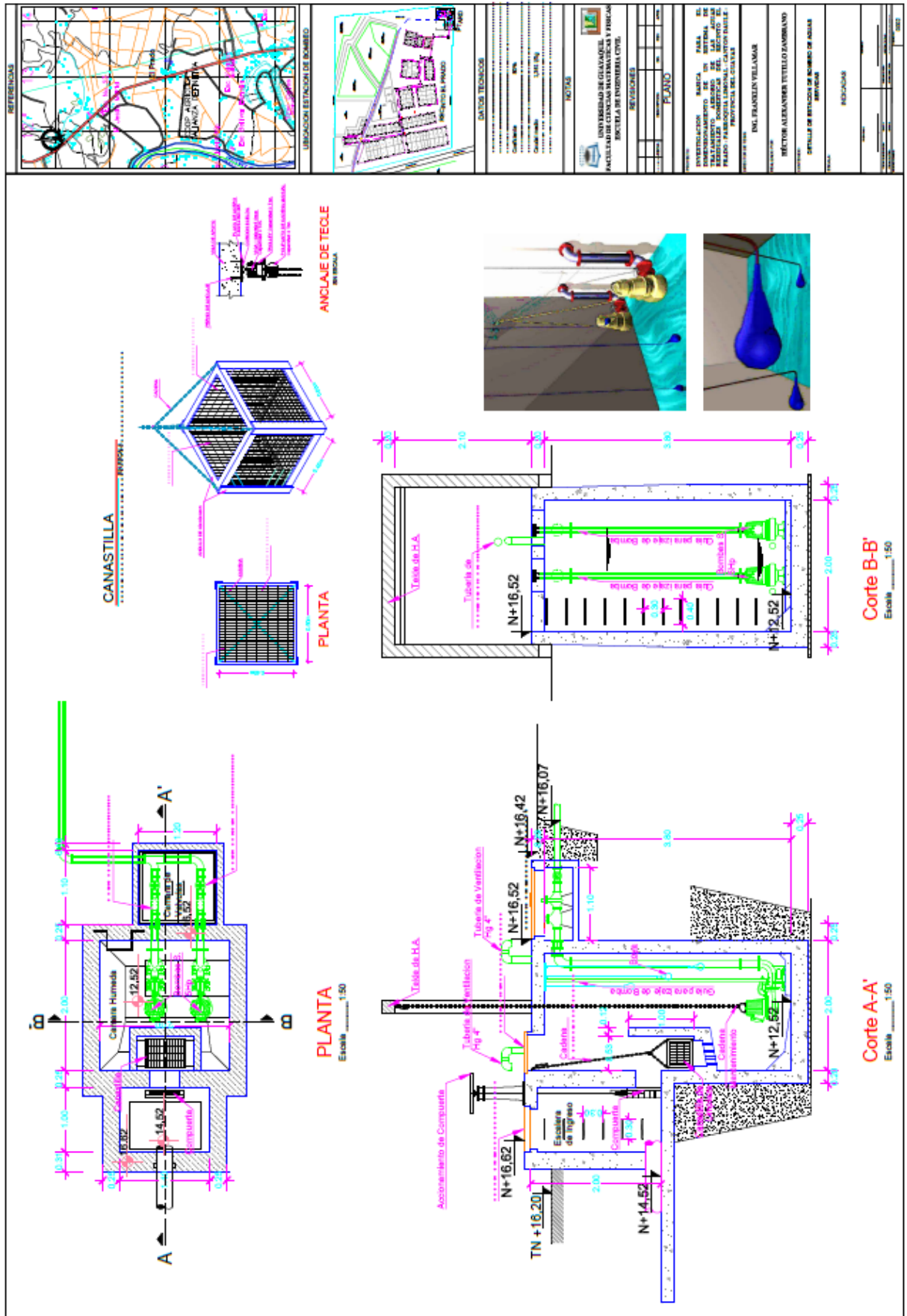


UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS



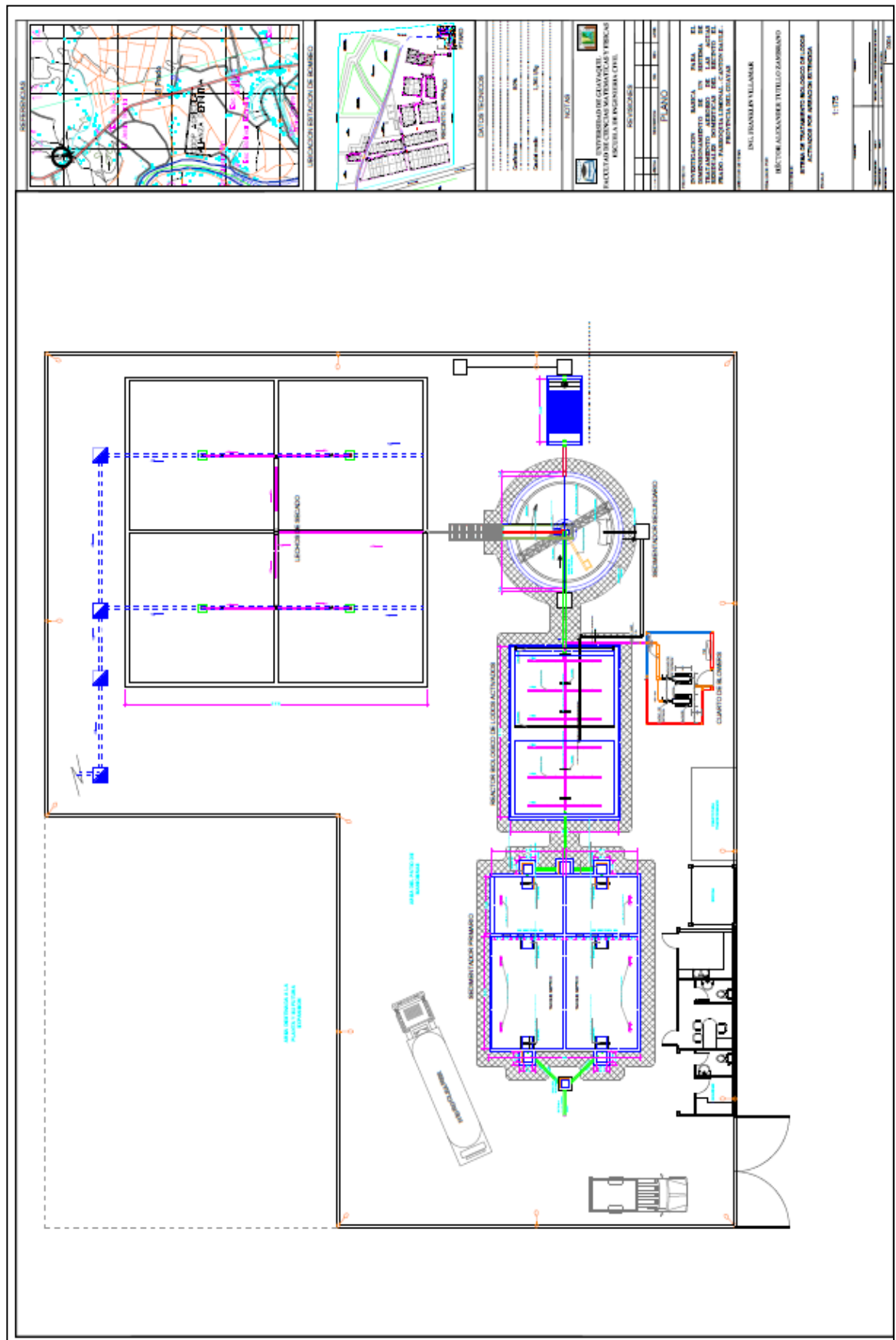




UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

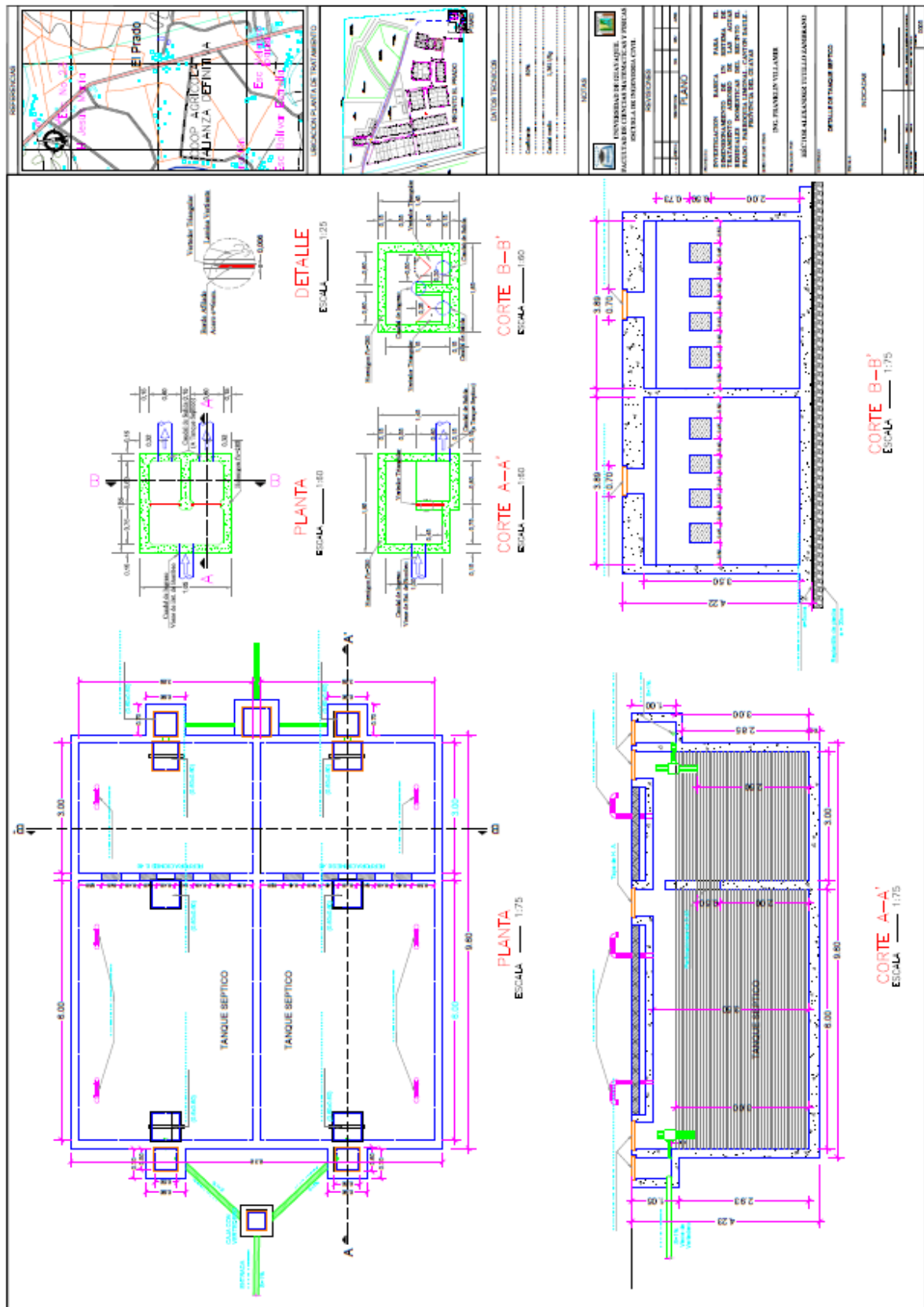


DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS





DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS

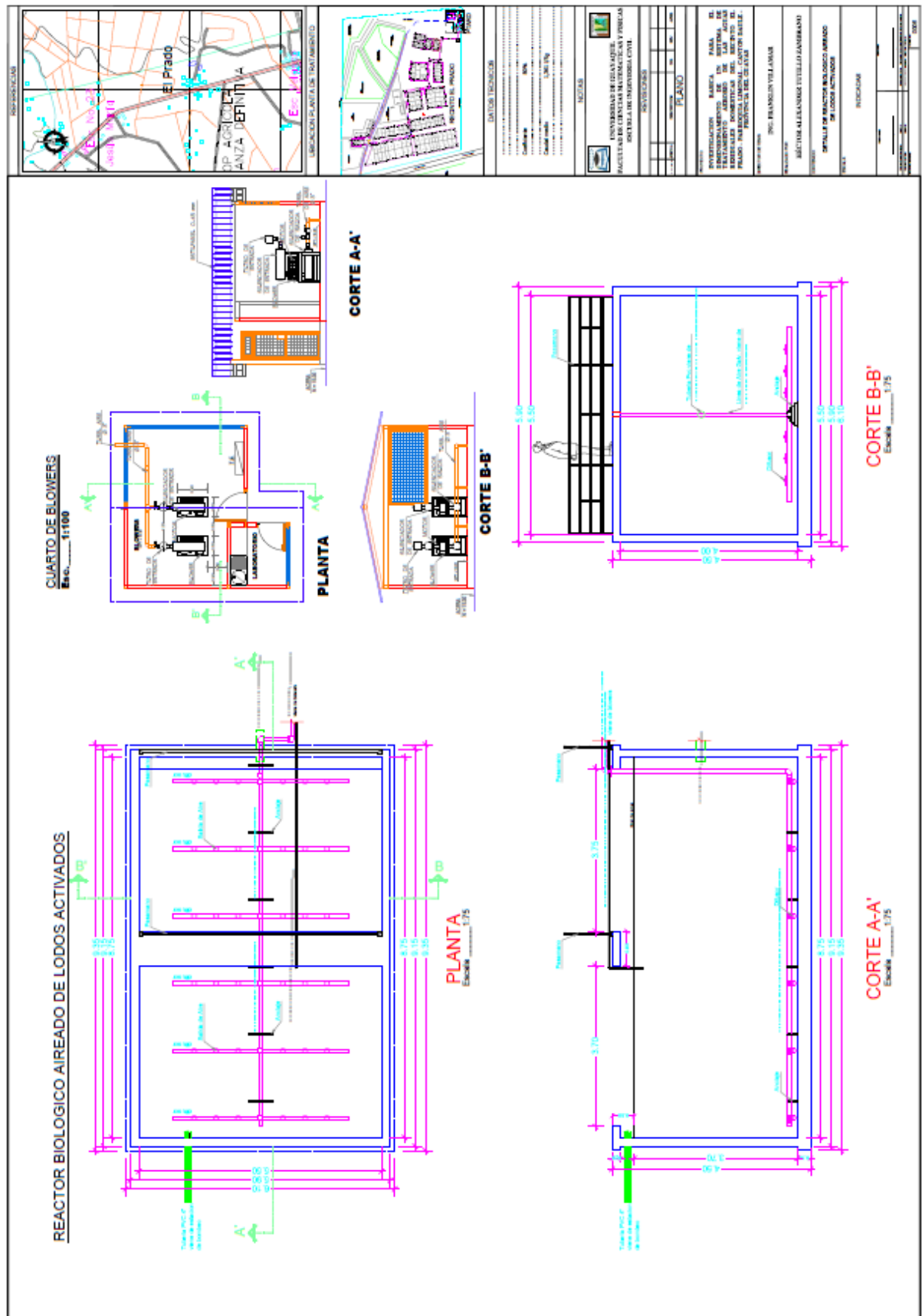




UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS





ANEXO 3

PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HRS. (ESTACIÓN LA CAPILLA)



CEDEGE

COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO GUAYAS

LATITUD 01° 41' 03" S CONTROLADA POR INAHMI (pluviométrica)
LONGITUD 80° 00' 03" O LLUVIA ESTACION DAULE EN LA CAPILLA
ALTITUD 11 m.s.n.m max en 24 horas CUENCA DAULE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1967									0,0	0,1			
1968					0,1			0,8		3,1	4,0	10,2	
1969	81,7	30,4		72,6					0,0			6,8	
1970	4,5	3,5	6,0	3,6								42,5	
1971	34,5	54,9	70,9	38,1	5,6	3,5	0,0		3,1	0,0	2,1	20,0	70,9
1972	50,5	85,4	20,0	40,0	90,5	35,0	8,3	6,7	6,1	0,5	0,0	40,0	90,5
1973	10,7	100,5	65,0	140,0	44,0	0,0	0,0	0,0	0,0			7,0	140,0
1974	66,0	8,2	30,5	30,5	10,5	20,5	0,0	0,7	3,1	7,2	4,0	6,5	66,0
1975	13,2	90,0	90,2	80,0	4,0	0,7	3,7	0,0	0,7	2,5	0,6	13,5	90,2
1976	62,3	10,0	115,5	50,0	19,0	95,0	0,7	0,0	0,7	0,7	17,2	11,5	115,5
1977	10,0	48,5	90,5	12,2	13,0	0,9	0,7	0,7	33,0	0,7	0,7		90,5
1978	4,8	13,1	45,0	18,0	32,8	1,7	0,0	0,7	0,7	0,7	0,7	6,8	45,0
2000													
2001	77,5	56,0	59,5	62,0	21,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	77,5
2002	46,0	61,0	146,0	85,0	10,5	0,0	0,7	0,0	0,0	9,0	0,0	33,0	146,0
2003	59,0	51,0	36,2	47,2	17,0	0,0	1,8	5,5	0,0	0,0	0,0	19,3	59,0
2004	41,0	58,0	43,5	29,7	48,6	5,5	0,0	0,0	2,5	1,0	0,0	13,0	58,0
2005	65,0	40,0	69,5	126,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	126,5
2006	32,0	110,0	78,5	5,0	2,5	0,0							

SUMA	626,7	710,5	888,3	835,4	317,1	162,8	16,4	15,1	49,9	25,5	31,3	255,6	1175,6
PROM.	41,8	47,4	63,5	55,7	22,7	12,5	1,3	1,2	3,3	1,8	2,4	17,0	90,4



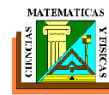
DATOS METEOROLOGICOS (RESUMEN ESTADISTICO MENSUAL)													
ESTACION: La Capilla (Inahmi)													
PROVINCIA: GUAYAS													
PERIODO: 1996													
COD. M - 476													
LATITUD: 01° 42' 00" S													
LONGITUD: 79° 58' 40" O													
ELEVACIÓN: 7 m.s.n.m.													
DATO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MEDIA (°C)	26,5	26,5	27,1		26,7	25,0	24,3	25,1	25,8	25,5	26,1	27,3	25,99
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	32,0	31,8	32,8		31,9	30,2	29,4	30,6	31,4	31,5	32,1	33,1	31,53
TEMPERATURA MINIMA (°C)	18,2	18,2	18,7		17,0	14,7	13,7	14,2	14,5	14,2	14,6	15,9	15,81
HUMEDAD RELATIVA MED. (%)	76	82	82		78	79	81	78	76	76	75	77	78,18
HUMEDAD RELAT. MAX. MEDIA	98	99		98		98			95	97	96		97,29
HUMEDAD RELAT. MIN. MEDIA	44	58		49		56			57	56	37		51,00
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm)	194,4	671,9	206,3		0,0	0,3	2,0	0,0	0,0	0,0	0,6	16,0	99,23
PRECIPITACION MAX 24hs (mm)	45,8	95,0	77,0		0,0	0,3	2,0	0,0	0,0	0,0	0,6	9,0	95,00
NUBOSIDAD (Octavos)	3	4	3		2	2	5	4	3	4	4	5	3,55
HELIOFANIA (Horas)	117,7	149,7	156,1		157,6	110,4	152,5	176,2		119,7	178,4	130,1	144,84
EVAPORACION (Tanque "A")(mm)													
VIENTO VELOC. MEDIA (m/s)	0,7	0,7	0,8		0,3		0,7	0,8	1,0	1,1	0,9	0,9	0,79
PUNTO DE ROCIO (°C)	21,7	23,0	23,6		22,2	21,0	20,7	20,9	21,1	20,7	21,1	22,7	21,70
VIENTO DIRECCION	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA				
Frecuencia relativa (%)													
Velocidad media (m/s)													

DATOS METEOROLOGICOS (RESUMEN ADICIONAL MENSUAL)													
ESTACION: Babahoyo (UTB)													
PROVINCIA: Los Rios													
PERIODO: 1996													
COD. M - 051													
LATITUD: 01° 47' 49" S													
LONGITUD: 79° 32' 00" O													
ELEVACIÓN: 7 m.s.n.m.													
EVAPORACION (Tanque "A")(mm)	6,2	6,2	6,5	6,4	7,1	4,4	5,0	6,0	6,2	7,6	7,6	13,5	6,89
VIENTO DIRECCION	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA				
Frecuencia relativa (%)	1,4	1,7	1,5	23,5	35,0	24,5	1,6	4,6	5,7				
Velocidad media (m/s)	0,50	0,80	0,70	1,10	1,10	1,20	0,80	1,00	4,00				



ANEXO 4

DATOS METEREOLÓGICOS ESTACIÓN LA CAPILLA (RESUMEN ESTADÍSTICO ANUAL)



LA CAPILLA (INAHMI)

Relacion Universal de Curva IDF				
Pr	1/Pr	1 - 1/Pr	$(\ln(1-1/Pr))$	$\ln(-\ln(1-1/Pr))$
2	0.5	0.5	0.69314718	-0.366512921
5	0.2	0.8	0.22314355	-1.499939987
10	0.1	0.9	0.10536052	-2.250367327
25	0.04	0.96	0.04082199	-3.198534261
50	0.02	0.98	0.02020271	-3.901938658
100	0.01	0.99	0.01005034	-4.600149227

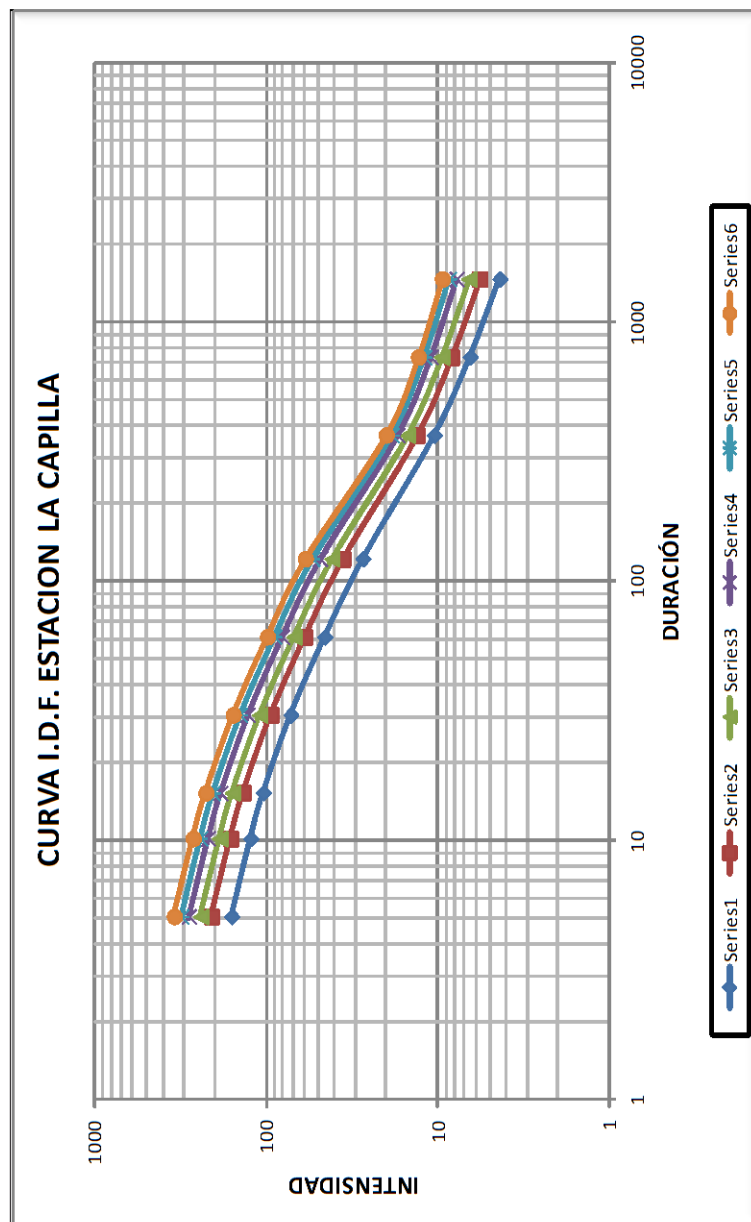
CALCULO DE DURACION E INTENSIDAD

DURACION		PRECIPITACIONES MAXIMAS (mm)									
Pr (años)	Pmàx 24 h. mm	5 min	10 min	15 min	30 min	1 hora	2 horas	6 horas	12 horas	24 horas	
2	105,93	13,36	20,74	26,27	36,40	46,08	55,30	63,56	78,82	105,93	
5	139,03	17,54	27,21	34,47	47,78	60,48	72,57	80,64	101,49	139,03	
10	160,94	20,30	31,50	39,91	55,31	70,01	84,01	91,74	115,88	160,94	
25	188,63	23,80	36,92	46,77	64,82	82,05	98,46	104,50	133,74	188,63	
50	209,16	26,39	40,94	51,86	71,88	90,99	109,18	113,37	146,00	209,16	
100	229,55	28,96	44,93	56,92	78,89	99,85	119,83	121,66	157,93	229,55	

INTENSIDADES		INTENSIDAD MAXIMAS (mm/hora)									
Pr (años)	Pmàx 24 h. mm	5 min	10 min	15 min	30 min	1 hora	2 horas	6 horas	12 horas	24 horas	
2	105,93	160,363	124,420	105,066	72,809	46,081	27,649	10,593	6,568	4,414	
5	139,03	210,462	163,290	137,889	95,555	60,478	36,287	13,439	8,458	5,793	
10	160,94	243,632	189,025	159,621	110,614	70,009	42,006	15,289	9,656	6,706	
25	188,63	285,542	221,541	187,079	129,643	82,052	49,231	17,416	11,145	7,859	
50	209,16	316,633	245,664	207,449	143,759	90,987	54,592	18,895	12,166	8,715	
100	229,55	347,495	269,608	227,669	157,771	99,855	59,913	20,277	13,161	9,565	



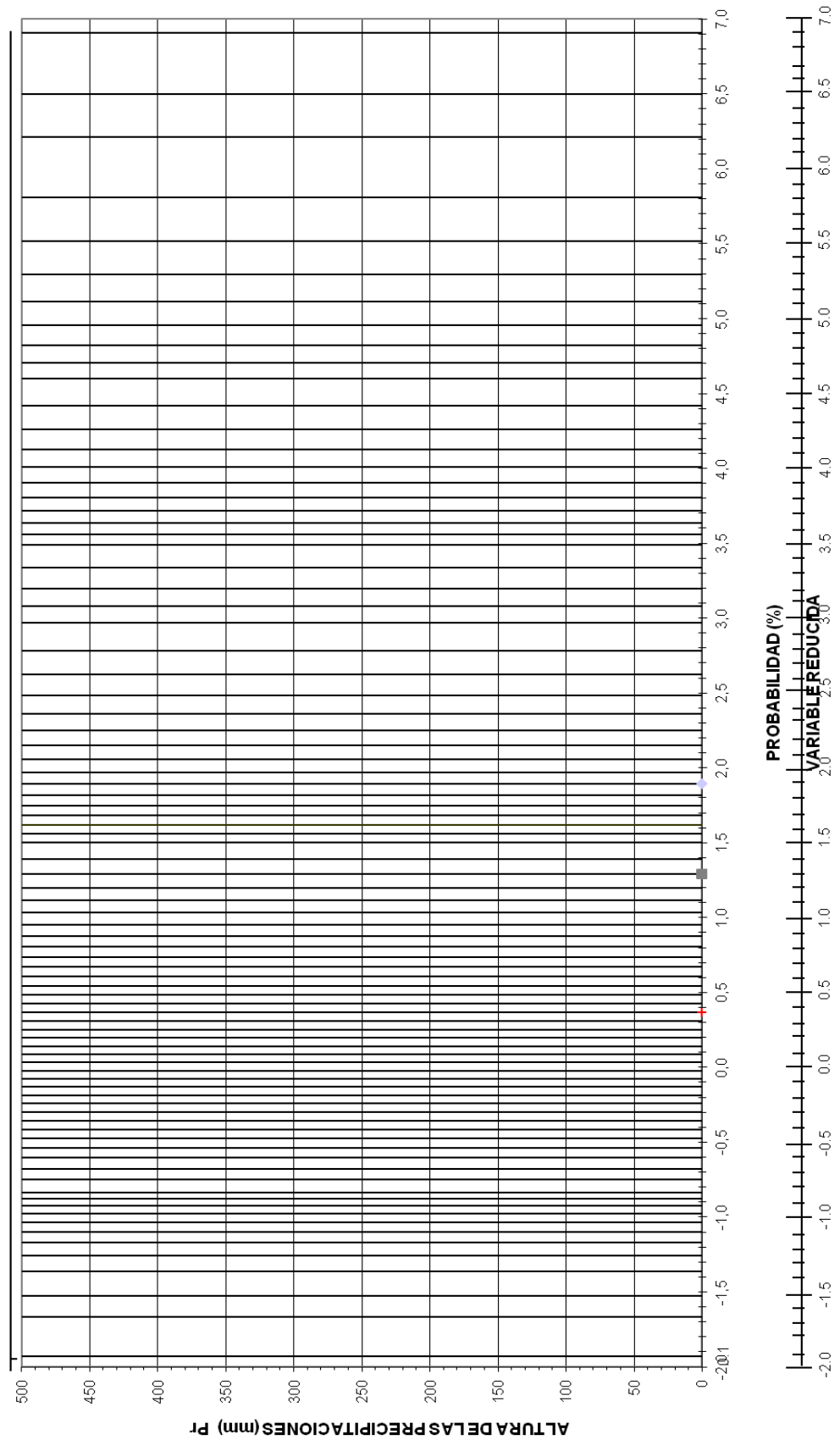
LA CAPILLA (INAHMI)





PROBABILIDADES GUMBEL TIPO 1

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) T_r





ANEXO 5

NORMAS DE CALIDAD DE AGUA DE USO AGRICOLA Y DE RIEGO (T.U.L.A.S.)



ANEXO 5

NORMAS GENERALES DE CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA

Para el presente estudio se ha anexado la norma Tulas (capitulo 4.1.4) la cual establece los requisitos que debe cumplir el agua regenerada para su uso en el área agrícola.

4.1.4 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego.

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 6):

TABLA 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbonatos totales	Concentración total de carbonatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN-	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1
Hierro	Fe	mg/l	5
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2



Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Organofosforados Totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2

Además de los criterios indicados, la Entidad Ambiental de Control utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado (ver tabla 7):



TABLA 6. Parámetros De Los Niveles Guía De La Calidad Del Agua Para Riego

		*Grado de Restricción			
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1):					
CE (2)	Milimhos/cm	0,7	0,7	3	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450	2000	>2000
Infiltración (4):					
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2
RAS = 3 – 6 y CE		1,2	1,2	0,3	< 0,3
RAS = 6 – 12 y CE		1,9	1,9	0,5	< 0,5
RAS = 12 – 20 y CE		2,9	2,9	1,3	<1,3
RAS = 20 – 40 y CE		5	5	2,9	<2,9
Toxicidad por ión específico (5):					
- Sodio:					
Irrigación superficial RAS(6)		3	3	9	> 9,0
Aspersión	meq/l	3	3		
-Cloruros					
Irrigación superficial	meq/l	4	4	10	>10,0
Aspersión	meq/l	3	3		
- Boro	mg/l	0,7	0,7	3	> 3,0
Efectos misceláneos (7):					
- Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5	5	30	>30,0
- Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
pH	Rango normal	6,5 –8,4			

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
- Sólidos disueltos totales.
- Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- Afecta a los cultivos susceptibles.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN
EL RECINTO "EL PRADO" PARROQUIA LIMONAL - CANTÓN DAULE - PROVINCIA DEL GUAYAS

ANEXO 6

ABACO HAZENC WILLIAMS





ANEXO 7

REGISTRO FOTOGRAFICO (Construcción y Acabado Referencial)

ANEXO 7

Proceso Constructivo



Anexo 7.1: Cimentación de los Tanques.



Anexo 7.2: Acero y Cimbra del Tanque de Aireación.



Anexo 7.3: Impermeabilización al Interior de los Tanques.



Anexo 7.4: Impermeabilización de Losas Exteriores.

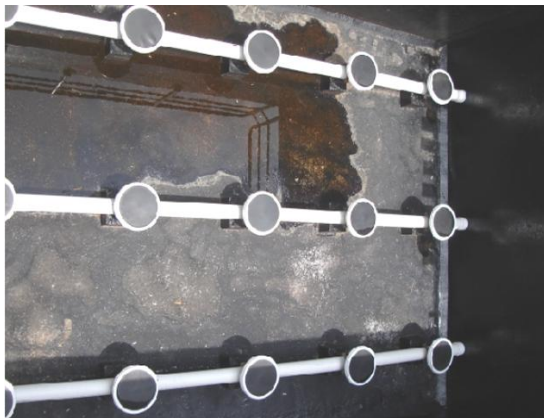
Instalación Eléctrica y de Aire



Anexo 7.5: Interruptores y Control General.



Anexo 7.6: Panel de Control Micro PLC.



Anexo 7.7: Difusores de Aire



Anexo 7.8: Interior Tanque de Aireación.

Instalaciones Sanitarias



Anexo 7.9: Sistema de Recirculación.



Anexo 7.10: Válvula de Mariposa y Válvula de Compuerta. (4")

Cuarto de maquinas y Unidades del Sistema



Anexo 7.11: Cuarto de Maquinas.



Anexo 7.12: Equipo de Blowers.



Anexo 7.13: Cuarto de Análisis.



Anexo 7.14: Calidad de Agua Entrada a la PTARD.



Anexo 7.15: Tanque de Aireación.



Anexo 7.16: Tanque de Clarificación Secundario.



Anexo 7.17: Deshidratación Solar.



Anexo 7.18: Desinfección por Rayos Ultra Violeta.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia y Tecnología
Innovación y saberes



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO	Investigación Basica para el Dimensionamiento de un Sistema de Tratamiento Aerobio de las Aguas Residuales Domesticas del Recinto "El Prado" Parroquia Limonal-Canton Daule-	
AUTOR/ES: Héctor Alexander Tutillo Zambrano	REVISORES: Ing. Rodolfo González Aguirre Ing. Augusto Dau Ochoa Ing. Franklin Villamar Bajaña Ing. Felix Cabrera Alcívar	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: De Ciencias Matematicas y Fisicas	
CARRERA: Ingenieria civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2012	Nº DE PÁGS: 224	
ÁREAS TEMÁTICAS: Sanitaria y Ambiental Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas "Lodos Activados"		
PALABRAS CLAVE: <INVESTIGACION BASICA><PLANTAS PARA TRATAMIENTO DE AGUA><MICROBIOLOGIA DEL AGUA><BACTERIOLOGIA DEL AGUA-AIREACION><ALCANTARILLADO RURAL(AGUAS RESIDUALES)><RECINTO EL PRADO-PARRAQUIA LIMONAL-CANTON DAULE-PROVINCIA DEL GUAYAS>		
RESUMEN: Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los residuos, aguas residuales, es esencialmente el agua de la que se desprende la suciedad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. La evacuación inmediata del agua servida generada por los habitantes del recinto el Prado del cantón Daule, seguida de su tratamiento y eliminación, es no solo deseable, sino también necesaria. El tratamiento de las aguas residuales adquiere cada vez mayor importancia, en primer lugar, por razones de salud pública, pero además por la contaminación y destrucción de los ecosistemas. Por ello, es necesaria la aplicación de sistemas que disminuyan el efecto que causan en el ambiente el vertido de estas aguas sin ningún tratamiento. Las características de las aguas residuales dependerán en gran medida de las variaciones y concentraciones de contaminantes en la descarga, del sistema de alcantarillado usado, de las costumbres de la comunidad, del clima y de las actividades desarrolladas dentro de la localidad. Con la intención de dar solución al problema existente en la zona se plantea el dimensionamiento de un Sistema de Tratamiento de Aguas residuales mediante un sistema aerobio de lodos activados para la descarga de las aguas residuales domesticas del recinto el Prado, eliminando así problemas sanitarios existentes garantizando un ambiente sano en el sector. Aplicando tecnologías aerobias en nuestro medio podemos mejorar la calidad del efluente generado, las condiciones del entorno y la salud pública, minimizando el impacto adverso en cuerpos hídricos receptores así como cumplir con la Legislación		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTOS PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTOS CON AUTOR/ES: CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	E-mail: zatz000@hotmail.com	
	Teléfono: 052917095 - 086822671	
	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS	
	Teléfono: 2-283348	