

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES
CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE
GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL
CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR.”**

AUTOR: Edwin Gonzalo Guaquipana Patín

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Guevara

Ambato – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del trabajo de graduación, certifico que el presente proyecto técnico realizado por el Sr. Edwin Gonzalo Guaquipana Patín, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniería Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DELCANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR”**.

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 4 capítulos que conforman el proyecto técnico dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

En la ciudad de Ambato, 31 de Marzo del 2016.

.....
Ing. Mg. Jorge Guevara
TUTOR

AUTORÍA

Yo, Edwin Gonzalo Guaquipana Patín con C.I. 020210631-6, declaro por medio de la presente que el proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DELCANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR”**, es de mi completa autoría a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, 31 de Marzo del 2016

.....
Edwin Gonzalo Guaquipana Patín
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de ésta tesis o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con líneas de difusión pública, además apruebo la reproducción de ésta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción o suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

.....
Edwin Gonzalo Guaquipana Patín
AUTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de proyecto técnico, sobre el tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DELCANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR”**, del Sr. Edwin Gonzalo Guaquipana Patín, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ambato, Abril del 2016.

Para constancia firman.

Ph.D. Vinicio Jaramillo G.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Fabián Morales

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación va dedicado a mi madre María Juana Patín y a mi padre de quien en vida se llamó Prudencio Guaquipana Patín, y a todos mis hermanos y hermanas quienes me han estado apoyando en los momentos más difíciles de mi vida.

Y porque no a mis queridos maestros de la Carrera de Ingeniería Civil de esta hermosa Alma Mater quienes me han dado sus conocimientos.

“Se sabio mi hijo mío y regocija mi corazón”. Prov. 27:11

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a JEHOVÁ por darme salud y la iluminación en mi camino; también a mis padres y a mis hermanos quienes me han apoyado para lograr el sueño muy anhelado de mi vida.

Y también a mis maestros de toda la vida por guiar siempre por el camino correcto.

ÍNDICE

CARÁTULA	I
CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GARDO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	XV
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA	1
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	1
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTACIÓN	4
2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS.....	4
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	5
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.3.1. DEFINICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	6
2.3.2. FUENTES DE AGUAS RESIDUALES	6
2.3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	7
2.3.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	7
2.3.3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	8

2.3.3.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	10
2.3.4. ETAPAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES.....	11
2.3.4.1. TRATAMIENTOS PRELIMINARES	11
2.3.4.2. TRATAMIENTOS PRIMARIOS	12
2.3.4.3. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS	15
2.3.4.3.1. CON MICROORGANISMOS EN SUSPENSIÓN.....	16
2.3.4.3.2. CON MICROORGANISMOS FIJOS	18
2.3.4.4. TRATAMIENTO Terciario	22
2.3.4.4.1. DESINFECCIÓN.....	22
2.3.4.4.2. CLORACIÓN	23
2.3.5. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS AGUAS SERVIDAS A SER DEPURADOS.....	23
2.3.5.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .	24
2.3.6. METODOLOGÍA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.....	27
2.3.6.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	27
2.3.6.1.1. CANAL DE LLEGADA.....	27
2.3.6.1.2. REJILLAS	30
2.3.6.1.3. DESARENADOR.....	32
2.3.6.2. TRATAMIENTO PRIMARIO.....	43
2.3.6.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	49
CAPÍTULO III	53
DISEÑO DEL PROYECTO.....	53
3.1. ESTUDIOS	53
3.1.1. ESTUDIO DE SUELOS	53
3.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	56
3.1.3. ESTUDIO DE AGUA RESIDUAL	58

3.1.3.1. RESULTADOS DE LAS AGUAS RESIDUALES	58
3.2. CÁLCULO Y DISEÑO DEL PROYECTO	63
3.2.1. DEMOGRAFÍA	63
3.2.1.2. TAZA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL.....	64
3.2.1.2.1. TAZA DE CRECIMIENTO MÉTODO LINEAL O ARITMÉTICO	64
3.2.1.2.2. TAZA DE CRECIMIENTO MÉTODO GEOMÉTRICO	66
3.2.1.2.3. TAZA DE CRECIMIENTO MÉTODO EXPONENCIAL	67
3.2.1.3. PERIODO DE DISEÑO	69
3.2.1.4. POBLACIÓN DE DISEÑO	69
3.2.1.5. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.....	69
3.2.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	71
3.2.2.1. SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR MÉTODOS NATURALES	71
3.2.2.2. SELECCIÓN DE SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR MÉTODOS CONVENCIONALES	74
3.2.2.2.1. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO	74
3.2.2.2.2. ALTERNATIVAS	75
3.2.3. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL.....	79
3.2.3.1. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE.....	79
3.2.3.1.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN.....	80
3.2.3.2. CAUDALES DE DISEÑO.....	83
3.2.3.2.1. CAUDAL MEDIO DIARIO	83
3.2.3.2.2. CAUDAL MEDIO DIARIO SANITARIO.....	84
3.2.3.2.3. CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO	84
3.2.4. CÁLCULO DE LAS ETAPAS TE SISTEMA DE DEPURACIÓN	86

3.2.4.1. ETAPA PRELIMINAR	86
3.2.4.1.1. DESARENADOR.....	86
3.2.4.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA REJILLA.....	92
3.2.4.2. ETAPA PRIMARIA	95
3.2.4.2.1. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF.....	95
3.2.4.2.2. DISEÑO DE LECHO DE SECADO DE LODOS	106
3.2.4.3. ETAPA SECUNDARIA	109
3.2.4.3.1. DISEÑO DEL FILTRO BIOLÓGICO	109
3.2.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TANQUE IMHOFF.....	115
3.2.5.1. PREDIMENSIONAMIENTO.....	115
3.2.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR	115
3.2.5.3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	115
3.3. PLANOS	143
3.4. PRECIOS UNITARIOS	144
3.5. MEDIDAS AMBIENTALES	181
3.5.1. NOMBRE DEL PROYECTO.....	181
3.5.2. LOCALIZACIÓN	181
3.5.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	182
3.5.3.1. ANÁLISIS SOBRE IMPACTO	182
3.5.3.2. IMPACTO AMBIENTAL POSITIVO.....	183
3.5.3.3. IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO.	184
3.6. PRESUPUESTO	191
3.7. CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO	192
3.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	193
CAPÍTULO IV.....	226
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	226
4.1. CONCLUSIONES.....	226

4.2. RECOMENDACIONES.....	227
BIBLIOGRAFÍA.....	226
ANEXOS.....	226

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Información típica de diseño para filtros percoladores.....	21
Tabla N° 2. Tasa de crecimiento poblacional.....	26
Tabla N° 3. Diferencias entre enrejado grueso y fino.	30
Tabla N° 4. Relación entre diámetro de las partículas y velocidad	33
Tabla N° 5. Densidad y Viscosidad de agua.....	34
Tabla N° 6. Valores del coeficiente.....	35
Tabla N° 7. Criterios de diseño para desarenadores rectangulares de.....	37
Tabla N° 8. Tiempo de digestión dependiendo de la temperatura.....	46
Tabla N° 9. Dotación media diaria.....	46
Tabla N° 10. Determinación de la Capacidad de Carga de las cimentaciones.	55
Tabla N° 11. Puntos Topográficos.	56
Tabla N° 12. Resultado de Agua Residual Muestra 1.....	59
Tabla N° 13. Resultado de Agua Residual Muestra 2.....	60
Tabla N° 14. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	61
Tabla N° 15. Biodegradabilidad del agua residual.	62
Tabla N° 16. Censos Poblacionales del Cantón Guaranda.	64
Tabla N° 17. Tasa de Crecimiento Método Lineal.	65

Tabla N° 18. Tasa de Crecimiento Método Geométrico.	67
Tabla N° 19. Tasa de Crecimiento Método Exponencial.	68
Tabla N° 20. Período de Diseño Según el Tipo de Estructura.	69
Tabla N° 21. Unidades de Tratamiento de Aguas Residuales.	74
Tabla N° 22. Preselección de Acuerdo al Campo Poblacional.	75
Tabla N° 23. Superficie Necesaria.	77
Tabla N° 24. Simplicidad Construcción.	77
Tabla N° 25. Operación y Mantenimiento.	78
Tabla N° 26. Costos de Inversión.	78
Tabla N° 27. Impacto Ambiental.	78
Tabla N° 28. Matriz final de selección.	78
Tabla N° 29. Dotaciones Recomendadas.	80
Tabla N° 30. Resultados de la medición del caudal del día Lunes.	82
Tabla N° 31. Resultados de la medición del caudal del día Miércoles.	82
Tabla N° 32. Resultados de la medición del caudal del día Sábado.	82
Tabla N° 33. Promedio de los resultados de la medición del caudal.	82
Tabla N° 34. Iteración para la velocidad de sedimentación.	88
Tabla N° 35. Resultado del Desarenador.	90
Tabla N° 36. Factor de capacidad relativa según la temperatura.	101
Tabla N° 37. Matriz de Impacto Ambiental.	181
Tabla N° 38. Rango de calificación de la matriz.	182
Tabla N° 39. Identificación de Impactos Ambientales.	183
Tabla N° 40. Valoración de impactos ambientales.	186

Tabla N° 41. Evaluación de impactos ambientales.	187
Tabla N° 42. Impacto y Mitigación.	188

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Tanque séptico subterráneo de un compartimiento.	13
Figura N° 2. Tanque Imhoff.	14
Figura N° 3. Esquema de Reactor UASB para tanque circular o rectangular.	16
Figura N° 4. Disposición de las lagunas de estabilización.	17
Figura N° 5. Planta de lodos activados convencional.	18
Figura N° 6. Zanja de oxidación.	18
Figura N° 7. Vista general de un Biodisco.	19
Figura N° 8. Filtro anaerobio de flujo ascendente.	19
Figura N° 9. Vista general de un filtro percolador.	20
Figura N° 10. Esquema de los tipos de humedales.	22
Figura N° 11. Cámara de digestión y la tubería de extracción de lodos.	43
Figura N° 12. Vista en planta de un tanque Imhoff.	45
Figura N° 13. Capacidad de Carga en Función de la Profundidad (ton/ m ²)	54
Figura N° 14. Toma de muestras antes del análisis.	59
Figura N° 15. Diagrama de flujo para la selección de tecnología de depuración de aguas residuales por métodos naturales.	72
Figura N° 16. Cámara de sedimentación.	97
Figura N° 17. Dimensionamiento de la cámara de sedimentación.	99
Figura N° 18. Sección transversal del tanque Imhoff.	103

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DELCANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR.

Autor: Edwin Gonzalo Guaquipana Patín

Fecha: Marzo del 2016

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Proyecto Técnico es realizado con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona en intervención, conociendo el impacto negativo de las aguas residuales que alteran a la ecología del ecosistema; así como también es un aporte de la EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CANTÓN GUARANDA.

Para desarrollar este proyecto se trabajó en el campo como en oficina, ejecutando los trabajos pertinentes como son la recolección de muestras de aguas residuales, estudios de suelos, topografía, los mismos que ayudaron a determinar un adecuado sistema de depuración.

Una vez procesada la información y los datos obtenidos, con los parámetros y criterios de diseño de la norma TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente – Ex TULAS) y otros, se propone el diseño de un sistema de depuración de aguas residuales la cual se constituye de la siguiente manera, una rejilla y un desarenador para tratamiento preliminar, 2 tanque imhoff como para tratamiento primario y el filtro anaerobio de flujo ascendente utilizado como para tratamiento secundario.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales con Metodología Ambientalista para los sectores de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda Provincia de Bolívar.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El 80 % de las aguas residuales mundiales no reciben un tratamiento adecuado para evitar la contaminación y la propagación de enfermedades, una situación que perjudica sobre todo a los países menos desarrollados y que refleja el informe “Gestión de Aguas Residuales”, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ONU Hábitat y la OMS. Ante esta situación, PNUMA ha instado a los gobiernos a convertir el tratamiento de las aguas residuales en una prioridad para la agenda del desarrollo que debe aprobarse para dar continuidad a los Objetivos Del Milenio (ODM), que concluyen este 2015 [1].

Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas, esa es una realidad cada vez más cierta para Latinoamérica donde tres cuartas partes de las aguas fecales o residuales vuelven a los ríos y otras fuentes hídricas, creando un serio problema de salud pública y para el medio ambiente, según advierten expertos del Banco Mundial. El problema es especialmente preocupante en una región como la

latinoamericana, donde el 80% de la población vive en ciudades, y una gran parte en asentamientos cercanos a fuentes contaminadas. También hay serias implicaciones ecológicas. Latinoamérica es una de las regiones más biodiversas del mundo y es dueña nada menos que de un tercio de las fuentes de agua del mundo. La contaminación del agua atenta contra ese orden [2].

Ecuador es un país en vías de desarrollo y no está en la obligación de disminuir sus niveles de contaminación como lo establece el Instrumento internacional denominado “Protocolo de Kioto”, que se deviene del Programa de las Naciones Unidas para el cambio climático, que expresa que los países desarrollados deben reducir sus emisiones de CO₂ a la Atmósfera y deben hacerlo como parte de políticas estatales de carácter obligatorio en sus países. Ecuador no dispone de datos actualizados sobre la contaminación de los recursos hídricos. Esto ha permitido que la discusión sobre la contaminación del agua se base más en anécdotas, percepciones, o discursos, que en datos reales. Los pocos datos existentes por esfuerzos puntuales realizados por Universidades, Empresas de agua y ONGs, demuestran altos grados de contaminación orgánica relacionada a la presencia de coliformes fecales y sedimentos provenientes de áreas deforestadas [3].

La problemática que presenta en el cantón Guaranda, es que en la actualidad no cuenta con un sistema de depuración de aguas servidas; ya que esto conlleva a evacuar directamente las aguas servidas al río Guaranda y esto provoca problemas en el buen vivir (Sumak Kawsay).

Los habitantes de los sectores en intervención producen grandes cantidades de aguas residuales domésticas, las mismas que deben ser tratadas mediante un sistema de depuración para mitigar la contaminación del ecosistema. En el Ecuador existen leyes como las del TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente ex TULAS) que regulan la descarga de las aguas servidas en diferentes puntos de acuerdo a la utilización que se le va a dar al agua.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Depuración de Aguas Residuales con Metodología Ambientalista para los sectores de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Seleccionar las opciones más adecuadas del sistema de depuración de aguas residuales que cumplan con las normativas del vertido de efluente en el río de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), y que implique la optimización de recursos económicos.

- ❖ Determinar los gastos de construcción, operación y mantenimiento del método de depuración seleccionado.

- ❖ Determinar las ventajas y desventajas de este método de depuración que ha sido seleccionado para el tratamiento de aguas residuales.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS

La Municipalidad de Guaranda en el año 2005 construyó una planta de tratamiento de aguas residuales en áreas de expansión urbana a cielo abierto; pero luego de la primera semana de estar en funcionamiento fue clausurada por el Ministerio de Salud Pública (MSP) por la denuncia presentada por los moradores, al presenciar olores insoportables y dañinos para la salud. En ese año el Municipio de Guaranda invirtió USD. 720,000.00 Dólares Americanos en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra ubicado en el sector de Marco Pamba pero actualmente ya no está en funcionamiento [4].

El tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial, ya que es importante disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente, lo que permitirá una mejora del ambiente, la salud y la calidad de vida. En México, debido a la insuficiente infraestructura, los altos costos, la falta de mantenimiento y de personal capacitado, sólo 36 % de las aguas residuales generadas reciben tratamiento, lo cual crea la necesidad de desarrollar tecnologías para su depuración. Los humedales artificiales son una alternativa de tratamiento debido a su alta eficiencia de remoción de contaminantes y a su bajo costo de instalación y mantenimiento. En el presente trabajo se evalúa el porcentaje de remoción de la carga orgánica de aguas residuales, en un sistema de tratamiento por humedales artificiales de flujo horizontal y con dos especies vegetales [5].

En la investigación realizada por [6] se concluye que: la inexistencia de la planta de tratamiento de aguas residuales provoca problemas en los seres humanos así provocando enfermedades; ya que por esa razón es de suma importancia contar con la planta de tratamiento.

En la siguiente investigación realizada por [7] manifiesta: que para el tratamiento de aguas servidas existen diferentes procesos y unidades de depuración que para lo cual se opta de un adecuado sistema de acuerdo a las condiciones del sector.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Este proyecto se ha basado fundamentalmente en: La Constitución de la República del Ecuador, El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) especialmente en la Ley de la Calidad Ambiental [8].

La norma tiene como objeto la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua [8].

El objetivo principal de la TULSMA es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general [8].

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la Norma TULSMA [8].

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) - Anexo I del libro VI; establece los límites permisibles del agua residual antes de ser vertidos a un cuerpo de aguas o un sistema de alcantarillado, además se recomienda que las aguas residuales deben ser examinadas mediante un laboratorio para determinar los niveles de calidad y así dar un adecuado tratamiento a las aguas servidas para que no provoque alteración al ecosistema y garantice un *sumak kawsay* (buen vivir) [8].

Además en el mismo Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) - Anexo I del libro VI; habla sobre la prohibición de toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua [8].

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

IEOS: Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitaria.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1. Definición de Aguas Residuales

Según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente [9]; las aguas residuales son las aguas de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.

2.3.2. Fuentes de Aguas Residuales

De acuerdo a la publicación de la Universidad de Salamanca de España en su página virtual [10]; tenemos la siguiente clasificación de las aguas residuales:

Aguas Residuales Domésticas (ARD): estas se originan en las viviendas. Contienen sólidos fecales (residuos humanos) y residuos derivados de operaciones domésticas como lavar, comer, bañarse o fregar.

Varían poco en su composición cualitativa y cuantitativa, suelen estar compuestas de: tierra, arena, residuos fecales, detergentes, grasas, restos alimenticios y desechos caseros.

Aguas Residuales Comerciales: líquidos que provienen de pequeños negocios como lavanderías o restaurantes.

Aguas Residuales Agrícolas: líquidos procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Suelen formar parte, en numerosos lugares, de las aguas residuales urbanas, las cuales, son utilizadas para riego con o sin un tratamiento previo.

Aguas Residuales Industriales: provienen de los procesamientos que tienen lugar en las fábricas y establecimientos industriales. Su composición es muy variable dependiendo de la actividad industrial en cada caso.

Aguas Residuales de Tormenta y del Terreno: tienen procedencia atmosférica (lluvia, hielo y nieve) o del riego y limpieza de las calles, parques y lugares públicos.

En el caso del Sector de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu, las aguas que serán evaluadas son aguas residuales domésticas (ARD).

2.3.3. Características de las Aguas Residuales

Para realizar un tratamiento eficaz de las aguas residuales, es necesario conocer sus características principales como son las físicas, químicas y biológicas.

2.3.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Las características físicas de las aguas residuales son los sólidos totales, el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

Sólidos Totales: es la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a una temperatura de entre 103 y 105°C [11].

Olores: se produce por la liberación de gases durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Su problemática está considerada como la principal causa de rechazo de la población para la instalación de plantas de tratamiento en la vecindad de sus hogares [11].

Temperatura: la temperatura de aguas residuales es siempre mayor a la de suministro, esto se debe principalmente al agua caliente que se utiliza en viviendas, hospitales e industrias. Éste parámetro es suma importancia ya que por cuanto puede influir en el desarrollo de la vida de los seres acuáticos, así como en las reacciones químicas y sus velocidades. También debemos saber que a mayor temperatura, más rápida es la reacción de ciertas sustancias. La temperatura óptima para el desarrollo de actividad bacteriana está entre los 25 y los 35 °C [12].

Densidad: es la masa del agua residual por unidad de volumen como lo ve (kg/m^3). De esta característica depende la formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación u otras instalaciones de tratamiento [11].

Color: estas aguas residuales domésticas son de color gris, pero a medida que avanza el tiempo estas se vuelven más oscuras hasta llegar a un color negro [12].

Turbiedad: se refiere a la materia orgánica en suspensión (arcillas, barros, materia orgánica y otros organismos microscópicos, etc.) [13].

2.3.3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dentro de las características químicas se puede encontrarse con los siguientes: materia orgánica, medición del contenido orgánico, materia inorgánica y los gases presentes en el agua residual.

Materia Orgánica: los sólidos en suspensión pueden contener un 75% de materia orgánica y los disueltos un 40%. La materia orgánica de las aguas residuales es una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (CHON); con las proteínas (40–60%), carbohidratos (25–50%) y grasas y aceites (10%) como los grupos principales [12].

Medición del Contenido Orgánico: existen dos tipos de medición de acuerdo al grado de concentración de contenido orgánico. El primero abarca a concentraciones mayores de 1 mg/L, e incluye a la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), la DQO (Demanda Química de Oxígeno) y el COT (Carbono Orgánico Total). Y el segundo abarca a concentraciones entre 0,01mg/L hasta 1 mg/L y se emplean métodos instrumentales como son la cromatografía de gases y la espectroscopia de masa [11].

Materia Inorgánica: las concentraciones de sustancias inorgánicas en el agua incrementan tanto por el contacto con formaciones geológicas como por las aguas residuales tratadas y sin tratar que a ella se descargan. Puesto que las concentraciones de varios constituyentes inorgánicos afectan a los usos del agua, es conveniente examinar la naturaleza de algunos de estos [11].

pH: es el potencial de hidrógeno que indica la concentración del ion hidrógeno, este parámetro es importante puesto que una concentración inapropiada puede causar problemas en los procesos biológicos, existe una escala indicadora de ph que fluctúa entre 0 y 14 [11].

Cloruros: son sustancias orgánicas provenientes de las orinas y heces fecales humanas; cuando el agua es fresca su concentración es pequeña [6].

Nitrógeno y Fósforo: el nitrógeno y el fósforo son necesarios para el crecimiento de organismos protistas y plantas, razón por la cual son llamados nutrientes o bio - estimuladores [11].

Azufre: el azufre es esencial para la síntesis de proteínas ya que éste puede a su vez combinarse con el hidrógeno. Los sulfatos se reducen a sulfuros y a sulfuros de hidrógeno por acción de las bacterias en forma anaerobia [11].

Gases: los gases que con mayor frecuencia se encuentra en aguas residuales brutas son el nitrógeno (N₂), el oxígeno (O₂), el dióxido de carbono (CO₂) el sulfuro de hidrogeno (H₂S), el amoniaco (NH₃), y el metano (CH₄). Los tres primeros se encuentran en todas las aguas en contacto con la atmósfera, ya que estos gases forman parte de ella. Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales [6].

2.3.3.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Dentro de las características biológicas tenemos a los microorganismos, los organismos patógenos, la presencia de coliformes y ensayos de toxicidad.

Microorganismos: el impacto a la salud pública más grande es la disentería, causada por la calidad microbiológica del agua de consumo humano. Aquí se incluyen enfermedades infecciosas y parasíticas como el cólera, la tifoidea, la disentería, la hepatitis, la giardiasis, el gusano de guinea y la esquistosomiasis. La bacteria principal dentro de éste grupo es la E. Coli O157:H7, la cual produce una toxina que causa graves enfermedades. Los virus presentes en el agua contaminada también causan enfermedades como la gastroenteritis y la Hepatitis - A entre otras. [14].

Organismos Patógenos: proceden de desechos humanos infectados o que son portadores de una determinada enfermedad. Los principales organismos patógenos son bacterias, virus, protozoos y el grupo de los helmintos [11].

Presencia de Coliformes: se lo utiliza el ensayo de fermentación en tubo múltiple y consta de tres fases. La primera es la fase de presunción y se basa en la capacidad de los coliformes para fermentar lactosa en medio fluido. La segunda fase es la de confirmación y se realiza un cultivo de bacterias coliformes en un medio que

imposibilite el desarrollo y crecimiento de otros organismos. La tercera fase, que es el ensayo completo, relaciona los dos pasos anteriores [11].

Ensayos de Toxicidad: Mediante estos ensayos se puede constatar la aptitud de las condiciones ambientales para el desarrollo de las determinadas formas de vida acuática; el establecimiento de concentraciones aceptables de los diferentes parámetros convencionales en las aguas receptoras, el estudio de la influencia de los parámetros de calidad sobre la toxicidad de la misma; la constatación de la toxicidad para diferentes especies de peces marinos y de agua dulce; entre otras medidas que permitan definir si puede o no existir alteración y muerte del ecosistema marino en general [11].

2.3.4. ETAPAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES

Las etapas de tratamiento de aguas residuales nos ayudan a reducir la presencia de contaminantes provenientes de diferentes lugares con una gran cantidad de contaminantes que es dañino para el medio ambiente. A continuación se indican las etapas existentes en el tratamiento de aguas residuales.

2.3.4.1. TRATAMIENTOS PRELIMINARES

El tratamiento preliminar de las aguas residuales según Ayala y Greby [7] se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares.

Las unidades que se utilizan para el tratamiento preliminar son:

Rejillas: son proyectados para remover sólidos suspendidos bastante grandes. Las aberturas en estas rejillas son por lo general de 25 mm o más [15].

Desarenador: es utilizado para evitar el ingreso de gravillas, arenas, cenizas y otros materiales inorgánicos presentes en las aguas residuales municipales a la otra etapa de proceso de tratamiento ya que estos pueden causar abrasión o desgaste excesivo a los equipos mecánicos de una planta de tratamiento [7].

2.3.4.2. TRATAMIENTOS PRIMARIOS

El tratamiento primario tiene como finalidad de remover los sólidos suspendidos y pueden ser mediante: filtración, precipitación, sedimentación y flotación. De estos procesos, el más utilizado y que mejor se ajusta a las características de las aguas residuales de pequeñas localidades es la sedimentación [16].

Sedimentación: en este paso se reciben las aguas residuales crudas antes del tratamiento biológico secundario, y es donde se separan los sólidos en suspensión de las mismas. La sedimentación puede darse una sola vez o en varias etapas de acuerdo al diseño de la planta de tratamiento y los objetivos finales de la misma. De acuerdo al Ing. Jairo Romero existen tres tipos de tanques sedimentadores que son: tanques de flujo horizontal, tanques de flujo radial y tanques de flujo ascensional. Se pueden considerar también tres tipos de sedimentación: discreta, con floculación y por zonas [12].

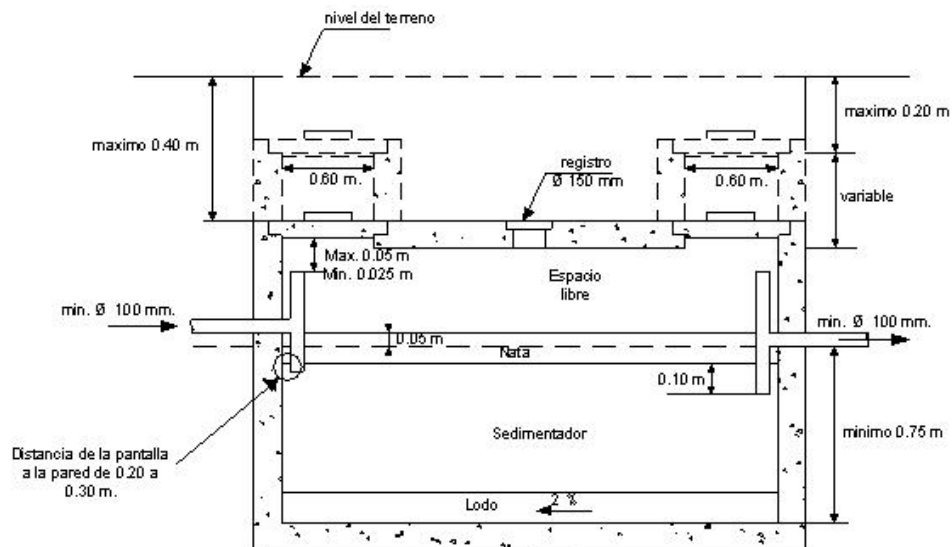
Flotación: los efectos de la formación de espuma y la flotación pueden aparecer como efectos de la agitación violenta, la aireación o la ozonización. Este tratamiento se utiliza cuando el agua contaminada está cargada de detergentes y materia orgánica, así como también de películas mono-moleculares de hidrocarburos [17].

Flotación por Aire Disuelto (FAD): esta se consigue introduciendo aire para la presurización del agua residual contenida en un tanque de retención cerrado. Después de ser presurizada se le permite salir a presión atmosférica y liberar el gas en exceso de saturación. De esta manera se reduce la densidad de los materiales grasos y otros en suspensión mediante el contacto con las pequeñísimas burbujas de aire [12].

Aun cuando este tipo de tratamiento disminuye la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales, ésta se limita a la fracción en suspensión y no a la disuelta, condición que determina su nombre a tratamiento primario. Estas unidades se diseñan para disminuir el contenido de sólidos suspendidos y, de grasas y aceites en las aguas residuales. Las unidades o dispositivos de tratamiento que utilizan el proceso de sedimentación son [7]:

Tanques Sépticos: un tanque séptico es un depósito (que puede ser de uno o más compartimiento), impermeable, de escurrimiento continuo y forma rectangular o cilíndrica que recibe, además de la excreta y agua residual proveniente de los inodoros, aguas grises de origen doméstico. También es un sistema ampliamente probado como un pre tratamiento eficaz, que ayuda a eliminar los sólidos suspendidos y las grasas que se encuentran en el efluente. En el tanque séptico el agua residual es llevada a condiciones de reposo, lo que permite que haya una buena sedimentación de los sólidos suspendidos estos se depositan en el fondo donde son degradados, por microorganismos anaerobios especializados [18].

Figura N° 1. Tanque séptico subterráneo de un compartimiento



Fuente: Ron Cristes & George Tchobanoglous

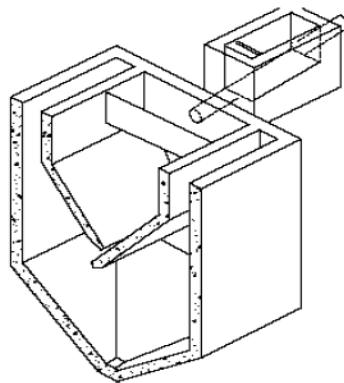
Para que estos sólidos sean bien digeridos se requiere que permanezcan durante algún tiempo en el interior del tanque. Luego de un tiempo razonable el tanque séptico deberá

limpiarse sin eliminar completamente el lodo del fondo de la misma para permitir una regeneración posterior de la masa bacteriana [18].

Los tanques sépticos pueden ser construidos de uno o dos compartimentos según la calidad de efluente deseada y de los recursos disponibles. Se puede mencionar que de acuerdo a los resultados de las investigaciones realizadas indican que un tanque con dos compartimentos o cámaras, como suelen llamarse, proporciona una mejor eliminación de los sólidos en suspensión [18].

Tanques Imhoff: es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara [19].

Figura N° 2. Tanque Imhoff



Fuente: Ayala & Gonzales

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena. El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos [19]:

Cámara de sedimentación,

Cámara de digestión de lodos,

Área de ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que inevitablemente se producen en el proceso de la digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación [19].

Los lodos acumulados en el digesor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos [19].

2.3.4.3. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS

Los sistemas de tratamiento secundario son proyectados para remover la materia orgánica soluble y coloidal que permanece después del tratamiento primario. Aunque la remoción de este material puede ser efectuada por medio fisicoquímicos, usualmente se entiende que el tratamiento secundario implica un proceso biológico [15].

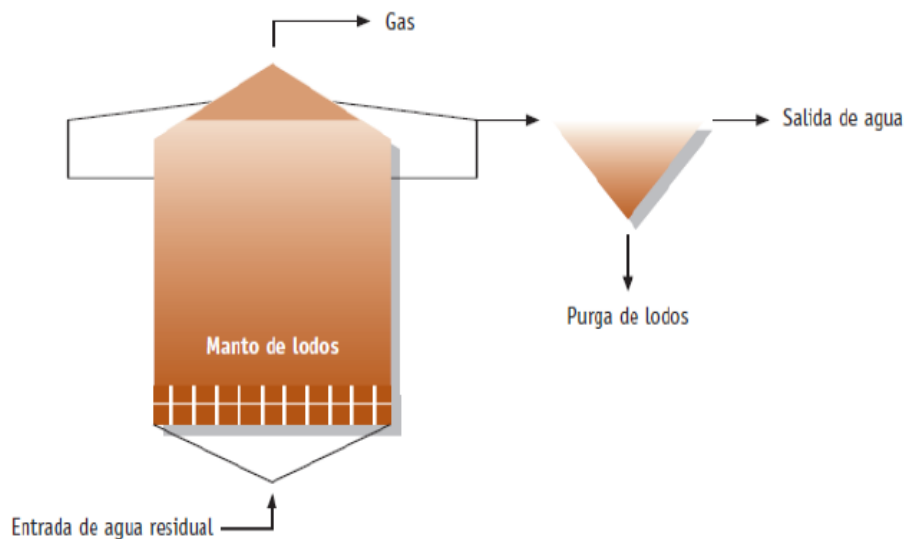
El tratamiento biológico consiste en la aplicación de un proceso natural controlado, en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales, los cuales en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, convirtiéndola en material celular, productos inorgánicos o material inerte [15].

La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno). Dependiendo de la forma en que estén soportados los microorganismos, existen dos grandes tipos de procesos [7].

2.3.4.3.1. CON MICROORGANISMOS EN SUSPENSIÓN

Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA): el reactor es de flujo ascendente y en la parte superior cuenta con un sistema de separación de gas - líquido - sólido, el cual evita la salida de los sólidos suspendidos en el efluente y favorece la evacuación del gas. Las unidades son tapadas para facilitar la recolección del gas que se genera en este proceso anaerobio [7].

Figura N° 3. Esquema de Reactor UASB



Fuente: Ayala & Gonzales

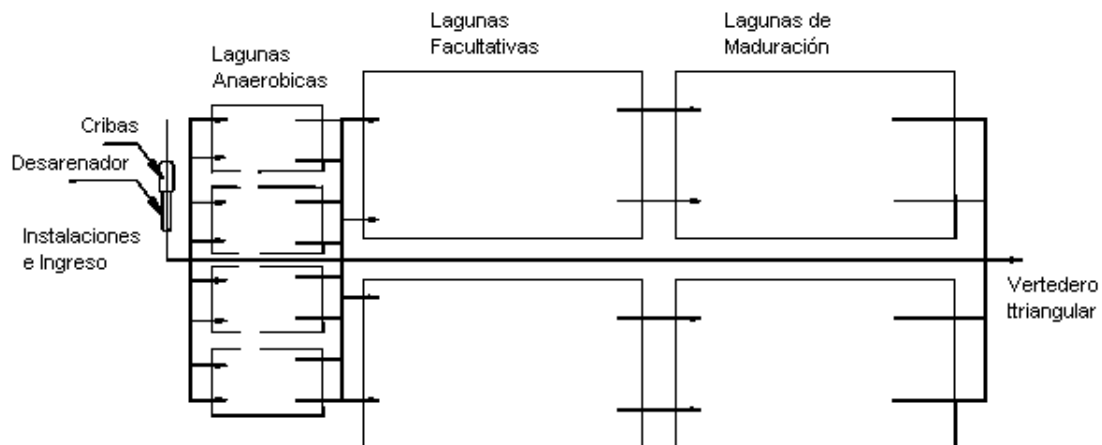
Los puntos débiles del proceso son la lentitud del proceso de arranque del reactor, necesidad de uniformar el caudal, necesidad de corrección de pH continua, y requiere mayor cuidado en su operación que otras alternativas [7].

Lagunas de estabilización: son depósitos de aguas servidas que permiten la generación de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, para efectuar la

estabilización y desinfección de las aguas haciéndolas inocuas a la salud, por lo tanto utilizables para otras actividades [7].

Las lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales, con relación a otros sistemas convencionales, son una buena alternativa para remover patógenos (bacterias y protozoarios que pueden causar enfermedades a los humanos) y helmintos (gusanos que se desarrollan en los intestinos), por lo que no es necesario adicionar cloro al efluente para su desinfección, lo que los hace más atractivos por la reducción de costos, tanto en partes mecánicas como en la operación y mantenimiento [20].

Figura N° 4. Disposición de las lagunas de estabilización



Fuente: Ayala & Gonzales

Los sistemas de lagunas son simples de construir, confiables y fáciles de mantener, requieren poco equipo importado y facilitan la eliminación de los patógenos.

Lodo activado convencional: es uno de los procesos más utilizados para plantas de tratamiento grandes en países económicamente avanzados. Es un proceso que requiere un alto nivel de energía y de control para su buena operación. El nombre de este proceso proviene de la producción de una masa “activada” (viva) de microorganismos capaces de estabilizar un residuo vía procesos aerobios. El proceso consiste en introducir el residuo orgánico en un reactor en donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio suspensión (liquido mezcla) [7].

Figura N° 5. Planta de lodos activados convencional



Fuente: Ayala & Gonzales

Zanjas de oxidación: son variantes del proceso de lodos activados por aireación prolongada. El proceso se basa en suministrar el oxígeno por medio de aireadores mecánicos que hacen circular el agua en un canal cerrado, esta actividad también se puede llevar a cabo por difusores que se complementan con agitadores superficiales o sumergidos que le imprimen una velocidad de acción horizontal al agua [7].

Figura N° 6. Zanja de oxidación



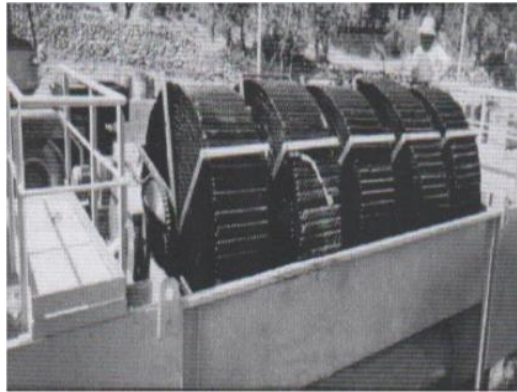
Fuente: Ayala & Gonzales

2.3.4.3.2. CON MICROORGANISMOS FIJOS

Biodiscos: este sistema consistía en un tanque por donde fluyen las aguas residuales, previamente decantadas, y en cuyo interior existía una serie de discos de madera, con diámetros entre 1 a 3.5 m, montados sobre una flecha horizontal que permite el giro de los discos; durante el movimiento, cerca del 40% del área superficial de los discos

se encontraba sumergida en el agua residual contenida en el tanque. Actualmente se utilizan placas de plástico corrugado y otros materiales en vez de los de madera [7].

Figura N° 7. Vista general de un Biodisco

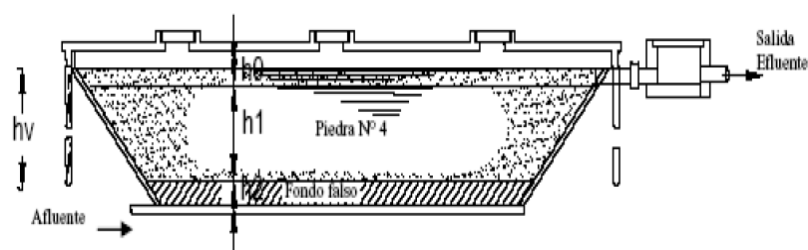


Fuente: Ayala & Gonzales

Cuando el proceso inicia su operación, los microorganismos del agua residual afluyente se adhieren a la superficie del material plástico y se desarrollan hasta que toda esta área queda cubierta con una capa o película microbiana. [7].

Filtro anaerobio de flujo ascendente: es un reactor de flujo ascendente empacado con soportes plásticos o con piedras de 3 a 5 cm de diámetro promedio. El coeficiente de vacíos debe ser grande para evitar el taponamiento, lo que en algunos casos se traduce en un área específica inferior a $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Debido a la distribución desordenada del soporte, las purgas de lodo no son efectivas, lo que provoca una acumulación lenta pero constante de biomasa que con el tiempo puede crear problemas de taponamiento. Este reactor puede admitir cargas hasta de $20 \text{ Kg.DQO}/\text{m}^3.\text{día}$ [7].

Figura N° 8. Filtro anaerobio de flujo ascendente



Fuente: Ayala & Gonzales

Filtros percoladores (rociadores): es un relleno cubierto de limo biológico a través del cual se percola el agua residual. Normalmente el agua residual se distribuye en forma de pulverización uniforme sobre el lecho de relleno mediante un distribuidor rotativo de flujo. El agua residual percola en forma descendente a través del relleno y el efluente se recoge en el fondo. El mecanismo principal de remoción de la materia orgánica de este sistema no es la filtración sino la adsorción y asimilación biológica en el medio de soporte [7].

Figura N° 9. Vista general de un filtro percolador



Fuente: Ayala & Gonzales

Clasificación de los filtros

Los filtros percoladores se clasifican por las cargas orgánicas o hidráulicas aplicadas. Las categorías en las que se dividen son de carga baja o normal, de carga media alta o muy alta carga, y de desbaste. A menudo, se emplean sistemas de filtros de dos etapas en los que se conectan en serie dos filtros percoladores. El intervalo habitual de cargas y las características operacionales de los diferentes tipos de filtros se indican en la siguiente tabla [7].

Su constitución es parecida a la de los filtros normales. La diferencia radica en que alrededor de cada granulo se forma una capa de limo biológico, la cual separa la

materia orgánica y coloidal mediante oxidación aerobia, biosorción, coagulación y descomposición anaerobia.

Tabla N° 1. Información típica de diseño para filtros percoladores

Elemento	Baja carga	Carga intermedia	Carga alta	Muy Alta carga	De desbaste	Doble etapa
Medio filtrante	Piedra, escoria	Piedra escoria	Piedra	Piedra	Plástico, madera	Roca, plástico
Carga hidráulica m ³ /m ² .dia	1.20-3.50	3.50-9.40	9.40-37.55	11.70-70.40	47.0-188.0	9.40-37.55
Carga orgánica, kgDBO ₅ /m ³ .dia	0.08-0.40	0.25-0.5	0.50-0.95	0.48-1.60	1.6-8.0	0.95-1.80
Profundidad, m	1.80-2.40	1.80-2.40	0.90-1.80	-	-	-
Relación de recirculación	0	0-1	1-2	1-2	1-4	0.5-2
Moscas en el filtro	Abundantes	Algunas	Escasas	Escasas o ninguna	Escasas o ninguna	Escasas o ninguna
Arrastre de sólidos	Intermitente	Intermitente	Continuo	Continua	Continua	Continua
Eficiencia de eliminación de la DBO %	8-90	50-70	65-85	65-80	40-65	85-95
Efluente	Bien nitrificado	parcialmente nitrificado	Escasamente nitrificado	Escasamente nitrificada	No nitrificado	Bien nitrificado

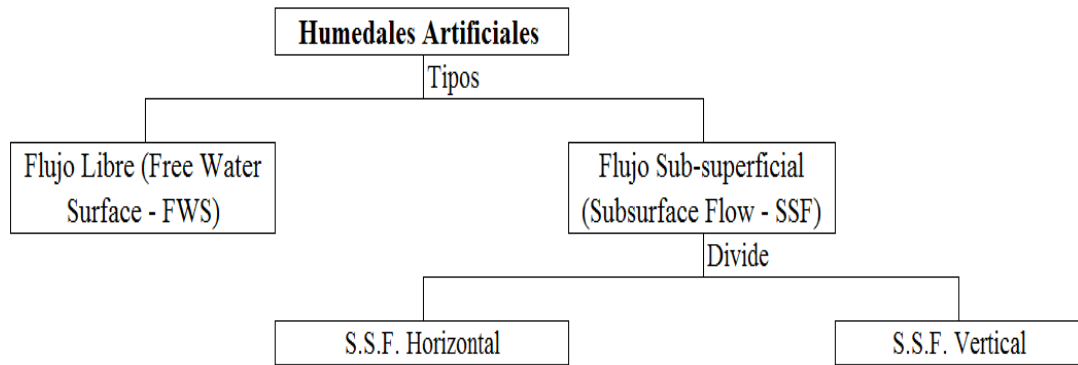
Fuente: Metcalf & Eddy

Humedales Artificiales: son sistemas de tratamiento acuático que utilizan plantas y animales para el tratamiento de las aguas residuales o también es un sistema de fitodepuración de aguas residuales. Son adaptaciones de las lagunas o de los pantanos, usando plantas acuáticas en vez de algas para proveer oxígeno a las bacterias. Los humedales pueden ser de flujo libre (FWS) o de flujo sub-superficial (SFS), los humedales de flujo libre suelen consistir en balsas o canales paralelos, con la superficie de agua expuesta a la atmosfera, y los humedales de flujo sub-superficial consisten en zanjas excavadas y rellenos de material granular generalmente grava, donde el agua fluye debajo de la superficie de grava la cual proporciona nutrientes a la plantas emergentes [7].

TIPOS DE HUMEDALES ARTIFICIALES.

Existen dos tipos principales de humedales artificiales que son los de flujo libre (Free Water Surface - FWS) y los de flujo sub-superficial (Subsurface Flow - SSF); y el flujo sub-superficial se divide en flujo sub-superficial horizontal y vertical.

Figura N° 10. Esquema de los tipos de humedales.



Realizado por: Edwin Guaquipana

2.3.4.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

Este proceso de tratamiento es necesario para alcanzar una alta calidad física química - biológica, o sea, que son procesos por los cuales se le da un pulimento alto al agua. Las metas de tratamiento varían de acuerdo a la reutilización que se le pretenda dar a estas aguas. Normalmente el tratamiento terciario es para remover nutrientes (nitrógeno y fosforo) del agua. Generalmente no se utiliza el tratamiento terciario para aguas residuales municipales, a menos que la reutilización de las aguas tenga alguna aplicación en la industria y en algunos casos en protección de un área ecológicamente sensitiva [7].

2.3.4.4.1. DESINFECCIÓN

El propósito es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente. La efectividad depende de la calidad del agua que es tratada (por ejemplo: turbiedad, pH, etc.), del tipo de desinfección que es utilizada, de la dosis de desinfectante (concentración y tiempo), y de otras variables ambientales. El agua turbia será tratada con menor éxito puesto que la materia sólida puede blindar organismos, especialmente de la luz ultravioleta o si los tiempos del contacto son bajos. Generalmente, tiempos de contacto cortos, dosis bajas y altos flujos influyen en contra de una desinfección eficaz [21].

Cuando se descargan aguas residuales tratadas en cuerpos de agua que van a utilizarse, o que pueden ser utilizados como fuentes de abastecimiento público, o con propósitos recreativos, se requiere un tratamiento suplementario para destruir las bacterias, y minimizar riesgos para la salud humana debido a la alta contaminación de las aguas, tal tratamiento se conoce como desinfección [7].

2.3.4.4.2. CLORACIÓN

El cloro y sus derivados son los componentes necesarios que existen para la desinfección del agua que contiene bacterias, además se aplican para: eliminar olores, decolorar, ayudar a evitar la formación de algas, ayudar a la oxidación de la materia orgánica, y ayudar a eliminar las espumas en los decantadores.

Los compuestos químicos más comunes del cloro son: cloro gas, hipoclorito de sodio y de calcio; éstos últimos son más utilizados en plantas pequeñas, donde la simplicidad y la seguridad son más importantes que el costo. En plantas de tratamiento donde se manejan grandes volúmenes de agua es más recomendable utilizar cloro gaseoso. En ambos casos deben tomarse las debidas precauciones para garantizar la mezcla correcta de la solución de cloro con el agua sometida a tratamiento. Se requiere un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos, al cabo del cual el contenido de cloro residual debe ser de 0.5 a 1.0 mg/lit [7].

2.3.5. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS AGUAS SERVIDAS A SER DEPURADOS

Previo a la descarga de las aguas residuales domésticas se propone una planta de tratamiento, la que permite tener condiciones mínimas de calidad del efluente según la legislación vigente en el país.

- ❖ Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO, remoción 75% en carga.

Estos parámetros serán controlados por un sistema de depuración de aguas residuales que contempla tres etapas:

- ❖ Tratamiento preliminar, tratamiento primario y tratamiento secundario.

Una vez considerado lo mencionado anteriormente y en base de soluciones tecnológicas que permitan un adecuado nivel de tratamiento, el mismo que requiera un fácil mantenimiento, se opta por un sistema de tratamiento de aguas residuales para los sectores descritos anteriormente que interviene en este proyecto:

Tratamiento Preliminar: Canal, Rejilla y Desarenador.

Tratamiento Primario: Tanque Imhoff.

Tratamiento Secundario: Filtro Biológico.

2.3.5.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Para la base de diseño de la Planta de tratamiento de aguas residuales se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- ❖ Periodo de Diseño (años).
- ❖ Población futura (habitantes).
- ❖ Caudal de Diseño (lt/s).

2.3.5.1.1. PERÍODO DE DISEÑO

Se lo denomina período de diseño al lapso de tiempo para el cual se proyecta el funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento.

Para seleccionar el período de diseño se debe de considerar factores como la vida útil de las estructuras, equipos y componentes; tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste natural que sufren los materiales, así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas, también, la relación anticipada de crecimiento de la población, incluyendo en lo posible, el desarrollo urbanístico comercial o industrial de las áreas adyacentes [22].

Además, se considera un tiempo de 1 o 2 años adicionales, debido al tiempo que se lleva en gestionar el proyecto, para su respectiva autorización y desembolso económico [22].

Los sistemas de depuración se deben proyectar para los siguientes períodos:

Según el literal 4.2.2.2 de la norma CPE INEN 005-9-1, el período de diseño será de por lo menos 15 años, y considerará que la vida útil de los equipos es usualmente de 10 a 20 años, mientras que las estructuras pueden durar entre 40 y 50 años. Siempre que sea posible y conveniente, se establecerán etapas de construcción determinadas mediante un análisis económico. Si el período de diseño especificado es menor a 50 años, se tomarán precauciones para permitir la fácil ampliación de la planta hasta cubrir este período [23].

2.3.5.1.2. ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Según el literal 4.1.3.1 de la norma CPE INEN 005-9-1, para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista. La población futura se escogerá finalmente tomando en consideración, aspectos económicos, geopolíticos y sociales que influyan en los movimientos demográficos [23].

INEN sugiere utilizar la siguiente tabla de la tasa de crecimiento poblacional en caso de la inexistencia de datos.

Tabla N° 2. Tasa de crecimiento poblacional.

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEN)

2.3.5.1.3. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

El cálculo de la población futura se realizara utilizando los siguientes métodos más aplicados en la Ingeniería Civil como:

❖ Proyección Aritmética, Proyección Geométrica y Proyección Exponencial.

2.3.5.1.4. POBLACIÓN DE DISEÑO

Es el número de habitantes que se utilizan para el diseño de la planta de tratamiento de aguas servidas. El número de habitantes que se beneficiaran directamente del proyecto fue adquirido en la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda.

2.3.5.1.5. POBLACIÓN FUTURA

Es de gran importancia conocer la cantidad de personas que habitan en la zona a diseñarse, no se recomienda predecir la dirección que crecerá un determinado sector, ni tampoco pronosticar la extensión del sector a un período de diseño estimado. Se considera uno de los factores importantes ya que sirve para diseñar el proyecto. En este parámetro interviene el modelo o método matemático adoptado y la tasa de crecimiento poblacional conjuntamente con el período de diseño [24].

2.3.5.1.6. DENSIDAD POBLACIONAL

Constituye el número de personas que habitan en una extensión de una hectárea, varía mucho en las poblaciones de acuerdo con la magnitud y con el tiempo; pues una zona residencial en el futuro puede transformarse en comercial o industrial [24].

2.3.6. METODOLOGÍA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

2.3.6.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR

2.3.6.1.1. CANAL DE LLEGADA

El canal de llegada seleccionada para esta planta de tratamiento es de sección rectangular y la estructura va a ser de hormigón simple por lo que su coeficiente de rugosidad es de 0.013 valor tomado de la norma CPE INEN 005-9-1 [23].

Según el Manual de Saneamiento Uralita [25], el ancho del canal de entrada puede ser mayor a 0.30 m y menor a 0.70 m y la pendiente es $\geq 0.5 \%$.

En cuanto a velocidades según la normativa [23] recomienda las velocidades descritas a continuación: a caudal medio la velocidad es mayor a 0.6 m/s y a caudal máximo la velocidad es menor que 2.5 m/s.

– Cálculo del coeficiente de Manning

Ecuación 1:
$$K = \frac{Q*n}{b^{8/3}*S^{1/2}}$$

Donde:

K: Coeficiente de Manning para el cálculo del tirante de agua.

Q: Caudal medio diario (m³/s).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

b: Base del canal (m).

S: Pendiente del canal (m/m).

– **Cálculo del tirante de agua**

Ecuación 2:
$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b$$

Donde:

h: Tirante de agua (m).

K: Coeficiente de Manning.

b: Base del canal (m).

El Manual de Saneamiento Uralita [25], nos indica que la velocidad debe estar dentro de un rango de 0.6 m/s - 3.0 m/s esto ayuda a evitar la sedimentación de materiales.

– **Radio hidráulico**

Ecuación 3:
$$Rh = \frac{b*h}{b+2h}$$

Donde:

Rh: Radio hidráulico.

– **Velocidad de flujo**

Ecuación 4:
$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V: Velocidad de flujo (m/s).

Rh: Radio Hidráulico (m).

S: Pendiente (m/m).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Para el dimensionamiento del canal de llegada tenemos se debe tomar en cuenta la altura de seguridad ≥ 0.40 m de acuerdo a la norma Ex - IEOS [26] y como borde libre de seguridad de 0.1 m; donde la altura total del canal está dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 5:
$$h_t = h + h_s + Bl$$

Donde:

h: tirante de agua para el caudal máximo (m).

hs: Altura de seguridad (m).

Bl: Borde libre por seguridad (m).

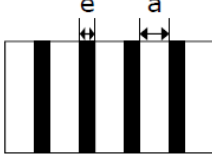
2.3.6.1.2. REJILLAS

– Dimensionamiento de la rejilla

La rejilla se diseña considerando que la limpieza se va a realizar de una manera manual, para ello se utilizará el perfil tipo I de las siguientes dimensiones (5x25 mm) con una separación entre perfiles de 20 mm como lo establece en la siguiente tabla.

Tabla N° 3. Diferencias entre enrejado grueso y fino.

	a (cm.)	e (cm.)
Rejas gruesas	5 - 15	1 - 2
Rejas finas	1,5 - 2	0,5 - 1



Fuente: Enrique Asensi

Ecuación 6:
$$N = \frac{(B+e)}{(a_{asum}+e)}$$

Donde:

N: Número de perfiles tipo I.

B: Ancho del desarenador (mm).

a_{asum}: Espaciamiento entre perfiles asumido (mm).

e: Espesor del perfil (mm).

– Espaciamiento entre perfiles

Para determinar el espaciamiento real entre perfiles utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 7:
$$a = \left| \frac{(B+e)}{N} \right| - e$$

Donde:

a: Espaciamiento real entre perfiles (mm).

– Pérdida de carga de rejilla

Para determinar la pérdida de carga en las rejillas, se toma como altura sugerida un valor de 0.15 m y la velocidad del flujo a través de los perfiles según CPE INEN 005-9-1 la velocidad varía entre 0.3 m/s a 0.6 m/s.

La pérdida de carga calculada debe ser menor que 0.10 m.

Ecuación 8:
$$h = \frac{K*v^2}{2*g}$$

Donde:

h: Pérdida de carga en las rejillas (m).

K: Coeficiente K.

v: Velocidad del Flujo (m/s).

g: Aceleración de la Gravedad (m/s²).

– Área libre de la rejilla

Ecuación 9:
$$An = [B - (N * e)] * h_{sug}$$

Donde:

An: Área Libre de las Rejillas (m²).

h_{sug}: Altura del perfil sugerida (m).

B: Ancho del desarenador (mm).

– Área total de la rejilla

$$\text{Ecuación 10: } Ag = B * h_{sug}$$

Donde:

Ag: Área Total de las Rejillas (m²),

h_{sug}: Altura del perfil sugerida (m).

– Coeficiente K

$$\text{Ecuación 11: } K = m - 0.40 * \left(\frac{An}{Ag}\right) - \left(\frac{An}{Ag}\right)$$

Donde:

m: Pendiente empírico (1/70%).

2.3.6.1.3. DESARENADOR

Se proyectarán desarenadores con la finalidad de proteger a las unidades que están aguas abajo contra la acumulación de arena, detritos y otros materiales inertes y

también a las bombas contra desgaste. La inclusión de desarenadores es obligatoria en las plantas que tienen sedimentadores y digestores. Para sistemas de lagunas de estabilización el uso de desarenadores es opcional y podrán no ser empleados, dejando espacio adicional para la acumulación de arena en el fondo [23].

– **Desarenadores rectangulares de flujo horizontal**

En los desarenadores rectangulares de flujo horizontal el agua a tratar pasa a través de la cámara en dirección horizontal y la velocidad lineal del flujo se controla con las dimensiones del canal, ubicando compuertas especiales a la entrada para lograr una mejor distribución del flujo, o utilizando vertederos de salida con secciones especiales [27].

Tabla N° 4. Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación

Material	Φ Límite de las partículas (cm)	N° de Reynolds	Velocidad de sedimentación (Vs)	Régimen	Ley Aplicable
Grava	> 1	> 10000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 * \sqrt{\left(\frac{\rho_a - \rho}{\rho}\right) d * g}$ (Newton)
Arena gruesa	0.1 0.08 0.05 0.05 0.04 0.03 0.02 0.015	1000 600 180 27 17 10 4 2	10 8.3 6.4 5.3 4.2 3.2 2.1 1.5	Transición	$V_s = 0.22 * \left(\frac{\rho_a - \rho}{\rho} * g\right)^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{d}{(\mu/\rho)^{1/3}}\right)$ (Allen)
Arena fina	0.01 0.008 0.006 0.005 0.004 0.003 0.002 0.001	0.8 0.5 0.24 1 1 1 1 1	0.8 0.6 0.4 0.3 0.2 0.13 0.06 0.015	Laminar	$V_s = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_a - \rho}{\mu}\right) * d^2$ (Stokes)

Fuente: Linsley & Franzini

– **Parámetros para el diseño del desarenador**

a) **Viscosidad Cinemática.**- De la siguiente tabla se obtiene la viscosidad cinemática de acuerdo a la temperatura del agua residual.

Tabla N° 5. Densidad y Viscosidad de agua

Temperatura °C	Densidad (gr/cm ³)	Viscosidad Cinematica
0	0.99987	1.7923
1	0.99993	1.7321
2	0.99997	1.6741
3	0.99999	1.6193
4	1.00000	1.5676
5	0.99999	1.5188
6	0.99997	1.4726
7	0.99993	1.4288
8	0.99988	1.3874
9	0.99981	1.3479
10	0.99973	1.3101
11	0.99963	1.2740
12	0.99952	1.2396
13	0.99940	1.2068
14	0.99927	1.1756
15	0.99913	1.1457
16	0.99897	1.1168
17	0.99880	1.0888
18	0.99862	1.0618
19	0.99843	1.0356
20	0.99823	1.0105

Fuente: Gustavo Rivas Mijares

b) **Velocidad de sedimentación.**- Se utiliza la siguiente ecuación asumiendo que el flujo laminar esto depende de los diámetros de las partículas como nos indica en la anterior tabla.

$$\text{Ecuación 12: } V_s = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_a - \rho}{\mu} \right) * d^2$$

Donde:

V_s: Velocidad de sedimentación (cm/s).

g: Aceleración de la gravedad (cm/s²).

ρ_a : Densidad de la arena (g/cm³).

ρ : Densidad del agua (g/cm³).

μ : Viscosidad cinemática del agua (cm²/s).

d: Diámetro de las partículas (cm).

c) Comprobación del número de Reynolds.- En caso de que el número de Reynolds no cumpla para la aplicación de la Ley de Stokes ($Re < 1.0$), se debe realizar un reajuste al valor velocidad de sedimentación (V_s) considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición, mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación.

$$\text{Ecuación 13: } Re = \frac{v_s * d}{\mu}$$

d) Coeficiente de resistencia de las partículas.

$$\text{Ecuación 14: } C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

Donde:

C_d : Coeficiente de resistencia de partículas.

El coeficiente de resistencia de las partículas en función de velocidad de sedimentación.

$$C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34 = \frac{24}{\frac{V_s * d}{\mu}} + \frac{3}{\sqrt{\frac{V_s * d}{\mu}}} + 0.34$$

$$C_d = \frac{24 * \mu}{V_s * d} + \frac{3 * \sqrt{\mu}}{\sqrt{V_s} * \sqrt{d}} + 0.34$$

e) Velocidad de sedimentación en función del coeficiente de resistencia de las partículas.

Ecuación 15:
$$V_{sc} = \sqrt{\frac{4 * g * (\rho_a - \rho) * d}{3 * C_d}}$$

Donde:

V_s : Velocidad de sedimentación.

f) Caudal a tratar en el desarenador.

Ecuación 16:
$$Q_o = \frac{Q_d}{N_{unid}}$$

Donde:

Q_o : Caudal a tratar en el desarenador.

Q_d : Caudal diseño.

N_{unid} : Número de unidades.

g) **Velocidad crítica de arrastre.**- La velocidad crítica de arrastre se obtiene con la siguiente ecuación.

Ecuación 17: $V_d = a * \sqrt{d}$

Donde:

V_d: Velocidad crítica de arrastre (cm/s).

a: Constante de acuerdo al diámetro de la partícula.

d: Diámetro de las partículas (mm).

Tabla N° 6. Valores del coeficiente

a	Diámetro
36	d > 1mm
44	1 mm > d > 0.1mm
51	d < 0.1mm

Fuente: Texto guía de Obras Hidráulicas Menores, 2004

h) Área transversal del desarenador.

Ecuación 18: $A_{tran} = \frac{Q_o}{V_d}$

Donde:

A_{tran}: Área transversal del desarenador (m²).

Longitud del desarenador:

Para determinar la longitud del desarenador se le aplica la siguiente ecuación.

Ecuación 19: $L = \frac{V_d * h}{V_s - 0.04 * V_d}$

Donde:

L: Longitud del desarenador (m²).

i) Dimensiones del tanque del desarenador; tomando en cuenta la siguiente tabla.

Tabla N° 7. Criterios de diseño para desarenadores rectangulares de flujo horizontal

Característica	Unidad	Valor	
		Intervalo	Valor Usual
Tiempo de Retención	minutos	2 - 5	3
Dimensiones			
Profundidad	M	2 - 5	3
Longitud	M	7.5 - 20	12
Ancho	M	2.5 - 7	3.5
Relación Ancho - Profundidad	Razón	1 : 1 - 5 : 1	1.5 : 1
Relación Largo - Ancho	Razón	3 : 1 - 5 : 1	4 : 1

Fuente: Metcalf & Eddy

Relación ancho (B) – profundidad (h) = 1.5:1

$$\frac{B}{h} = \frac{1.5}{1}$$

$$B = 1.5 * h$$

Donde:

b: Ancho del desarenador.

h: Altura del desarenador.

Sección transversal del desarenador.

$$A_{\text{tran}} = B * h$$

$$A_{\text{tran}} = 1.5 * h * h$$

$$h^2 = \frac{A_{\text{tran}}}{1.5}$$

Tirante del agua.

Ecuación 20:
$$h = \sqrt{\frac{A_{\text{tran}}}{1.5}}$$

j) Ángulo de Transición.- El objetivo de estas obras, es reducir las pérdidas de carga debidas al cambio de sección del canal o de la pendiente del mismo. El Bureau of Reclamation, recomienda un ángulo de 12°30' en aquellas estructuras donde las pérdidas de carga deben reducirse al mínimo [7].

Para lo cual tomo el valor de ángulo de transición ($\alpha = 12^\circ 30'$).

k) Longitud de transición.- Será diseñado para una mínima carga de pérdida.

Ecuación 21:
$$l = \frac{B - B'}{2 * \tan(\alpha)}$$

Donde:

B: Ancho del desarenador (m).

B': Ancho del canal (m).

α : Longitud de transición (m).

l: Longitud de transición (m).

Verificación.

Si $l < L/3$; entonces si cumple.

l) Tiempo de retención hidráulica.

$$\text{Ecuación 22: } T_s = \frac{h}{v_s}$$

Donde:

T_s : Tiempo de retención hidráulica (s).

m) Periodo de desplazamiento.

$$\text{Ecuación 23: } T_d = \frac{L}{v_d}$$

Donde:

T_d : Periodo de desplazamiento (s).

Chequeo del tiempo de retención hidráulica.

Si el periodo de desplazamiento es mayor que el periodo de retención si cumple.

Por tanto:

Si: $T_d > T_s \therefore$ Si cumple.

– **Condiciones para el cálculo del desarenador**

Tamaño de las partículas a ser retenidas.- En el presente caso se propone que el desarenador tenga la capacidad de retener partículas de diámetros mayores a 3 cm por

cuanto en sistemas de alcantarillado sanitario estas fracciones representan el 30% de la totalidad de los sedimentos.

Velocidad de Flujo.- Considerando que en el desarenador existe una gran cantidad de variables, es necesario imponerse algunos valores en base a las recomendaciones y normativas establecidas.

La velocidad media de flujo que garantiza una adecuada tasa de sedimentación y dimensiones para estas estructuras es de 0.1m/s ya que esta velocidad es asumida y recomendada por la Norma Ex – IEOS.

Tiempo de retención.- Se recomienda para este tipo de desarenador un tiempo de retención de 60 segundos.

Volumen del desarenador

Es el caudal de agua servida a ser tratada por el tiempo de retención, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 24: } V_{des} = Q_{dis} * t_{ret}$$

Donde:

V_{des}: Volumen del desarenador (lt).

Q_{dis}: Caudal de diseño (lt/s).

t_{ret}: Tiempo de retención (s).

Para determinar las dimensiones del desarenador se calcula mediante las siguientes fórmulas, tomando en cuenta que el área hidráulica es igual a una proyección vertical.

Ecuación 25: $A = \frac{Q_{dis}}{v_{flujo}}$

Entonces, el ancho de la cámara es igual a:

Ecuación 26: $B = \frac{A}{H_{asum}}$

Donde:

A: Área hidráulica (m²)

V_{des}: Volumen del desarenador (m³)

H_{asum}: altura asumida de la estructura, es un valor sugerido o por experiencia de diseño.

La altura es recomendada según el Manual de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Rivas Mijares o por experiencia en diseños ya construidos, debido a que se debe realizar limpieza manual y mantenimiento.

La longitud del desarenador se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 27: $V_{des} = H_{asum} * B * L$

Donde:

V_{des}: Volumen del desarenador (m³)

H_{asum}: altura asumida de la estructura, es un valor sugerido o por experiencia de diseño.

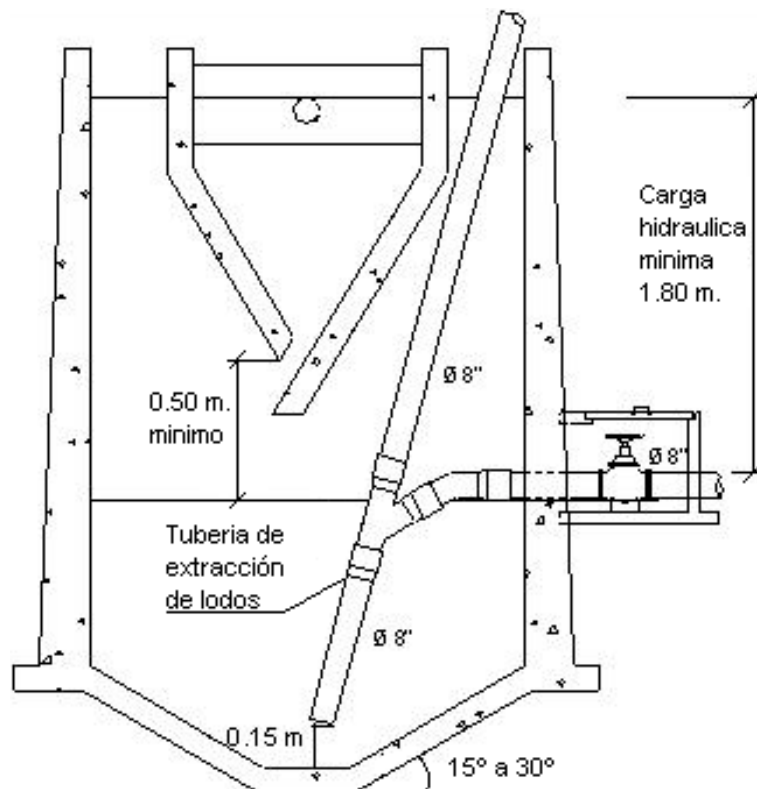
2.3.6.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

El tanque Imhoff consiste en un depósito de dos pisos en el que se consigue la sedimentación en el compartimento superior y la digestión en la inferior. Los sólidos que se sedimentan atraviesan unas ranuras existentes en el fondo del compartimento superior, pasando al compartimento inferior para su digestión a la temperatura ambiente. La espuma se acumula en los compartimentos de sedimentación así como en unos respiraderos de gas situado al lado de aquellos. El gas producido en el proceso de digestión en el compartimento inferior se escapa a través de respiraderos.

El tanque imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Dimensiones de la cámara de digestión y la tubería de lodos

Figura N° 11. Cámara de digestión y la tubería de extracción de lodos.



Fuente: Rodrigo Ayala & Greby Gonzales

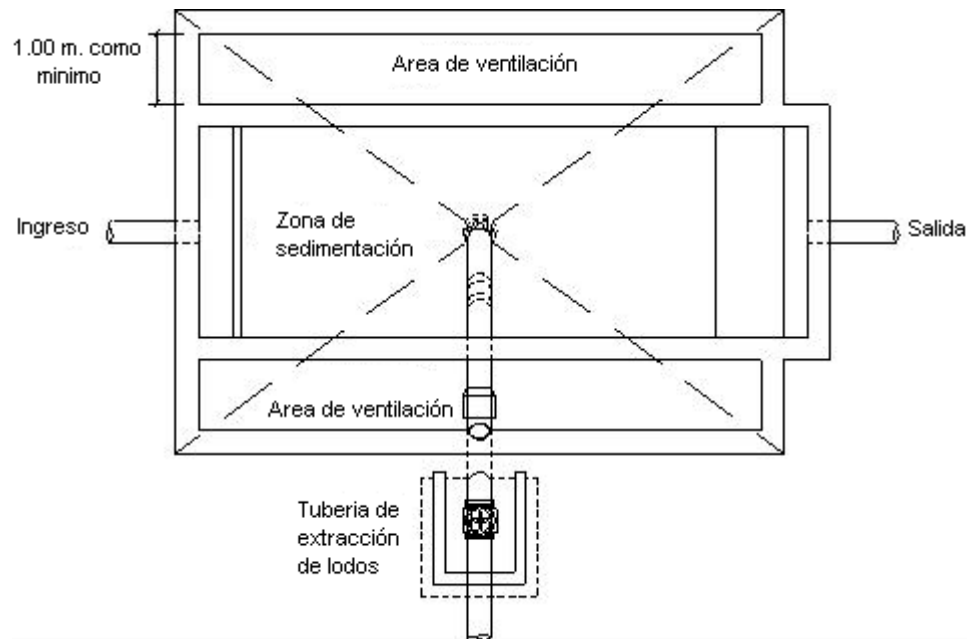
- ❖ La altura máxima de lodos deberá estar 0.50 m por debajo del fondo del sedimentador; a esta distancia se le denomina profundidad libre.
- ❖ El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida (tolva de lodos), para facilitar el retiro de los lodos digeridos. Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal.
- ❖ La tubería de remoción de lodos deberá estar 15 cm, por encima del fondo del tanque.
- ❖ El tubo de extracción de lodos no deberá tener menos de 200 mm de diámetro de hierro fundido a menos que el lodo se vaya a extraer por bombeo, en ese caso puede ser de 150 mm.
- ❖ Para la remoción hidráulica del lodo se requiere por lo menos una carga hidráulica de 1.80 m, sobre la tubería de extracción de lodos.

ÁREA DE VENTILACIÓN Y CÁMARA DE NATAS

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y las del sedimentador (zona de espumas o natas) se seguirán los siguientes criterios:

- El espaciamiento libre será de 1.0 m como mínimo (desde la parte exterior de la cámara de sedimentación hasta la parte interior de la cámara de digestión).
- La superficie libre total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
- El borde libre tendrá como mínimo 30 cm.

Figura N° 12. Vista en planta de un tanque Imhoff.



Fuente: Rodrigo Ayala & Greby Gonzales

Se lo verá con más detalle en el capítulo 3.

Lechos de Secado

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

Los objetivos principales del secado son los siguientes:

Reducir los costos de transporte del lodo al sitio de disposición, facilitar el manejo de lodos, minimizar la producción de lixiviados al disponer en lodo en un relleno sanitario y en general reducir la humedad para disminuir el volumen de lodo y hacer más económico su tratamiento posterior y su disposición final.

El manejo de las instalaciones para el manejo de lodos debe hacerse teniendo en cuenta las posibles variaciones en la cantidad de sólidos que entren en la planta.

Tiempo requerido para digestión de lodos.- El tiempo requerido para la digestión de lodos varía con la temperatura, para esto se empleará la siguiente tabla:

Tabla N° 8. Tiempo de digestión dependiendo de la temperatura

Temperatura (°C)	Tiempo de Digestión (Días)
5	110
10	76
15	55
20	40
> 25	30

Fuente: UNATSABAR-CEPIS/OPS-05.163

Frecuencia del retiro de lodos.- Los lodos digeridos deberán retirarse periódicamente, para estimar la frecuencia de retiros de lodos se usarán los valores consignados en la siguiente tabla.

Tabla N° 9. Dotación media diaria

Zona	Dotación Media Diaria (lt/hab/día)					
	Población (hab.)					
	Hasta 500	De 501 a 2000	De 2001 a 5000	De 5001 a 20000	De 20001 a 100000	Más de 100000
Sierra	30 - 50	30 - 70	50 - 80	80 - 100	100 - 150	150 - 200
Oriente	50 - 70	50 - 90	70 - 100	100 - 140	150 - 200	200 - 250
Costa	70 - 90	70 - 110	90 - 120	120 - 180	200 - 250	250 - 350

Fuente: Norma Ex -IEOS

La frecuencia de remoción de lodos deberá calcularse en base a estos tiempo referenciales, considerando que existirá una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos; estos últimos ubicados al fondo del digestor. De este modo el intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de tiempo de digestión [28].

Diseño del Lecho de Secado

Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C), en Kg de SS/día

Ecuación 28: $C = Q_{dis} * SS * 0.0864$

Dónde:

SS: Sólidos en Suspensión en el agua residual cruda (mg/l).

Q_{dis}: Caudal de diseño (lt/seg).

C: Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (Kg de SS/día).

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

Ecuación 29: $C = \frac{Pf * C_{pec}}{1000}$

Donde:

Pf: Población futura (hab).

C_{pec}: Contribución per cápita [gr*(s/hab)*día]

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales.

Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr*SS/(hab*día).

❖ Masa de Sólidos que conforman los lodos (kg*SS/día)

Ecuación 30: $Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$

❖ Volumen diario de lodos digeridos (lt/día)

$$\text{Ecuación 31: } \mathbf{Vld} = \frac{\mathbf{Msd}}{\mathbf{\rho l} \cdot \frac{\%S}{100}}$$

Dónde:

ρl: Densidad de los lodos (1.04 kg/lt).

%S: Porcentaje de sólidos contenidos en el lodo (8% al 12%).

Vld: Volumen diario de lodos digeridos.

❖ Volumen de lodos a extraerse (m³)

$$\text{Ecuación 32: } \mathbf{Vel} = \frac{\mathbf{vld} \cdot \mathbf{Td}}{1000}$$

Dónde:

Td: Tiempo de digestión, en días.

Vel: Volumen de lodos a extraerse.

❖ Área de lecho de secado (m²)

$$\text{Ecuación 33: } \mathbf{Als} = \frac{\mathbf{Vel}}{\mathbf{Hn}}$$

Dónde:

Als: Área de lecho de secado.

Hn: Profundidad de extracción.

Siendo el ancho igual al largo del lecho de secado, se tiene la siguiente fórmula para encontrar las dimensiones [28]:

$$\text{Ecuación 34: } Als = L^2$$

Dónde:

Als: Área de lecho de secado.

L: Longitud del lecho de secado.

2.3.6.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Filtro Biológico.- Un filtro biológico es una estructura de forma circular, cuya función es retener los materiales sólidos inertes de las aguas residuales. Un filtro biológico está constituido de material natural, carrizo, bambú, piedras trituradas o escoria de alto horno. En el caso de ser material natural la dimensión media debe ser de 50 a 100mm y tan uniforme como sea posible [29].

Diseño del Filtro Biológico

El caudal estimado que pasa al filtro biológico se determina con la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 35: } Q_{fb} = 0.524 * Q_{dis}$$

Dónde:

Q_{fb}: Caudal de filtro biológico (lt/s).

Q_{dis} : Caudal de diseño (lt/s).

Según el URALITAS (Manual de Plantas de Aguas Residuales) se recomienda un tiempo de retención de 80% del tiempo de retención asumido.

$$T_r = 0.8 \text{ día} = 19.2 \text{ h}$$

El tiempo de retención no debe ser menor a 6 horas de acuerdo al manual de URALITAS.

Para determinar el volumen del Filtro Biológico se usará la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 36: } V = 1.60 * Q_{dis} * T_r$$

Dónde:

V: Volumen del filtro biológico (m³/día).

Q_{dis} : Caudal de diseño (m³/día).

Tr: Tiempo de retención (días)

Según en Manual de Plantas de Aguas residuales de Rivas – Mijares, para el filtro biológico se recomienda una tasa de Aplicación Hidráulica (TAH) de 1 a 5 m³/día*m² de filtro. El área de filtro se determina con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 37: } A_{fil} = \frac{Q_{fb}}{TAH}$$

Dónde:

A_{fil} : Área de Filtro (m²).

Q_{fb}: Caudal de filtro biológico (lt/s),

TAH: Tasa de Aplicación Hidráulica (m³/día * m²)

Con la finalidad de utilizar un tanque armado y adaptarlo a un filtro se concibe un tanque circular tomando en cuenta los siguientes datos:

D_{asum}: Diámetro Asumido (m).

h_{asum}: Altura de Agua asumida (m).

Con estos dos datos anteriores se procede a calcular el Volumen total de Filtro Biológico:

Ecuación 38: $V_{to} = A_{fil} * h_{asum}$

Dónde:

V_{to}: Volumen total del filtro biológico (m³).

h_{asum}: Altura de Agua asumida (m).

Ecuación 39: $A_{fil} = \left(\frac{\pi * D^2}{4}\right)$

Dónde:

A_{fil}: Área del filtro (m²).

❖ Cálculo del periodo de retención (horas)

Ecuación 40: $Tr_{cal.} = \frac{V_{to}}{Q_{fb}}$

$Tr_{cal} \geq Tr_{asum} \rightarrow ok$

❖ Chequeo de la Tasa de Aplicación Hidráulica ($m^3/día * m^2$)

Ecuación 41: $TAH_{cal} = \frac{V_{to}}{A_{fil}}$

$1 \leq TAH_{cal} \leq 5 \rightarrow ok$

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS

3.1.1. ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos se fue realizado el día sábado 30 de febrero del 2015, con el objetivo de determinar la capacidad portante del suelo y el Angulo de fricción interna.

En función de la topografía, de la información disponible, así como de la magnitud de las cargas que serán impuestas, y del área del proyecto se considera necesario efectuar la exploración con tres SONDEOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (SPD).

En las ubicaciones planificadas se realizarán tres ensayos de Penetración Dinámica y las sondas se introducirán hasta los 5 metros de profundidad o rechazo a la penetración, lo que suceda primero.

Acorde con las ubicaciones prefijadas, se hacen los sondeos de Penetración Dinámica para la determinación de la densidad y humedad natural, así como de la resistencia al corte y capacidad de carga.

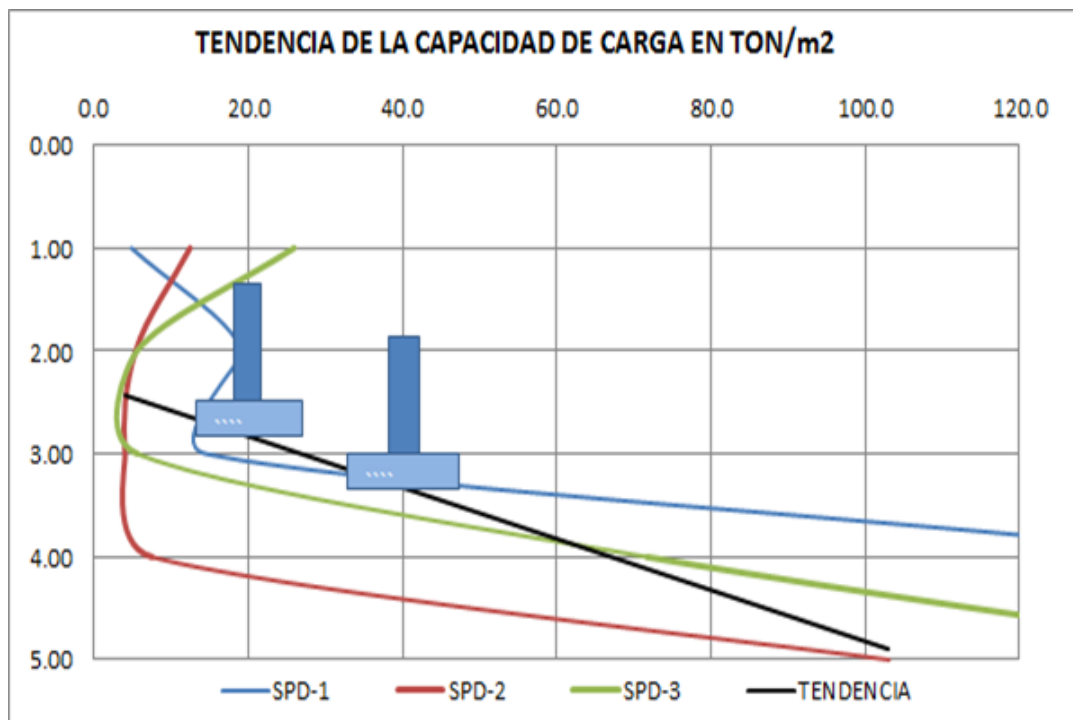
Se realiza el análisis de las características físico-mecánicas del suelo, así como la identificación y clasificación en el SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).

– DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA.

La variación de la capacidad de carga que depende de las condiciones del suelo, profundidad y del ancho de las cimentaciones se respalda en el gráfico de Terzaghi modificado y se presentan los cálculos en la tabla N° 10.

La capacidad de carga aumenta con la profundidad y se cumple como se observa en las curvas de “Capacidad de carga versus profundidad”

Figura N° 13. Capacidad de Carga en Función de la Profundidad (ton/ m²)



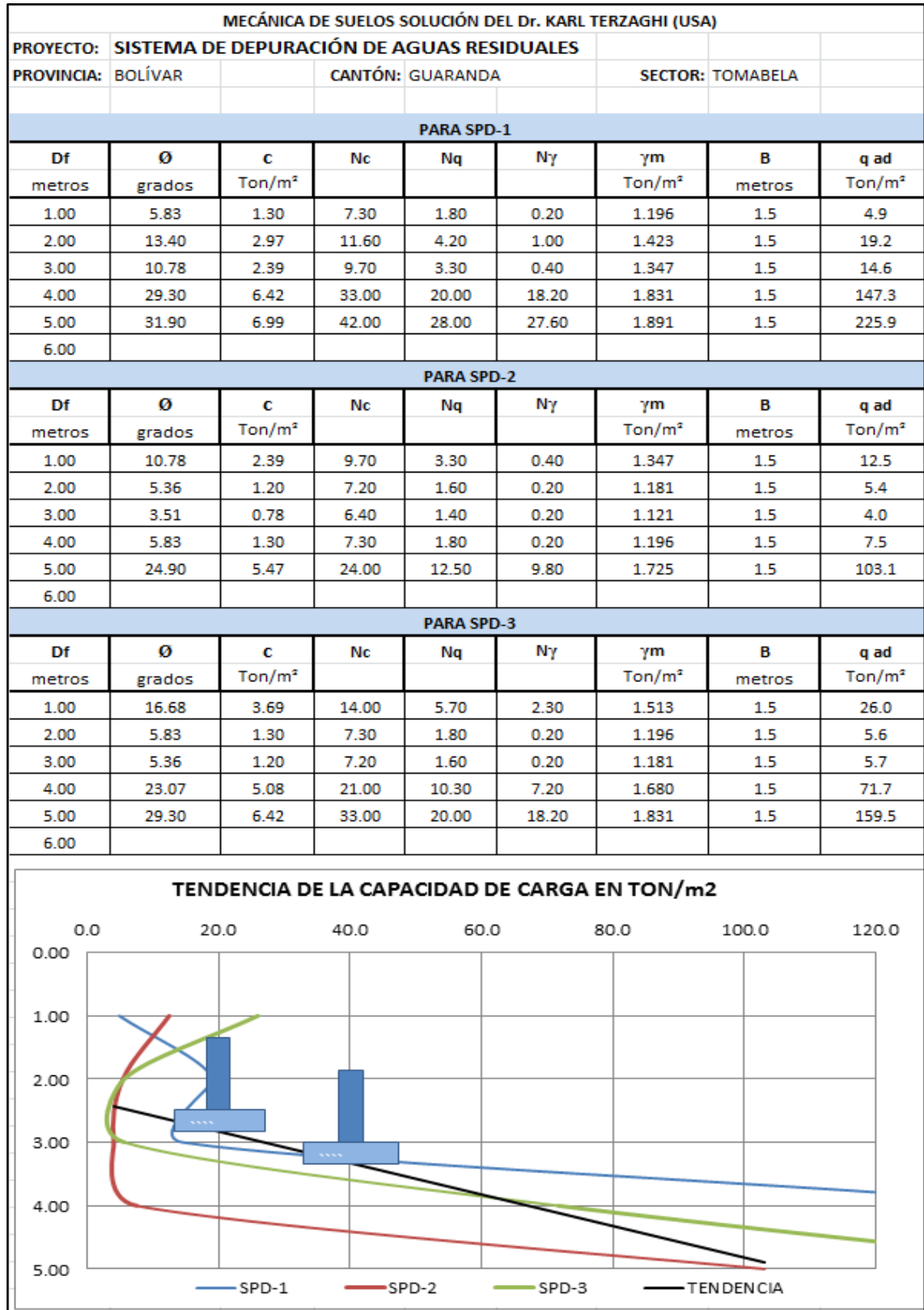
Fuente: Ing. Lorena Pérez/Ensayo del SPD-Capacidad del Suelo

OBSÉRVESE QUE:

A 2,80 metros de profundidad se puede diseñar con 20 ton/m²

A 3,20 metros de profundidad se puede diseñar con 40 ton/m²

Tabla N° 10. Determinación de la Capacidad de Carga de las cimentaciones.



Fuente: Ing. Lorena Pérez/Ensayo del SPD-Capacidad del Suelo

3.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Mediante el levantamiento topográfico del sector en donde va a ser implementado la planta de tratamiento de agua residual; podemos conocer el relieve del sector y así obtener el perfil del terreno.

- **Datos Topográficos obtenidos de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado.**

Tabla N° 11. Puntos Topográficos.

Punto	N	E	Z
1	9825409.08230	722933.26930	2709.50000
2	9825403.95600	722943.79400	2706.45000
3	9825397.04600	722962.64400	2704.77000
4	9825371.08600	722974.76400	2702.04000
5	9825372.36600	723022.57400	2700.64000
6	9825356.53600	723064.27400	2696.34000
7	9825348.81600	723087.84400	2691.75000
8	9825329.73600	723098.31400	2689.75000
9	9825339.39600	723092.15400	2692.68000
10	9825310.24600	723097.42400	2689.22000
11	9825284.45600	723119.41400	2684.58000
12	9825256.88600	723104.50400	2681.48000
13	9825230.36600	723090.90400	2674.90000
14	9825220.07600	723085.82400	2675.00000
15	9825198.05600	723089.31400	2671.17000
16	9825376.20700	722817.71200	2735.00000
17	9825387.80900	722831.36500	2735.50700
18	9825392.71700	722854.87610	2729.00000
19	9825396.86080	722884.52870	2721.84000
20	9825361.75470	722925.29800	2715.88000
21	9825252.73440	722854.48810	2734.37000
22	9825195.63310	722870.80130	2742.44000
23	9825149.93700	722889.05900	2744.00000
24	9825163.25800	722953.57490	2727.41000
25	9825177.61000	723026.30700	2703.00000
26	9825183.80200	723057.61090	2688.83000
27	9825190.54910	723090.47570	2670.00000
28	9825203.42900	723099.22100	2674.00000
29	9825239.25200	723119.32900	2686.00000
30	9825314.55660	723135.04500	2691.89000
31	9825367.66410	723121.38600	2697.63000

32	9825402.02700	723054.57380	2706.51000
33	9825393.70000	722986.39560	2706.28000
34	9825336.70600	723013.77260	2712.43000
35	9825256.82950	723008.44680	2708.86000
36	9825300.73390	722962.75510	2723.57000
37	9825215.77130	722911.40400	2729.93000
38	9825281.02970	722919.63700	2725.79000
39	9825324.44340	722877.52680	2728.81000
40	9825290.78340	723059.51090	2696.69000
41	9825417.95600	722974.78800	2709.00000
42	9825406.30300	723011.29000	2707.00000
43	9825391.83510	723019.16480	2701.78900
44	9825389.88700	723093.49200	2702.00000
45	9825381.72200	723059.77200	2696.00000
46	9825380.95680	723091.58060	2698.58900
47	9825356.10200	723114.07830	2690.43700
48	9825403.27240	722908.56690	2716.81700
49	9825381.29040	722940.71940	2712.57500
50	9825358.81300	722959.09400	2714.62300
51	9825357.09200	723009.74950	2706.38900
52	9825381.17440	722997.86200	2699.00000
53	9825364.04700	723083.09600	2691.00000
54	9825310.60800	723120.76100	2686.00000
55	9825289.58030	723097.39060	2687.86100
56	9825309.52000	723083.67600	2692.00000
57	9825321.41620	723072.72090	2694.31200
58	9825339.38600	723061.21100	2704.00000
59	9825316.43010	723030.51070	2707.53700
60	9825319.90990	722983.55450	2715.92300
61	9825339.15500	722944.44700	2718.00000
62	9825352.40450	722898.27450	2722.25700
63	9825359.52490	722871.11520	2728.85300
64	9825350.45800	722843.95600	2733.00000
65	9825312.60080	722835.73200	2734.00000
66	9825312.21460	722906.65150	2725.65900
67	9825290.77350	722874.03820	2727.58600
68	9825238.19800	722902.31300	2728.00000
69	9825248.16540	722964.80600	2719.54000
70	9825285.13200	722999.94600	2713.00000
71	9825282.91300	723040.59530	2702.42700
72	9825238.84800	723076.51700	2685.00000
73	9825256.91670	723056.85310	2694.31900
74	9825220.82600	723035.66200	2697.00000
75	9825215.52420	723058.57220	2686.31200
76	9825244.16600	723037.25610	2695.83100
77	9825232.12460	722993.83550	2712.86300
78	9825211.01700	722954.54400	2723.00000

79	9825191.13010	722982.14840	2713.50000
80	9825255.95300	722927.03600	2723.00000
81	9825267.87300	722891.02000	2726.00000
82	9825173.00280	722908.32210	2734.91200

Fuente: EMAPA-G

3.1.3. ESTUDIO DE AGUA RESIDUAL

3.1.3.1. RESULTADOS DE LAS AGUAS RESIDUALES

En las aguas residuales, los compuestos químicos que se hallan presentes son muchos.

A título ilustrativo se puede citar microorganismos, urea, albúmina, proteínas, ácido, acético, bases jabonosas y almidones; aceites animales, vegetales y minerales; hidrocarburo, gases, sales, DBO₅, DQO, Nitrógeno total, coliforme fecales, coliforme fecales, plata, zinc, cobre, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, turbiedad, color, temperatura, etc.

Debido a estos parámetros tan extensos se procedió tomar muestras de las aguas residuales provenientes de los sectores en estudio.

– TOMA DE MUESTRAS:

Figura N° 14. Toma de muestras antes del análisis.



Realizado por: Edwin Guaquipana

Para el diseño de una planta de tratamiento es necesario obtener los parámetros reales de las aguas servidas, ya que la muestra fue tomada el 30 de Noviembre del 2015.

- RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Tabla N° 12. Resultado de Agua Residual Muestra 1

INFORME DE ENSAYO N°:		1801		
ST:		706-15 ANÁLISIS DE AGUAS		
Nombre Peticionario:		Edwin Guaquipana		
FECHA:		11/12/2015		
NÚMERO DE MUESTRAS:		1		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:		01/12/2015 - 8:30		
FECHA DE MUESTREO:		01/12/2015 - 7:00		
FECHA DE ANÁLISIS:		01/12/2015 - 11/12/2015		
TIPO DE MUESTRA:		Agua Residual		
CÓDIGO DE MUESTRA:		Muestra Simple 3		
PUNTO DE MUESTREO:		Allpachaca -Tomabela		
ANÁLISIS SOLICITADO:		Físico-Químico-Microbiológico		
RESULTADOS ANALÍTICOS:				
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (TULSMA)
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standar Methods N° 5220 D	mg/L	259	200
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 Standar Methods N° 5210 B	mg/L	140	100
Oxígeno disuelto	PEE/LABCESTTA/45 Standar Methods N° 4500-OG	mg/L	1.09	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	PEE/LABCESTTA/210 Standar Methods N° 4500-Norg C	mg/L	25.5	50
Coliforme Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standar Methods N° 9222 B	UFC/100 mL	920000	-
Coliforme Fecales	PEE/LABCESTTA/48 Standar Methods N° 9222 D y 9221	UFC/100 mL	90000	10000

Fuente: LABCESTTA

Tabla N° 13. Resultado de Agua Residual Muestra 2

INFORME DE ENSAYO N°:		1801		
ST:		706-15 ANÁLISIS DE AGUAS		
Nombre Peticionario:		Edwin Guaquipana		
FECHA:		11/12/2015		
NÚMERO DE MUESTRAS:		1		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:		01/12/2015 - 8:30		
FECHA DE MUESTREO:		01/12/2015 - 7:00		
FECHA DE ANÁLISIS:		01/12/2015 - 11/12/2015		
TIPO DE MUESTRA:		Agua Residual		
CÓDIGO DE MUESTRA:		Muestra Simple 4		
PUNTO DE MUESTREO:		Allpachaca -Tomabela		
ANÁLISIS SOLICITADO:		Físico-Químico- Microbiológico		
RESULTADOS ANALÍTICOS:				
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (TULSMA)
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standar Methods N° 5220 D	mg/L	334	200
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 Standar Methods N° 5210 B	mg/L	170	100
Oxígeno disuelto	PEE/LABCESTTA/45 Standar Methods N° 4500-OG	mg/L	0.17	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	PEE/LABCESTTA/210 Standar Methods N° 4500-Norg C	mg/L	19.84	50
Coliforme Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standar Methods N° 9222 B	UFC/100 mL	> 1*10 ⁸	-
Coliforme Fecales	PEE/LABCESTTA/48 Standar Methods N° 9222 D y 92221	UFC/100 mL	1000000	10000

Fuente: LABCESTTA

– **CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

Tabla N° 14. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	PROMEDIO	LÍMITES MÁXIMO PERMISIBLE (TULSMA)	CUMPLE	
						SI	NO
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	259	334	297	200		X
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/L	140	170	155	100		X
Oxígeno disuelto	mg/L	1.09	0.17	1	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	25.5	19.84	23	50	X	
Coliforme Totales	UFC/100 mL	920000	$> 1*10^8$		-	-	-
Coliforme Fecales	UFC/100 mL	90000	$1*10^6$	545000	10000		X

Realizado por: Edwin Guaquipana

– **Interpretación de resultados de los parámetros de aguas residuales**

Los resultados de las aguas residuales, son comparados con las Normas de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua; establecido en la tabla N° 11. Según los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

La Demanda Química de Oxígeno es de 297 mg/l, cuando el recomendado por el TULSMA es de 200 mg/l y esto nos indica que necesita de tratamiento.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) obtenido en la prueba de laboratorio alcanza el valor es de 155 mg/l, recomendado por TULSMA el valor 100mg/l y esto nos indica que necesita de tratamiento.

El parámetro Nitrógeno Total Kjeldahl alcanzó un valor de 23 mg/l, recomendado por el TULSMA es de 50 mg/l y esto demuestra que no necesita de tratamiento.

El parámetro de Coliforme Fecal obtenido en el laboratorio alcanza el valor 545000 UFC/100 ml, recomendada por TULSMA es de 10000 UFC/100 ml; ya que esto demuestra que necesita de tratamiento.

– **Biodegradabilidad del Agua Residual**

Para determinar la biodegradabilidad del agua residual se lo requiere de los siguientes parámetros que son la DBO₅ y del DQO como se lo indica en el siguiente tabla.

Tabla N° 15. Biodegradabilidad del agua residual.

DBO₅/DQO	BIODEGRADABILIDAD DEL AGUA RESIDUAL
< 0.20	Poco biodegradable
0.20 - 0.40	Biodegradable
> 0.40	Muy biodegradable

Fuente: Tannia Solís

Determinación de la biodegradabilidad.

Muestra 1:

DBO₅ = 140 mg/lit

DQO = 259 mg/lit

Muestra 2:

DBO₅ = 170 mg/lit

DQO = 334 mg/lit

De acuerdo a la siguiente correlación se determina si es biodegradable.

Para la muestra 1:

$$\frac{DBO_5}{DQO} = \frac{140 \text{ mg/lt}}{259 \text{ mg/lt}} = 0.54$$

Para la muestra 2:

$$\frac{DBO_5}{DQO} = \frac{170 \text{ mg/lt}}{334 \text{ mg/lt}} = 0.51$$

De acuerdo al cálculo se llega a concluir que la relación del DBO_5/DQO es muy biodegradable, y solo puede aplicar cualquier tipo de unidades de tratamiento, ya que no es agua residual de mayor repercusión.

3.2. CÁLCULO Y DISEÑO DEL PROYECTO

3.2.1. DEMOGRAFÍA

3.2.1.1. CENSOS POBLACIONALES DEL CANTÓN GUARANDA

Tabla N° 16. Censos Poblacionales del Cantón Guaranda.

Censo (año)	Población (Hab.)
1950	51272
1962	62168
1974	70738
1982	72917
1990	74302
2001	81643
2010	91877

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2015.

3.2.1.2. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

3.2.1.2.1. TASA DE CRECIMIENTO MÉTODO LINEAL O ARITMÉTICO

$$\text{Ecuación 42: } ri = \frac{Pf - Pi}{t}$$

Donde:

ri: Tasa de crecimiento poblacional (%).

Pf: Población final (años).

Pi: Población inicial (años).

t: Periodo poblacional (años).

Con la ecuación anterior se procede a realizar el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, como se lo indica a continuación.

Periodo poblacional:

$$t = 1962 - 1950 = 12 \text{ años}$$

Tasa de crecimiento:

$$ri = \frac{\frac{62168 \text{ hab}}{51272 \text{ hab}} - 1}{12} = 1.77 \%$$

Se los utiliza el mismo procedimiento para determinar las otras tasas de crecimiento poblacional.

Promedio de la tasa de crecimiento:

Ecuación 43:
$$\bar{r} = \frac{\sum_{n-1}^n (ri)}{n}$$

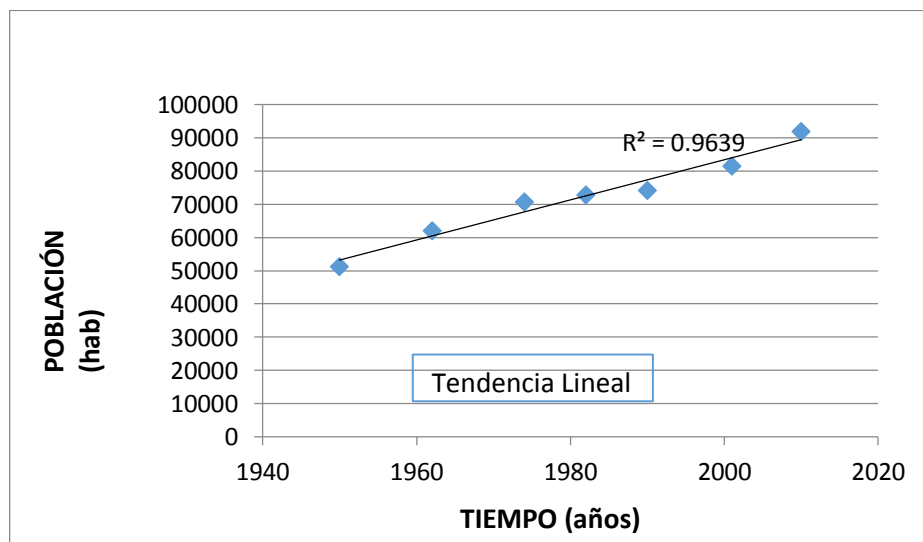
$$\bar{r}(\%) = \frac{1.77 + 1.15 + 0.39 + 0.24 + 0.90 + 1.39}{6} = 0.97$$

Tabla N° 17. Tasa de Crecimiento Método Lineal.

Censo (año)	Población (Hab)	Periodo	ri (%)
1950	51272		
		12	1.77
1962	62168		
		12	1.15
1974	70738		
		8	0.39
1982	72917		
		8	0.24
1990	74302		
		11	0.90
2001	81643		
		9	1.39
2010	91877		
$\Sigma ri =$			5.84
$\bar{r} =$			0.97

Realizado por: Edwin Guaquipana.

Gráfico N° 1. Tasa de crecimiento método lineal.



Realizado por: Edwin Guaquipana.

3.2.1.2.2. TASA DE CRECIMIENTO MÉTODO GEOMÉTRICO

Ecuación 44: $ri = \left(\frac{Pf}{Pi}\right)^{1/t} - 1$

Con la ecuación anterior se procede a realizar el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, como se lo indica a continuación.

Tasa de crecimiento:

$$ri = \left(\frac{62168 \text{ hab}}{51272 \text{ hab}}\right)^{1/12} - 1 = 1.62 \%$$

Se aplica el mismo procedimiento para determinar las otras tasas de crecimiento.

Promedio de la tasa de crecimiento:

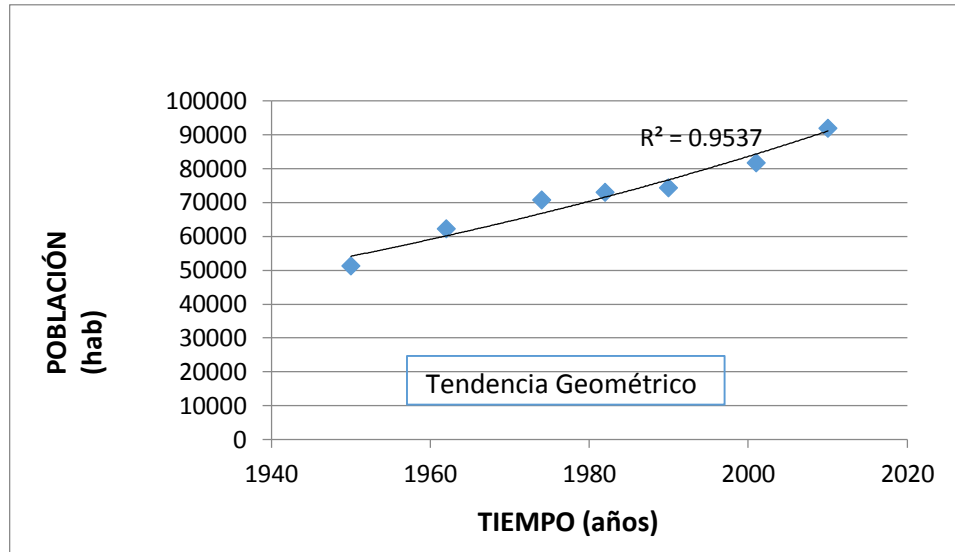
$$\bar{r}(\%) = \frac{1.62 + 1.08 + 0.38 + 0.24 + 0.86 + 1.32}{6} = 0.92$$

Tabla N° 18. Tasa de Crecimiento Método Geométrico.

Censo (año)	Población (Hab)	Periodo	ri (%)
1950	51272	12	1.62
1962	62168	12	1.08
1974	70738	8	0.38
1982	72917	8	0.24
1990	74302	11	0.86
2001	81643	9	1.32
2010	91877		
$\Sigma ri =$			5.50
$\bar{r} =$			0.92

Realizado por: Edwin Guaquipana.

Gráfico N° 2. Tasa de crecimiento método geométrico.



Realizado por: Edwin Guaquipana.

3.2.1.2.3. TASA DE CRECIMIENTO MÉTODO EXPONENCIAL

Ecuación 45:
$$ri = \frac{\ln\left(\frac{Pf}{Pi}\right)}{t} * 100$$

$t = 1962 - 1950 = 12 \text{ años}$

Tasa de crecimiento:

$$ri = \frac{\ln\left(\frac{62168 \text{ hab}}{51272 \text{ hab}}\right)}{12} * 100 = 1.61 \%$$

Se los utiliza el mismo procedimiento para determinar las otras tasas de crecimiento poblacional.

Promedio de la tasa de crecimiento:

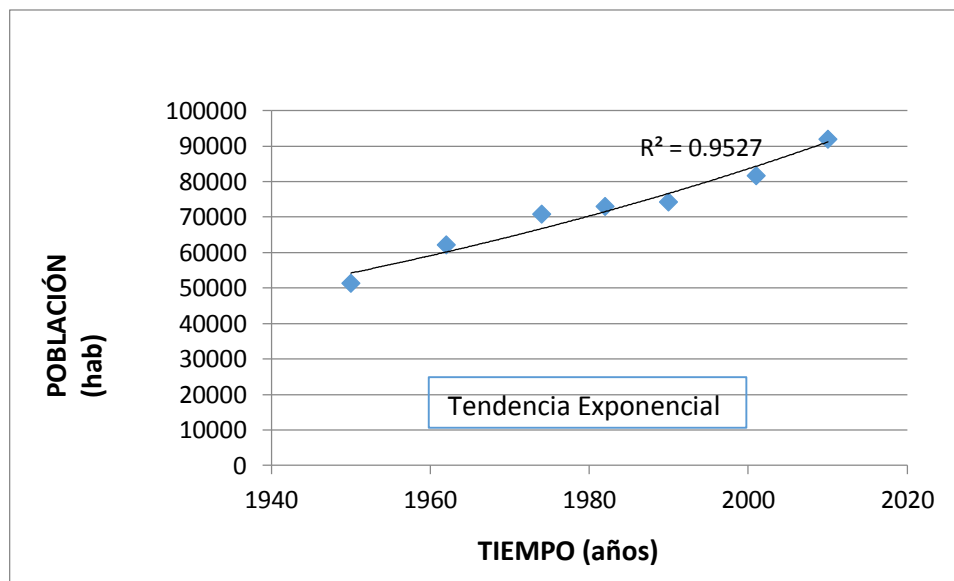
$$\bar{r}(\%) = \frac{1.61 + 1.08 + 0.38 + 0.24 + 0.86 + 1.31}{6} = 0.91$$

Tabla N° 19. Tasa de Crecimiento Método Exponencial.

Censo (año)	Población (Hab)	Periodo	ri (%)
1950	51272		
1962	62168	12	1.61
1974	70738	12	1.08
1982	72917	8	0.38
1990	74302	8	0.24
2001	81643	11	0.86
2010	91877	9	1.31
$\Sigma ri =$			5.48
$\bar{r} =$			0.91

Realizado por: Edwin Guaquipana.

Gráfico N° 3. Tasa de crecimiento método exponencial.



Realizado por: Edwin Guaquipana.

Al analizar los datos censales del cantón Guaranda se observó que la tasa de crecimiento poblacional por diferente métodos es menor que 1%, por lo tanto la tasa de crecimiento debe ser mayor al 1%; para el siguiente proyecto se tomara el 1.73%

como tasa de crecimiento basándose en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

3.2.1.3. PERIODO DE DISEÑO

Es el tiempo para el cual se proyecta un funcionamiento correcto del sistema de tratamiento aguas residuales.

Tabla N° 20. Período de Diseño Según el Tipo de Estructura

Tipos de estructura	Características especiales	Período de diseño Años
Alcantarillas principales, descargas e interceptores y obras de tratamiento	Difíciles y costosas de agrandar	40 – 50
	Cuando el crecimiento y las tasa de interés son bajas	20 – 25
	Cuando el crecimiento y las tasa de interés son altas	10 – 15

Fuente: Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales, Gordon M. Fair.

Período de diseño: 25 años

3.2.1.4. POBLACIÓN DE DISEÑO

El sistema de tratamiento de agua residual que se construirá en el sector de Tomabela dependerá de la población beneficiada de la red de agua potable.

Población actual: Los sectores de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda tiene en la actualidad una población aproximada de 8415 (E.P. EMAPAG - 2015) habitantes.

3.2.1.5. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA

La población futura es el número de habitantes proyectados para un periodo de año.

Para el cálculo de la población futura se empleó los siguientes métodos; de los cuales adoptaremos el valor más representativo.

❖ Método de la proyección aritmético.

$$\text{Ecuación 46: } Pf = Pa[1 + (r * t)]$$

❖ Método de la proyección geométrica.

$$\text{Ecuación 47: } Pf = Pa(1 + r)^t$$

❖ Método de la proyección exponencial.

$$\text{Ecuación 48: } Pf = Pa \times e^{(r \times t)}$$

Dónde:

Pa: Población actual (años).

Pf: Población futura (años).

t: Período de tiempo considerado (años).

r: Tasa de crecimiento (decimal).

POBLACIÓN FUTURA MEDIANTE EL MÉTODO ARITMÉTICO

Datos:

r = 1.73 %

$P_a = 8415$ habitantes

$t = 25$ años

Solución:

$P_f = P_a * (1 + (r * t)) = 8415 * [1 + (1.73 \% * 25)] = 12054$ habitantes

POBLACIÓN FUTURA MEDIANTE EL MÉTODO GEOMÉTRICO

$P_f = P_a * (1 + r)^t = 8415 * (1 + 1.73 \%)^{25} = 12921$ habitantes

POBLACIÓN FUTURA MEDIANTE EL MÉTODO EXPONENCIAL

$P_f = P_a \times e^{(r*t)} = 8415 \times e^{(1.73\%*25)} = 14549$ habitantes

Para la obtención de la población futura se realiza un promedio de los resultados obtenidos por los diferentes métodos utilizados.

$$\text{Ecuación 49: } \overline{P_f} = \frac{\sum_{n=1}^n (P_f)}{n}$$

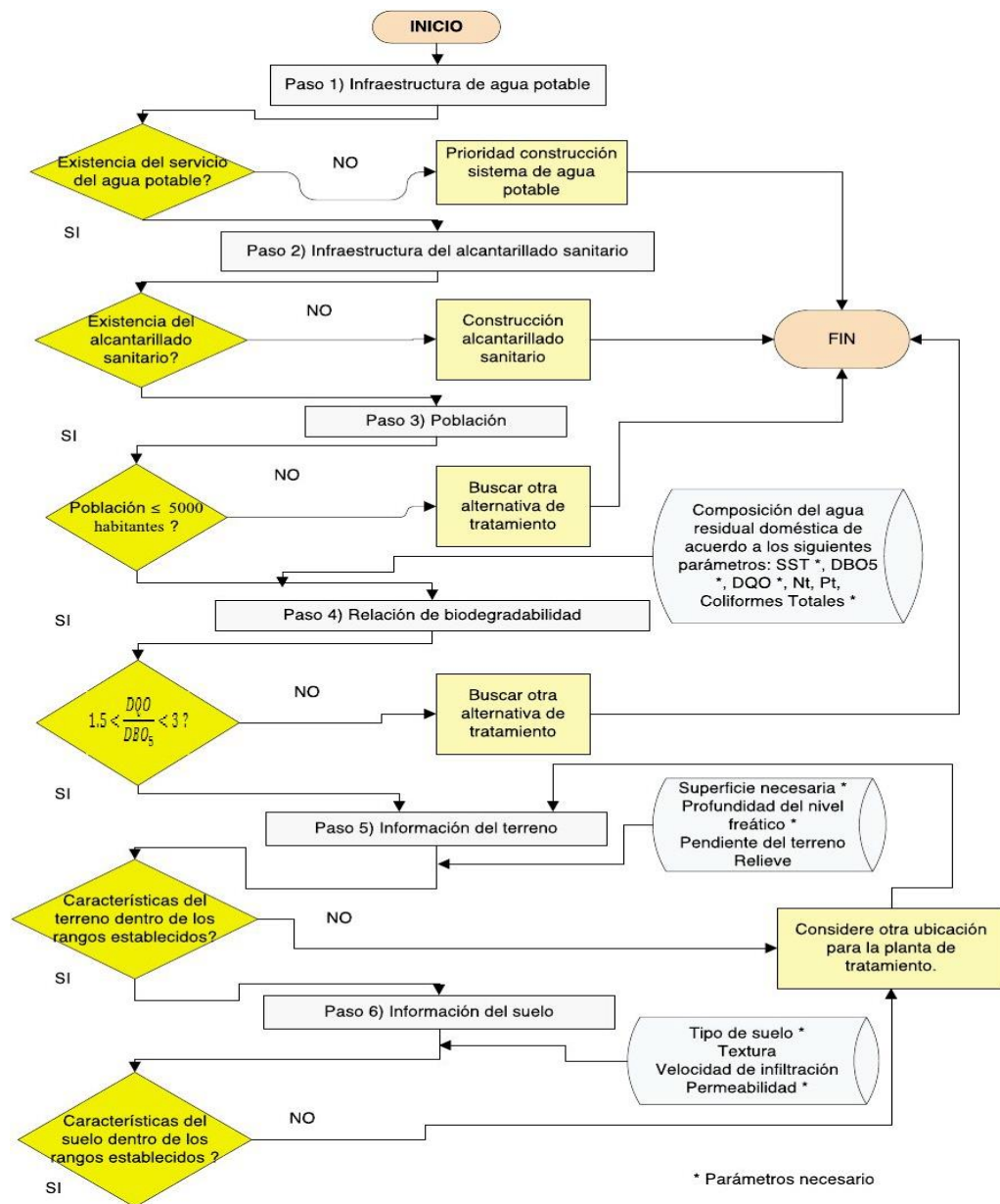
$$\overline{P_f} = \frac{12054 + 12921 + 12968}{3} = 12648 \text{ habitantes}$$

3.2.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

3.2.2.1. SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR MÉTODOS NATURALES

Para la selección de tecnología de depuración de aguas residuales por métodos naturales se va a tomar en cuenta el siguiente diagrama de flujo tomada de la investigación realizada en la Universidad Particular de Loja [30].

Figura N° 15. Diagrama de flujo para la selección de tecnología de depuración de aguas residuales por métodos naturales.



FUENTE: UTPL

Verificación de la Tecnología de Depuración de Aguas Residuales por Métodos Naturales.

De acuerdo al diagrama de flujo se lo verifica si es conveniente la tecnología de depuración de aguas residuales por métodos naturales.

– **Paso 1: Infraestructura de agua potable.**

¿Los sectores en estudio cuentan actualmente con el servicio del sistema de agua potable?

Si cuentan con el sistema de agua potable. Continuar con el siguiente paso.

– **Paso 2: Infraestructura del alcantarillado sanitario.**

¿Cuentan actualmente con el servicio del sistema alcantarillado sanitario?

La mayoría de los habitantes sí disponen del alcantarillado sanitario.

– **Paso 3: Población.**

¿La población es menor o igual que 5000 habitantes?

De acuerdo a los datos obtenidos en la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda el número de habitantes es de 8415. Al ver que el número de habitantes es mayor que 5000 habitantes se ha llegado a comprender que no es viable optar por éste sistema de depuración de aguas residuales por métodos naturales.

3.2.2.2. SELECCIÓN DE SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR MÉTODOS CONVENCIONALES

Las unidades de tratamiento de aguas residuales se lo pueden notar en la siguiente tabla.

Tabla N° 21. Unidades de Tratamiento de Aguas Residuales.

CLASIFICACIÓN	UNIDAD DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
Tratamiento preliminar	<ul style="list-style-type: none"> • Rejas • Desarenador 	Es el conjunto de unidades que tiene como finalidad de eliminar materiales gruesos, que podrían perjudicar el sistema de conducción de la planta.
Tratamiento primario	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque séptico • Tanque Imhoff • Reactor UASB • Lagunas de estabilización 	La finalidad es de remover sólidos suspendidos removibles por medio de sedimentación, filtración, flotación y precipitación.
Tratamiento secundario	<ul style="list-style-type: none"> • Reactor UASB • Lagunas de estabilización • Lodo activado convencional • Filtro percolador • Humedales • Filtro anaerobio • Zanja de oxidación • Biodisco 	La finalidad es de remover material orgánico y en suspensión. Se utiliza procesos biológicos, aprovechando la acción de microorganismos, que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno).
Tratamiento terciario	<ul style="list-style-type: none"> • Microcribado • Coagulación-floculación • Filtros rápidos • Adsorción Oxidación química • Electrodiálisis • Intercambio iónico • Precipitación química • Nitrificación-desnitrificación • Precipitación con cal 	Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad fisicoquímica biológica alto para cuerpos de agua receptores sensitivos o ciertos tipos de reúso. Normalmente se trata de remover nutrientes (nitrógeno y fosforo) del agua, porque estos estimulan el crecimiento de las plantas acuáticas.

Fuente: Ayala & Gonzales

3.2.2.2.1. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Los sistemas de depuración escogidas como alternativas de tratamiento de las aguas residuales domésticas para la ciudad de Guaranda son las siguientes: Lodos Activados, Filtro Anaerobio, Lagunas, Reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) o

RAFA (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente), Biodiscos o Discos Rotativos y Filtro Biológico o Percolador.

De los unidades de tratamiento propuestos anteriormente se realizará la selección respectiva de acuerdo a las variables que intervienen al momento de escoger de una adecuada tecnología de depuración.

3.2.2.2. ALTERNATIVAS

– Preselección de las unidades de tratamiento

La elección entre los posibles sistemas de depuración se lo realiza de acuerdo al número de habitantes.

Tabla N° 22. Preselección de Acuerdo al Campo Poblacional.

ALTERNATIVAS VIABLES	POBLACIÓN							
	100	200	500	1000	2000	5000	10000	> 10000
• Reactor UASB				*	**	***	***	***
• Laguna aireada			*	**	***	***	***	***
• Laguna aerobia	*	*	**	***	***	***	**	**
• Laguna Facultativa	*	**	***	***	***	***	**	**
• Laguna anaerobia	**	**	***	***	***	***	***	**
• Filtro percolador		*	*	*	**	***	***	***
• Humedales	*	**	***	***	***	**	**	*
• Filtración rápida	*	**	***	***	***	**	*	*
• Zanja de oxidación				**	***	***	***	***
• Biodisco			*	*	**	***	***	***

(*): Poco, (**): Medio, (***) : Mucho

Fuente: Guaquipana & López

– Alternativas Preseleccionadas

El período de Diseño es de 25 años, y el número de habitantes proyectados para el año 2040 en este proyecto es de 12648, de acuerdo a número de habitantes se proceden a seleccionar las alternativas de depuración más adecuadas tal como se muestra en la tabla de Preselección de Acuerdo al Campo Poblacional.

- a) Reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) o RAFA (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente).
- b) Laguna Aireada.
- c) Filtro Biológico o Percolador.
- d) Zanja de Oxidación.
- e) Biodiscos o Discos Rotativos.

– **Selección:**

En esta etapa se seleccionara algunas alternativas entre, las preseleccionadas, aquella que con los justificativos técnicos y razonamientos lógicos nos conduzca a definir la mejor opción para el barrio, para ello se confeccionara matrices de acuerdo al número de criterios de selección adoptados [31].

Los efectos los valoraremos para cada alternativa ya sea con: cifras (m^2/hab , $\$/hab$, $\$/hab/año$, etc.); y también con apreciaciones adimensionales como (S: Simple, N: Normal, C = Complejo).

Se valorara de la siguiente manera; en valores numéricas como ($S = 5$; $N = 3$; $C = 1$), que representan las unidades de depuración más favorables y desfavorables respectivamente.

Como resumen, se expone para cada solución objeto de estudio una matriz final de selección, donde se dan diferentes pesos parciales a cada uno de los nueve efectos analizados según las características propias de nuestro sector, lo que nos ha llevado a un ordenamiento razonado entre las alternativas preseleccionadas, para finalmente de

acuerdo a los pesos asignados a cada efecto debidamente razonados y justificados elegir como solución más idónea a aquella que tenga la máxima puntuación [31].

– **Valoración de las matrices de selección**

Cada uno de los variables de la matriz de selección de las alternativas de unidades de tratamiento será calificado de la manera cualitativa y cuantitativamente.

La máxima puntuación es de 5 ya que esto corresponde a la situación más favorable es decir que es apta, económica, simple, etc.; así mismo la calificación de 3 puntos atañe a escenarios que pueden adaptarse a las condiciones del lugar de una manera normal, y por último el de 1 punto corresponderá a las condiciones más desfavorables o complejas [31].

Tabla N° 23. Superficie Necesaria.

Superficie Necesario						PUNTOS
Reactor UASB						4
Laguna aireada						2
Filtro percolador						3
Zanja de oxidación						3
Biodiscos						4

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 24. Simplicidad Construcción.

ALTERNATIVAS VIABLES	SIMPLICIDAD DE CONSTRUCCIÓN			PUNTO
	Movimiento Tierra	Obra Civil	Equipo	
• Reactor UASB	N	N	N	3
• Laguna aireada	C	C	S	2
• Filtro percolador	N	N	N	4
• Zanja de oxidación	C	C	S	2
• Biodisco	N	C	C	2

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 25. Operación y Mantenimiento

Costo de Operación y Mantenimiento						PUNTOS
Reactor UASB			■	■		3
Laguna aireada	■	■				5
Filtro percolador		■	■			4
Zanja de oxidación			■	■		3
Biodiscos				■	■	2

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 26. Costos de Inversión

Costo de Inversión						PUNTOS
Reactor UASB			■	■		4
Laguna aireada	■	■				5
Filtro percolador			■	■		3
Zanja de oxidación		■	■			4
Biodiscos				■	■	2

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 27. Impacto Ambiental

ALTERNATIVAS VIABLES	IMPACTO AMBIENTAL			PUNTO
	Olores	Ruidos	Insectos	
• Reactor UASB	3	3	3	3
• Laguna aireada	3	3	1	2
• Filtro percolador	4	3	4	4
• Zanja de oxidación	3	3	1	2
• Biodisco	4	1	3	3

Realizado por: Edwin Guaquipana

– MATRIZ FINAL DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Tabla N° 28. Matriz final de selección

ALTERNATIVAS VIABLES	MATRIZ FINAL DE SELECCIÓN						PROMEDIO
	SUPERF. NECESARIO	SIMPLICIDAD CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	COSTOS INVERSIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	TOTAL	
• Reactor UASB	4	3	3	4	3	17	3.4
• Laguna aireada	2	2	5	2	2	13	2.6
• Filtro percolador	3	4	4	3	4	18	3.6
• Zanja de oxidación	3	2	3	3	2	13	2.6
• Biodisco	5	2	2	5	3	17	3.4

Realizado por: Edwin Guaquipana

CONCLUSIÓN

Como resumen del estudio comparativo entre las diferentes soluciones de depuración de agua residual del proyecto, puede establecerse la siguiente conclusión:

Como indica la matriz final de selección las notas más elevadas, corresponden a la alternativa denominado Filtros percoladores o biológicos.

3.2.3. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL

3.2.3.1. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

La dotación de agua potable es la cantidad de agua que se requiere los habitantes para satisfacer las necesidades básicas.

Muchas veces la falta de datos impide conocer la dotación precisa para estudios de factibilidad, se puede utilizar las dotaciones expuestas en la siguiente tabla (Normas Ex IEOS).

Tabla N° 29. Dotaciones Recomendadas

Población (Hab)	Clima	Dotación Media Futura (lt/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 - 150
	Templado	130 - 160
	Cálido	170 - 200
5000 a 50000	Frío	180 - 200
	Templado	190 - 220
	Cálido	200 - 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: Norma Ex –IEOS

Dotación media futura adoptada para este proyecto es de: Dmf= 200 lt/hab/día

3.2.3.1.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Para determinar el caudal que circula por el colector principal que es de forma rectangular y es de hormigón armado se realizó la medición del tirante del agua en el sitio de la descarga, se procedió a calcular de la siguiente manera con las ecuaciones de Manning.

– **Velocidad**

Ecuación 50:
$$v = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

v: Velocidad del flujo (m/s).

n: Coeficiente de rugosidad para la ecuación de Manning.

Rh: Radio hidráulico (m).

S: Pendiente (1/1000).

– **Radio hidráulico**

Ecuación 51:
$$Rh = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$$

Donde:

b: Ancho de solera (m).

h: Tirante del agua residual (m).

– **Caudal**

Ecuación 52:
$$Q = A \cdot v$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s).

A: Área hidráulica (m²).

Datos:

$n = 0.013$ "Para concreto".

$S = 0.2 \%$

$b = 1.70 \text{ m}$

Tabla N° 30. Resultados de la medición del caudal del día Lunes.

	b (m) =	1.7	LUNES					
Hora (h)	Altura Efectiva (h)	Radio Hidráulico (R)	Coefficiente de Manning - $H^\circ A^\circ (n)$	Área Sec. Transversal (A)	Pendiente (S)	Velocidad (m/s)	Caudal (Q = m^3/s)	Caudal (Q = lt/s)
7:00	0.08	0.0731	0.013	0.136	0.0002	0.1902	0.0259	25.9
13:00	0.077	0.0706	0.013	0.1309	0.0002	0.1858	0.0243	24.3
17:00	0.074	0.0681	0.013	0.1258	0.0002	0.1814	0.0228	22.8

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 31. Resultados de la medición del caudal del día Miércoles.

	b (m) =	1.7	MIÉRCOLES					
Hora (h)	Altura Efectiva (h)	Radio Hidráulico (R)	Coefficiente de Manning - $H^\circ A^\circ (n)$	Área Sec. Transversal (A)	Pendiente (S)	Velocidad (m/s)	Caudal (Q = m^3/s)	Caudal (Q = lt/s)
7:00	0.076	0.0698	0.013	0.1292	0.0002	0.1844	0.0238	23.8
13:00	0.081	0.074	0.013	0.1377	0.0002	0.1917	0.0264	26.4
17:00	0.08	0.0731	0.013	0.136	0.0002	0.1902	0.0259	25.9

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 32. Resultados de la medición del caudal del día Sábado.

	b (m) =	1.7	SÁBADO					
Hora (h)	Altura Efectiva (h1)	Radio Hidráulico (R)	Coefficiente de Manning - $H^\circ A^\circ (n)$	Área Sec. Transversal (A)	Pendiente (S)	Velocidad (m/s)	Caudal (Q = m^3/s)	Caudal (Q = lt/s)
7:00	0.076	0.0698	0.013	0.1292	0.0002	0.1844	0.0238	23.8
13:00	0.074	0.0681	0.013	0.1258	0.0002	0.1814	0.0228	22.8
17:00	0.079	0.0723	0.013	0.1343	0.0002	0.1888	0.0254	25.4

Realizado por: Edwin Guaquipana

Luego procedo a determinar el caudal promedio del agua residual.

Tabla N° 33. Promedio de los resultados de la medición del caudal.

Día	Caudal Promedio (Qp = lt/s)
Lunes	24.3
Miércoles	25.4
Sábado	24.0
Promedio =	24.57

Realizado por: Edwin Guaquipana

Cálculo de la dotación, a partir de la medición de agua residual doméstica:

$$\text{Ecuación 53: } Dc = \frac{Qp}{Pa * 0.8}$$

Dónde:

Dc: Dotación Calculada (lt/hab/día).

Qp: Caudal promedio (lt/s).

Solución:

$$Dc = \frac{Qp}{Pa * 0.8} = \frac{24.57 \text{ lt/s}}{8415 \text{ hab} * 0.8} * \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}} = 315 \text{ lt/hab/día}$$

3.2.3.2. CAUDALES DE DISEÑO

3.2.3.2.1. CAUDAL MEDIO DIARIO

Es el agua residual producto de los distintos usos en el hogar esta es evacuada y conducida a la red de alcantarillado.

$$\text{Ecuación 54: } Qmd = \frac{Pf * Dmf}{86400}$$

Dónde:

Qmd: Caudal medio diario.

Solución:

$$Q_{md} = \frac{12648 \text{ hab} * 315 \text{ lt/hab/día}}{86400 \text{ s}} = Q_{md} = 46.11 \text{ lt/s}$$

3.2.3.2.2. CAUDAL MEDIO DIARIO SANITARIO

El caudal medio diario depende del coeficiente de retorno “C” que varía de 60% al 80% [16].

Ecuación 55: $Q_{mds} = C * Q_{md}$

Dónde:

Qmds: Caudal medio diario sanitario (lt/sg)

C: Coeficiente de retorno (60% - 80 %)

Qmd: Caudal medio diario de agua potable (lt/sg)

Escogemos por norma 80 %.

$$Q_{mds} = 0.8 * 46.11 \text{ lt/s} = 36.89 \text{ lt/s}$$

3.2.3.2.3. CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

El caudal máximo instantáneo produce únicamente saturación en horas pico [16].

Ecuación 56: $Q_i = Q_{mds} * M$

$$2 \leq M \leq 3.8$$

Dónde:

Qi: Caudal máximo instantáneo.

M: Coeficiente de punta.

SEGÚN HARMON

Este método es generalmente aplicado para poblaciones medianamente grandes.

Ecuación 57: $M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}$

Donde:

P: Población futura en miles

Entonces:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{12648/1000}} = 2.85$$

Para los sectores en estudio se utilizara el Método de Harmon ya que esto se utiliza para habitantes mayores a 1000.

$$Q_i = 36.89 \frac{\text{lt}}{\text{s}} * 2.85 = 105.14 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

3.2.4. CÁLCULO DE LAS ETAPAS DE SISTEMA DE DEPURACIÓN

3.2.4.1. ETAPA PRELIMINAR

3.2.4.1.1. DESARENADOR

❖ DATOS PARA EL DISEÑO DEL DESARENADOR

Densidad relativa de la arena = 2.65 kg/m^3

Diámetro de la partícula = 0.03 cm

Temperatura del agua = $17.5 \text{ }^\circ\text{C}$

a) **Viscosidad Cinemática.**- Se obtiene de acuerdo a la tabla N° 6; con el valor de la temperatura por lo tanto $(\mu) = 1.0618 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}$.

b) **Velocidad de sedimentación.**- Se utiliza la ecuación 12, asumiendo que rige régimen de flujo laminar $Re < 1$ (ley de Stokes).

Datos:

$$\begin{aligned}g &= 981 \text{ cm/s}^2 & \mu &= 1.0618 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s} \\ \rho_a &= 2.65 \text{ g/cm}^3 & d &= 0.03 \text{ cm} \\ \rho &= 1.0 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Reemplazando los datos en la ecuación de la velocidad de sedimentación se obtiene.

$$V_s = \frac{981 \text{ cm/s}^2}{18} * \left(\frac{2.65 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} - 1.0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1.0618 \times 10^{-2} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}} \right) * (0.03 \text{ cm})^2 = 7.62 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0.076 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c) Se verificó el número de Reynolds con la ecuación 13.

$$\text{Re} = \frac{7.62 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * 0.03 \text{cm}}{1.0618 \times 10^{-2} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}} = 21.53$$

$\text{Re} > 1 \rightarrow$ Entonces no cumple; y no es flujo laminar.

De igual manera asumimos que predomina régimen de flujo turbulento $\text{Re} > 2000$ (ley de Newton), y aplico la siguiente ecuación.

$$\text{Ecuación 58: } V_s = \sqrt{2.66 * g * d * (\rho_a - \rho)}$$

Solución:

$$V_s = \sqrt{2.66 * 291 \text{ cm/s}^2 * 0.03 \text{ cm} * (2.65 - 1.0) \text{ gr/cm}^3}$$

$$V_s = 11.37 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0.1137 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se verificó el número de Reynolds nuevamente con la ecuación 13.

$$\text{Re} = \frac{11.37 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * 0.03 \text{cm}}{1.0618 \times 10^{-2} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}} = 32.12$$

$\text{Re} > 2000 \rightarrow$ No cumple; y no es flujo turbulento.

Por lo tanto se llega a la conclusión de que el régimen de flujo que predomina en el desarenador es de flujo en transición.

d) Se determinó el coeficiente de resistencia de las partículas con la ecuación 14.

$$C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34 = \frac{24}{\frac{V_s * d}{\mu}} + \frac{3}{\sqrt{\frac{V_s * d}{\mu}}} + 0.34$$

El coeficiente de resistencia en función de velocidad de sedimentación.

$$C_d = \frac{24 * \mu}{V_s * d} + \frac{3 * \sqrt{\mu}}{\sqrt{V_s} * \sqrt{d}} + 0.34$$

$$C_d = \frac{24 * 1.0618 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}{V_s * 0.0003 \text{ m}} + \frac{3 * \sqrt{1.0618 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}}{\sqrt{V_s} * \sqrt{0.0003 \text{ m}}} + 0.34$$

$$C_d = \frac{0.08494}{V_s} + \frac{0.17848}{\sqrt{V_s}} + 0.34$$

e) Se determinó la velocidad de sedimentación en función del coeficiente de resistencia de las partículas con la ecuación 15.

$$V_{sc} = \sqrt{\frac{4 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \left(2.65 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} - 1.0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) * 0.0003 \text{ m}}{3 * C_d}} = \sqrt{\frac{0.006475}{C_d}}$$

Tabla N° 34. Iteración para la velocidad de sedimentación.

Velocidad de sedimentación asumido V_s (m/s)	$C_d = \frac{0.08494}{V_s} + \frac{0.17848}{\sqrt{V_s}} + 0.3$	$V_{sc} = \sqrt{\frac{0.006475}{C_d}}$
1	0.6034	0.1036
0.5	0.7623	0.0922
0.25	1.0367	0.079
0.1	1.7538	0.0608
0.05	2.837	0.0478
0.03	4.2018	0.0393
0.0259	4.7286	0.037
0.0258	4.7434	0.0369
0.0257	4.7584	0.0369

Realizado por: Edwin Guaquipana

Por lo tanto la velocidad de sedimentación y el coeficiente de resistencia de las partículas obtenidas mediante la iteración, utilizando la tabla son:

$$V_s = 0.0258 \text{ m/s}$$

$$C_d = 4.7434$$

f) Caudal a tratar en el desarenador; de acuerdo a la ecuación 16.

$$Q_o = \frac{105.14 \text{ lt/s}}{2} = 52.57 \frac{\text{lt}}{\text{s}} = 0.05257 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

g) Velocidad crítica de arrastre.- La velocidad crítica de arrastre se obtiene con la ecuación 17.

La constante $a = 44$; para un diámetro de la partícula $d = 0.3 \text{ mm}$; esto se obtiene de la tabla N° 7.

Se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$V_d = a * \sqrt{d} = 44 * \sqrt{0.3} = 24.10 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0.2410 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

h) Área transversal del desarenador, se la obtiene con la ecuación 18.

$$A_{\text{tran}} = \frac{Q_o}{V_d} = \frac{0.05257 \text{ m}^3/\text{s}}{0.241 \text{ m/s}} = 0.22 \text{ m}^2$$

Para el cálculo de la longitud del desarenador se aplica la ecuación 19.

$$L = \frac{V_d * h}{V_s - 0.04 * V_d} = \frac{0.241 \text{ m/s} * h}{0.0258 \text{ m/s} - 0.04 * 0.241 \text{ m/s}}$$

$$L = 14.91 * h$$

La longitud del desarenador se queda en función del tirante del agua.

i) Cálculo de las dimensiones propias del tanque; tomando en consideración la tabla N° 8.

Relación ancho (B) – profundidad (h) = 1.5:1

$$B = 1.5 * h$$

Tirante del agua de acuerdo a la ecuación 20.

$$h = \sqrt{\frac{A_{\text{tran}}}{1.5}} = \sqrt{\frac{0.22 \text{ m}^2}{1.5}} = 0.38 = 0.40$$

Reemplazo la altura del desarenador en la siguiente ecuación.

$$B = 1.5 * h = 1.5 * 0.40 \text{ m} = 0.60 \text{ m}$$

Determinación de la longitud del desarenador con la siguiente ecuación.

$$L = 14.91 * h = 14.91 * 0.40 \text{ m} = 5.97 = 6.0 \text{ m}$$

Según el Reglamento Técnico de Diseño Para Unidades de Tratamiento no Mecanizadas Para Sistemas de Agua Potable y Aguas Residuales recomienda utilizar un borde libre (h_o) de 0.20 a 0.25 metros. En mi caso asumo el valor de $h_o = 0.20 \text{ m}$. Por lo tanto las dimensiones del desarenador son los siguientes.

Tabla N° 35. Resultado del Desarenador.

Base del desarenador (B)	0.60 m
Tirante del agua (h)	0.40 m
Borde libre (h_o)	0.20 m
Longitud del desarenador (L)	6.0 m

Realizado por: Edwin Guauipana

j) **Ángulo de Transición.**- El objetivo de estas obras, es reducir las pérdidas de carga debidas al cambio de sección del canal o de la pendiente del mismo. El Bureau of Reclamation, recomienda un ángulo mayor a 12°30' en aquellas estructuras donde las pérdidas de carga deben reducirse al mínimo [7].

Para lo cual tomo el valor de ángulo de transición ($\alpha = 12^{\circ}30'$).

k) Longitud de transición según la ecuación 21.

$$l = \frac{B - B'}{2 * \tan(\alpha)} = \frac{0.60 \text{ m} - 0.50 \text{ m}}{2 * \tan(12.5)} = 0.23 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$$

Si $l < L/3$; entonces si cumple.

$$\frac{L}{3} = \frac{6.0 \text{ m}}{3} = 2.0 \text{ m}$$

$0.55 \text{ m} < 2.0 \text{ m} \therefore$ Si cumple con la condición.

l) Tiempo de retención hidráulica se calcula con la ecuación 22.

$$T_s = \frac{h}{V_s} = \frac{0.40 \text{ m}}{0.0258 \text{ m/s}} = 15.50 \text{ s}$$

m) Periodo de desplazamiento de acuerdo a la ecuación 23.

$$T_d = \frac{L}{V_d} = \frac{6.0 \text{ m}}{0.241 \text{ m/s}} = 24.9 \text{ s}$$

Chequeo del tiempo de retención hidráulica.

Si el periodo de desplazamiento es mayor que el periodo de retención si cumple.

$$T_d > T_s \rightarrow \text{ok}$$

24.90 s > 15.50 s ∴ Si cumple.

3.2.4.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA REJILLA

Se utilizó el perfil tipo I de las siguientes dimensiones (5x25 mm) con una separación entre perfiles de 20 mm como lo establece en la tabla N° 3; y se lo utiliza la ecuación 6 para determinar el número de perfiles.

Datos:

$$B = 600 \text{ mm}$$

$$e = 5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{asum}} = 20 \text{ mm}$$

Solución:

$$N = \frac{(B + e)}{(a_{\text{asum}} + e)} = \frac{(600 \text{ mm} + 5 \text{ mm})}{(20 \text{ mm} + 5 \text{ mm})} = 24.2 = 24 \text{ perfiles}$$

ESPACIAMIENTO ENTRE PERFILES

Para determinar el espaciamiento real entre perfiles se utilizó la ecuación 7:

Solución:

$$a = \left| \frac{(B + e)}{N} \right| - e = \left| \frac{(600 \text{ mm} + 5 \text{ mm})}{24} \right| - 5 \text{ mm}$$

$$a = 20.21 \text{ mm}$$

$$a = 20 \text{ mm}$$

PÉRDIDA DE CARGA DE REJILLA

Para determinar la pérdida de carga en las rejillas primeramente se debe calcular el área libre de la rejilla, y el área total de la rejilla; para con estos datos proceder a determinar el valor del coeficiente K.

Datos:

$$\begin{array}{ll} h = 0.40 \text{ m} & e = 0.005 \text{ m} \\ v = 0.45 \text{ m/s} & B = 0.60 \text{ m} \\ g = 9.81 \text{ m/s}^2 & \end{array}$$

Área libre de la rejilla.- Se aplicó la ecuación 9 para determinar el área libre.

Solución:

$$A_n = [B - (N * e)] * h = [0.60 \text{ m} - (24 * 0.005\text{m})] * 0.40 \text{ m}$$

$$A_n = 0.192 \text{ m}^2$$

Área total de la rejilla.- Se aplicó la ecuación 10.

Datos:

$$h = 0.40 \text{ m}$$

$$B = 0.60 \text{ m}$$

Solución:

$$A_g = B * h = 0.60 \text{ m} * 0.40 \text{ m} = 0.24 \text{ m}^2$$

Coefficiente K.- Aplicar la ecuación 11.

Datos:

$$A_n = 0.192 \text{ m}^2$$

$$A_g = 0.24 \text{ m}^2$$

$$M = 1/0.70 = 1.429$$

Solución:

$$K = m - 0.40 * \left(\frac{A_n}{A_g} \right) - \left(\frac{A_n}{A_g} \right)$$

$$K = 1.429 - 0.40 * \left(\frac{0.192 \text{ m}^2}{0.24 \text{ m}^2} \right) - \left(\frac{0.192 \text{ m}^2}{0.24 \text{ m}^2} \right)$$

$$K = 0.309$$

La pérdida de carga, cuyo valor debe ser menor que 0.10 m.

$$h_{\text{máx}} = 0.10 \text{ m}$$

Se procede a calcular la pérdida de carga en las rejillas con los siguientes datos utilizando la ecuación 8.

Datos:

$$K = 0.309$$

$$v = 0.45 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Solución:

$$h_r = \frac{K * v^2}{2 * g} = \frac{0.309 * (0.45 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_r = 0.0032 \text{ m}$$

$$h_r < h_{\text{máx}}$$

$$0.0032 \text{ m} < 0.10 \text{ m} \quad \therefore \text{ Si cumple}$$

3.2.4.2. ETAPA PRIMARIA

3.2.4.2.1. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF

Para el diseño del tanque Imhoff se toman en consideración los criterios de la Norma Boliviana DINASBA que se nota a continuación:

El caudal medio diario va a ser el 50%; ya que el número de tanque Imhoff va a ser de dos unidades.

CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN

Área de la cámara de sedimentación

El área de la cámara de sedimentación se determina con base a una Carga superficial $C_s \leq a 25 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \times \text{dia})$, generalmente se utiliza un valor de C_s igual a $24 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \times \text{dia})$ calculado respecto al caudal medio como se lo indica en la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 59:} \quad A_s = \frac{Q_{md}}{C_s}$$

Donde:

A_s : Área de la cámara de sedimentación (m^2).

Q_{md} : Caudal medio diario (m^3/h).

C_s : Carga superficial [$m^3 / (m^2 \cdot h)$].

Datos:

$$Q_{md} = 66.40 \text{ m}^3/h$$

$$C_s = 0.92 \text{ m}^3/m^2 \cdot h$$

Solución:

$$A_s = \frac{Q_{md}}{C_s} = \frac{66.4 \text{ m}^3/h}{0.92 \text{ m}^3/m^2 \cdot h}$$

$$A_s = 72.17 \text{ m}^2$$

Volumen de la cámara de sedimentación

Los tanques de sedimentación primaria se proyectan para proporcionar un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 1 a 2 horas (recomendable 2 horas), por lo que el volumen de la cámara de sedimentación (V_s) se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Ecuación 60: } V_s = Q_{md} * TRH$$

Donde:

V_s : Volumen de la cámara de sedimentación (m^3).

TRH: Tiempo de retención hidráulica (h).

Datos:

$$Q_{md} = 66.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{TRH} = 2 \text{ h}$$

Solución:

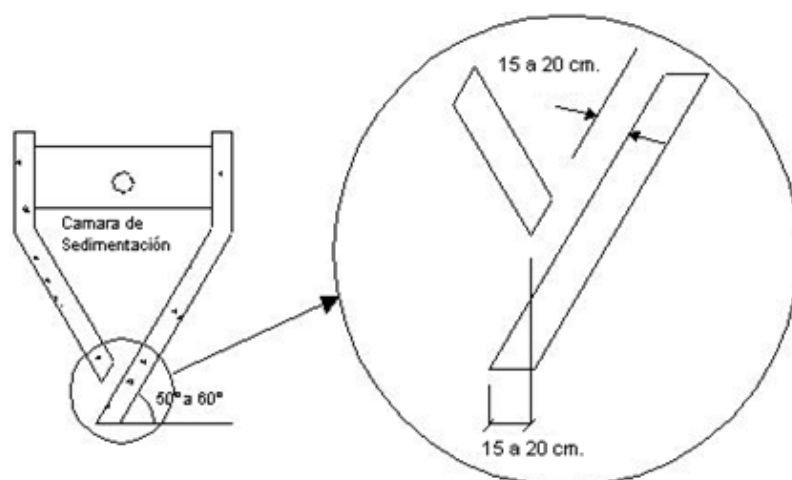
$$V_s = Q_{md} * \text{TRH} = \left(66.40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) * 2 \text{ h}$$

$$V_s = 132.80 \text{ m}^3$$

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de 50° a 60°.

En la arista central se debe dejar una abertura para el paso de los sólidos removidos hacia el digestor, esta abertura será de 0.15 m a 0.20 m.

Figura N° 16. Cámara de sedimentación



Fuente: Rodrigo Ayala & Greby Gonzales

De acuerdo al Reglamento Nacional DINASBA la relación largo (L)/ancho (W) es de 4; ya que mediante el cual obtenemos las dimensiones del sedimentador:

$$\text{Ecuación 61: } \frac{L}{W} = 4$$

Donde:

L: Largo del sedimentador (m).

W: Ancho del sedimentador (m).

Solución:

De la siguiente ecuación despejo el valor de largo del sedimentador (L).

$$\frac{L}{W} = 4$$

$$L = 4 * W$$

La siguiente ecuación es el área de la cámara de sedimentación.

$$\text{Ecuación 62: } A_s = L * W$$

Reemplazo la ecuación de largo del sedimentador.

$$A_s = L * W = (4 * W) * W = 4 * W^2$$

Despejo el ancho del sedimentador.

$$\text{Ecuación 63: } W = \sqrt{\frac{A_s}{4}}$$

Solución:

$$W = \sqrt{\frac{A_s}{4}} = \sqrt{\frac{72.17}{4}}$$

$$W = 4.25$$

Ancho del sedimentador son:

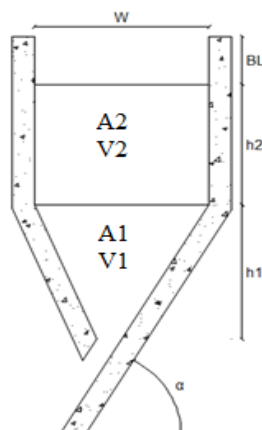
$$L = 4 * W = 4 * 4.25 \text{ m}$$

$$L = 17.0 \text{ m}$$

La altura del sedimentador

Se procede a obtener la altura del sedimentador, asumiendo el valor del ángulo de inclinación de las paredes del sedimentador como $\alpha = 50^\circ$ y un borde libre de 0.50 m.

Figura N° 17. Dimensionamiento de la cámara de sedimentación.



Realizado por: Edwin Guaquipana

Cálculo de las siguientes dimensiones.

Ecuación 64:
$$h_1 = \frac{w}{2} * tg(\alpha)$$

El ancho de sedimentador se lo divido para 2.

Solución:

$$h_1 = \frac{W}{2} * \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\left(\frac{4.25}{2}\right) \text{ m}}{2} * \operatorname{tg}(50^\circ) = 1.27 = 1.3 \text{ m}$$

$$\text{Ecuación 65: } V_1 = \frac{W * h_1 * L}{2}$$

Solución:

$$V_1 = \frac{W * h_1 * L}{2} = \frac{(4.25/2) \text{ m} * 1.3 \text{ m} * 17.0 \text{ m}}{2} = 23.48 \text{ m}^3$$

$$\text{Ecuación 66: } h_2 = \frac{V_s - V_1}{W * L}$$

Solución:

$$h_2 = \frac{V_s - V_1}{W * L} = \frac{(132.8/2) \text{ m}^3 - 23.48 \text{ m}^3}{(4.25/2) \text{ m} * 17.0 \text{ m}}$$

$$h_2 = 1.19 \text{ m} = 1.20 \text{ m}$$

CÁMARA DE DIGESTIÓN

Volumen requerido para la digestión de lodos

Para calcular el volumen del compartimento de digestión y almacenamiento de lodos se utilizará una contribución individual de lodos de 70 litros por habitante de acuerdo a la INEN, cuando la temperatura promedio mensual del mes más frío sea de 14°C. Para cualquier otra temperatura se debe multiplicar el valor del volumen unitario por

un factor de capacidad relativa (f_{CR}), de acuerdo a los valores del cuadro de factor de capacidad relativa que se muestra a continuación.

Tabla N° 36. Factor de capacidad relativa según la temperatura.

Temperatura °C	Factor de Capacidad Relativa
5	2
10	1.4
15	1.0
20	0.7
≥ 25	0.5

Fuente: Rodrigo Ayala & Greby Gonzales

La temperatura media es de 14 °C. Por lo tanto el factor de capacidad relativa es de 1.08.

Por tanto el volumen requerido para la digestión de lodos (V_d en m^3) estará dado por la siguiente ecuación:

Ecuación 67:
$$V_d = \frac{70 * P * f_{CR}}{1000}$$

Donde:

V_d : Volumen requerido para la digestión de lodos (m^3).

f_{CR} : Factor de capacidad relativa.

Datos:

$$f_{CR} = 1.08$$

Solución:

$$V_d = \frac{70 * P * f_{CR}}{1000} = \frac{70 * 12648 * 1.08}{1000}$$

$$V_d = 478.09 \text{ m}^3$$

Se diseñó 2 tanques Imhoff, ya que por la dicha razón el volumen requerido para la digestión de lodos se dividió para dos.

$$V_d = \frac{478.09 \text{ m}^3}{2}$$

$$V_d = 239.05 \text{ m}^3$$

Gráfico N° 4. Dimensión del tanque Imhoff.



Realizado por: Edwin Guaquipana.

El ancho total de tanque Imhoff.

$$W_{\text{tot}} = 4.25 + 4.6 = 8.85 \text{ m}$$

Área superficial del tanque será como lo indica a continuación:

Ecuación 68: $A_{\text{total}} = (4.60 \text{ m} + W) * L$

Solución.

$$A_{\text{total}} = (4.60 \text{ m} + W) * L = (4.60 \text{ m} + 4.25 \text{ m}) * 17.0 \text{ m}$$

$$A_{\text{total}} = 150.45 \text{ m}^2$$

El área de ventilación es:

$$\text{Ecuación 69: } A_{\text{ventil}} = (3.40 \text{ m} * L)$$

Solución.

$$A_{\text{ventil}} = (3.40 \text{ m} * L) = (3.40 \text{ m} * 17.0 \text{ m})$$

$$A_{\text{ventil}} = 57.80 \text{ m}^2$$

Se verificó si representa más del 30 % del total del área del tanque:

$$\text{Ecuación 70: } \frac{A_{\text{ventil}}}{A_{\text{total}}} * 100 \% \geq 30 \%$$

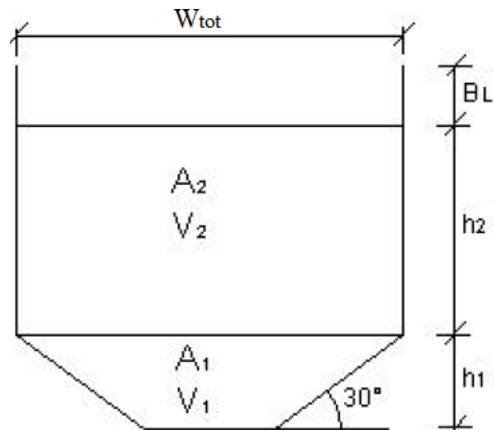
Solución.

$$\frac{A_{\text{ventil}}}{A_{\text{total}}} * 100 \% = \frac{57.80 \text{ m}^2}{150.45 \text{ m}^2} * 100 \%$$

$$\frac{A_{\text{ventil}}}{A_{\text{total}}} = 38.42 \% \geq 30 \% \text{ Por lo tanto si cumple.}$$

Se procedió a calcular las alturas de dentro del digestor:

Figura N° 18. Sección transversal del tanque Imhoff.



Realizado por: Edwin Guaquipana.

Fondo de la cámara de digestión

Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal; para lo cual tomo una inclinación de 30° para la determinación de la altura del fondo de la cámara de digestión.

$$\text{Ecuación 71: } h_1 = \frac{W_{tot} * \text{tg}(30^\circ)}{2}$$

Datos:

$$W_{tot} = 8.85 \text{ m}$$

Solución:

$$h_1 = \frac{(W_{tot}/2) * \text{tg}(30^\circ)}{2} = \frac{\left(\frac{8.85}{2}\right) \text{ m} * \text{tg}(30^\circ)}{2}$$

$$h_1 = 1.27 \text{ m}$$

Entonces: $h_1 = 1.15 \text{ m}$; para mi diseño del tanque.

Volumen del fondo de la cámara de digestión

El volumen del fondo de la cámara de digestión (V_1) se obtiene a partir de la siguiente ecuación; pero se cabe recalcar que el número de bases truncado para lodos son 4:

$$\text{Ecuación 72: } V_1 = \frac{h_1}{3} * [As + Ai + (\sqrt[2]{As * Ai})]$$

Donde:

V_1 : Volumen del fondo de la cámara de digestión

Datos:

$$W_{\text{tot}} = 8.85 \text{ m}$$

$$h_1 = 1.15 \text{ m}$$

$$L = 17.0 \text{ m}$$

Solución:

Primeramente se determinó el área superior de la pirámide truncada.

$$A_s = \frac{W_{\text{tot}} * L}{4} = \frac{8.85 \text{ m} * 17.0 \text{ m}}{4} = 37.61 \text{ m}^2$$

Luego se procedió a determinar el área inferior de la pirámide truncada con los siguientes datos propuestos.

$$a = 0.44 \text{ m}$$

$$b = 0.77 \text{ m}$$

$$A_i = a * b = 0.44 * 0.77$$

$$A_i = 0.34 \text{ m}^2$$

Y a continuación se calcula el volumen del digestor de lodo de una pirámide truncado.

$$V_1 = \frac{h_1}{3} * [A_s + A_i + (\sqrt[2]{A_s * A_i})] = \frac{1.15}{3} * [37.61 + 0.34 + (\sqrt[2]{37.61 * 0.34})]$$

$$V_1 = 15.92 \text{ m}^3$$

Se multiplica por 4 pirámides truncado como se indica a continuación.

$$V_1 = 15.92 * 4 = 63.68 \text{ m}^3$$

$$V_d = V_1 + V_2$$

$$V_2 = V_d - V_1 = 478.09 \text{ m}^3 - 63.68 \text{ m}^3 = 414.41 \text{ m}^3$$

$$h_2 = \frac{V_2}{W_{\text{tot}} * L} = \frac{414.41 \text{ m}^3}{8.85 \text{ m} * 17.0 \text{ m}}$$

$$h_2 = 2.75 \text{ m}$$

3.2.4.2.2. DISEÑO DE LECHO DE SECADO DE LODOS

Tiempo requerido para la digestión de lodos

El tiempo requerido para la digestión de lodos varía de acuerdo a la temperatura, para esto se utiliza la tabla N° 8.

La temperatura media es de 14 °C. Por lo tanto el tiempo de digestión: $T_d = 59.2$ días

CÁLCULO DEL LECHO DE SECADOS

Carga de Sólidos que Ingresa al Sedimentador

Se aplicó la ecuación 29, para determinar la carga de sólidos.

Datos:

$C_p = 90$ (gr de SS / hab*día); De acuerdo a la Norma INEN.

Solución:

$$C = \frac{P_f * C_p}{1000} = \frac{6324 \text{ hab} * 90 \text{ (gr. SS/hab * día)}}{1000} = 569.16 \text{ kg. SS/día}$$

Masa de sólidos que conforman los lodos.- Se utilizó la ecuación 30.

Datos:

$$C = 1260.99 \text{ kg. SS/día}$$

Solución:

$$M_{sd} = (0.5 * 0.70 * 0.5 * 569.16) + (0.5 * 0.3 * 569.16)$$

$$M_{sd} = 184.98 \text{ kg. SS/día}$$

Volumen diario de lodos digeridos.- Se aplicó la ecuación 31.

Datos:

$$\rho_{\text{lodo}} = 1.04 \text{ kg/lt}$$

$\%_{\text{sól}} = 8$ “% de sólidos contenidos en el lodo (8% al 12%)”. Norma de Saneamiento S.090.

Solución:

$$V_{\text{ld}} = \frac{M_{\text{sd}}}{\rho_{\text{lodo}} * \left(\frac{\%_{\text{sól}}}{100}\right)} = \frac{184.98 \text{ kg. SS/día}}{1.04 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} * \left(\frac{8}{100}\right)} = 2223.32 \frac{\text{lt}}{\text{día}}$$

Volumen de lodos a extraerse del tanque.- Para determinar el volumen de lodos a extraerse, se utilizó la ecuación 32.

Datos:

$$V_{\text{ld}} = 2223.32 \text{ lt/día}$$

$$T_{\text{d}} = 59.2 \text{ días}$$

Solución:

$$V_{\text{le}} = \frac{V_{\text{ld}} * T_{\text{d}}}{1000} = \frac{2223.32 \frac{\text{lt}}{\text{día}} * 59.2 \text{ días}}{1000}$$

$$V_{\text{le}} = 131.62 \text{ m}^3$$

Área del lecho de secado.- Para determinar el área se aplicó la ecuación 33.

Datos:

$$V_{\text{le}} = 131.62 \text{ m}^3$$

$$H_{\text{a}} = 1.50 \text{ m (Es el valor asumido)}$$

Solución:

$$A_{ls} = \frac{V_{le}}{H_a} = \frac{131.62 \text{ m}^3}{1.50 \text{ m}}$$

$$A_{ls} = 87.75 \text{ m}^2$$

$$A_{ls} = B * L$$

$$L = 1.5 * B$$

$$B = \sqrt{\frac{A_{ls}}{1.5}} = \sqrt{\frac{87.75 \text{ m}^2}{1.5}} = 7.7 \text{ m}$$

$$L = 1.5 * B = 1.5 * 7.7 \text{ m} = 11.55 \text{ m}$$

Resumen de las medidas para el lecho de secado de lodos

$$B = 7.70 \text{ m}$$

$$L = 11.55 \text{ m}$$

$$H_a = 1.5 \text{ m}$$

3.2.4.3. ETAPA SECUNDARIA

3.2.4.3.1. DISEÑO DEL FILTRO BIOLÓGICO

Se requiere diseñar dos Filtros Biológicos.

El caudal de diseño es de 36.89 lt/s; ya que esto se divide para dos Filtros Biológicos dando como resultado un caudal de 18.45 lt/s.

Diseño del filtro biológico N° 1

Caudal que pasa por el filtro biológico

Se lo utilizó la ecuación 35, para determinar el caudal que pasa por el filtro biológico.

Datos:

$$Q_d = 18.45 \text{ lt/s}$$

Solución:

$$Q_{fb} = 0.524 * Q_d = 0.524 * 18.45 \text{ lt/s} = 9.67 \text{ lt/s}$$

$$Q_{fb} = 835.49 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tiempo de retención

$T_r = 6 \text{ h}$; Para filtros biológicos el tiempo de retención es mayor que 6 horas.

$$T_r = 0.25 \text{ días}$$

Volumen del filtro biológico.- Se lo utilizó la ecuación 36.

Datos:

$$Q_{fb} = 835.49 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$T_r = 0.25 \text{ día}$$

Solución:

$$V_{fb} = 1.60 * Q_{fb} * T_r$$

$$V_{fb} = 1.60 * \left(835.49 \frac{m^3}{día} \right) * 0.25 \text{ día}$$

$$V_{fb} = 334.2 \text{ m}^3$$

Tasa de aplicación hidráulica asumido (TAH_{asu})

De acuerdo a Rivas - Mijares (Manual de Plantas de Aguas Residuales) recomienda que para el diseño del filtro biológico la Tasa de Aplicación Hidráulica (TAH) máxima para filtros de baja tasa es de 8 m³/día* m².

Área del filtro biológico.- Para determinar el área de filtro biológico se aplicó la ecuación 37.

$$A_{fb} = \frac{Q_{fb}}{TAH_{asu}} = \frac{835.49 \frac{m^3}{día}}{8.0 \frac{m^3}{día} * m^2}$$

$$A_{fb} = 104.44 \text{ m}^2$$

Altura del filtro biológico.- Se lo determina mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Ecuación 73: } H_{fb} = \frac{V_{fb}}{A_{fb}}$$

Donde

H_{fb}: Altura del Filtro Biológico (m).

Datos:

$$V_{fb} = 334.20 \text{ m}^3$$

$$A_{fb} = 104.44 \text{ m}^2$$

Solución:

$$H_{fb} = \frac{V_{fb}}{A_{fb}} = \frac{334.20 \text{ m}^3}{104.44 \text{ m}^2} = 3.2 \text{ m}$$

Pero de acuerdo a la bibliografía de Metcalf & Eddy para filtros biológicos, la altura está dentro de 1.8 a 2.40 metros. Para lo cual yo asumo $H_{bf} = 2.40 \text{ m}$.

Diámetro del filtro biológico

$$\text{Ecuación 74: } D_{fb} = \sqrt{\frac{V_{fb} * 4}{\pi * H_{fb}}}$$

Donde:

D_{fb} : Diámetro del Filtro Biológico (m).

Solución:

$$D_{fb} = \sqrt{\frac{V_{fb} * 4}{\pi * H_{fb}}} = \sqrt{\frac{334.2 * 4}{\pi * 2.4}} = 13.3 \text{ m} = 14.0 \text{ m}$$

Área real del filtro biológico

El área real del filtro biológico se lo determinó con el diámetro ya calculado anteriormente, con la ecuación 39:

Donde:

A_{rfb} : Área Real del Filtro Biológico (m^2).

Datos:

$$D_{fb} = 14.0 \text{ m}$$

Solución:

$$A_{rfb} = \frac{\pi * D_{fb}^2}{4} = \frac{\pi * (14.0 \text{ m})^2}{4} = 153.94 \text{ m}^2$$

Volumen real del filtro biológico

$$\text{Ecuación 75: } V_{rfb} = A_{rfb} * H_{fb}$$

Donde:

V_{rfb} : Volumen Real del Filtro Biológico (m³).

Datos:

$$A_{rfb} = 153.94 \text{ m}^2$$

$$H_{fb} = 2.40 \text{ m}$$

Solución:

$$V_{rfb} = A_{rfb} * H_{fb} = 153.94 \text{ m}^2 * 2.40 \text{ m} = 338.67 \text{ m}^3$$

Tiempo de retención.-Se lo determinó con la ecuación 40.

Datos:

$$V_{rfb} = 338.67 \text{ m}^3$$

$$Q_{fb} = 835.49 \text{ m}^3/\text{días}$$

Solución:

$$T_r = \frac{V_{rfb}}{Q_{fb}} = \frac{338.67 \text{ m}^3}{835.49 \text{ m}^3/\text{días}} = 0.41 \text{ días}$$

Chequeo del tiempo de retención

Si: $T_r > T_{rasum} \quad \therefore$ Si cumple

Si: $0.41 \text{ días} > 0.25 \text{ días} \quad \therefore$ Ok

Tasa de Aplicación Hidráulica (Aplicar la ecuación 41)

$$TAH = \frac{V_{rfb}}{A_{rfb}} = \frac{338.67 \text{ m}^3/\text{día}}{153.94 \text{ m}^2} = 2.20 \text{ m}^3/\text{día} * \text{m}^2$$

Chequeo de la Tasa de Aplicación Hidráulica

Si: $1 \text{ m}^3/\text{día} * \text{m}^2 < TAH < 8 \text{ m}^3/\text{día} * \text{m}^2 \quad \therefore$ Si cumple

Si: $1 \text{ m}^3/\text{día} * \text{m}^2 < 2.20 \text{ m}^3/\text{día} * \text{m}^2 < 8 \text{ m}^3/\text{día} * \text{m}^2 \quad \therefore$ Ok

Resumen de las Dimensiones del Filtro Biológico

$$D_{fb} = 14.00 \text{ m}$$

$$H_{fb} = 2.40 \text{ m}$$

3.2.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TANQUE IMHOFF

3.2.5.1. PREDIMENSIONAMIENTO

3.2.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

CONCRETO			
Resistencia a la Compresión	F'c =	280.00	Kg / cm ²
Módulo de Elasticidad	Ec =	2.5267E+05	Kg / cm ²
Peso Específico	γc =	2.41	Tn / m ³
ACERO DE REFUERZO			
Resistencia al a Fluencia	fy =	4,200.00	Kg / cm ²
Módulo de Elasticidad	Es =	2.1E+06	Kg / cm ²
SUELO DE CIMENTACIÓN			
Peso Específico	γs =	1.83	Tn / m ³
Ángulo de Fricción Interna	Ø =	28.70	°
Capacidad Portante de suelo	qa =	2.00	Kg/cm ²
MATERIAL DE RELLENO			
Peso Específico	γr =	1.83	Tn / m ³
Ángulo de Fricción interna	Ør=	28.70	°

3.2.5.3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

– Presión lateral de tierras.

Para el cálculo de la presión lateral de tierras o la presión activa de suelo; se considera los datos obtenidos mediante estudios de suelos las cuales son: $\gamma_s = 1.83 \text{ tn/m}^3$, el ángulo de fricción interna es $\phi = 28.70^\circ$.

Coefficiente activo del suelo.

$$K_s = \text{tg}^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = \text{tg}^2 \left(45 - \frac{28.7^\circ}{2} \right) = 0.3511$$

La presión activa del suelo es la carga rectangular uniformemente distribuida en sentido vertical y se procede a calcular de la siguiente manera.

$$P_s = K_s * \gamma_s * h_p = 0.3511 * 1.83 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} * 6.29 \text{ m} = 4.04 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

Luego se procede a determinar la presión activa puntual del suelo como se lo indica a continuación:

$$P_{sp} = \frac{P_s * h_p}{2} = \frac{\left(4.04 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}\right) * 6.29 \text{ m}}{2} = 12.71 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

– **Presión hidrostática o empuje hidrostático en la pared.**

La presión hidrostática del agua es representada por un triángulo en las caras internas del muro, el valor de la presión es directamente proporcional a la altura del muro y se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_a = \gamma_{\text{H}_2\text{O}} * h_p$$

Para el cálculo de la presión hidrostática del agua; se considera que el agua tiene una densidad $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1.0 \text{ tn/m}^3$. La presión hidrostática es la carga rectangular uniformemente distribuida en sentido vertical y se procede a calcular de la siguiente manera.

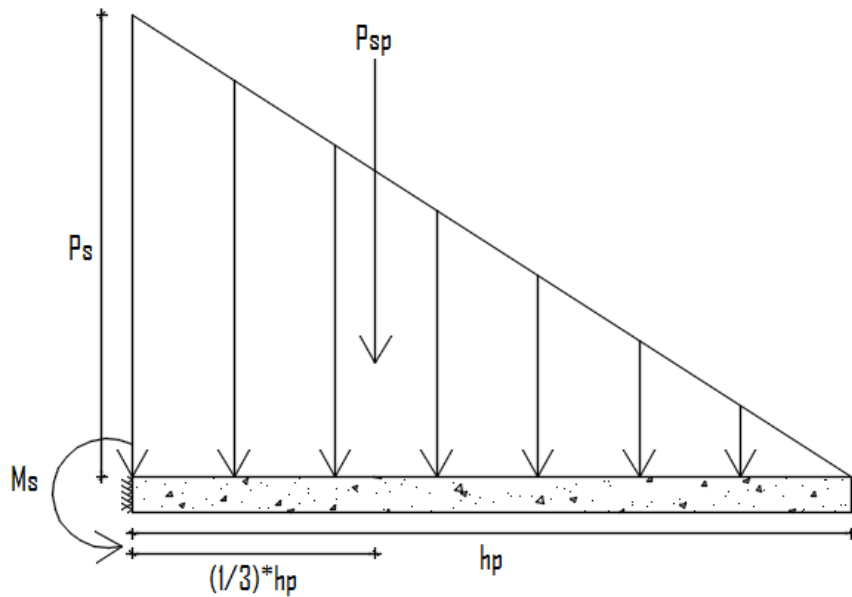
$$P_a = \gamma_{\text{H}_2\text{O}} * h_p = 1.0 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} * 6.29 \text{ m} = 6.29 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

Luego se procede a determinar la presión hidrostática puntual del agua como se lo indica a continuación.

$$P_{ap} = \frac{P_a * h_p}{2} = \frac{\left(6.29 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}\right) * 6.29 \text{ m}}{2} = 19.78 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

- **Momentos actuantes en la pared del muro bajo la acción del empuje del terreno.**

Si el muro parte de la base del tanque al nivel del suelo se analiza como una viga en volado es decir empotrada solo en un extremo, con carga triangular debido a la presión del suelo como se lo indica en el siguiente gráfico.



Determinación del momento último.

$$M_s = P_{sp} * \left(\frac{1}{3} * h_p\right) = 12.71 \frac{\text{tn}}{\text{m}} * \left(\frac{1}{3} * 6.29 \text{ m}\right) = 26.69 \text{ tn} * \text{m/m}$$

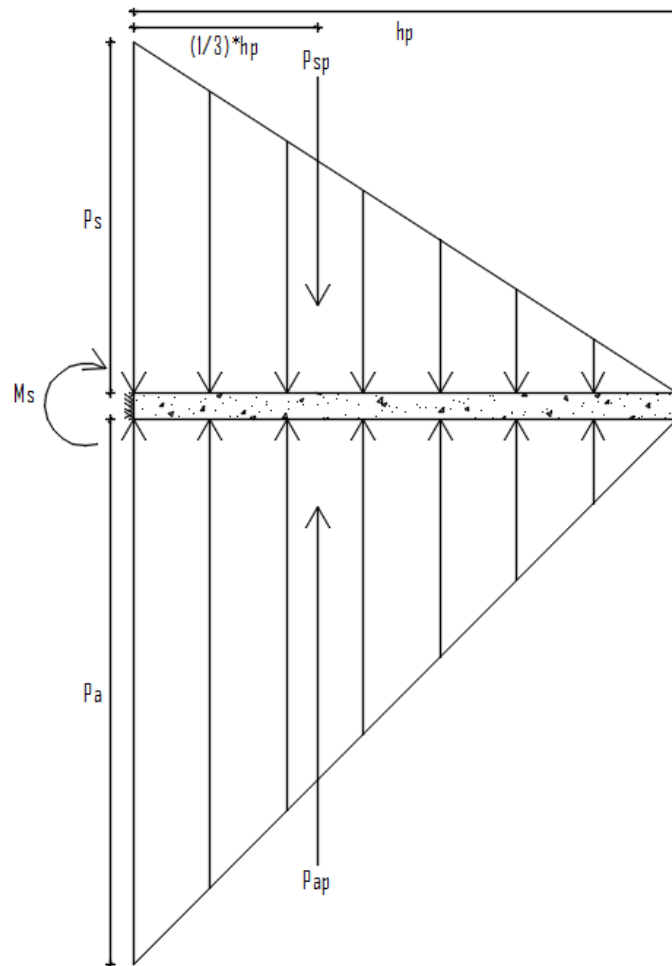
$$M_s = 26.69 \text{ tn} * \text{m/m}$$

Luego se determina el momento máximo multiplicado por un factor de seguridad que es de 1.40 según el ACI-318.

$$M_{\text{máx}} = 1.40 * M_s = 1.40 * 26.69 \text{ tn} * \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{máx}} = 37.37 \text{ tn} * \text{m/m}$$

Momentos actuantes en la pared del muro bajo la acción del empuje del terreno y del agua.



Determinación del momento máximo bajo la actuación de la presión del agua y del suelo.

$$M_s = P_{ap} * \left(\frac{1}{3} * h_p\right) - P_{sp} * \left(\frac{1}{3} * h_p\right)$$

$$M_s = 19.78 \frac{\text{tn}}{\text{m}} * \left(\frac{1}{3} * 6.29 \text{ m}\right) - 12.71 \frac{\text{tn}}{\text{m}} * \left(\frac{1}{3} * 6.29 \text{ m}\right) = 14.85 \text{ tn} * \text{m/m}$$

$$M_{\text{máx}} = 1.40 * M_s = 1.40 * 14.85 \text{ tn} * \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{máx}} = 20.79 \text{ tn} * \text{m/m}$$

Espesor de los muros.- De acuerdo a la norma ACI 350 (American Concrete Institute), los muros de hormigón armado con una altura del líquido igual o mayor a 3.00 m, tendrán un espesor mínimo de 30 cm.

Altura total del tanque	H _T =	7.44	M
Ancho libre del tanque	W _T =	8.85	M
Espesor del muro superior (Según ACI-350)	bs =	0.30	M
Altura de la pantalla	hp =	6.29	M
Longitud libre del tanque	L =	17.00	M
Espesor de losa de fondo	Z =	0.30	M
Altura de la base truncado	ht =	1.15	M
Recubrimiento del muro (Según ACI-318)	r =	0.75	M
Dimensiones de losa			
	e =	3.78	M
	f =	0.3	M
	g =	3.78	M
	α =	20.35	°

Cálculo del espesor inferior del muro con el momento máximo determinado por la acción del empuje del suelo:

$$d' = \sqrt{\frac{M_{\text{máx}}}{\phi * b_p * f'c * w * (1 - 0.59 * w)}}$$

Donde:

d': Peralte efectivo del espesor de muro.

b_p: Base del muro (Se trabaja por 1 metro lineal).

w: Cuantía mecánica (Según ACI-318: $b_p \geq 30 \text{ cm} \rightarrow w = 0.18$).

ϕ: Factor de reducción (Según ACI-318 el $\phi = 0.90$).

Solución:

$$d' = \sqrt{\frac{M_{\text{máx}}}{\phi * b_p * f'_c * w * (1 - 0.59 * w)}}$$

$$d' = \sqrt{\frac{37.37 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 100 \text{ cm} * 280 \text{ kg/cm}^2 * 0.18 * (1 - 0.59 * 0.18)}} = 30.36 \text{ cm}$$

Entonces tomo el valor de: $d' = 32.5 \text{ cm}$

$$b_i = d' + r$$

Donde:

bi: Espesor inferior del muro.

r: Recubrimiento del acero (Según ACI-318 para el hormigón expuesto al suelo es de 7.5 cm).

Solución:

$$b_i = d' + r = 32.5 \text{ cm} + 7.5 \text{ cm} = 40.0 \text{ cm} = 40.0 \text{ cm}$$

Por lo tanto el valor inferior del espesor del muro es de 40 cm.

$$b_i = 40.0 \text{ cm}$$

El peralte efectivo del espesor del muro es:

$$d' = b_i - r = 40.0 \text{ cm} - 7.5$$

$$d' = 32.5 \text{ cm}$$

– **Determinación de la Armadura Vertical respecto al empuje del suelo.**

$$k = 0.85 * f'c * bp * d'$$

Datos:

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$bp = 100 \text{ cm}$$

$$d' = 32.5 \text{ cm}$$

Solución:

$$k = 0.85 * f'c * bp * d' = 0.85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100\text{cm} * 32.5 \text{ cm} = 773500 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{máx}}}{\phi * k * d'}} \right)$$

Donde:

A_s: Área de acero (cm²).

f_y: Límite de fluencia del acero (4200 kg/cm²).

Solución:

$$A_s = \frac{773500}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 37.37 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 773500 \text{ kg} * 32.5 \text{ cm}}} \right) = 33.46 \text{ cm}^2$$

El área de acero se convierte en el número de varillas comerciales.

Ø (mm)	As (cm ²)
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.8
25	4.91

El número de aceros.

11 Ø 20 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (11 * 3.14 \text{ cm}^2) = 34.54 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_s \rightarrow \text{Ok.}$

$34.54 \text{ cm}^2 > 33.46 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Si cumple.}$

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{100 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{100 \text{ cm}}{11} = 9 \text{ cm}$$

- **Determinación de la Armadura Vertical respecto al empuje del agua y del suelo.**

Datos:

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$bp = 100 \text{ cm}$$

$$d' = 32.5 \text{ cm}$$

Solución:

$$k = 0.85 * f'c * bp * d' = 0.85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100\text{cm} * 32.5 \text{ cm}$$

$$k = 773500 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{máx}}}{\emptyset * k * d'}} \right)$$

$$A_s = \frac{773500}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.79 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 773500 \text{ kg} * 32.5 \text{ cm}}} \right)$$

$$A_s = 17.78 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

$$6 \emptyset 20 \text{ mm}$$

Área de acero real.

$$A_{sr} = (6 * 3.14 \text{ cm}^2) = 18.84 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_s \rightarrow \text{Ok}$.

$18.84 \text{ cm}^2 > 17.78 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Si cumple}$.

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{100 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{100 \text{ cm}}{6}$$

$$e = 16 \text{ cm}$$

– **Determinación de la Armadura Horizontal.**

$$A_s = 0.002 * b_p * b$$

Donde:

A_s: Área de acero (cm²).

b_p: Base del muro considerado (1 metro lineal).

Datos:

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$b_p = 100 \text{ cm}$$

Solución:

$$A_s = 0.002 * 100 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 8 \text{ cm}^2$$

Área de acero para la cara comprimida.

$$A_1 = \frac{1}{3} * A_s = \frac{1}{3} * 8 \text{ cm}^2 = 2.67 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

$$4 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm}$$

Área de acero real.

$$A_{sr} = (4 * 0.79 \text{ cm}^2) = 3.16 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_1 \rightarrow$ Ok.

$3.16 \text{ cm}^2 > 2.67 \text{ cm}^2 \rightarrow$ Si cumple.

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{100 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{100 \text{ cm}}{4}$$

$$e = 25 \text{ cm}$$

Área de acero para la cara tensionada.

$$A_2 = \frac{2}{3} * A_s = \frac{2}{3} * 8 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 5.33 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

5 \emptyset 12 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (5 * 1.13 \text{ cm}^2) = 5.65 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_2 \rightarrow$ Ok.

$5.65 \text{ cm}^2 > 5.33 \text{ cm}^2 \rightarrow$ Si cumple.

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{100 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{100 \text{ cm}}{5} = 20 \text{ cm}$$

– **Diseño de losa de fondo Tanque Imhoff unión empotrado.**

Espesor de la losa del fondo del tanque.

Este tanque Imhoff se diseñara como una losa de fondo con unión empotrada con las paredes o pantallas del muro, para la determinación del espesor se lo aplica la siguiente ecuación empírica:

$$e_b = \frac{\text{Perímetro}}{150} = \frac{(2 * 9.15 \text{ m}) + (2 * 17.30 \text{ m})}{150} = 0.35 \text{ m}$$

En este caso se propone el diseño de una losa estructural de un espesor de $e_b = 0.35 \text{ m}$.

Momentos actuantes en el fondo del tanque.

Cuando la losa está en contacto con el suelo se aplica las siguientes ecuaciones.

$$M_A = \frac{P_a * h^2}{6}$$

Donde:

M_A: Momento en el punto A.

P_a: Presión del agua a un promedio de altura de 6.87 m.

h: El ancho de la losa.

Datos:

$h = 4.03 \text{ m}$

$$Pa = 6.87 \text{ t/m}^2$$

Solución:

$$M_A = \frac{Pa * h^2}{6} = \frac{6.87 \text{ t/m}^2 * (4.03 \text{ m})^2}{6} = 18.60 \text{ tn * m}$$

Área de acero para la cara comprimida.

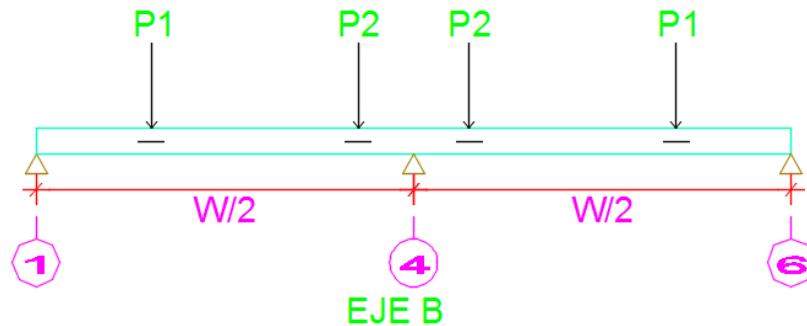
$$A_1 = \frac{1}{3} * A_s$$

Momento en el centro de luz en la losa de fondo

Lado largo

– **Diseño de las vigas del tanque Imhoff.**

VIGA EJE B



DATOS:

$$\gamma_c = 2410 \text{ kg/m}^3$$

$$w = 9.15 \text{ m}$$

$$L = 17.2 \text{ m}$$

$$h = 3.34 \text{ m}$$

$$e = 0.30 \text{ m}$$

Cálculos:

Cargas Puntuales sobre la viga.

$$P_1 = \left(\frac{L}{2}\right) * \gamma_c * h * e$$

$$P_1 = \left(\frac{17.2 \text{ m}}{2}\right) * 2410 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 3.34\text{m} * 0.30 \text{ m} = 20767.45 \text{ kg}$$

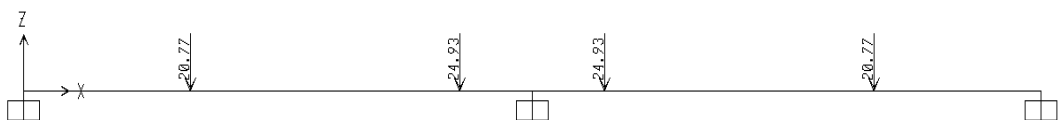
$$P_1 = 20.77 \text{ tn}$$

$$P_2 = \left(\frac{L}{2}\right) * \gamma_c * h * e$$

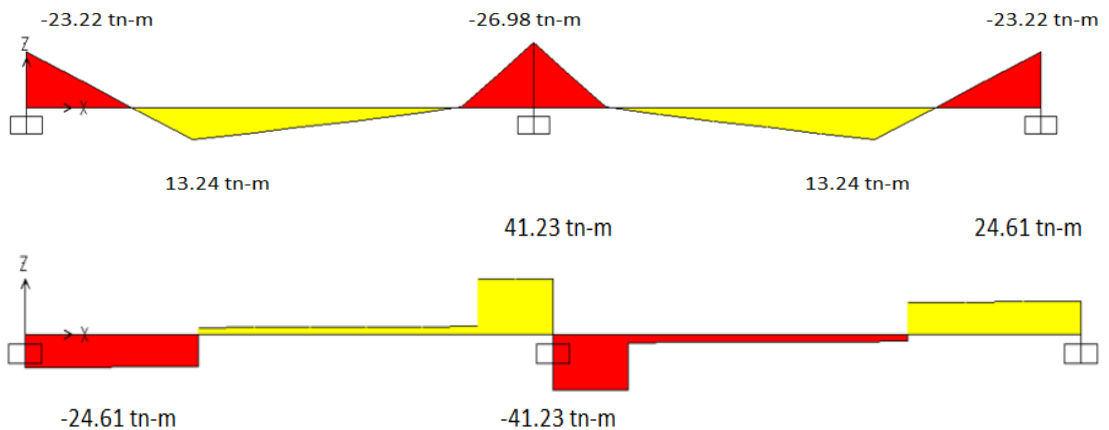
$$P_2 = \left(\frac{17.2 \text{ m}}{2}\right) * 2410 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4.01\text{m} * 0.30 \text{ m} = 24933.38 \text{ kg}$$

$$P_2 = 24.93 \text{ tn}$$

A continuación se demuestra el esquema de las cargas.

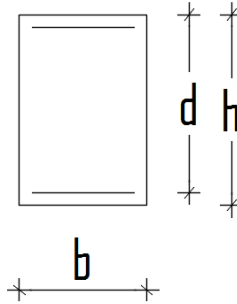


A continuación se observara los resultados del diagrama de momento y de cortante.



- Diseño de la viga para el eje B del tanque Imhoff.

Determinación del peralte efectivo de la viga con el momento máximo:



$$d = \sqrt{\frac{M_{\text{máx}}}{\phi * b * f'c * w * (1 - 0.59 * w)}}$$

Donde:

d: Peralte efectivo de la viga.

b: Base de la viga (30 cm).

w: Cuantía mecánica (Según ACI-318: $b \geq 30 \text{ cm} \rightarrow w = 0.18$).

ϕ : Factor de reducción (Según ACI-318 el $\phi = 0.90$).

Solución:

$$d = \sqrt{\frac{26.98 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 30 \text{ cm} * 280 \text{ kg/cm}^2 * 0.18 * (1 - 0.59 * 0.18)}} = 46.32 \text{ cm}$$

Entonces tomo el valor de:

$$d = 47.5 \text{ cm}$$

$$h = d + r$$

Donde:

r: Recubrimiento del acero (Según ACI-318 para vigas es de 2.5 cm).

Solución:

$$h = d + r = 47.5 \text{ cm} + 2.5 \text{ cm} = 50.0 \text{ cm} = 50.0 \text{ cm}$$

– **Determinación del Acero Positivo de la viga.**

Datos:

$$f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 47.5 \text{ cm}$$

Solución:

$$k = 0.85 * f'c * b * d = 0.85 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{ cm} * 47.5 \text{ cm} = 290700 \text{ kg}$$

Solución:

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{máx}}}{\emptyset * k * d}} \right)$$

$$A_s = \frac{290700}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 26.98 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 290700 \text{ kg} * 47.5 \text{ cm}}} \right) = 17.15 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

7 Ø 18 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (7 * 2.54 \text{ cm}^2) = 17.81 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_s \rightarrow \text{Ok}$.

$17.81 \text{ cm}^2 > 17.15 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Si cumple}$.

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{25 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{25 \text{ cm}}{7} = 3.5 \text{ cm}$$

– **Determinación del Acero Negativo de la viga.**

$$k = 0.85 * f'c * b * d = 0.85 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{ cm} * 47.5 \text{ cm} = 290700 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{máx}}}{\emptyset * k * d}} \right)$$

$$A_s = \frac{290700}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 13.24 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 290700 \text{ kg} * 47.5 \text{ cm}}} \right) = 7.82 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

4 Ø 16 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (4 * 2.01 \text{ cm}^2) = 8.0 \text{ cm}^2$$

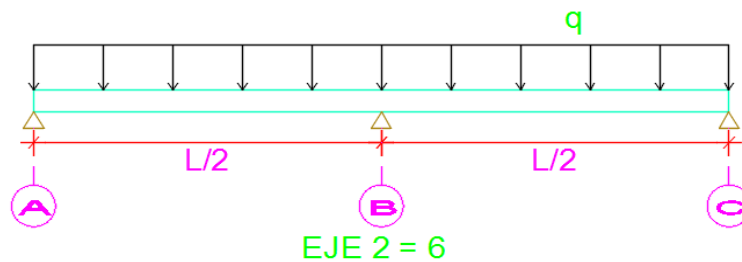
Si: $A_{sr} > A_s \rightarrow \text{Ok.}$

$8.0 \text{ cm}^2 > 7.82 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Si cumple.}$

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{25 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{25 \text{ cm}}{4} = 6 \text{ cm}$$

VIGA EJE 2 = EJE 6



DATOS:

$$\gamma_c = 2410 \text{ kg/m}^3$$

$$L = 17.2 \text{ m}$$

$$h = 3.34 \text{ m}$$

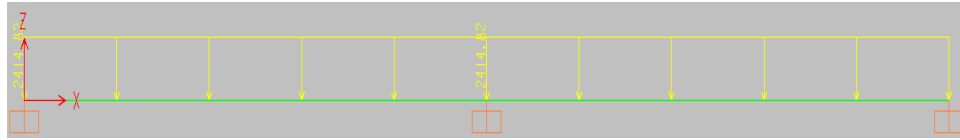
$$e = 0.30 \text{ m}$$

Cuantificación de Cargas.

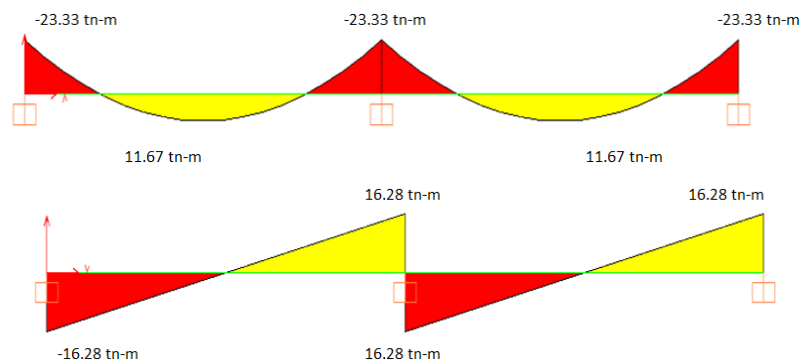
Carga rectangular uniformemente distribuida sobre la viga.

$$q = \gamma_c * h * e = 2410 \frac{kg}{m^3} * 3.34m * 0.30 m = 2414.82 \frac{kg}{m} = 2.41 \text{ tn/m}$$

A continuación se demuestra el esquema de las cargas.

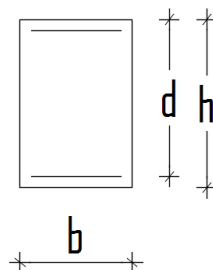


A continuación se observara los resultados del diagrama de momento y de cortante.



– **Diseño de la viga para el eje B del tanque Imhoff.**

Determinación del peralte efectivo de la viga con el momento máximo:



Solución:

$$d = \sqrt{\frac{M_{\text{máx}}}{\phi * b * f'_c * w * (1 - 0.59 * w)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{23.33 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0.90 \cdot 30 \text{ cm} \cdot 280 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0.18 \cdot (1 - 0.59 \cdot 0.18)}} = 47.31 \text{ cm}$$

Entonces tomo el valor de:

$$d = 47.5 \text{ cm}$$

$$h = d + r$$

Donde:

r: Recubrimiento del acero (Según ACI-318 para vigas es de 2.5 cm).

Solución:

$$h = d + r = 47.5 \text{ cm} + 2.5 \text{ cm} = 50.0 \text{ cm}$$

– **Determinación del Acero Positivo de la viga.**

Solución:

$$k = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d = 0.85 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 47.5 \text{ cm} = 290700 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{\text{máx}}}{\phi \cdot k \cdot d}} \right)$$

$$A_s = \frac{290700}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23.33 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0.90 \cdot 290700 \text{ kg} \cdot 47.5 \text{ cm}}} \right) = 14.52 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

6 Ø 18 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (6 * 2.54 \text{ cm}^2) = 17.81 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_s \rightarrow \text{Ok.}$

$15.24 \text{ cm}^2 > 14.52 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Si cumple.}$

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{25 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{25 \text{ cm}}{6} = 4 \text{ cm}$$

– **Determinación del Acero Negativo de la viga.**

$$k = 0.85 * f'c * b * d = 0.85 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{ cm} * 47.5 \text{ cm} = 290700 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{máx}}}{\emptyset * k * d}} \right)$$

$$A_s = \frac{290700}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 11.67 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 290700 \text{ kg} * 47.5 \text{ cm}}} \right) = 6.84 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

4 Ø 18 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (3 * 2.54 \text{ cm}^2) = 7.63 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_s \rightarrow \text{Ok.}$

$7.62 \text{ cm}^2 > 6.84 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Si cumple.}$

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{25 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{25 \text{ cm}}{3} = 8 \text{ cm}$$

– **Determinación del área de estribos.**

Resistencia nominal a la cortante proporcionada por el concreto.

$$v_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Datos:

$$f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 47.5 \text{ cm}$$

Solución:

$$v_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0.53 * \sqrt{240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 30 \text{ cm} * 47.5 \text{ cm}$$

$$v_c = 11.70 \text{ tn}$$

Resistencia nominal a la cortante proporcionada por el refuerzo de cortante calculado.

$$v_s = n * A_v * f_y$$

Según ACI-318 el espaciamiento entre estribos es de la siguiente manera.

$$s \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{4} = \frac{47.5 \text{ cm}}{4} = 11 \text{ cm} \\ 8 * \emptyset_l \\ 24 * \emptyset_l \\ 300 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$n = \frac{d}{s} = \frac{47.5 \text{ cm}}{11 \text{ cm}} = 4.32$$

$$A_v = \frac{2 * \pi * \emptyset^2}{4} = \frac{2 * \pi * (10 \text{ cm})^2}{4} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$v_s = n * A_v * f_y = 4.32 * 1.57 * 4200 = 28.49 \text{ tn}$$

Resistencia nominal a la cortante calculada.

$$v_n = v_c + v_s = (11.7 + 28.49) \text{ tn} = 40.19 \text{ tn}$$

Si: $v_u \leq \phi * v_n \rightarrow$ Si cumple.

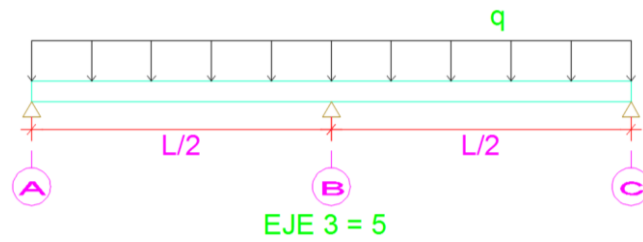
Para diseño a corte el factor de reducción $\phi = 0.85$

$$16.28 \text{ tn} \leq 0.85 * 40.19 \text{ tn}$$

$$16.28 \text{ tn} \leq 34.16 \text{ tn} \rightarrow \text{Ok.}$$

Por lo tanto yo tomo el espaciamiento de 15 cm para los extremos del L/3 de la viga y para el centro de la viga de 30 cm.

VIGA EJE 3 = EJE 5



DATOS:

$$\begin{aligned}\gamma_c &= 2410 \text{ kg/m}^3 & h &= 3.34 \text{ m} \\ w &= 9.15 \text{ m} & e &= 0.30 \text{ m} \\ L &= 17.2 \text{ m}\end{aligned}$$

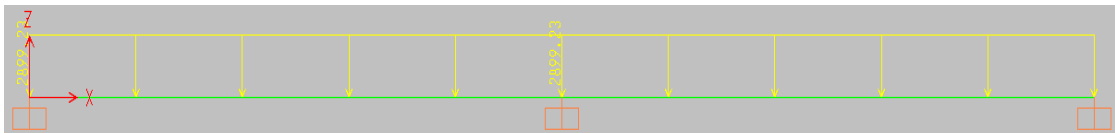
Cuantificación de Cargas.

Carga rectangular uniformemente distribuida sobre la viga.

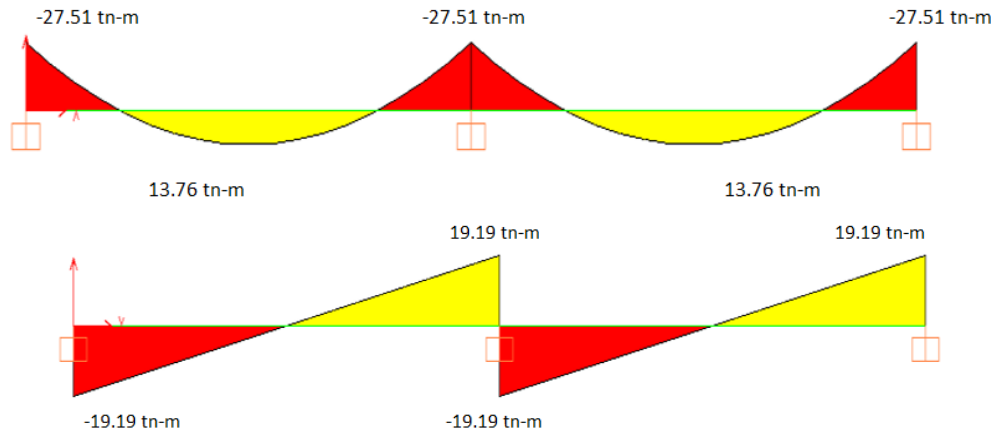
$$q = \gamma_c * h * e$$

$$q = 2410 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4.01 \text{ m} * 0.30 \text{ m} = 2899.23 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 28.99 \text{ tn/m}$$

A continuación se demuestra el esquema de las cargas.



A continuación se observara los resultados del diagrama de momento y de cortante.



– **Determinación del Acero Positivo de la viga.**

Datos:

$$f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 47.5 \text{ cm}$$

Solución:

$$k = 0.85 * f'c * b * d = 0.85 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{ cm} * 47.5 \text{ cm} = 290700 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{máx}}}{\phi * k * d}} \right)$$

$$A_s = \frac{290700}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 27.51 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 290700 \text{ kg} * 47.5 \text{ cm}}} \right) = 17.55 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

7 Ø 18 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (7 * 2.54 \text{ cm}^2) = 17.78 \text{ cm}^2$$

Si: $A_{sr} > A_s \rightarrow \text{Ok.}$

$17.78 \text{ cm}^2 > 17.55 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Si cumple.}$

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{25 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{25 \text{ cm}}{7} = 4 \text{ cm}$$

– **Determinación del Acero Negativo de la viga.**

$$k = 0.85 * f'c * b * d = 0.85 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{ cm} * 47.5 \text{ cm} = 290700 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{máx}}}{\emptyset * k * d}} \right)$$

$$A_s = \frac{290700}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 13.76 \times 10^5 \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 290700 \text{ kg} * 47.5 \text{ cm}}} \right) = 8.14 \text{ cm}^2$$

El número de aceros.

4 Ø 16 mm

Área de acero real.

$$A_{sr} = (4 * 2.01 \text{ cm}^2) = 8.04 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre aceros.

$$e = \frac{25 \text{ cm}}{\# \text{ acero}} = \frac{25 \text{ cm}}{6} = 6 \text{ cm}$$

– **Determinación del área de estribos.**

Resistencia nominal a la cortante proporcionada por el concreto.

Datos:

$$f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 47.5 \text{ cm}$$

Solución:

$$v_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 0.53 * \sqrt{240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 30 \text{ cm} * 47.5 \text{ cm} = 11.70 \text{ tn}$$

Resistencia nominal a la cortante proporcionada por el refuerzo de cortante calculado.

$$v_s = n * A_v * f_y$$

Según ACI-318 el espaciamiento entre estribos es de la siguiente manera.

$$s \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{4} = \frac{47.5 \text{ cm}}{4} = 11.875 \text{ cm} \\ 8 * \emptyset_l \\ 24 * \emptyset_l \\ 300 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

Por cuestiones del armado se toma un espaciamiento de estribos de 15 cm en los extremos.

$$n = \frac{d}{s} = \frac{47.5 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 3.17$$

$$A_v = \frac{2 * \pi * \emptyset^2}{4} = \frac{2 * \pi * (10 \text{ cm})^2}{4} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$v_s = n * A_v * f_y = 3.17 * 1.57 * 4200$$

$$v_s = 20.90 \text{ tn}$$

Resistencia nominal a la cortante calculada.

$$v_n = v_c + v_s = (11.7 + 20.90) \text{ tn} = 32.60 \text{ tn}$$

Si: $v_u \leq \phi * v_n \rightarrow$ Si cumple.

Para diseño a corte el factor de reducción $\phi = 0.85$

$$19.19 \text{ tn} \leq 0.85 * 32.60 \text{ tn}$$

$$19.19 \text{ tn} \leq 27.71 \text{ tn} \rightarrow \text{Ok.}$$

Por lo tanto yo tomo el espaciamiento de 15 cm para los extremos del L/3 de la viga y para el centro de la viga de 30 cm.

3.3. PLANOS

Lamina #1: Implantación de la Planta de tratamiento de aguas residuales.

Lamina #2: Armado de la rejilla y el desarenador de la planta de tratamiento.

Lamina #3: Vista en planta y en secciones del Tanque Imhoff.

Lamina #4: Armado de la sección transversal del Tanque Imhoff.

Lamina #5: Armado de la sección longitudinal del Tanque Imhoff.

Lamina #6: Lecho de secado – Caja de revisión.

Lamina #7: Tratamiento secundario (Filtro biológico ascendente).

3.4. PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD: m ²					
RUBRO:		SD001			
DETALLE:		REPLANTEO Y NIVELACIÓN			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.05
Estac.total Incl'y. Jalon.Cinta.piqueta.miras laser	1.00	10.00	10.00	0.070	0.70
SUBTOTAL M					0.75
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón	2.00	3.260	6.52	0.070	0.46
Cadenero	1.00	3.300	3.30	0.070	0.23
Topógrafo 1: experiencia de hasta 5 años(Estr.oc. C2)	1.00	3.480	3.48	0.070	0.24
SUBTOTAL N					0.93
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Estacas de madera	u	1.000	0.50	0.50	
Cal	lb	0.100	1.00	0.10	
Piola	rollo	0.050	1.00	0.05	
Clavos	Kg	0.010	1.33	0.01	
SUBTOTAL O					0.66
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			2.34
		INDIRECTOS %			15.00% 0.35
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2.60
		VALOR OFERTADO			2.60

					UNIDAD: m ³
RUBRO:		SD002			
DETALLE:		EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2 M			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.39
SUBTOTAL M					0.39
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón	2.00	3.260	6.52	0.800	5.22
Albañil	1.00	3.300	3.30	0.800	2.64
SUBTOTAL N					7.86
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			8.25
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			9.40
		VALOR OFERTADO			9.40

					UNIDAD: m ³
RUBRO:		SD003			
DETALLE:		EXCAVACIÓN MECANICA EN SUELO SIN CLASIFICAR			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.05
Retroexcavadora	1.00	40.00	40.00	0.100	4.00
SUBTOTAL M					4.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Oper Retroexcavadora	1.00	3.660	3.66	0.100	0.37
Peón	2.00	3.260	6.52	0.100	0.65
SUBTOTAL N					1.02
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			5.07
		INDIRECTOS %			15.00% 0.76
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			5.83
		VALOR OFERTADO			5.83

UNIDAD: m³						
RUBRO:		SD004				
DETALLE:		CARGADA DE MATERIAL A MANO				
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C = A*B	R	D = C*R	
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.52	
SUBTOTAL M					0.52	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C = A*B	R	D = C*R	
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.800	2.64	
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.800	7.82	
SUBTOTAL N					10.46	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C = A*B		
SUBTOTAL O					0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C = A*B		
SUBTOTAL P					0.000	
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				10.99	
	INDIRECTOS %				15.00%	1.65
	UTILIDAD %				0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				12.64	
VALOR OFERTADO				12.64		

					UNIDAD: m ³
RUBRO:		SD005			
DETALLE:		CARGADA DE MATERIAL A MAQUINA			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.05
Retroexcavadora	1.00	40.00	40.00	0.080	3.20
Volqueta 8 m ³	1.00	10.00	10.00	0.080	0.80
SUBTOTAL M					4.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.080	0.26
Oper. Retroexcavadora C1 GI	1.00	3.660	3.66	0.080	0.29
Chofer : volquetas EO C1	1.00	4.790	4.79	0.080	0.38
SUBTOTAL N					0.94
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			4.98
INDIRECTOS %				15.00%	0.75
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				5.73	
VALOR OFERTADO				5.73	

UNIDAD: m3-km					
RUBRO:	SD006				
DETALLE:	TRANSPORTE DE MATERIALES MÁS DE 5 KM				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.73
SUBTOTAL M					0.73
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Residente de obra EO B1	0.50	3.670	1.84	8.000	14.68
SUBTOTAL N					14.68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Diesel	gal	1.100	1.02	1.12	
SUBTOTAL O					1.12
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
Desalojo de material	m3-km	1.000	1.000	1.000	
SUBTOTAL P					1.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17.54
INDIRECTOS %				15.00%	2.63
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.17
VALOR OFERTADO					20.17

UNIDAD: m³					
RUBRO:		SD007			
DETALLE:		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.54
Compactador mecanico	1.00	6.25	6.25	0.800	5.00
SUBTOTAL M					5.54
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro de obra E0 C2	0.10	3.480	0.35	0.800	0.28
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.800	7.82
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.800	2.64
SUBTOTAL N					10.74
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Agua	m3	0.100	1.50	0.15	
SUBTOTAL O					0.15
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			16.43
		INDIRECTOS %			15.00% 2.46
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			18.89
		VALOR OFERTADO			18.89

UNIDAD: u					
RUBRO:		SD008			
DETALLE:		VÁLVULA DE COMPUERTA H.F. D=300 MM(INC.ACCESORIOS)			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	0.004	0.03
Plomero E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.004	0.01
Residente de obra EO B1	0.50	3.670	1.84	0.004	0.01
SUBTOTAL N					0.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Valvula de compuerta D=250 mm incluido accesorios	u	1.000	398.70	398.70	
SUBTOTAL O					398.70
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			398.75
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			458.56
		VALOR OFERTADO			458.56

					UNIDAD: m ³
RUBRO:		SD010			
DETALLE:		HORMIGÓN SIMPLE 180 KG/CM², REPLANTILLO			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.49
Concretera inc parihuelas	1.00	7.50	7.50	0.533	4.00
Vibrador	1.00	5.00	5.00	0.533	2.67
SUBTOTAL M					7.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.533	5.21
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	0.533	3.52
Maestro de obra E0 C2	0.50	3.480	1.74	0.533	0.93
Residente de obra EO B1	0.10	3.670	0.37	0.533	0.20
SUBTOTAL N					9.85
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	4.200	7.85	32.97	
Arena puesto en sitio	m ³	0.500	15.00	7.50	
Ripio triturado puesto en sitio	m ³	1.000	17.50	17.50	
Agua	m ³	0.080	1.50	0.12	
Aditivo de hormigones	kg	0.300	4.90	1.47	
SUBTOTAL O					59.56
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			76.57
		INDIRECTOS %			15.00% 11.49
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			88.06
		VALOR OFERTADO			88.06

UNIDAD: kg					
RUBRO:		SD011			
DETALLE:		ACERO DE REFUERZO F'Y= 4200 KG/CM2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.027	0.09
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.027	0.09
Maestro de obra E0 C2	0.10	3.480	0.35	0.027	0.01
SUBTOTAL N					0.19
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Acero Fy=4200 kg/cm2	kg	1.000	1.46	1.46	
SUBTOTAL O					1.46
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1.66
INDIRECTOS %				15.00%	0.25
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.91
VALOR OFERTADO					1.91

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD013			
DETALLE:		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.06
SUBTOTAL M					0.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.089	0.87
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.089	0.29
SUBTOTAL N					1.16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Desmoldante de hormigones o Aceite quemado Encof.	gal	0.300	0.50	0.15	
Tabla dura de encofrado 0.30 m seca y cepillada	u	3.000	12.00	36.00	
Clavos	Kg	0.200	1.33	0.27	
Alambre galvanizado # 16 - 18	kg	0.100	1.77	0.18	
Alfajia eucalipto 3x7x250 cm	u	1.000	0.80	0.80	
Piola	rollo	0.010	1.00	0.01	
SUBTOTAL O					37.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			38.63
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			44.42
		VALOR OFERTADO			44.42

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD014			
DETALLE:		EMPEDRADO PARA REPLANTILLO E=10 CM INL, EMPORADO CON SUB-BASE			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.14
SUBTOTAL M					0.14
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.160	1.56
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	0.160	1.06
Maestro de obra E0 C2	0.50	3.480	1.74	0.160	0.28
SUBTOTAL N					2.90
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B	
Piedra bola puesto en sitio 15 cm	m3	0.800	22.50	18.00	
Sub base clase 2 puesto en sitio	m3	0.600	10.63	6.38	
SUBTOTAL O					24.38
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			27.42
		INDIRECTOS %			15.00% 4.11
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			31.53
		VALOR OFERTADO			31.53

					UNIDAD: m3
RUBRO:		SD015			
DETALLE:		HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 210 KG/CM2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					1.48
Concretera inc parihuelas	1.00	7.50	7.50	1.600	12.00
Vibrador	1.00	5.00	5.00	1.600	8.00
SUBTOTAL M					21.48
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	1.600	15.65
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	1.600	10.56
Maestro de obra E0 C2	0.50	3.480	1.74	1.600	2.78
Residente de obra EO B1	0.10	3.670	0.37	1.600	0.59
SUBTOTAL N					29.58
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	7.210	7.85	56.60	
Arena puesto en sitio	m3	0.650	15.00	9.75	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.950	17.50	16.63	
Agua	m3	0.221	1.50	0.33	
Aditivo de hormigones	kg	0.100	4.90	0.49	
SUBTOTAL O					83.80
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			134.85
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			155.08
		VALOR OFERTADO			155.08

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD016			
DETALLE:		ENLUCIDO MORTERO 1:2 PALETEADO FINO (E=1.5CM) CON IMPERMEABILIZANTE			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.22
SUBTOTAL M					0.22
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.267	2.61
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	0.267	1.76
Maestro de obra E0 C2	0.10	3.480	0.35	0.267	0.09
SUBTOTAL N					4.47
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	0.350	7.85	2.75	
Arena puesto en sitio	m ³	0.200	15.00	3.00	
Agua	m ³	0.100	1.50	0.15	
Aditivo de hormigones	kg	0.050	4.90	0.25	
SUBTOTAL O					6.14
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			10.83
INDIRECTOS %				15.00%	1.62
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				12.45	
VALOR OFERTADO				12.45	

					UNIDAD: U
RUBRO:		SD017			
DETALLE:		COMPUERTA DE INGRESO DESARENADOR			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.29
Martillo percutor/neumático-ruptur hidraulico	1.00	5.00	5.00	0.800	4.00
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	1.00	0.50	0.50	0.800	0.40
SUBTOTAL M					4.69
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	0.800	5.22
Residente de obra EO B1	0.20	3.670	0.73	0.800	0.59
SUBTOTAL N					5.80
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	0.100	7.85	0.79	
Arena puesto en sitio	m3	0.050	15.00	0.75	
Agua	m3	0.010	1.50	0.02	
SUBTOTAL O					1.55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			12.04
INDIRECTOS %				15.00%	1.81
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				13.85	
VALOR OFERTADO				13.85	

UNIDAD: m3					
RUBRO:		SD018			
DETALLE:		HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 280 KG/CM2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					1.48
Concreteira inc.parihuelas	1.00	7.50	7.50	1.600	12.00
Vibrador	1.00	5.00	5.00	1.600	8.00
SUBTOTAL M					21.48
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	1.600	15.65
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	1.600	10.56
Maestro de obra E0 C2	0.50	3.480	1.74	1.600	2.78
Residente de obra EO B1	0.10	3.670	0.37	1.600	0.59
SUBTOTAL N					29.58
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	8.210	7.85	64.45	
Arena puesto en sitio	m3	0.650	15.00	9.75	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.950	17.50	16.63	
Agua	m3	0.188	1.50	0.28	
Aditivo de hormigones	kg	0.100	4.90	0.49	
SUBTOTAL O					91.60
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			142.65
		INDIRECTOS %			15.00% 21.40
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			164.05
		VALOR OFERTADO			164.05

UNIDAD: m3					
RUBRO:		SD019			
DETALLE:		HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 240 KG/CM2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					1.48
Concreteira inc.parihuelas	1.00	7.50	7.50	1.600	12.00
Vibrador	1.00	5.00	5.00	1.600	8.00
SUBTOTAL M					21.48
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	1.600	15.65
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	1.600	10.56
Maestro de obra E0 C2	0.50	3.480	1.74	1.600	2.78
Residente de obra EO B1	0.10	3.670	0.37	1.600	0.59
SUBTOTAL N					29.58
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	7.800	7.85	61.23	
Arena puesto en sitio	m3	0.650	15.00	9.75	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.950	17.50	16.63	
Agua	m3	0.188	1.50	0.28	
Aditivo de hormigones	kg	0.100	4.90	0.49	
SUBTOTAL O					88.38
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			139.44
		INDIRECTOS %			15.00% 20.92
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			160.36
		VALOR OFERTADO			160.36

					UNIDAD: m
RUBRO:		SD021			
DETALLE:		TUBERÍA PVC-D D = 250 MM, EN PLANTA DE TRATAMIENTO NTE-INEN 2059 SERIE 6			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	0.080	0.52
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.080	0.26
Maestro de obra E0 C2	0.80	3.480	2.78	0.080	0.22
SUBTOTAL N					1.01
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Tubería PVC-D D = 250 MM NTE-INEN 2059	u	0.083	254.23	21.10	
Polilimpia	gal	0.100	23.00	2.30	
Polipega	gal	0.100	25.00	2.50	
SUBTOTAL O					25.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			26.96
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			31.00
		VALOR OFERTADO			31.00

					UNIDAD: u
RUBRO:		SD022			
DETALLE:		CODO 90° PVC-D D = 200 MM DESAGÜE			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.34
SUBTOTAL M					0.34
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	0.533	3.48
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.533	1.76
Maestro de obra E0 C2	0.80	3.480	2.78	0.533	1.48
SUBTOTAL N					6.72
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Codo PVC 200 mm x 90° desagüe	u	1.000	16.60	16.60	
Polilimpia	gal	0.050	23.00	1.15	
Polipega	gal	0.050	25.00	1.25	
SUBTOTAL O					19.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			26.05
		INDIRECTOS %			15.00% 3.91
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			29.96
		VALOR OFERTADO			29.96

					UNIDAD: u
RUBRO:		SD023			
DETALLE:		TEE PVC-D D = 200 MM DESAGÜE			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.27
SUBTOTAL M					0.27
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.533	1.74
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.533	1.76
Maestro de obra E0 C2	1.00	3.480	3.48	0.533	1.85
SUBTOTAL N					5.35
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Tee PVC 200 mm desagüe	u	1.000	21.42	21.42	
Poliimpia	gal	0.050	23.00	1.15	
Polipega	gal	0.050	25.00	1.25	
SUBTOTAL O					23.82
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			29.44
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			33.86
		VALOR OFERTADO			33.86

					UNIDAD: U
RUBRO:		SD024			
DETALLE:		KIT VÁLVULA DE CONTROL 200MM (SEGÚN ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO)			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.84
SUBTOTAL M					0.84
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	1.600	10.43
Plomero E0 D2	1.00	3.300	3.30	1.600	5.28
Residente de obra EO B1	0.20	3.670	0.73	1.600	1.17
SUBTOTAL N					16.89
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Kit de accesorios Valvula de control	Glb	1.000	276.84	276.84	
SUBTOTAL O					276.84
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			294.57
		INDIRECTOS %			15.00% 44.19
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			338.76
		VALOR OFERTADO			338.76

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD025			
DETALLE:		ENCONFRADO Y DEENCOFRADO ESPECIAL REDONDO			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.21
SUBTOTAL M					0.21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.320	3.13
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.320	1.06
SUBTOTAL N					4.19
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Desmoldante de hormigones o Aceite quemado Encof.	gal	0.300	0.50	0.15	
Tabla dura de encofrado 0.30 m seca y cepillada	u	3.000	12.00	36.00	
Clavos	Kg	0.200	1.33	0.27	
Alambre galvanizado # 16 - 18	kg	0.100	1.77	0.18	
Alfajia eucalipto 3x7x250 cm	u	1.000	0.80	0.80	
Piola	rollo	0.010	1.00	0.01	
Encofrado para Caja H.S para valvula aire	Glb	1.000	50.00	50.00	
SUBTOTAL O					87.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			91.80
		INDIRECTOS %			15.00% 13.77
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			105.57
		VALOR OFERTADO			105.57

UNIDAD: m³					
RUBRO:	SD026				
DETALLE:	HORMIGÓN CICLÓPEO (60% H²S, F' C = 180 KG/CM² - 40% PIEDRA), E = 0.10 M				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.49
Concreteira inc parihuelas	1.00	7.50	7.50	0.533	4.00
Vibrador	1.00	5.00	5.00	0.533	2.67
SUBTOTAL M					7.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.533	5.21
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	0.533	3.52
Maestro de obra E0 C2	0.50	3.480	1.74	0.533	0.93
Residente de obra EO B1	0.10	3.670	0.37	0.533	0.20
SUBTOTAL N					9.85
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	4.200	7.85	32.97	
Arena puesto en sitio	m3	0.500	15.00	7.50	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	1.000	17.50	17.50	
Agua	m3	0.080	1.50	0.12	
Aditivo de hormigones	kg	0.300	4.90	1.47	
Material petreo (arena, ripio, piedra bola / ½ cemento)	m3	0.600	25.00	15.00	
SUBTOTAL O					74.56
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			91.57
		INDIRECTOS %			15.00% 13.74
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			105.31
		VALOR OFERTADO			105.31

					UNIDAD: u
RUBRO:		SD027			
DETALLE:		VÁLVULA DE COMPUERTA H.F. D=200 MM(INC.ACESORIOS)			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	0.004	0.03
Plomero E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.004	0.01
Residente de obra EO B1	0.50	3.670	1.84	0.004	0.01
SUBTOTAL N					0.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Valvula de compuerta D=200 mm incluido accesorios	u	1.000	384.85	384.85	
SUBTOTAL O					384.85
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			384.90
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			442.63
		VALOR OFERTADO			442.63

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD028			
DETALLE:		ENLUCIDO MORTERO 1:2 LISO E=2CM EXTERIOR			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.18
Concreteira inc.parihuelas	1.00	7.50	7.50	0.267	2.00
SUBTOTAL M					2.18
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	0.267	1.74
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.267	0.88
Maestro de obra E0 C2	1.00	3.480	3.48	0.267	0.93
SUBTOTAL N					3.55
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	0.300	7.85	2.36	
Arena puesto en sitio	m3	0.150	15.00	2.25	
Agua	m3	0.100	1.50	0.15	
Aditivo de hormigones	kg	0.005	4.90	0.02	
SUBTOTAL O					4.78
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			10.51
		INDIRECTOS %			15.00% 1.58
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			12.09
		VALOR OFERTADO			12.09

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD029			
DETALLE:		BLOQUE DE H.S. 40X15X8 CM F/C=240 KG/CM² ASENTADO CON MORTERO(INC.ENCOFRADO)			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.19
SUBTOTAL M					0.19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	3.00	3.260	9.78	0.229	2.24
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	0.229	1.51
Maestro de obra E0 C2	0.10	3.480	0.35	0.229	0.08
SUBTOTAL N					3.83
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	4.200	7.85	32.97	
Arena puesto en sitio	m ³	0.500	15.00	7.50	
Ripio triturado puesto en sitio	m ³	1.000	17.50	17.50	
Agua	m ³	0.080	1.50	0.12	
Bloque pesado 15x20x40 cm	u	12.000	0.25	3.00	
SUBTOTAL O					61.09
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			65.11
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			74.88
		VALOR OFERTADO			74.88

					UNIDAD: m2
RUBRO:		SD030			
DETALLE:		MALLA HEXAGONAL 5/8" H=1.00M			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.05
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	1.00	0.50	0.50	0.160	0.08
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.160	0.52
Fierrero E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.160	0.53
SUBTOTAL N					1.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Malla hexagonal 5/8" H=1.00 m	rollo 50m	0.033	87.36	2.88	
Electrodos E-6011 / 6013	kg	0.100	12.00	1.20	
SUBTOTAL O					4.08
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			5.26
		INDIRECTOS %			15.00% 0.79
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			6.05
		VALOR OFERTADO			6.05

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD031			
DETALLE:		MALLA HEXAGONAL 5/8" H=1.50M			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.05
Soldadora eléctrica inc. Pimzas+cable	1.00	0.50	0.50	0.160	0.08
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.160	0.52
Ferrero E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.160	0.53
SUBTOTAL N					1.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Malla hexagonal 1/2" H=1.50 m	rollo 30m	0.033	99.68	3.29	
Electrodos E-6011 / 6013	kg	0.100	12.00	1.20	
SUBTOTAL O					4.49
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			5.67
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			6.52
		VALOR OFERTADO			6.52

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD032			
DETALLE:		MALLA ELECTROSOLDADA TIPO 4.10			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.02
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	1.00	0.50	0.50	0.053	0.03
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.053	0.17
Fierrero E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.053	0.17
SUBTOTAL N					0.35
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Malla electros. M 4.10 (6.25*2.40m)	mall	0.066	43.58	2.88	
Electrodos E-6011 / 6013	kg	0.500	12.00	6.00	
SUBTOTAL O					8.88
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			9.27
		INDIRECTOS %			15.00% 1.39
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			10.66
		VALOR OFERTADO			10.66

UNIDAD: m3					
RUBRO:		SD033			
DETALLE:		MATERIAL PÉTREO PARA FILTRO			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.02
Volqueta 8 m3	1.00	10.00	10.00	0.040	0.40
Retroexcavadora	1.00	40.00	40.00	0.040	1.60
SUBTOTAL M					2.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Oper. Retroexcavadora C1 GI	1.00	3.660	3.66	0.040	0.15
Chofer : volquetas EO C1	1.00	4.790	4.79	0.040	0.19
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.040	0.13
SUBTOTAL N					0.47
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	1.000	17.50	17.50	
SUBTOTAL O					17.50
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			19.99
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			22.99
		VALOR OFERTADO			22.99

UNIDAD: u					
RUBRO:		SD034			
DETALLE:		CAJAS REVISIÓN H.S. 0.60X0.60 TAPA H.A			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					1.74
Concreteira inc.parihuelas	1.00	7.50	7.50	2.000	15.00
Vibrador	1.00	5.00	5.00	2.000	10.00
SUBTOTAL M					26.74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	2.000	13.04
Albañil E0 D2	2.00	3.300	6.60	2.000	13.20
Ayudante de albañil E0 E2	1.00	3.260	3.26	2.000	6.52
Maestro de obra E0 C2	0.30	3.480	1.04	2.000	2.09
SUBTOTAL N					34.85
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	2.300	7.85	18.06	
Arena puesto en sitio	m3	0.800	15.00	12.00	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.500	17.50	8.75	
Tabla de monte	u	12.000	4.00	48.00	
Clavos	Kg	0.384	1.33	0.51	
Alfajia eucalipto 3x7x250 cm	u	10.400	0.80	8.32	
Agua	m3	0.105	1.50	0.16	
Aditivo de hormigones	kg	0.300	4.90	1.47	
SUBTOTAL O					97.26
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			158.85
		INDIRECTOS %			15.00% 23.83
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			182.68
		VALOR OFERTADO			182.68

					UNIDAD: m ²
RUBRO:		SD035			
DETALLE:		MAMPOSTERÍA DE LADRILLO			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.16
Concreteira inc parihuelas	1.00	7.50	7.50	0.267	2.00
SUBTOTAL M					2.17
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	2.00	3.260	6.52	0.267	1.74
Albañil E0 D2	1.00	3.300	3.30	0.267	0.88
Maestro de obra E0 C2	0.50	3.480	1.74	0.267	0.46
Residente de obra EO B1	0.20	3.670	0.73	0.267	0.20
SUBTOTAL N					3.28
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Ladrillo mambón	u	22.000	0.20	4.40	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	0.250	7.85	1.96	
Arena puesto en sitio	m ³	0.150	15.00	2.25	
Ripio triturado puesto en sitio	m ³	0.200	17.50	3.50	
Agua	m ³	0.050	1.50	0.08	
SUBTOTAL O					12.19
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			17.64
		INDIRECTOS %			15.00% 2.65
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			20.29
		VALOR OFERTADO			20.29

					UNIDAD: m ³
RUBRO:		SD036			
DETALLE:		AGUA PARA CONTROL DE POLVO			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.00
Camion cisterna-Tanquero	1.00	10.00	10.00	0.013	0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Chofer : tanqueros EO C1	1.00	3.660	3.66	0.013	0.05
Peón EO E2	1.00	3.260	3.26	0.013	0.04
SUBTOTAL N					0.09
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Agua	m ³	1.000	1.50	1.50	
SUBTOTAL O					1.50
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1.72
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.98
		VALOR OFERTADO			1.98

					UNIDAD: u
RUBRO:		SD037			
DETALLE:		EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA TRABAJADORES			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Chalecos reflectivos	u	1.000	6.00	6.00	
Cascos identificativos de seguridad	u	1.000	8.00	8.00	
Guantes de trabajo de cuero recub. Poliuretano	u	1.000	3.00	3.00	
Mascarilla contra polvos	50 u	0.020	20.00	0.40	
Bota de seguridad con punta de acero	u	1.000	85.00	85.00	
SUBTOTAL O					102.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			102.40
INDIRECTOS %				15.00%	15.36
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				117.76	
VALOR OFERTADO				117.76	

					UNIDAD: m
RUBRO:		SD038			
DETALLE:		CINTAS PLÁSTICAS DEMARCACIÓN ÁREAS DE TRABAJO			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	0.008	0.03
SUBTOTAL N					0.03
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cinta de seguridad (precaucion/peligro)	rollox500m	0.002	35.00	0.07	
Cinta reflectiva	60 m	0.005	15.00	0.08	
SUBTOTAL O					0.15
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0.17
		INDIRECTOS %			15.00%
		UTILIDAD %			0.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0.20
		VALOR OFERTADO			0.20

					UNIDAD: U
RUBRO:		SD039			
DETALLE:		LETRERO DE TOL PINTADO (1,20 X 0,80)			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.87
Amoladora disco corte 7"	0.50	0.50	0.25	2.667	0.67
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	0.80	0.50	0.40	2.667	1.07
Compresor 2Hp incluye acces.+soplete	0.50	0.50	0.25	2.667	0.67
Perforadora (taladro)	0.30	1.00	0.30	2.667	0.80
Roscador inc.acces / Tarraja	0.20	0.13	0.03	2.667	0.07
Remachadora pop	0.70	1.50	1.05	2.667	2.80
SUBTOTAL M					6.94
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	2.667	8.69
Fierrero E0 D2	1.00	3.300	3.30	2.667	8.80
SUBTOTAL N					17.50
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	0.300	7.85	2.36	
Arena puesto en sitio	m3	0.150	15.00	2.25	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.100	17.50	1.75	
Agua	m3	0.008	1.50	0.01	
Panel de tol HG	m2	1.500	6.00	9.00	
Tubo cuadrado 25x25x3,0 mm	6m	1.200	9.55	11.46	
Remaches pop	funda	0.300	4.00	1.20	
Pintura esmalte color especif.	gal	0.010	17.00	0.17	
SUBTOTAL O					28.20
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			52.63
INDIRECTOS %				15.00%	7.90
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				60.53	
VALOR OFERTADO				60.53	

UNIDAD: U					
RUBRO:		SD040			
DETALLE:		LETRERO DE TOL PINTADO (0,80 X 0,30)			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor 5 % M.O.					0.87
Amoladora disco corte 7"	0.50	0.50	0.25	2.667	0.67
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	0.80	0.50	0.40	2.667	1.07
Compresor 2Hp incluye acces.+soplete	0.50	0.50	0.25	2.667	0.67
Perforadora (taladro)	0.30	1.00	0.30	2.667	0.80
Roscador inc.acces / Tarraja	0.20	0.13	0.03	2.667	0.07
Remachadora pop	0.70	1.50	1.05	2.667	2.80
SUBTOTAL M					6.94
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E0 E2	1.00	3.260	3.26	2.667	8.69
Fierro E0 D2	1.00	3.300	3.30	2.667	8.80
SUBTOTAL N					17.50
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	0.300	7.85	2.36	
Arena puesto en sitio	m3	0.150	15.00	2.25	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.100	17.50	1.75	
Agua	m3	0.008	1.50	0.01	
Panel de tol HG	m2	0.240	6.00	1.44	
Tubo cuadrado 25x25x3,0 mm	6m	0.800	9.55	7.64	
Remaches pop	funda	0.100	4.00	0.40	
Pintura esmalte color especif.	gal	0.010	17.00	0.17	
SUBTOTAL O					16.02
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P					0.000
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			40.45
		INDIRECTOS %			15.00% 6.07
		UTILIDAD %			0.00% 0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			46.52
		VALOR OFERTADO			46.52

3.5. MEDIDAS AMBIENTALES

3.5.1. NOMBRE DEL PROYECTO

Plan de Manejo Ambiental para el Diseño de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales con Metodología Ambientalista para los sectores de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda Provincia de Bolívar.

3.5.2. LOCALIZACIÓN

La implantación de la planta de tratamiento será en el Sector de Tomabela perteneciente al Cantón Guaranda, Provincia Bolívar como se lo indica en el siguiente esquema.



3.5.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Para el control de los impactos ambientales negativos dentro de un rango aceptable, se deberá elaborar un plan del manejo ambiental. Este plan de manejo ambiental se hará efectivo en las distintas fases como en la construcción, operación y mantenimiento del sistema de depuración de aguas residuales.

Para la elaboración de este plan se incluyen las siguientes medidas:

- ❖ Mitigación.
- ❖ Rehabilitación ambiental.
- ❖ Control y prevención de impactos negativos.
- ❖ Vigilancia de calidad ambiental. Integración al desarrollo local y regional.
- ❖ Prevención de desastres.
- ❖ Contingencias y compensación.

3.5.3.1. ANÁLISIS SOBRE IMPACTO

El objetivo principal para el análisis de impacto ambiental es la identificación de los impactos tanto positivos como negativos, que podrían presentar las posibilidades de alternativas para el proyecto.

Luego que se haya dado el visto bueno a las alternativas para ser analizadas en el estudio de factibilidad técnica, se debe identificar los impactos ambientales con más importancia del proyecto, que se profundizara en el estudio de impacto ambiental.

Nomenclatura para la matriz de impacto ambiental.

Tabla N° 37. Matriz de Impacto Ambiental.

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
CALIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECTACIÓN	CALIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECTACIÓN
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Media	2	Media	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Media	Baja	4	Temporal	Local
5	Media	Media	5	Media	Local
6	Media	Alta	6	Permanente	Local
7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional
8	Alta	Media	8	Media	Regional
9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional
10	Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional

Realizado por: Edwin Guaquipana

3.5.3.2. IMPACTO AMBIENTAL POSITIVO

- ❖ Reducción de las tasas de mortalidad y morbilidad en la niñez por enfermedades de origen de desechos sólidos.
- ❖ Mejora general de la calidad de vida de los habitantes.
- ❖ Mejora del estado nutricional infantil conducente, a su vez, al descenso de la mortalidad por muchas causas.
- ❖ Mejora de las prácticas de higiene personal doméstica de la población y de comodidad para su realización.
- ❖ Reducción de gastos para tratamiento médico por la curación de enfermedades de origen hídrico.

- ❖ Estímulo al desarrollo local al disponerse de un servicio necesario para la comunidad.
- ❖ Creación de puestos temporales de trabajo durante la ejecución del proyecto.

3.5.3.3. IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO.

- ❖ Derechos legales sobre el uso adecuado de los recursos hídricos.
- ❖ Problemas de re asentamientos humanos.

Tabla N° 38. Rango de calificación de la matriz.

EVALUACIÓN DE LEOPOLD		
RANGO	IMPACTO	
-70.1 a -100	Negativo	Muy Alto
-50.1 a 70	Negativo	Alto
-25.1 a -50	Negativo	Medio
-1 a -25	Negativo	Bajo
1 a 25	Positivo	Bajo
25.1 a 50	Positivo	Medio
50.1 a 80	Positivo	Alto
80.1 a 100	Positivo	Muy Alto

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 39. Identificación de Impactos Ambientales.

COMPONENTES AMBIENTALES		LEVANTAMIENTO Y REPOSICION DE LA CAPA DE RODADURA	EXCAVACION DE ZANJAS	PRESENCIA DE MAQUINARIA	RELLENO DE ZANJAS	TRANSPORTE DE MATERIALES	CONSTRUCCION DE OBRAS DE CONCRETO	LIMPIEZA DE MATERIAL SOBRANTE Y DESECHOS	RUIDO Y VIBRACIONES
MEDIO FISICO	SUELO		X						
	AIRE	X	X	X	X	X		X	X
MEDIO BIOTICO	FLORA		X						
	PAISAJE	X	X		X		X	X	
MEDIO SOCIO - ECONOMICO	EMPLEO	X	X	X	X	X	X	X	
	SALUD		X	X	X	X		X	X
	SEGURIDAD LABORAL	X	X		X	X	X	X	
	ECONOMIA	X	X		X	X	X	X	

Realizado por: Edwin Guaquipana

Para la valoración y evaluación de los impactos ambientales nos basamos en la metodología de identificación de la Matriz de Causa - Efecto en la tabla de Matriz de Impacto Ambiental, luego damos valores según los parámetros que se tomarán en cuenta para evaluar los posibles impactos socio - ambientales, los parámetros a valorar y la calificación es la siguiente:

MAGNITUD (Ma)

- ❖ Puntual.- Efectos que se producen en un área o sector en particular. (Valor 1).
- ❖ Parcial.- Efectos que no salen del área de influencia directa. (Valor 2).
- ❖ Extenso.- Efectos que sobre pasan el área de influencia directa e indirecta. (Valor 3).

IMPORTANCIA (Im)

- ❖ Baja.- Los cambios causados al medioambiente son casi nulos. (Valor 1).
- ❖ Media.- Los cambios causados al medioambiente son poco significativos. (Valor 2).
- ❖ Alta.- Los cambios causados al medioambiente son altamente significativos. (Valor 3)

PERSISTENCIA O DURACIÓN (D)

- ❖ Temporal.- Los efectos causados por el impacto tienen durabilidad momentánea. (Valor 1).

- ❖ Periódico.- Los efectos causados por el impacto tienen durabilidad durante un tiempo determinado. (Valor 2).
- ❖ Permanente.- Los efectos causados por el impacto tienen una durabilidad de largo tiempo. (Valor 3).

PERSISTENCIA O DURACIÓN (D)

- ❖ Positivo.- Causa efectos positivos al medio ambiente o sociedad. (Valor +1).
- ❖ Negativo.- Causa efectos negativos al medio ambiente o sociedad. (Valor -1).

En cada cuadro de interacción entre la actividad y el componente que se haya identificado que puede haber un posible impacto, colocamos los valores de los parámetros (Ma, Im, D, C), de acuerdo a los criterios de los evaluadores. En los cuadros de interacción que no hayan posibles impactos colocamos el valor de cero (0).

Luego procedemos a evaluar a cada uno de los cuadros de interacción, donde se hayan colocado los valores de los parámetros utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Evaluación} = \text{Im} * \text{C} * (0.7 * \text{Ma} + 0.3 * \text{D})$$

Y finalmente realizamos las sumatoria (Σ) de cada una de las filas y columnas respectivamente para obtener el valor total, el cual debe coincidir al sumar, los valores de la sumatoria de las filas y columnas. Este valor total es el valor del impacto socio-ambiental que generaría el proyecto sea este negativo o positivo.

Este valor total obtenido es el referencia del impacto socio-ambiental que generaría el proyecto sea este negativo o positivo.

Tabla N° 40. Valoración de impactos ambientales.

ACTIVIDADES COMPONENTES AMBIENTALES		LEVANTAMIENTO Y REPOSICION DE LA CAPA DE RODADURA		EXCAVACION DE ZANJAS		PRESENCIA DE MAQUINARIA		RELLENO DE ZANJAS		TRANSPORTE DE MATERIALES		CONSTRUCCION DE OBRAS DE CONCRETO		LIMPIEZA DE MATERIAL SOBRENTE Y DESECHOS		RUIDO Y VIBRACIONES	
		Ma	Lm	Ma	Lm	Ma	lm	Ma	Lm	Ma	lm	Ma	lm	Ma	Lm	Ma	Lm
		D	C	D	C	D	c	D	C	D	c	D	c	D	C	D	C
MEDIO FISICO	SUELO	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDIO FISICO	AIRE	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	0	0	2	2	2	1
		2	-1	1	-1	1	-1	2	-1	1	-1	0	0	2	-1	1	-1
MEDIO BIOTICO	FLORA	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDIO BIOTICO	PAISAJE	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	0	0
		2	-1	2	-1	0	0	0	0	0	0	2	-1	2	-1	0	0
MEDIO SOCIO - ECONOMICO	EMPLEO	3	2	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2	2	1	0	0
		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0
	SALUD	0	0	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	2	2	2	2
		0	0	2	-1	1	-2	1	-1	1	-1	0	0	2	-1	2	-1
S.LABORAL	1	2	2	2	0	0	2	2	2	1	2	3	1	2	0	0	
	1	-1	2	-1	0	0	2	-1	1	-1	3	-1	1	-1	0	0	
ECONOMIA	ECONOMIA	1	2	3	2	0	0	2	2	1	1	3	2	1	2	0	0
		1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

Realizado por: Edwin Guaquipana

Tabla N° 41. Evaluación de impactos ambientales.

COMPONENTES AMBIENTALES	ACTIVIDADES	LEVANTAMIENTOS Y REPOSICION DE LA CAPA DE RODADURA	EXCAVACION DE ZANJAS	PRESENCIA DE MAQUINARIA	RELLENO DE ZANJAS	TRANSPORTE DE MATERIALES	CONSTRUCCION DE OBRAS DE CONCRETO	LIMPIEZA DE MATERIAL SOBRENTE Y DESECHOS	RUIDO Y VIBRACIONES	SUAMTORIA
MEDIO FISICO	SUELO	0	-4	0	0	0	0	0	0	-4
	AIRE	-4	-1	-3.4	-4	-1	0	-4	-1.7	-19.1
MEDIO BIOTICO	FLORA	0	-2	0	0	0	0	0	0	-2
	PAISAJE	-4	-4	0	0	0	-2.6	-4	0	-14.6
MEDIO SOCIO - ECONOMICO	EMPLEO	4.8	4.8	2	4.8	1.7	5.4	1.7	0	25.2
	SALUD	0	-4	-6.8	-3.4	-1.7	0	-4	-4	-23.9
	S.LABORAL	-2	-4	0	-4	-1.7	-6.9	-2	0	-20.6
	ECONOMIA	4	4.8	0	3.4	1	4.8	2	0	20
SUMATORIA		-1.2	-9.4	-8.2	-3.2	-1.7	0.7	-10.3	-5.7	-39

Realizado por: Edwin Guaquipana

RESULTADOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Con los resultados obtenidos del método de Identificación y Valoración de impactos ambientales mediante la Matriz de Leopold, en la etapa de construcción del sistema de depuración de aguas residuales se obtendrá un impacto ambiental negativo debido al que el valor obtenido de la evaluación es de -41 que está en el rango de -25.1 a -50 que significa un impacto ambiental negativo medio.

Para tratar de mitigar en un porcentaje considerable el impacto ambiental que genera la construcción del presente proyecto se propone las siguientes medidas de mitigación:

Tabla N° 42. Impacto y Mitigación.

IMPACTO	MITIGACIÓN
Alteración del medio biótico y medio físico por excavación.	Realizar la excavación de zanjas de acuerdo a lo planteado en el estudio técnico realizado.
Impacto generado por los desechos y material sobrante.	Luego de finalizada la obra civil se deberá recoger los desechos así como los sobrantes de materiales que se encuentren en el área implicada en el proyecto.
Alteración a las actividades diarias de la población debido a los ruidos y vibraciones.	Optimizar el uso de maquinaria pesada así como de los compactadores al momento del relleno y cumplir los plazos de construcción.
Deterioro de las vías existentes.	Restaurar cumpliendo las especificaciones técnicas las áreas de calzada retiradas para la excavación de zanjas.

Realizado por: Edwin Guaquipana

3.6. PRESUPUESTO

Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P. TOTAL
OBRAS PRELIMINARES					
SD001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	250.00	2.60	650
SD002	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2 M	m3	249.90	9.40	2349.06
SD003	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO SIN CLASIFICAR	m3	35,091.18	5.83	204581.58
SD004	CARGADA DE MATERIAL A MANO	m3	18.00	12.64	227.52
SD005	CARGADA DE MATERIAL A MAQUINA	m3	35,091.18	5.73	201072.46
SD006	TRANSPORTE DE MATERIALES MÁS DE 5 KM	m3	35,091.18	20.17	707789.1
PLANTA DE TRATAMIENTO					
DESARENADOR Y REJILLAS					
SD001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	45.28	2.60	117.73
SD002	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2 M	m3	53.00	9.40	498.2
SD007	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3	18.30	18.89	345.69
SD008	VÁLVULA DE COMPUERTA H.F. D=300 MM(INC.ACESORIOS)	U	1.00	458.56	458.56
SD009	TUBERÍA PVC D=300 MM DESAGÜE NTE-INEN 1374	ml	200.00	112.64	22528
SD010	HORMIGÓN SIMPLE 180 KG/CM2, REPLANTILLO	m3	37.50	88.06	3302.25
SD011	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 (INCLUYE CORTE Y DOBLADO)	Kg	5,600.00	1.91	10696
SD012	HORMIGÓN SIMPLE 240 KG/CM2	m3	6.00	160.36	962.16
SD013	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	19.50	44.42	866.19
SD014	EMPEDRADO PARA REPLANTILLO E=10 CM INCL, EMPORADO CON SUB-BASE	m2	37.50	31.53	1182.38
SD015	HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 210 KG/CM2	m3	4.56	155.08	707.16
SD016	ENLUCIDO MORTERO 1:2 PALETEADO FINO (E=1.5CM) CON IMPERMEABILIZANTE	m2	19.00	12.45	236.55
SD017	COMPUERTA DE INGRESO DESARENADOR	u	1.00	13.85	13.85
TANQUE IMHOFF					
SD001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	448.50	2.60	1166.1
SD002	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2 M	m3	3,274.00	9.40	30775.6
SD014	EMPEDRADO PARA REPLANTILLO E=10 CM INCL, EMPORADO CON SUB-BASE	m2	56.78	31.53	1790.27
SD007	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3	1,111.90	18.89	21003.79
SD013	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	703.30	44.42	31240.59
SD018	HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 280 KG/CM2	m3	198.00	164.05	32481.9
SD019	HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 240 KG/CM2	m3	6.00	160.36	962.16
SD010	HORMIGÓN SIMPLE 180 KG/CM2, REPLANTILLO	m3	89.70	88.06	7898.98
SD011	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 (INCLUYE CORTE Y DOBLADO)	kg	12,348.00	1.91	23584.68
SD016	ENLUCIDO MORTERO 1:2 PALETEADO FINO (E=1.5CM) CON IMPERMEABILIZANTE	m2	1,406.60	12.45	17512.17
SD020	TUBERÍA PVC-D D = 200 MM, EN PLANTA DE TRATAMIENTO NTE-INEN 2059 SERIE 6	m	128.00	82.64	10577.92
SD021	TUBERÍA PVC-D D = 250 MM, EN PLANTA DE TRATAMIENTO NTE-INEN 2059 SERIE 6	m	48.00	31.00	1488
SD022	CODO 90° PVC-D D = 200 MM DESAGÜE	u	16.00	29.96	479.36
SD023	TEE PVC-D D = 200 MM DESAGÜE	u	8.00	33.86	270.88
SD024	KIT VÁLVULA DE CONTROL 200MM (SEGÚN ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO)	u	8.00	338.76	2710.08
FILTRO BIOLÓGICO					
SD001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	402.12	2.60	1045.51
SD002	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2 M	m3	1,206.37	9.40	11339.88
SD014	EMPEDRADO PARA REPLANTILLO E=10 CM INCL, EMPORADO CON SUB-BASE	m2	30.80	31.53	971.12
SD007	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3	282.74	18.89	5340.96
SD025	ENCONFRADO Y DESENCOFRADO ESPECIAL REDONDO	m2	263.90	105.57	27859.93
SD019	HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 240 KG/CM2	m3	98.96	160.36	15869.23
SD013	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	10.00	44.42	444.2
SD026	HORMIGÓN CICLÓPEO (60% H'S, F' C = 180 KG/CM2 - 40% PIEDRA), E = 0.10 M	m3	30.80	105.31	3243.55
SD016	ENLUCIDO MORTERO 1:2 PALETEADO FINO (E=1.5CM) CON IMPERMEABILIZANTE	m2	263.90	12.45	3285.56
SD020	TUBERÍA PVC-D D = 200 MM, EN PLANTA DE TRATAMIENTO NTE-INEN 2059 SERIE 6	m	40.00	82.64	3305.6
SD022	CODO 90° PVC-D D = 200 MM DESAGÜE	u	14.00	29.96	419.44
SD027	VÁLVULA DE COMPUERTA H.F. D=200 MM(INC.ACESORIOS)	u	4.00	442.63	1770.52
SD028	ENLUCIDO MORTERO 1:2 LISO E=2CM EXTERIOR	m2	263.90	12.09	3190.55
SD029	BLOQUE DE H.S. 40X15X8 CM FC=240 KG/CM2 ASENTADO CON MORTERO(INC.ENCOFRADO)	m2	308.00	74.88	23063.04
SD030	MALLA HEXAGONAL 5/8" H=1.00M	m2	420.00	6.05	2541
SD031	MALLA HEXAGONAL 5/8" H=1.50M	m2	410.00	6.52	2673.2
SD032	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO 4.10	m2	905.00	10.66	9647.3
SD011	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 (INCLUYE CORTE Y DOBLADO)	kg	3,200.00	1.91	6112
SD033	MATERIAL PÉTREO PARA FILTRO	m3	628.00	22.99	14437.72
SD034	CAJAS REVISIÓN H.S. 0.60X0.60 TAPA H.A	u	2.00	182.68	365.36
SD035	MAMPOSTERÍA DE LADRILLO	m2	856.00	20.29	17368.24
LECHOS DE SECADO					
SD001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	395.00	2.60	1027
SD002	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2 M	m3	670.50	9.40	6302.7
SD014	EMPEDRADO PARA REPLANTILLO E=10 CM INCL, EMPORADO CON SUB-BASE	m2	25.00	31.53	788.25
SD007	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3	246.20	18.89	4650.72
SD013	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	219.00	44.42	9727.98
SD019	HORMIGÓN SIMPLE, F' C = 240 KG/CM2	m3	34.45	160.36	5524.4
SD011	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 (INCLUYE CORTE Y DOBLADO)	kg	9,450.00	1.91	18049.5
SD016	ENLUCIDO MORTERO 1:2 PALETEADO FINO (E=1.5CM) CON IMPERMEABILIZANTE	m2	869.65	12.45	10827.14
SD033	MATERIAL PÉTREO PARA FILTRO	m3	8.50	22.99	195.42
SD020	TUBERÍA PVC-D D = 200 MM, EN PLANTA DE TRATAMIENTO NTE-INEN 2059 SERIE 6	m	55.00	88.06	4843.3
SD034	CAJAS REVISIÓN H.S. 0.60X0.60 TAPA H.A	u	4.00	182.68	730.72
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					
SD036	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	100.00	1.98	198
SD037	EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA TRABAJADORES	u	40.00	117.76	4710.4
SD038	CINTAS PLÁSTICAS DEMARCACIÓN ÁREAS DE TRABAJO	m	1,000.00	0.20	200
SD039	LETRERO DE TOL PINTADO (1,20 X 0,80)	u	8.00	60.53	484.24
SD040	LETRERO DE TOL PINTADO (0,80 X 0,30)	u	8.00	46.52	372.16
				TOTAL	1565452.75

Elaborado por: Edwin Guaquipana

3.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos, etc.

Para las especificaciones empleadas en el presente proyecto son las: especificaciones técnicas de construcción comunes de agua potable y alcantarillado dadas por PRAGUAS, a más de otras obtenidas en la municipalidad del cantón.

REPLANTEO Y NIVELACIÓN

Definición

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador; como paso previo a la construcción.

Especificaciones

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con equipos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

La empresa dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

Forma de pago

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y, por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

EXCAVACIÓN A MÁQUINA.

Definición

Se entiende por excavación de zanjas el remover y quitar la tierra y otros materiales, para conformar las zanjas según lo que determina el proyecto.

Especificaciones

Excavación en tierra

La excavación de zanjas para tuberías y otros, será efectuada de acuerdo con los trazados indicados en los planos y memorias técnicas, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador.

Los tramos de canal comprendido entre dos pozos consecutivos seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de tubería o construcciones de colectores y para la ejecución de un buen relleno. En ningún caso, el ancho del fondo de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m., sin entibados; con entibados se considerará un ancho del fondo de zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0,80m.

En la construcción de colectores, el ancho del fondo de la zanja será igual a la de la dimensión exterior del colector, en terreno duro, en terreno deslizable será a criterio del ingeniero fiscalizador.

El dimensionamiento de la parte superior de la zanja, para el tendido de los tubos varía según el diámetro y la profundidad a la que van a ser colocados. Para profundidades de entre 0 y 2,00 m., se procurará que las paredes de las zanjas sean verticales, sin taludes.

Para profundidades mayores de 2,00 m., preferiblemente las paredes tendrán un talud de 1:6 que se extienda hasta el fondo de las zanjas, a excepción de los tramos en los cuales se construirá tubería en moldes neumáticos para lo cual existen especificaciones especiales.

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 va excavar será removido con pico y pala, en una profundidad de 0,2m y se le dará al fondo de la zanja la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no disten en ningún caso más de 5 cm. de la sección del proyecto cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado cuidadosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente del proyecto.

La realización de los últimos 10 cm. de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación de la tubería. Si por exceso en el tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, este será por cuenta exclusiva del constructor.

Cuando la excavación de zanjas en material sin la consistencia adecuada para soportar la tubería, a juicio del ingeniero fiscalizador, la parte central de la zanja se excavará en forma redonda de manera que la tubería se apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. A este mismo efecto antes de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavar en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o conchas que alejen las campanas o cajas que formarán las uniones. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.

Se deberá vigilar para que desde el momento en que se inicie la excavación hasta que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario. Salvo condiciones especiales que serán absueltas por el ingeniero fiscalizador.

Cuando a juicio del ingeniero fiscalizador el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable se procederá a realizar sobreexcavación hasta encontrar terreno conveniente.

Dicho material, se removerá y se reemplazará hasta el nivel requerido con un relleno de la tierra, material granular, u otro material probado por el ingeniero fiscalizador.

La compactación se realizará con un óptimo contenido de agua, en capas que no excedan de 15 cm. de espesor y con el empleo de un compactador mecánico adecuado para el efecto.

Si los materiales de fundación natural son alterados o aflojados durante el proceso de excavación, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado y compactado, usando un material conveniente aprobado por el ingeniero fiscalizador. En construcción de colectores de hormigón el relleno se realizará con hormigón aprobado por el ingeniero fiscalizador.

El material excavado en exceso será desalojado del lugar de la obra. Si estos trabajos son necesarios realizarlos por culpa del constructor, será exclusivamente de su cargo. Cuando los bordes superiores de las excavaciones de las zanjas estén ubicados en pavimentos, los cortes deberán ser lo más rectos y regulares que sean posibles.

Cuando el suelo lo permita y si el caso lo requiere será preciso dejar aproximadamente cada 20 m. pasos de 2 m. de largo en los cuales en vez de abrir zanjas, se construirá túneles, sobre los cuales se permitirá el paso de peatones.

Posteriormente estos túneles serán derrocados para proceder a una adecuada compactación en el relleno de este sector.

Excavación en roca

Se entenderá por roca los materiales que se encuentran dentro de la excavación, que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios en uso, tales como pico y pala o máquinas excavadoras sino que para removerlo se haga indispensable el uso de explosivos, martillos mecánicos, cuña y mandarina u otros análogos. Si la roca se encuentra en pedazos, sólo se considerará como tal aquellos fragmentos cuyo volumen sea mayor de 200 dm³.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como rocas, aunque su volumen sea menor de 200 dm³.

Cuando el fondo de la zanja sea de conglomerado o roca se excavará hasta 0.15 m. por debajo del asiento del tubo y se llenará luego con arena y grava fina. En el caso de que la excavación se pasara más allá de los límites indicados anteriormente, la excavación resultante de esta remoción será rellenada con un material adecuado aprobado por el ingeniero fiscalizador.

Este relleno se hará a expensas del constructor, si la sobreexcavación se debió a su negligencia u otra causa a él imputable.

Presencia de agua

La realización de excavación de zanjas puede realizarse con presencia de agua sea esta proveniente del subsuelo, de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas y otros. Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos o formas de eliminar el agua de las excavaciones, son descritos más detalladamente en la parte de "Drenaje y Protección contra el agua", pero pueden ser estacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe prohibir efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua. Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías o colectores hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

Condiciones de seguridad y disposición del trabajo

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, a juicio del ingeniero fiscalizador, éste ordenará al constructor la colocación de entibados y puntales que juzgue 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. El ingeniero fiscalizador debe exigir que estos trabajos sean realizados con las debidas seguridades y en la cantidad y calidad necesaria.

El ingeniero fiscalizador está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o las personas, hasta que se efectúen los trabajos de entibamiento o apuntalamiento necesarios.

En cada tramo de trabajo se abrirán no más de 200 m. de zanja con anterioridad a la colocación de la tubería y no se dejará más de 200 m. de zanja sin relleno luego de haber colocado los tubos, siempre y cuando las condiciones de terreno y climáticas sean las deseadas.

En otras circunstancias, será el ingeniero fiscalizador quien indique las mejores disposiciones para el trabajo. La zanja se mantendrá sin agua durante todo el tiempo que dure la colocación de los tubos. Cuando sea necesario deberán colocarse puentes temporales sobre las excavaciones aún no rellenas, en las intersecciones de las calles, en acceso a garajes o cuando haya lotes de terrenos afectados por la excavación; todos esos puentes serán mantenidos en servicio hasta que los requisitos de las especificaciones que rigen el trabajo anterior al relleno, hayan sido cumplidos.

Los puentes temporales estarán sujetos a la aprobación del ingeniero fiscalizador.

Manipuleo y desalojo de material excavado

Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno de calles y caminos, se colocarán lateralmente a lo largo de la zanja; este material se mantendrá ubicado en la forma que no cause inconvenientes al tránsito del público.

Se preferirá colocar el material excavado a un solo lado de la zanja. Se dejará libre acceso a todos los hidrantes contra incendios, válvulas de agua y otros servicios que requiera facilidades para su operación y control. La capa vegetal removida en forma separada será acumulada y desalojada del lugar.

Durante la construcción y hasta que se haga la repavimentación definitiva o hasta la recepción del trabajo, se mantendrá la superficie de la calle o camino, libre de polvo, lodo, desechos o escombros que constituyan una amenaza o peligro para el público.

El polvo será controlado en forma continua, ya sea esparciendo agua o mediante el empleo de un método que apruebe la fiscalización.

Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos.

Todo el material sacado de las excavaciones que no será utilizado y que ocupa un área dentro del derecho de vía será transportado fuera y utilizado como relleno en cualquier otra parte.

Medición y pago

La excavación de zanjas se medirá en metros cúbicos con aproximación de un decimal, determinándose los volúmenes en obras según el proyecto. No se considerará las excavaciones hechas fuera del proyecto, ni la remoción de derrumbes por causas imputables al constructor.

Se tomará en cuenta las sobre excavaciones cuando éstas sean debidamente aprobadas por el ingeniero fiscalizador.

SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PVC.

Definición

Se entiende por colocación de tubería de hormigón para alcantarillado, el conjunto de operaciones que debe ejecutar el constructor para poner en forma definitiva, según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador, la tubería de PVC.

Especificaciones

Procedimiento de colocación:

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a los trazados y pendientes indicados en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales, 1.00 m. fuera de la zanja o con el sistema de dos estacas una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera suficientemente rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicularmente al eje de la zanja. En esta pieza horizontal, se clavará otra pieza de madera en el travesaño horizontal y en sentido vertical, haciendo coincidir un paramento lateral de esta pieza con el eje de la zanja, a fin de poder comprobar la pendiente de la rasante y niveles de las estructuras.

La colocación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor de 5 (cinco) milímetros en la alineación o nivel de proyecto cuando se trate de tuberías hasta de 600 mm. de diámetro, o de 10 (diez) milímetros cuando se trate de diámetros mayores. Cada pieza deberá tener un apoyo completo y firme en toda su longitud, para lo cual se colocará de modo que el cuadrante inferior de su circunferencia descansa en toda su superficie sobre la plantilla o fondo de la zanja. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y soportes de cualquier otra índole.

La colocación de la tubería comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana o la caja de la espiga quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deterioros por cualquier causa. Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto a menos que el tubo sea visible por

dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces con los colectores marginales.

Se determinarán cuidadosamente y con anterioridad todos los empotramientos posibles en el tramo (actuales y futuros) de manera que al colocar la tubería se deje frente a cada uno, un tubo con un ramal en T o Y. No se permitirá agua en la zanja durante la colocación de la tubería y 6 horas después de colocado el mortero.

Adecuación del fondo de la zanja:

El arreglo del fondo de la zanja se hará a mano, de tal manera que el tubo quede apoyado en forma adecuada para resistir las cargas exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja.

Construcción de juntas:

Las juntas de las tuberías de PVC se realizarán con pegamento; debiendo proceder a limpiar cuidadosamente los extremos de los tubos a unirse quitándoles la tierra o materiales extraños con cepillo de alambre; luego se humedecerán los extremos de los tubos que formarán la junta.

Para la tubería de macho y campana, se llenará con pegamento en la semicircunferencia inferior de la campana, inmediatamente se coloca el macho del siguiente tubo y se rellena con mortero suficiente la parte superior de la campana, conformando totalmente la junta. El revoque de la junta se realizará formando un anillo a bisel en todo el perímetro. Se evitará que el mortero forme rebordes internos, utilizando palustre o varas de madera de tal manera de que la junta interiormente sea lisa, regular y a ras con la superficie del tubo; el sistema varía de acuerdo al diámetro de tubería que se está colocando.

Para la tubería de caja y espiga se seguirá un procedimiento similar al anterior, para sellar con un anillo de mortero en todo el perímetro con un espesor de 3 cm. y con un ancho de 6 cm. como mínimo, en todo caso será el Ingeniero

Fiscalizador quien indique los espesores y anchos.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies interiores de los tubos en contacto deberán quedar exactamente rasantes. Cuando sea necesario realizar suspensiones temporales del trabajo debe corcharse la tubería con tapones adecuados.

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate deberán llenar los siguientes requisitos:

Impermeabilidad o alta resistencia a la infiltración para lo cual se hará pruebas cada 50 m. de la longitud de tubería.

Resistencia a la penetración especialmente de las raíces.

Resistencia a las roturas y agrietamientos.

Posibilidad de poner en uso los conductos rápidamente una vez terminada la junta.

Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.

No ser absorbentes.

Economía de costos.

Una vez terminadas las juntas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja, hasta que haya fraguado; así mismo se protegerán del sol y se las mantendrá húmedas.

A medida que los tubos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno a cada lado del centro de los tubos para mantenerlos en el sitio, este relleno no deberá efectuarse sino después de tener por lo menos cinco tubos empalmados y revocados en la zanja.

Se realizará el relleno total de las zanjas después de fraguado el mortero de las juntas, pero en ningún caso antes de tres días y de haber realizado las comprobaciones de nivel y alineación y las pruebas hidrostáticas, éstas últimas se realizarán por tramos completos entre pozos. Cuando sea mucha la cantidad de agua del subsuelo, o circunstancias especiales del proyecto que obliguen a usar juntas de mayor grado de impermeabilidad o flexibilidad, se usarán compuestos bituminosos o alquitranados sea que se use material bituminoso y luego sellado con mortero de cemento y arena. En todo caso el procedimiento que se use debe ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

Cuando por circunstancias especiales del lugar en donde se construya el tramo de alcantarillado, esté la tubería a un nivel inferior al del agua freática o el proyecto de la red exija, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y ex filtración. La impermeabilidad de los tubos de hormigón y sus juntas, será aprobada por el constructor en presencia del ingeniero fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Prueba hidrostática accidental:

Esta prueba consistirá en dar, a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de dos metros. Se hará anclando, con relleno de producto de la excavación la parte central de los tubos y dejando totalmente libre las juntas de los mismos. Si el junteo está defectuoso y las juntas acusaran fugas, el constructor procederá a descargar la tubería y a rehacer las juntas defectuosas.

Se repetirá esta prueba hidrostática cuando haya fugas, hasta que no presenten las mismas a satisfacción del ingeniero fiscalizador. Esta prueba hidrostática accidental únicamente se hará en los casos siguientes:

Cuando el ingeniero fiscalizador tenga sospechas fundadas de que existen defectos en el junteo de los tubos de alcantarillado.

Cuando el ingeniero fiscalizador, por cualquier circunstancia, recibió provisionalmente parte de las tuberías de un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

Cuando las condiciones del trabajo requieran que el constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia, se puedan ocasionar movimientos en las juntas, en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje a la tubería.

Prueba hidrostática sistemática:

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental.

Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, en contenido de agua de una pipa de 5 m³ de capacidad, que desagüe al citado pozo de visita con una manguera de 15 cm. (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo de alcantarillado por probar. En el pozo aguas abajo el constructor instalará una bomba a fin de evitar que se forme un tirante de agua que pueda deslavar las últimas juntas de unión que aún estén frescas. Esta prueba hidrostática tiene por objeto determinar si es que la parte inferior de las juntas se retacó debidamente con mortero de cemento, en caso contrario, las juntas presentarán fugas por la parte inferior de las juntas de los tubos de hormigón. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si el junteo acusara defectos en esta prueba, el constructor procederá a la reparación inmediata de las juntas defectuosas y se repetirá esta prueba hidrostática hasta que la misma acuse un junteo correcto.

Cuando se utilice tubería PVC-D, las juntas deberán ser aprobadas por el ingeniero fiscalizador. El ingeniero fiscalizador solamente recibirá del constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de impermeabilidad y comprobado que toda la tubería se encuentra limpia sin escombros ni obstrucciones en toda su longitud.

Medición y pago

La instalación de tubería de hormigón para alcantarillado se medirá en metros lineales, con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la obra la longitud de las tuberías instaladas según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador, no considerándose para fines de pago las longitudes de tubo que penetren en el tubo siguiente.

CAJA DE REVISIÓN INCLUIDO

Definición

Se entenderán por pozos de revisión las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías de alcantarillado, especialmente para limpieza.

Especificaciones

Los pozos de revisión serán construidos en los lugares que señale el proyecto y/o indique el ingeniero fiscalizador durante el transcurso de la instalación de las tuberías.

No se permitirá que exista más de ciento sesenta metros instalados de tubería de alcantarillado, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos. Los pozos de revisión se construirán según los planos del proyecto, tanto los del diseño común como los del diseño especial.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión deberá hacerse previamente a la colocación de las tuberías para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos de las tuberías y que éstos sufran desalojamientos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos sobre fundación adecuada a la carga que ella produce y de acuerdo también a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la sub - rasante está formada por material poco resistente será necesario renovarla y reemplazarla con piedra picada, cascajo o con hormigón de un espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

La planta y zócalo de los pozos de revisión serán construidos preferentemente de mampostería de piedra, pero puede utilizarse hormigón ciclópeo simple o armado, de conformidad a los materiales de la localidad y a diseños especiales. En la planta o base de los pozos se realizarán los canales de "media caña" correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente y de conformidad con los planos. Los canales se realizan por alguno de los procedimientos siguientes:

a) Al realizar el hormigonado de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.

b) Se colocarán tuberías cortadas a "media caña" al fundir el hormigón o al colocar la piedra, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos del alcantarillado, colocando después el hormigón de la base o la piedra hasta la mitad de la altura de los conductos del alcantarillado dentro del pozo, cortándose a cincel la mitad superior de los conductos después de que endurezca eficientemente el hormigón o la mampostería de piedra de la base; a juicio del ingeniero fiscalizador.

Cuando exista nivel freático, el zócalo será construido de preferencia de hormigón armado hasta la altura del nivel freático y de conformidad a los planos existentes a esos casos y al criterio del ingeniero fiscalizador.

Para la construcción de la base y zócalos; la mampostería de piedra se construirá de conformidad a lo estipulado en las especificaciones pertinentes; el hormigón simple será de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones pertinentes; el hormigón ciclópeo será de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones pertinentes; y el hormigón armado de acuerdo a las especificaciones especiales para el caso.

Las paredes y el cono de los pozos de revisión pueden ser construidos de: mampostería de ladrillo, bloque, mampostería de bloque-arena-cemento, hormigón simple, o tubos de hormigón armado (prefabricado), de acuerdo a los diseños o instrucciones del ingeniero fiscalizador.

Las paredes laterales interiores del pozo serán enlucidas con mortero de cemento arena en la proporción 1:3 en volumen y en espesor de 2 cm., terminado tipo liso pulido fino; la altura del enlucido mínimo será de 0.8 m. medidos a partir de la base del pozo, según los planos de detalle.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños con varillas de hierro de 15 mm. (5/8") de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse en un longitud de 0.2 m. y colocados a 35 cm. de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando una saliente de 15

cm. por 30 cm. de ancho, deberán ir pintados con dos manos de pintura anticorrosiva.

Los saltos de desvío serán construidos cuando la diferencia de altura, entre las acometidas laterales y el colector pasa de 0.9 m. y se realizan con el fin de evitar la erosión; se sujetarán a los planos de detalle del proyecto. Ver figuras D y E.

Medición y pago

La construcción de pozos de revisión será medido en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del ingeniero fiscalizador de conformidad a los diferentes tipos y diversas profundidades.

Los saltos de desvío se medirán en metros lineales, con un decimal de aproximación, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y/o órdenes del ingeniero fiscalizador, de conformidad al diámetro de la tubería.

Colocación de cercos y tapas en pozos de revisión

Definición

Se entiende por colocación de cercos y tapas, al conjunto de operaciones necesarias para poner en obra, las piezas especiales que se colocan como remate de los pozos de revisión, a nivel de la calzada. Especificaciones

Los cercos y tapas para los pozos de revisión pueden ser de hierro fundido y de hormigón; su localización y tipo a emplearse se indican en los planos respectivos.

Los cercos y tapas deben colocarse perfectamente nivelados con respecto a pavimentos y aceras; serán asentados con mortero de cemento-arena de proporción 1:3.

Medición y pago

Los cercos y tapas de pozos de revisión serán medidos en unidades, determinándose su número en obra y de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

RELLENO COMPACTADO.

Definición

Por relleno se entiende el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar, tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno natural o

hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

Especificaciones

Relleno

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del ingeniero fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El ingeniero fiscalizador debe comprobar pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del ingeniero fiscalizador. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Los tubos no serán cubiertos de relleno, hasta que las uniones hayan adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas.

El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras.

Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno se hará empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad

con el material indicado. Como norma general el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanja ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, durante el período comprendido entre la terminación del relleno de la zanja y la reposición del pavimento correspondiente.

En cada caso particular el ingeniero fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

Cuando se utilice estacados a los costados de la tubería antes de hacer el relleno de la zanja se los cortará y dejará en su lugar hasta una altura de 40 cm sobre el tope de la tubería a no ser que se utilice material granular para realizar el relleno de la zanja. En este caso, la remoción de la tabla estacada deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa la tabla estacado sea rellenado completa y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos.

Compactación

El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación.

Cuando por naturaleza del trabajo o del material, no se requiera un grado de compactación especial, el relleno se realizará en capas sucesivas no mayores de 20

cm.; la última capa debe colmarse y dejar sobre ella un montículo de 15 cm. Sobre el nivel natural del terreno o del nivel que determine el proyecto o el ingeniero fiscalizador. Los métodos de compactación difieren para material cohesivo y no cohesivo.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja lo permite, se puede utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión. Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el ingeniero fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Material para relleno:

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material y previo el visto bueno del ingeniero fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m³.

El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.
- c) Deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

Medición y pago.

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación de un decimal. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones.

REPLANTILLOS

Definición.-

Cuando a juicio del ingeniero Fiscalizador de la obra el fondo de las excavaciones donde se instalarán los tanques de la planta de tratamiento, no ofrezcan la consistencia necesaria para sustentarla y mantenerlos en su posición en forma estable o cuando la excavación haya sido hecha en roca u otro material que por su naturaleza no haya podido afinarse en grado tal para que la tubería tenga el asiento correcto.

Especificaciones

El replantillo se apisonará hasta que el rebote del pisón señale que se ha logrado la mayor compactación posible, para lo cual en el tiempo del apisonado se humedecerán los materiales que forman el replantillo para facilitar la compactación.

La parte central de los replantillos que se construyan para apoyo de tuberías de hormigón será construida en forma de canal semicircular que permitirá que el cuadrante inferior de la tubería descansa en todo su desarrollo y longitud sobre el replantillo.

Medición y pago

La construcción de Replantillos será medida para fines de pago en m², con aproximación de un decimal.

La construcción del Replantillos se pagará al Constructor a los precios unitarios estipulados en el contrato para los conceptos de trabajo que se detallan a continuación, los que incluyen la compensación al Constructor por el suministro en la obra de los materiales utilizados, la mano de obra y todas las operaciones que deba ejecutar para la realización de los trabajos.

HORMIGONES

Definición

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos en proporciones adecuadas, puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales. 114

Especificaciones

Hormigón simple

Es el hormigón en el que se utiliza ripio de hasta 5 cm., de diámetro y desde luego tiene todos los componentes del hormigón.

La dosificación del hormigón simple varía de acuerdo a las necesidades:

- a. Hormigón simple de dosificación 1:3:6, cuya resistencia a la compresión a los 28 días es de 140 kg/cm² y es utilizado regularmente en construcción de muros de hormigón de mayor espesor, pavimentos, cimientos de edificios, pisos y anclajes para tubería.
- b. Hormigón simple de dosificación 1:2:4, cuya resistencia a la compresión a los 28 días es de 210 kg/cm² y es utilizado regularmente en construcción de muros no voluminosos y de obras de hormigón armado en general.
- c. Hormigón simple de dosificación 1:1, 5:4 y que es utilizado regularmente en estructuras hidráulicas sujetas a la erosión del agua y estructuras especiales.

Diseño del hormigón

Para obtener un hormigón bueno, uniforme y que ofrezca resistencia, capacidad de duración y economía, se debe controlar en el diseño:

- a. Calidad de los materiales
- b. Dosificación de los componentes
- c. Manejo, colocación y curado del hormigón

Al hablar de dosificación hay que poner especial cuidado en la relación agua -cemento, que debe ser determinada experimentalmente y para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. Grado de humedad de los agregados

- b. Clima del lugar de la obra
- c. Utilización de aditivos 115
- d. Condiciones de exposición del hormigón, y
- e. Espesor y clase de encofrado

En general la relación agua-cemento debe ser lo más baja posible, tratando siempre que el hormigón tenga las condiciones de impermeabilidad, manejo y trabajabilidad propios de cada objeto.

- Mezclado

El hormigón será mezclado a máquina, salvo el caso de pequeñas cantidades (menores de 100 kgs) que se podrá hacer a mano. La dosificación se realizará al peso empleando una balanza de plataforma que permita poner una carretilla de agregado.

Resistencia

Cuando el hormigón no alcance la resistencia a la compresión a los 28 días, (carga de ruptura) para la que fue diseñado, será indispensable mejorar las características de los agregados o hacer un diseño en un laboratorio de resistencia de materiales.

Pruebas de hormigón

Las pruebas de consistencia se realizarán en las primeras paradas hasta que se estabilicen las condiciones de salida de la mezcla, en el caso de haber cambios en las condiciones de humedad de los agregados o cambios del temporal y si el transporte

del hormigón desde la hormigonera hasta el sitio de fundición fuera demasiado largo o estuviera sujeto a evaporación apreciable, en estos casos se harán las pruebas en el sitio de empleo del hormigón. Las pruebas se harán con la frecuencia necesaria.

Las pruebas de resistencia a la compresión se las realizará en base a las especificaciones de la A.S.T.M., para moldes cilíndricos. Se tomarán por lo menos dos cilindros por cada 30 m³., de hormigón vaciado, uno que será probado a los 7 (siete) días y otro a los 28 (veintiocho) días, con el objeto de facilitar el control e resistencia de los hormigones.

El resultado es valedero cuando se ha realizado un promedio de la serie de cilindros probados, los cuales no deben ser deformados, ni defectuosos.

Cuando el promedio del resultado de los cilindros tomados en un día y probados a los 7 (siete) días, no llegue al 80% de la resistencia exigida, se debe ordenar un curado adicional por un lapso máximo de 14 (catorce) días y se ordenarán pruebas de carga en la estructura.

Si luego de realizadas las pruebas se determina que el hormigón no es de la calidad especificada, se debe reforzar la estructura o reemplazarla total o parcialmente según sea el caso y proceder a realizarse un nuevo diseño para las estructuras siguientes. 117

Aditivos

Los aditivos se usarán en el hormigón para mejorar una o varias de las cualidades del mismo:

- a. Mejorar la trabajabilidad
- b. Reducir la segregación de los materiales
- c. Incorporar aire

- d. Acelerar el fraguado
- e. Retardar el fraguado
- f. Conseguir su impermeabilidad
- g. Densificar el hormigón, etc.

En todo caso el uso de aditivos deberá ser aprobado por el ingeniero Fiscalizador.

Transporte y manipuleo

El hormigón será transportado desde la mezcladora hasta el lugar de colocación por métodos que eviten o reduzcan al mínimo la separación y pérdida de materiales. El equipo será de tamaño y diseño apropiados para asegurar un flujo uniforme en el punto de entrega.

Los canales de descarga deberán evitar la segregación de los componentes, deberán ser lisos (preferiblemente metálicos), que eviten fugas y reboses.

Se debe evitar que su colocación no se realice de alturas mayores de 1 m., sobre encofrado o fondos de cimentación, se usarán dispositivos especiales cuando sea necesaria verter hormigón a mayor altura que la indicada.

Preparación del lugar de colocación

Antes de iniciar el trabajo se limpiará el lugar a ser ocupado por el hormigón, de toda clase de escombros, barro y materias extrañas.

Las fundaciones de tierra o de naturaleza absorbente deberán ser totalmente compactadas y humedecidas.

Los materiales permeables de la fundación deberán ser cubiertos con revestimiento de polietileno antes de colocarse el hormigón. Las superficies del hormigón fraguado sobre el cual a de ser colocado el nuevo hormigón, serán limpias y saturadas con agua inmediatamente antes de la colocación del hormigón.

El refuerzo de hierro y estructuras metálicas, deberán ser limpiadas completamente de capas de aceite y otras sustancias, antes de colocar el hormigón.

Colocación del hormigón

El hormigón será colocado en obra con rapidez para que sea blando mientras se trabaja por todas las partes de los encofrados, si se ha fraguado parcialmente o ha sido contaminado por materias extrañas no deberá ser colocado en obra.

No se usará hormigón rehumedecido

El hormigón será llevado a cabo en una operación continua hasta que el vaciado del tramo se haya completado, asegurando de esta manera la adhesión de las capas sucesivas, cuyo espesor no debe ser mayor de 15 cm. Cuidado especial debe tenerse en no producir segregación de materiales.

La colocación de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

a. Colocación de hormigón bajo agua

Se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el ingeniero Fiscalizador y que el hormigón contenga 25 (veinticinco) por ciento más cemento que la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5 °C.

b. Colocación de hormigón en tiempo frío

Cuando la temperatura media esté por debajo de 5 °C se procederá de la siguiente manera:

- Añadir un aditivo acelerante de reconocida calidad y aprobado por la fiscalización.
- La temperatura del hormigón fresco mientras es mezclado no será menor de 15°C.
- La temperatura del hormigón colocado será mantenida a un mínimo de 10°C durante las primeras 72 (setenta y dos) horas, después de vaciados durante los siguientes 4 (cuatro) días la temperatura del hormigón no deberá ser menor de 5°C.

El Constructor será enteramente responsable por la protección del hormigón colocado en tiempo frío y cualquier hormigón dañado debido al tiempo frío será retirado reemplazado por cuenta del Constructor.

c. Vaciado del hormigón en tiempo cálido

La temperatura de los agregados, agua y cemento será mantenida al más bajo nivel práctico. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.

La sub - rasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de colocar el hormigón.

La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la fiscalización, debido a condiciones excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.

Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento de cono especificado.

Consolidación

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el ingeniero Fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado a intervalos horizontales que no excedan de 75 (setenta y cinco) cm., y por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

Curado del hormigón

El objeto del curado es impedir o reintegrar las pérdidas de humedad necesaria durante la etapa inicial, relativamente breve, o de hidratación.

Se dispondrá de los medios necesarios para mantener las superficies expuestas de hormigón en estado húmedo después de la colocación del hormigón, el tiempo de curado será de un período de por lo menos 14 (catorce) días cuando se emplea cemento normal tipo Portland (tipo I), modificado (tipo II) o resistente a los sulfatos (tipo V) y por lo menos 21 (veinte y uno) días cuando se emplea cemento frío (tipo IV).

El hormigón será protegido de los efectos dañinos del sol, viento, agua y golpes mecánicos. El curado deberá ser continuo. Tan pronto el hormigón comience a endurecer se colocará sobre el hormigón, arena húmeda, sacos mojados, riegos frecuentes y en el caso de losas y pavimentos, inundación permanente.

Se podrá emplear compuestos de sellado para el curado siempre que estos compuestos sean probadamente eficaces y se aplicará después de un día de curado húmedo.

Medición y pago

El hormigón será medido en m³ con 1 decimal de aproximación. Determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

Conceptos de trabajo

Las obras de hormigón se liquidarán de conformidad a los siguientes conceptos de trabajo:

05 Hormigón simple, $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ m³

ENCOFRADOS

Definición

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Especificaciones

Los encofrados, generalmente contruidos de madera, deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas, estarán formadas por tableros compuestos de tablas o bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menor de 1 cm.

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos de un diámetro mínimo de 8 mm., roscados de lado y lado, con arandelas y tuercas.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que el ingeniero Fiscalizador autorice su remoción y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y ejecutará tan pronto como sea factible, para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua y permitir lo más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Después de que los encofrados para la estructura de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por el ingeniero Fiscalizador para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

Medición y pago

Los encofrados se medirán en m², con aproximación de un decimal. Al efecto, se medirán directamente en su estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estuvieran en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para fines de pago las superficies de encofrado empleados para confinar hormigón que debió haber sido vaciado directamente contra la excavación y que requirió el uso de encofrado por sobre excavaciones u otras causas imputables al Constructor, ni tampoco las superficies de encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

ACERO DE REFUERZO

Definición

Se entenderá por colocación de acero de refuerzo el conjunto de operaciones necesarias para cortar, formar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de acero de refuerzo utilizadas para la formación de hormigón armado.

Especificaciones

El Constructor suministrará dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario y de calidad estipulada en los planos, estos materiales deberán ser nuevos y de calidad conveniente a sus respectivas clases y manufactura y aprobados por el ingeniero Fiscalizador de la obra. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

El acero de refuerzo deberá ser enderezado en forma adecuada, previamente a su empleo en las estructuras.

Medición y pago

La colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos con aproximación de un decimal.

Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el Constructor, se verificará, el acero colocado en obra con la respectiva planilla de corte del plano estructural.

ENLUCIDOS

Definición

Es la adición de una pasta de cemento, arena y agua a la superficie expuesta, con el fin de obtener un acabado regular, uniforme y de buen aspecto.

Especificaciones

Se consideran los siguientes tipos de enlucido: tipo 1, tipo 2 y masillado.

Tipo 1: Tiene una dosificación equivalente a una parte de cemento con cinco partes de arena (1:5), con un acabado de 2 cm. de espesor.

Tipo 2: La dosificación también es 1:5, pero se agrega como aditivo un impermeabilizante, en la concentración recomendada por el fabricante.

Masillado: La dosificación es 1:3 y se aplica en espesores de 5 cm.

Forma de pago

Se medirá y pagará por metros cuadrados, con aproximación a un decimal.

Conceptos de trabajo.

Enlucido vertical (paleteado) mortero 1:3 m²

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ❖ Las aguas residuales que son recolectadas deben debenser vertidas primeramente a una planta de tratamiento, para reducir la contaminación y luego ser descargadas directamente al río.
- ❖ El tratamiento de las aguas residuales deberá cumplir los parámetros establecidos por las TULSMA (Ex-TULAS).
- ❖ En el presupuesto referencial de la obra se observa que para realizar el tratamiento de agua residuales es muy elevado debido al proceso de crear una plataforma para la dicha construcción.
- ❖ De acuerdo de las características de las aguas servidas este tipo de planta es adecuado para el tratamiento.
- ❖ Las condiciones climáticas permite utilizar un filtro biológico como tratamiento secundario.

4.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Para fines constructivos se recomienda que el municipio financie las excavaciones para conformar la plataforma, ya que así reducir los costos de construcción.
- ❖ Los rubros SD001, SD004, SD006 presenta un costo de construcción muy elevada, ya que por eso es mejor ver la manera adecuada para el tratamiento de aguas servidas.
- ❖ La selección sistema de depuración de las aguas residuales apropiada para la parroquia Salinas ha sido escogida en función de parámetros ambientales, condiciones climáticas, el caudal de descarga, y propiedades del suelo.
- ❖ En épocas de invierno tomar muy en cuenta el caudal de ingreso de acuerdo al diseñado para que la planta de tratamiento no sufra daños.
- ❖ Este tipo de planta de tratamiento es costoso debido al tipo de estructura, sería más conveniente utilizar un sistema de depuración convencional ya que este.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABC, «El 80% de las aguas residuales del mundo no reciben el tratamiento adecuado.,» 02 02 2015. [En línea]. Available: <http://www.abc.es/sociedad/20150202/abci-aguas-residuales-informe-201502021601.html>.
- [2] B. Mundial, «Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas,» 31 12 2013. [En línea]. Available: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>.
- [3] J. R. Molina Torres, La planta de tratamiento de aguas residuales de la curtiduría Tungurahua y la normativa legal para el manejo integral de desechos líquidos provenientes de curtiembres., Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [4] F. M. Llanos Vega, Interviewee, *El estado actual sobre Agua Potable, Alcantarillado y Planta de Tratamiento de aguas residuales.* [Entrevista]. 11 Junio 2015.
- [5] M. Romero Aguilera y A. Colín Cruz, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR UN SISTEMA PILOTO DE HUMEDALES ARTIFICIALES: EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA, Toluca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2009.
- [6] S. R. Santana Cruz, Diseño del colector principal en la parte sur y tratamiento de aguas servidas en la ciudad de El Chaco, Cantón el Chaco, Provincia de Napo, que permita disminuir el índice de los desechos líquidos en el río Quijos., Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2009.

- [7] R. Ayala y G. Gonzales, Apoyo didáctico en la enseñanza - aprendizaje de la asignatura de plantas de tratamiento de aguas residuales., Cochabamba - Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, 2008.
- [8] ". U. d. L. S. d. M. d. A. TULSMA, Libro VI. Norma de la Calidad Ambiental, Quito: Ministerio del Ambiente., 2015.
- [9] TULSMA, "Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente", Libro VI Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua., Quito: Ministerio del Ambiente, 2015.
- [10] UNIVERSIDAD DE SALAMANCA, «<http://aulavirtual.usal.es>,» [En línea]. Available:
http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/Curso/uni_03/U3C3S2.htm.
- [11] Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización, Madrid: McGraw-Hill, 1995.
- [12] J. A. Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y principios de diseño., Santafé de Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000.
- [13] P. Rodríguez, «<http://civilgeeks.com>,» 2001. [En línea]. Available: <http://civilgeeks.com/2010/09/03/libro-de-abastecimiento-de-agua-potable/>.
- [14] Parsons & Jefferson.
- [15] T. J. McGhee, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Colombia: Nomos S.A, 2000.

- [16] D. Moya Medina, «Modulo de Alcantarillado,» UTA, Ambato, 2013.
- [17] C. Gomella y H. Guerrée, Cyril , Henri Guerrée, Barcelona - España: Editores Técnicos Asociados, S.A, 1977.
- [18] Revisar, «<http://www.misrespuestas.com/que-es-un-tanque-septico.html>,» 13 Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://www.misrespuestas.com/que-es-un-tanque-septico.html>. [Último acceso: 13 Agosto 2015].
- [19] O. P. d. l. Salud, Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabiñización, Lima: OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR, 2005.
- [20] C. Nacional del Agua, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Coyoacán: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007.
- [21] E. I. Morales Razo, Las aguas servidas de la población del barrio Aguacatal y su incidencia en la contaminación del río Pastaza en el cantón Baños, Provincia de Tungurahua., Ambato: Universidad Técnica de Ambato., 2011.
- [22] Tannia Magally Solís Santamaría, LAS AGUAS SERVIDAS Y SU INCIDENCIA EN EL BUEN VIVIR DE LOS, Ambato: Universidad Tecnica de Ambato , 2013.
- [23] I. E. d. N. INEN, Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitante., Quito: Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, 1992.
- [24] Ing.M.sc Dilón Moya Medina, «Modulo de Alcantarillado,» Ambato, 2013.

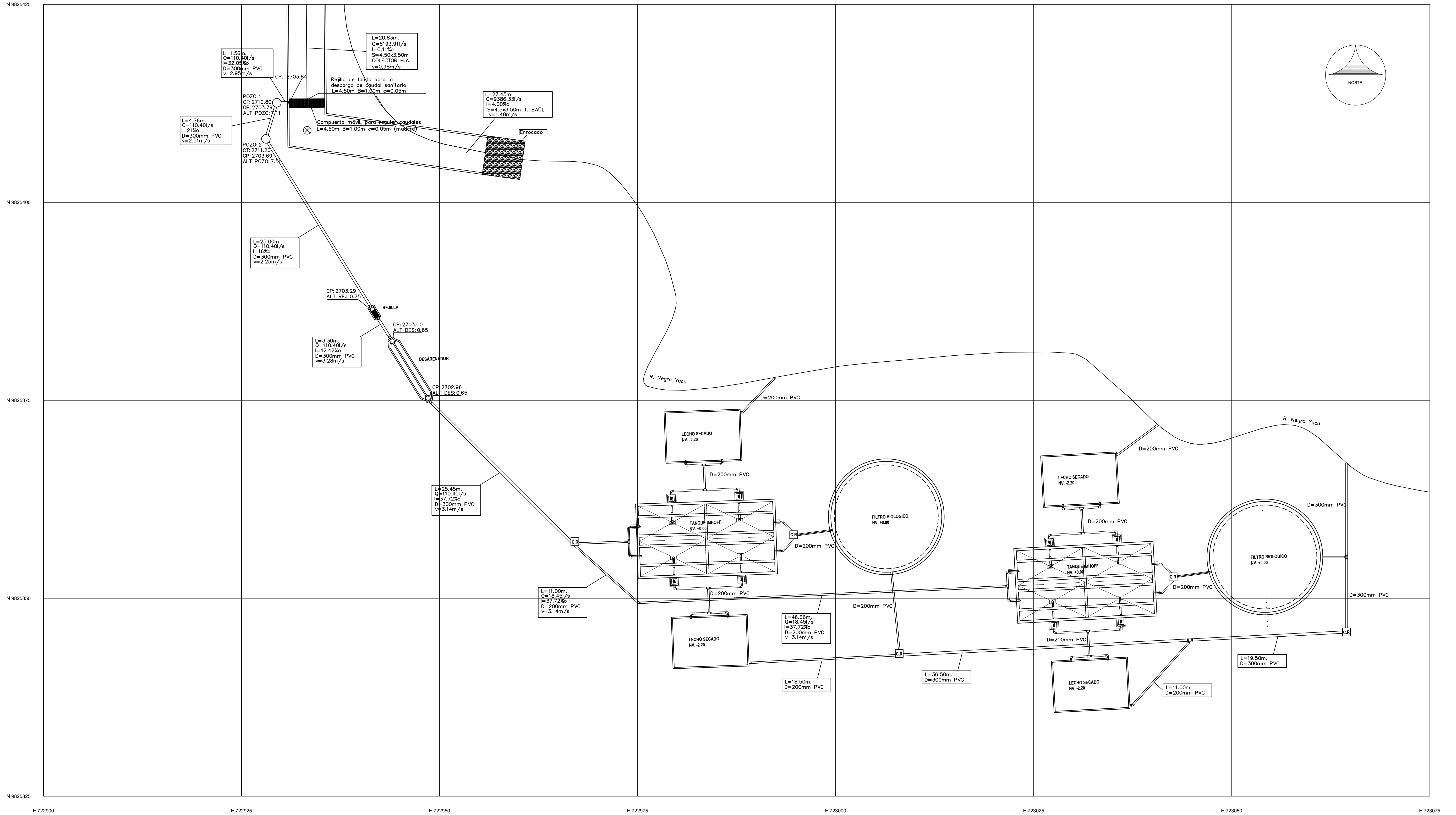
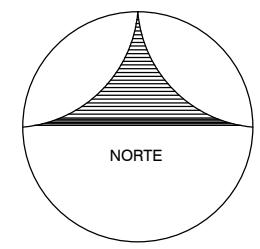
- [25] A. Hernández Muñoz y A. Hernández Lehmann, Manual de Depuración Uralita, Madrid: Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A., 1996.
- [26] Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, Estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes., Quito: Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias, 1992.
- [27] M. S. Borja Borja, Diseño de una Planta de Tratamiento para aguas residuales del Cantón Guaranda., Riobamba: ESPOCH, 2011.
- [28] Organización Panamericana de la Salud (OPS) , Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), UNATSABAR.
- [29] F. X. Álvarez Falcón, Las Aguas Residuales y su Incidencia en la Calidad de Vida de los habitantes de la Comunidad de Censo - Poaló de la Parroquia San José de Poaló, del Cantón Píllaro, en la Provincia de Tungurahua., Ambato: Universidad Técnica de Ambato., 2013.
- [30] M. Cisneros Abad, C. Romero Jaramillo y e. al., Guía para la Selección de Tecnologías de Depuración de Aguas Residuales por Métodos Naturales., Loja: UTPL, 2010.
- [31] B. L. López Sánchez, Las aguas residuales, y su influencia en la calidad de vida de los pobladores del barrio Central, parroquia Pacayacu, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos., Ambato: Universidad Técnica de Ambato., 2014.
- [32] Municipio canton echandia, «Gad municipal Echandia,» 2014. [En línea].

- [33] Galvis et al, yguy, hhhhh, 2005.
- [34] F. González, Diseño de una planta de tratamiento piloto de aguas residuales domésticas para el conjunto residencial Matisse utilizando un humedal artificial., Quito-Ecuador: Universidad San Francisco de Quito, 2011.
- [35] J. e. a. Fernández, Manual de fitodepuración, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
- [36] J. e. a. García, Depuración con sistemas naturales: Humedales construidos, Tortosa - España: IV Congrés Ibèric de Gestió i Planificació de l'Aigua, 2004.
- [37] G. e. a. Stearman, Pesticide removal from container nursery runoff in constructed wetland cells, *Journal of Environmental Quality*, 2003.
- [38] P. Kolb, Design of a constructed wetland (pilot plant) for the reclamation of the river Besós, *Bodenkultur: Universitat für Bodenkultur*, 1998.
- [39] J. Lara B., Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales, Barcelona - España: Universidad Politécnica de Cataluña, 1999.
- [40] O. e. a. Delgadillo, Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales., Cochabamba, Bolivia.: Nelson Antequera Durán., 2010.
- [41] M. d. D. E. d. Colombia., «Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000).,» de *Tratamiento de Aguas Residuales. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico.*, Bogotá, Ministerio de Desarrollo Económico., 2000.

- [42] R. N. Bucay Valdiviezo, Rediseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para EP- EMAPAG., Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., 2014.
- [43] OPS, Guía Para el Diseño de Tanques Sépticos: Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización., Lima, 2005.
- [44] L. Clesceri, A. Greenberg y R. Trussell, Métodos Normalizados Para el Análisis de Agua Potable y Residual., Madrid.
- [45] Ing.M.sc Dilón Moya Medina, Metodología de de diseño del drenaje urbano, Ambato, 2013.
- [46] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Censos, QUITO: www.inec.gob.ec, 2015.
- [47] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Censos, QUITO, 2013.
- [48] NORMA BOLIVIANA NB 688, LA PAZ , 2007.
- [49] E. Asensi, «Módulo de Tratamiento Físico y Químicos de Aguas Servidas.,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2012.
- [50] D. J. Mendoza Vilaña, Evaluación y Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residual del Barrio Cañaverl de la Ciudad de Nueva Loja., Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército., 2011.
- [51] J. C. Young y B. S. Yang, Design Considerations for Full-Scale Anaerobic Filters, WPCF Journal, 1989.

- [52] P. e. a. Cooper, Reed beds and constructed wetlands for wastewater treatment., Swindon: WRc, 1996.
- [53] Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)., Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico, 2000.
- [54] C. INEN, QUITO: INEN.
- [55] R. K. Linsley y J. B. Franzini, Ingeniería de los Recursos Hidráulicos., México: Continental, S.A., 1984.
- [56] R. S. Ramalho, Tratamiento de Aguas Residuales., Quebec, Canada: Reverté, S.A., 1996.
- [57] G. Rivas Mijares, Tratamiento de Aguas Residuales., Caracas: Vega s.r.l, 1978.
- [58] L. E. Lara Villacís, Las Aguas Residuales del Camal Municipal del Cantón Baños y su Incidencia en la Contaminación del Río Pastaza en la Provincia de Tungurahua., Ambato: UTA - FICM, 2011, p. 65.
- [59] A. Hernández Muñoz y A. Hernández Lehmann, Manual de Saneamiento Uralita, Madrid: Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A., 2004.

ANEXOS



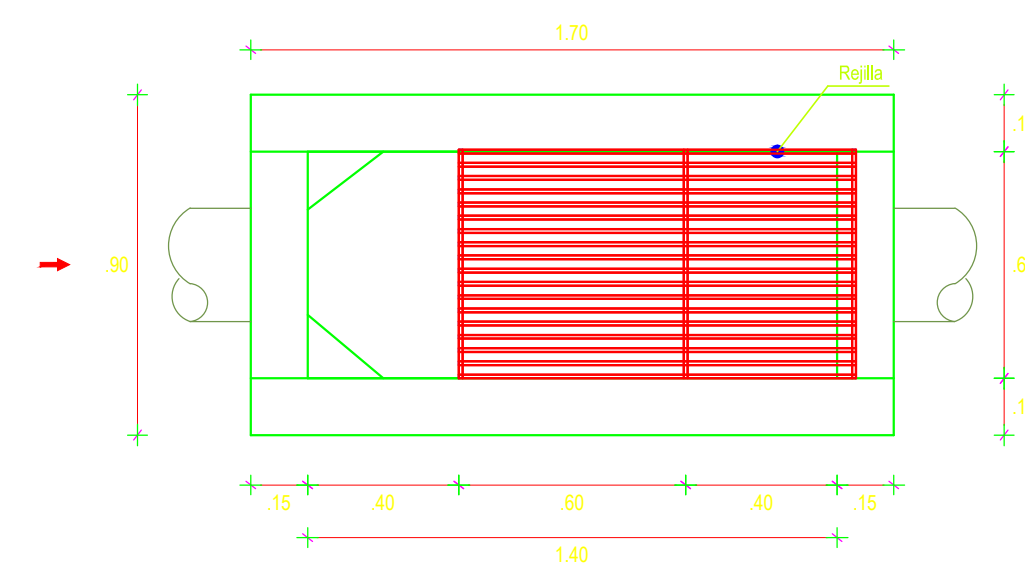
IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
ESC. 1/250

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR.					
Elaborado:	CONTIENE:	Hoja:	Formato:		
EDIN GUZMÁN	IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES	1/7			
Tutor:		Escala:	INDICADAS		
Ing. Mj. Jorge Guzmán		Fecha:	Mayo 2016		
Módulo:	No Documento:	Revisión:			

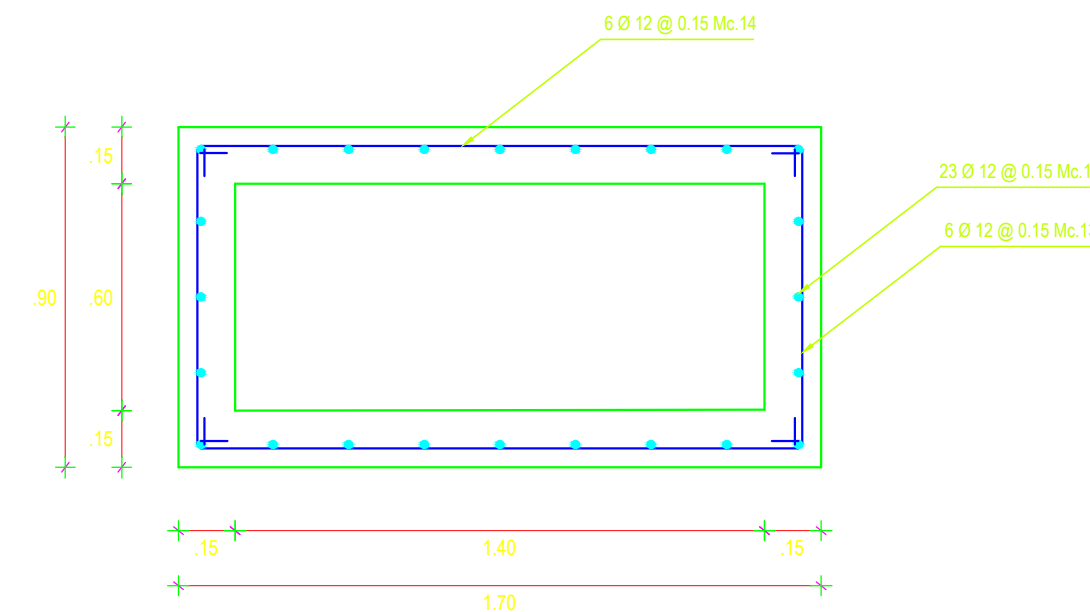
PLANILLA DE ACEROS

VARILLA CORRUGADA

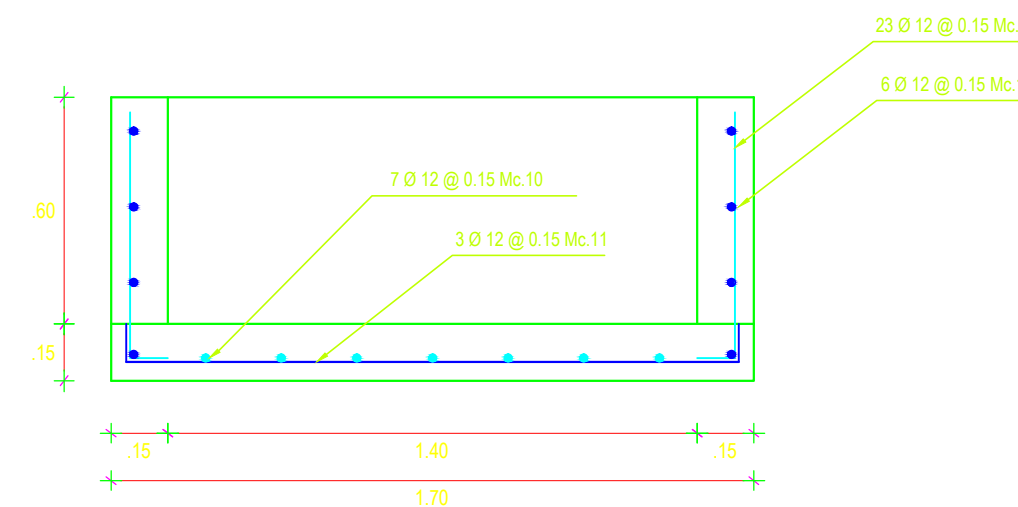
MC	TIPO	Ø	N°	DIMENSIONES							LONG. CORTE	LONG. TOTAL	VAR. COMERCIAL		OBSERVACIONES
				a	b	c	d	e	g	LONG.			N°		
REJILLA															
10	I	12	7	0.80						0.10	0.90	6.30	12	0.53	
11	I	12	3	1.60						0.10	1.70	5.10	12	0.43	
12	L	12	23	0.65	0.20						0.85	19.55	12	1.63	
13	C	12	6	0.80	0.15	0.15					1.10	6.60	12	0.55	
14	C	12	6	1.60	0.15	0.15					1.90	11.40	12	0.95	
DESARENADOR															
15	L	12	20	1.75						1.90	38.00	12	3.17		
16	C	12	6	1.00						1.20	7.20	12	0.60		
17	C	12	4	2.00						2.20	8.80	12	0.73		
18	I	12	8	2.50						2.65	21.20	12	1.77		
19	I	12	4	6.00						6.20	24.80	12	2.07		
20	C	12	20	0.80						1.00	20.00	12	1.67		
21	L	12	4	2.50						2.60	10.40	12	0.87		
22	O	12	16							0.60	9.60	12	1.07		
23	O	12	16							0.60	9.60	12	1.07		
24	O	12	16							0.60	9.60	12	1.07		



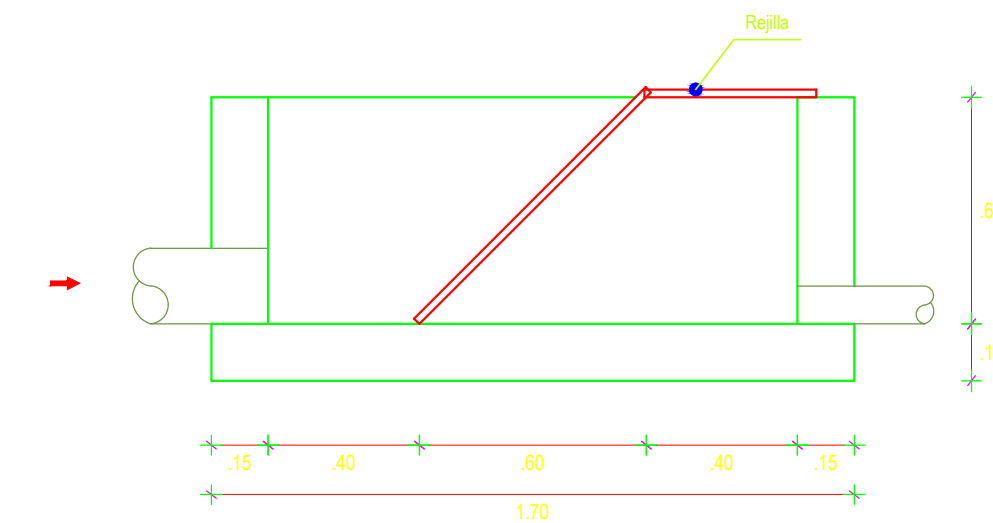
REJILLA PLANTA
ESC. 1/20



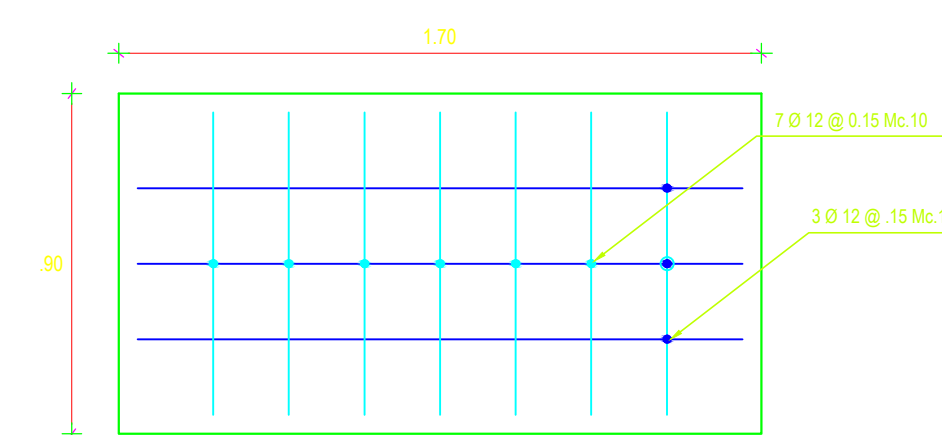
REJILLA ESTRUCTURA PAREDES
ESC. 1/20



REJILLA ESTRUCTURA CORTE
ESC. 1/20

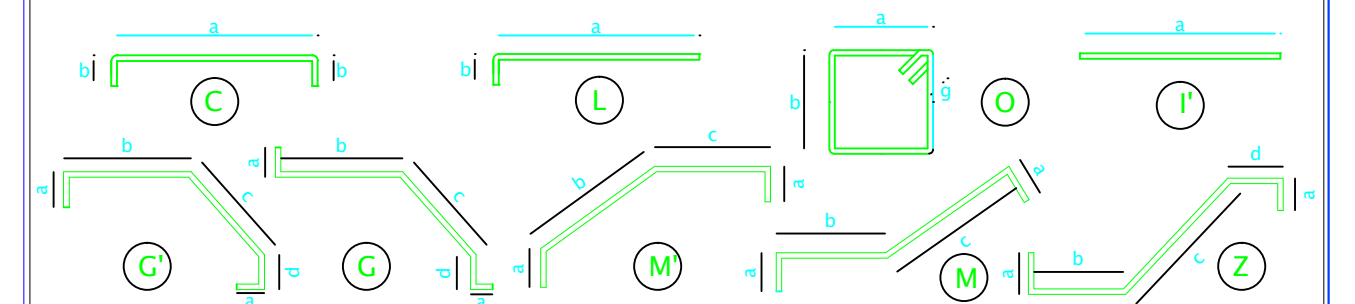


REJILLA CORTE
ESC. 1/20



REJILLA ESTRUCTURA LOSA DE FONDO
ESC. 1/20

TIPOS DE DOBLADO



RESUMEN DE ACEROS

ELEMENTO	Ø	8	10	12	14	16	18	20	22	28	QUINTALES POR ELEMENTO

RESUMEN DE HORMIGÓN

ELEMENTO	m3

TRASLAPES

DIÁMETRO	LONGITUD
8	40
10	50
12	55
14	65
16	75
18	80
20	90
22	100
28	120

RECURRIMIENTOS

ELEMENTO	cm
COLUMNAS	3.0
VIGAS	3.0
CIMENTACIONES	5.0
LOSAS	2.5
CONTACTO CON AGUA	7.0

CARGA VIVA
CARGA VIVA DE SERVICIO
CV = 200 kg/m2

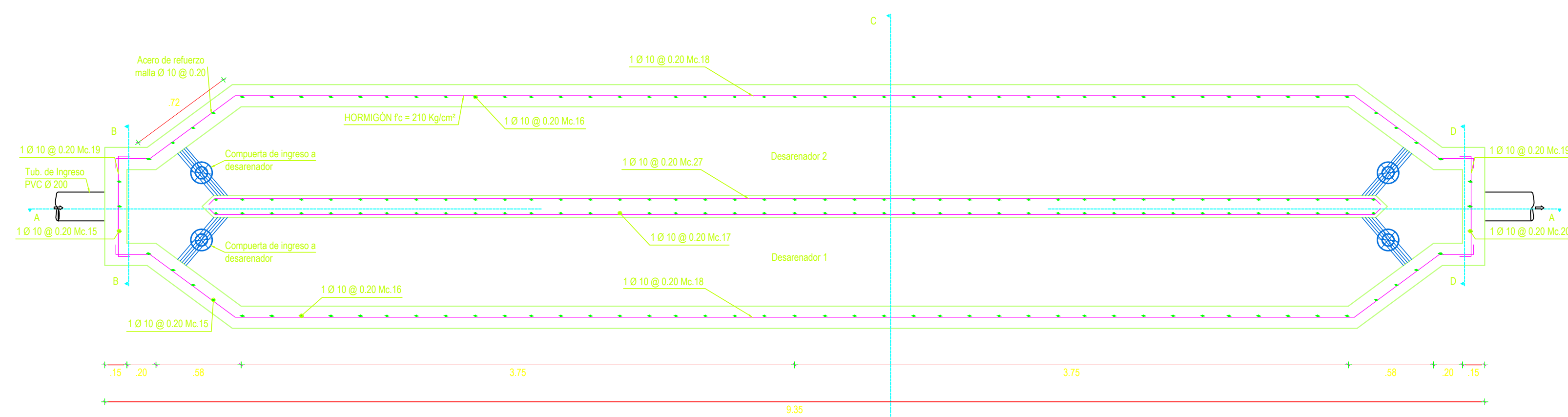
REGLAMENTO

GENERALIDADES:
EL DISEÑO EN HORMIGÓN ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CÓDIGO A.C.I.-318-08. LOS DETALLES QUE AQUÍ NO CONSTAN, DEBERÁN REGIR POR EL MISMO CÓDIGO.

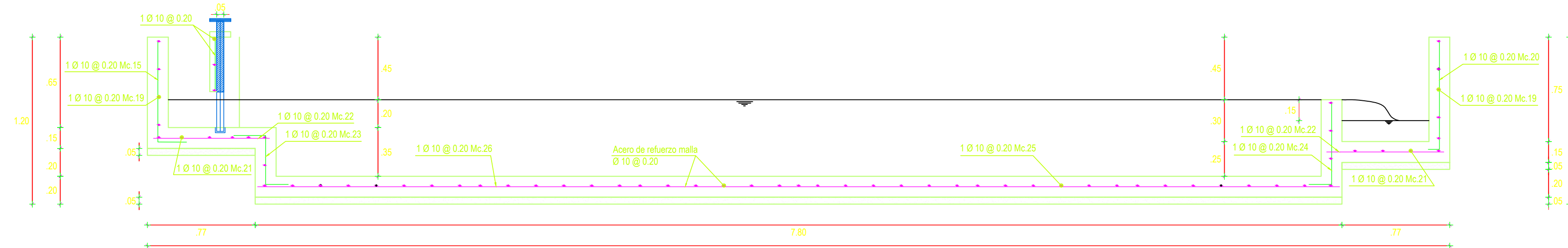
RESUMEN DE ALIVANAMIENTOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

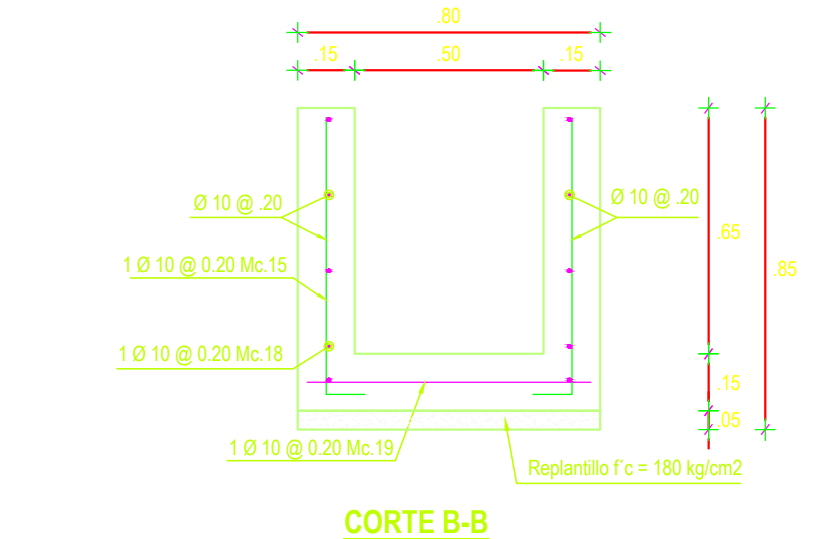
- El hormigón deberá tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- El acero deberá tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, además el acero para estribos se usará $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- Los niveles mínimos de cimentación serán los indicados.
- La capacidad portante del suelo se ha asumido en 20 Ton/m^2 , particular que será obligación del constructor verificar que se cumpla en el sitio.
- Cualquier cambio o modificación estructural será consultado con el calculista.



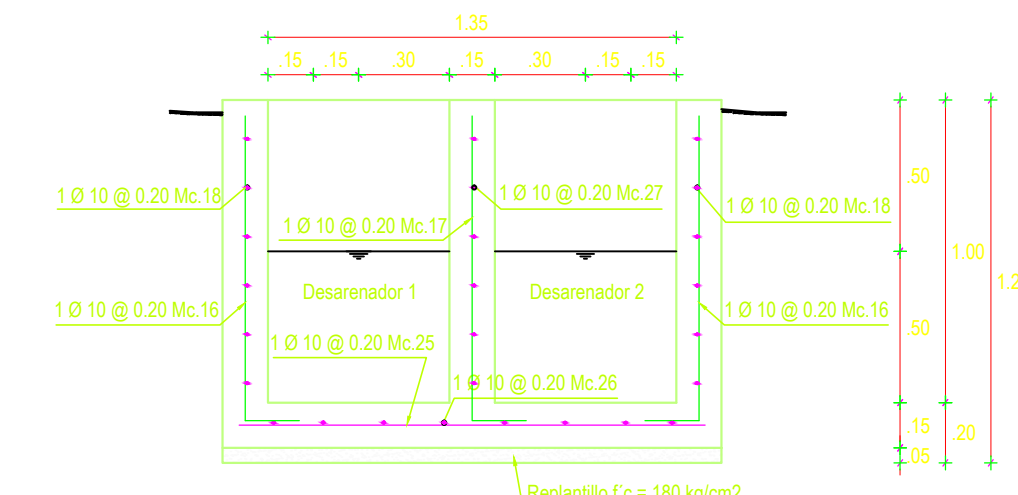
PLANTA DESARENADOR
ESC. 1/25



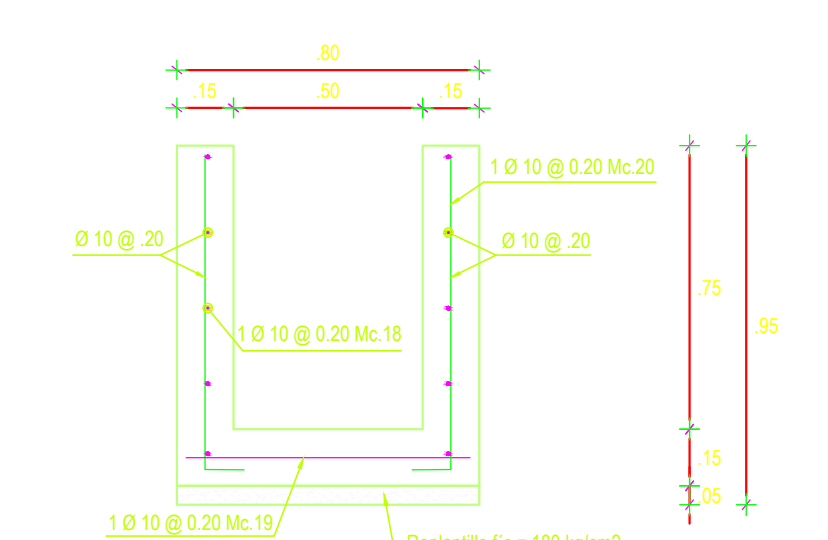
CORTE A-A
ESC. 1/25



CORTE B-B
ESC. 1/20



CORTE C-C
ESC. 1/25

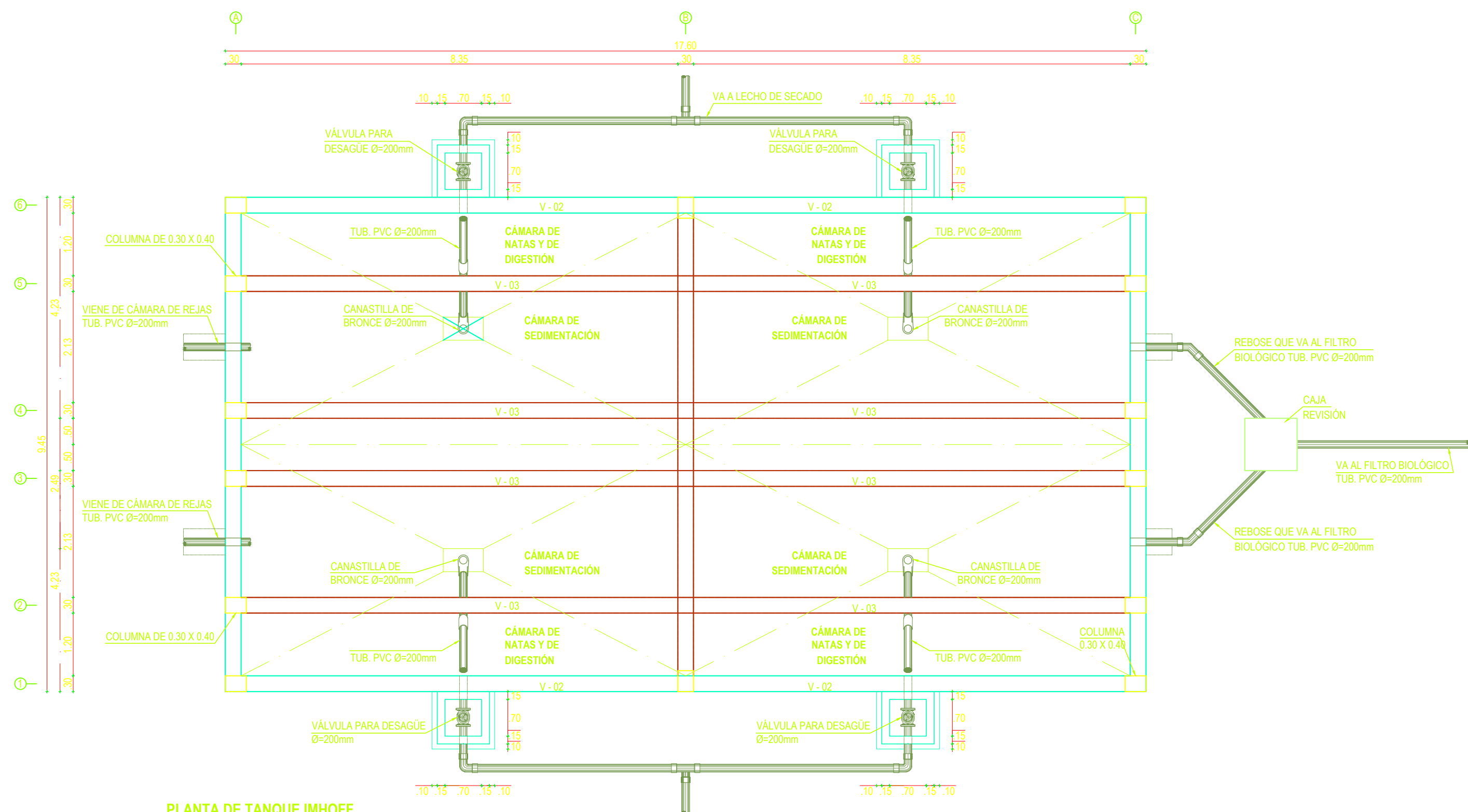


CORTE D-D
ESC. 1/20

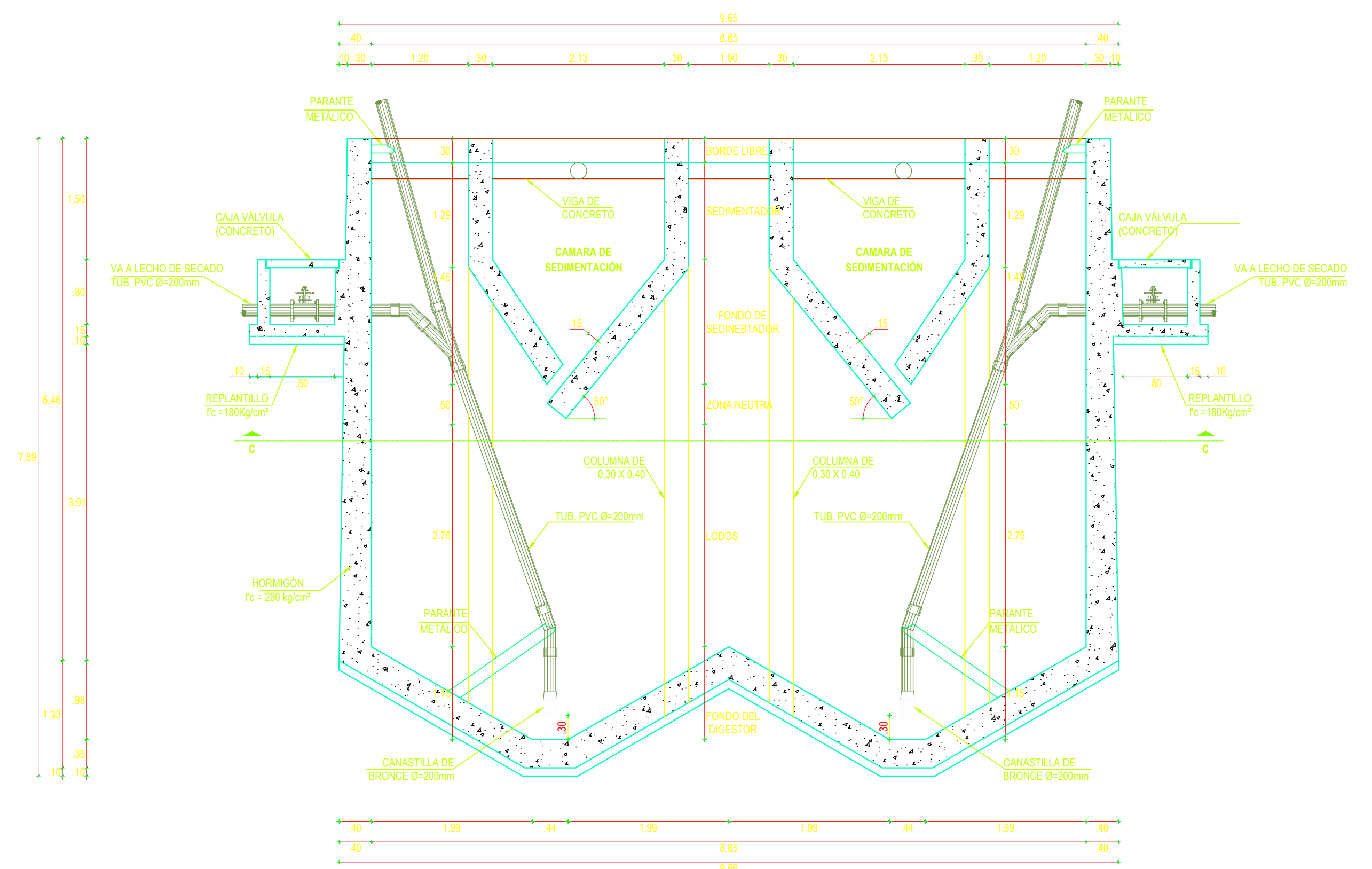
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA DE HIDRÁULICA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR.

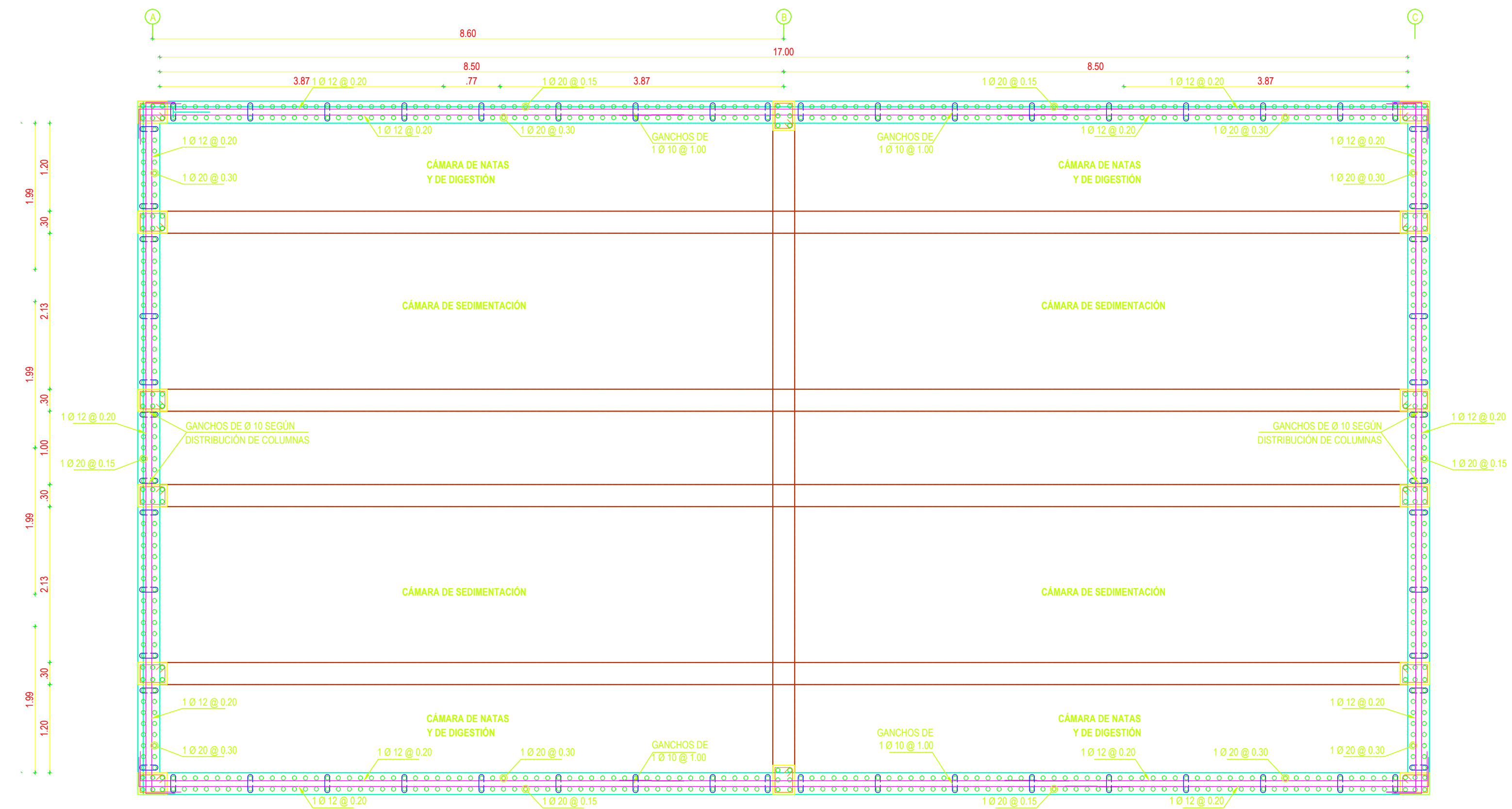
Elaborado: EDWIN GUADUPEÑA
Contiene: REJILLA DETALLE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
Título: DESARENADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
Escala: HOJAS 2/7
Fecha: Mayo 2016



PLANTA DE TANQUE IMHOFF
ESC. 1/75

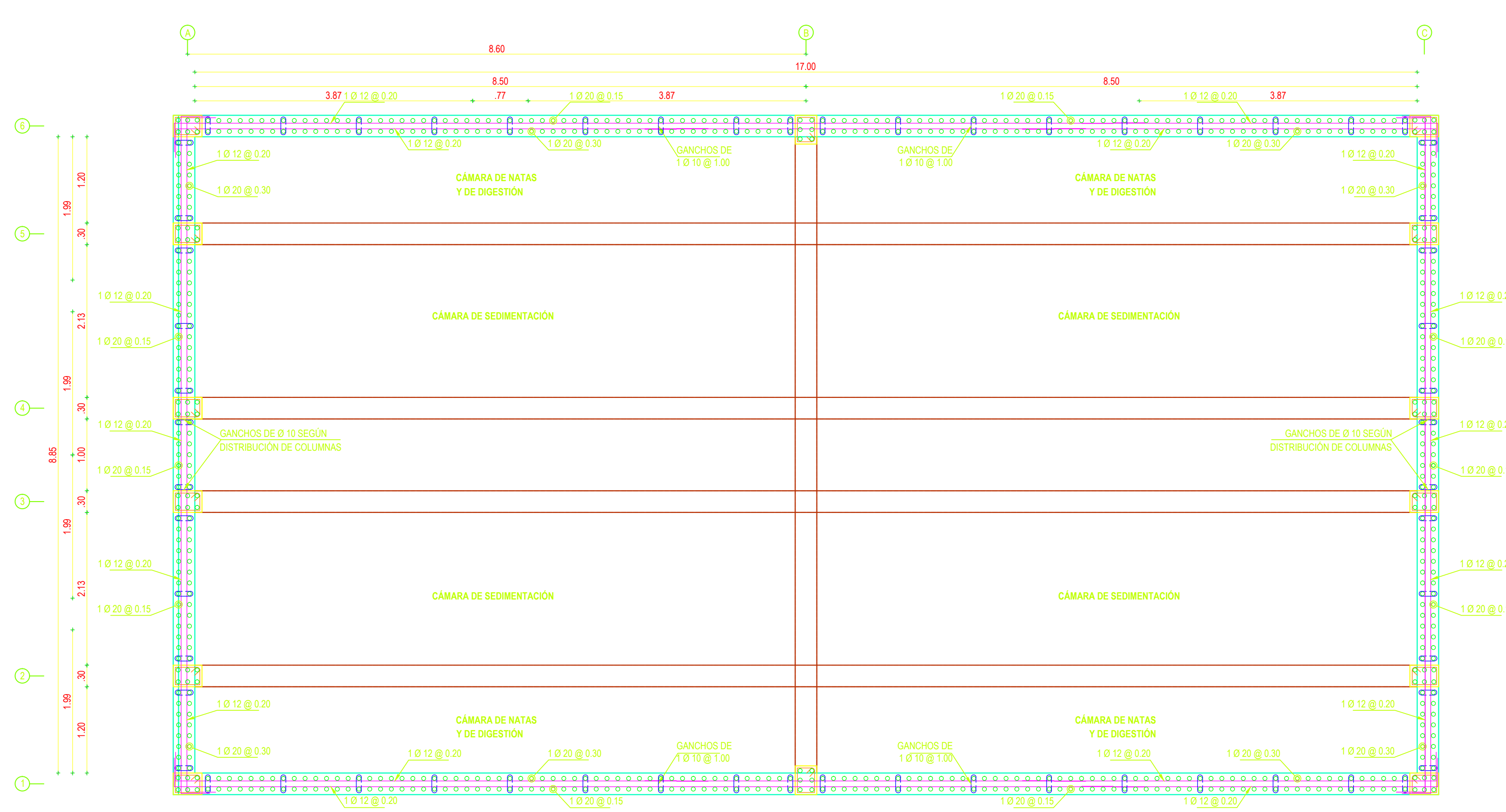


CORTE A-A: ELEMENTOS DE TANQUE IMHOFF
ESC. 1/50

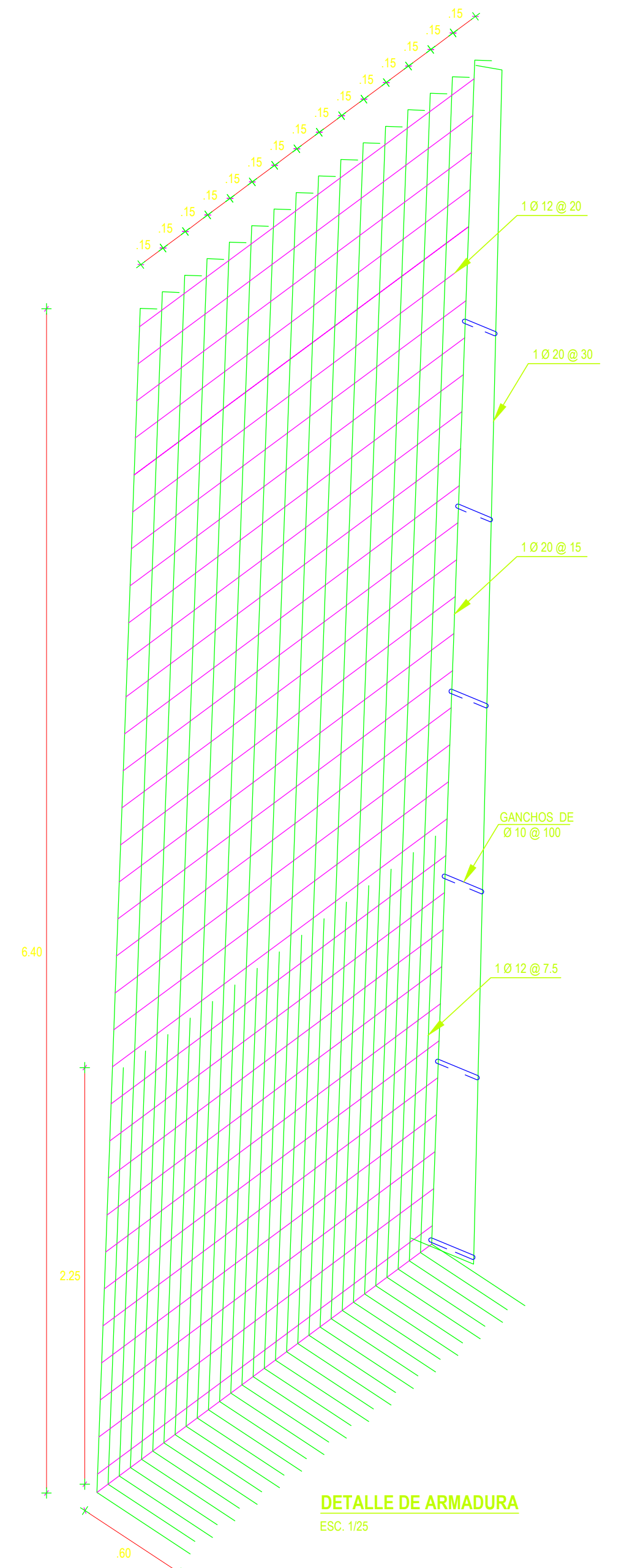


VISTA EN PLANTA - ARMADO TANQUE IMHOFF
ESC. 1/50

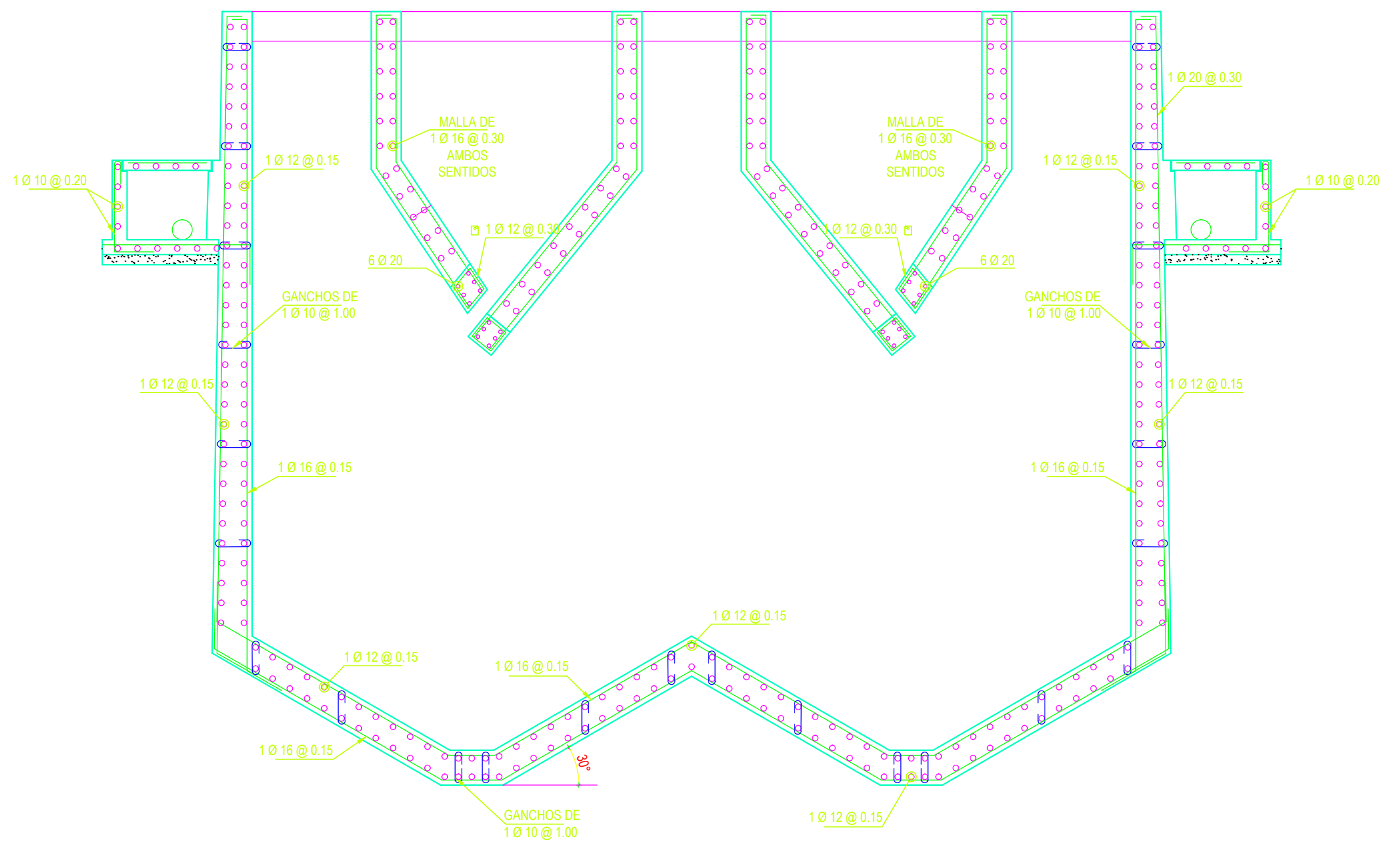
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANLUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLLIVAR.			
Elaborado:	CONTIENE:	Hoja:	Formato:
EDWIN GUADOPINA	TANQUE IMHOFF	3/7	
Título:	Escala:		PROYECTOS
Ing. Mg. Jorge Goveas	Fecha:		Mayo 2016
Módulo:	Nº Documento:	Revisión:	



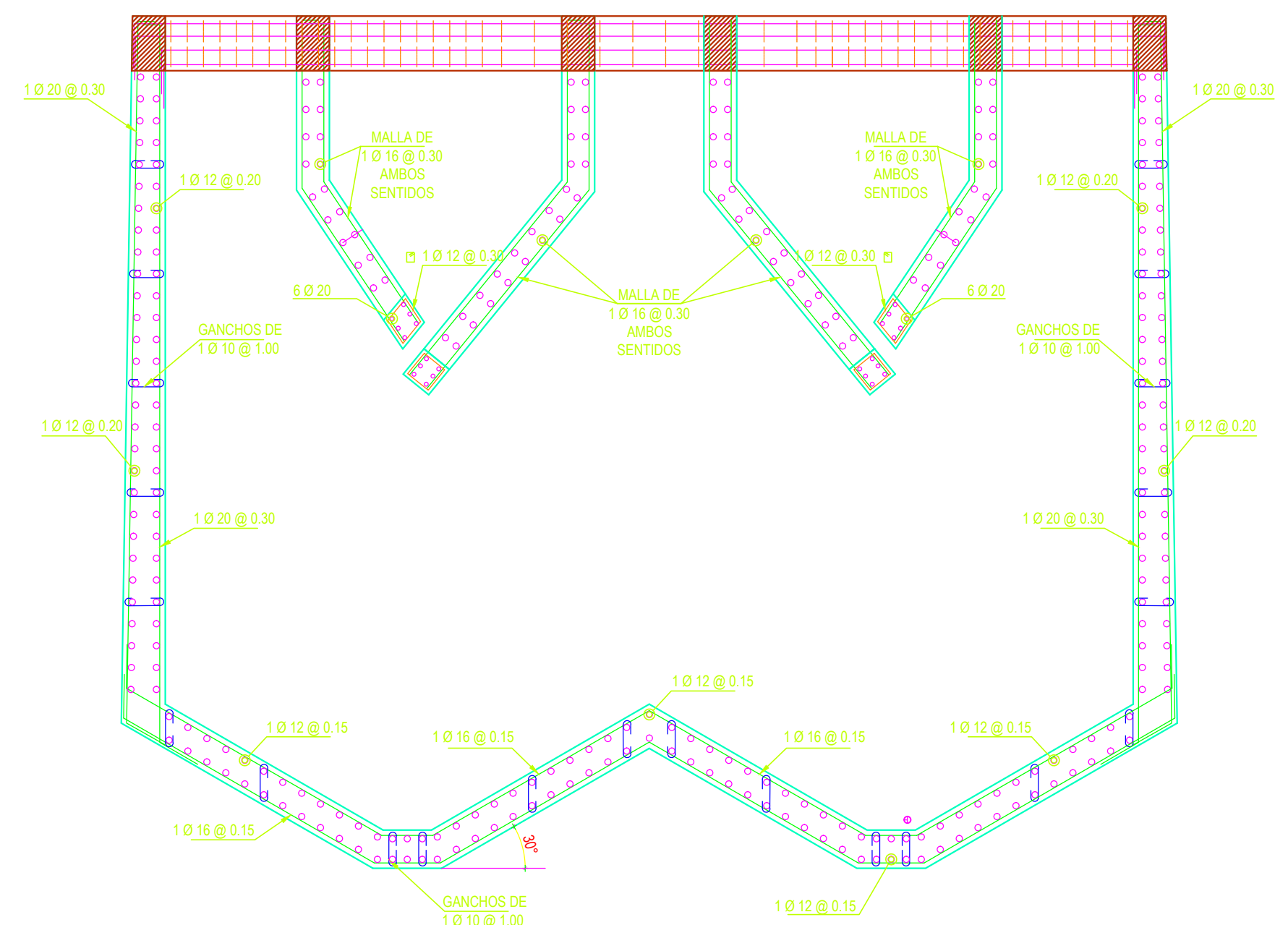
VISTA EN PLANTA - ARMADO TANQUE IMHOFF
ESC. 1/50



DETALLE DE ARMADURA
ESC. 1/25



CORTE A-A / ELEMENTOS DE TANQUE IMHOFF: ESTRUCTURAS
ESC. 1/50



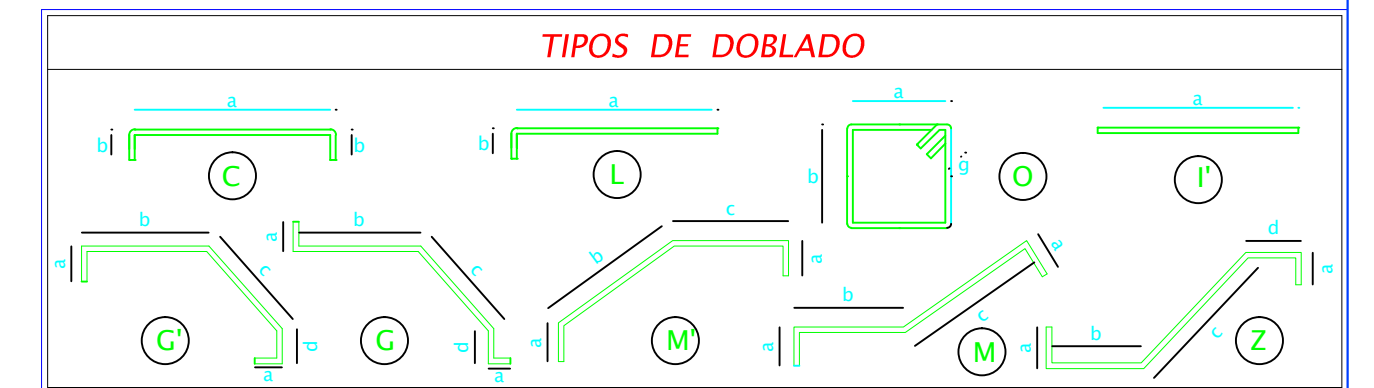
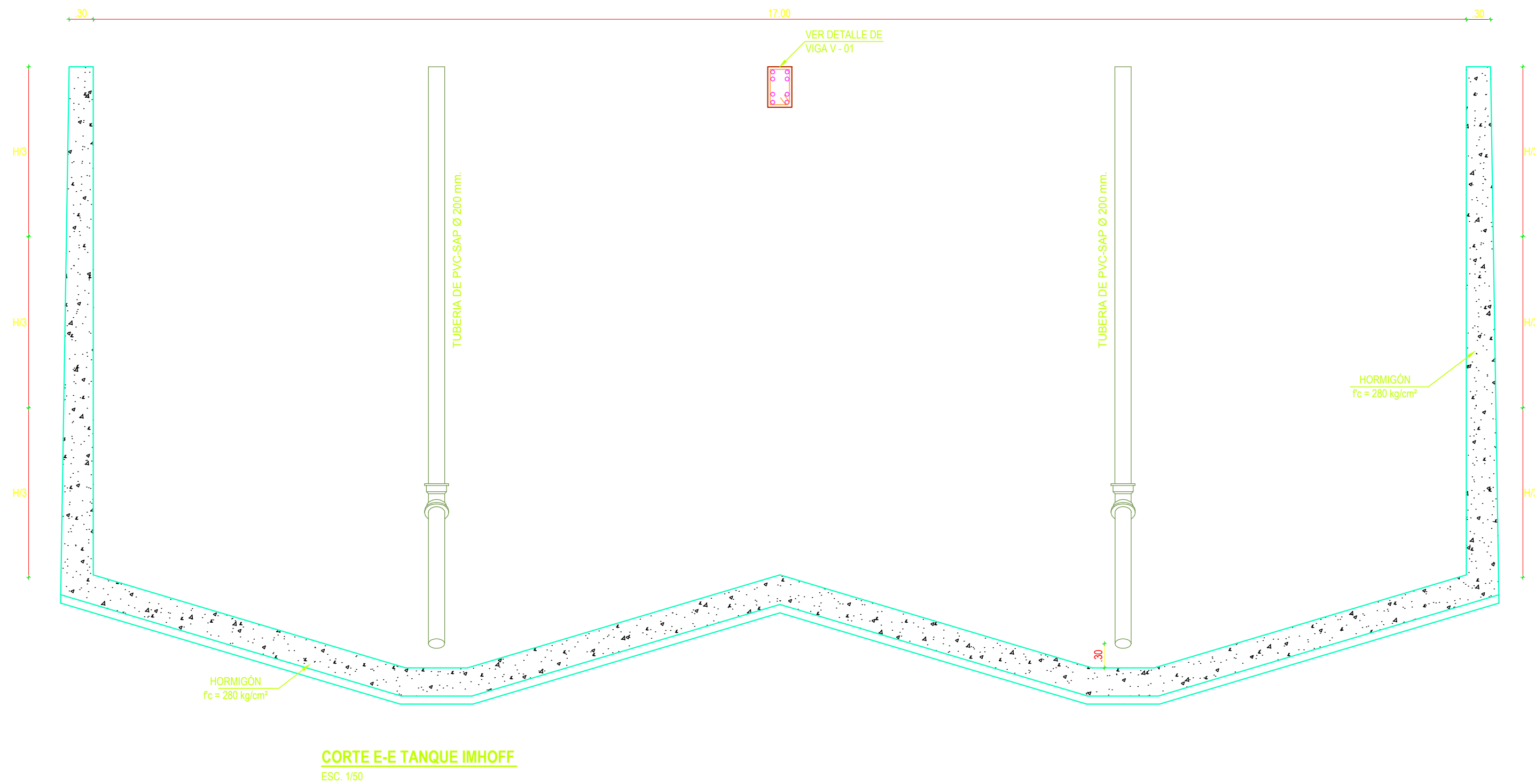
CORTE A-A / ELEMENTOS DE TANQUE IMHOFF: ESTRUCTURAS
ESC. 1/50

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANLUO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR.			
Elaborado:	CONTIENE:	Hoja:	Formato:
EDWIN GUADALUPE	- TANQUE IMHOFF-CORTES	4/7	
Título:		Escala:	PROYECTOS
Ing. M. Jorge Gama.		Fecha:	Mayo 2016
Módulo:	Nº Documento:	Revisión:	

PLANILLA DE ACEROS

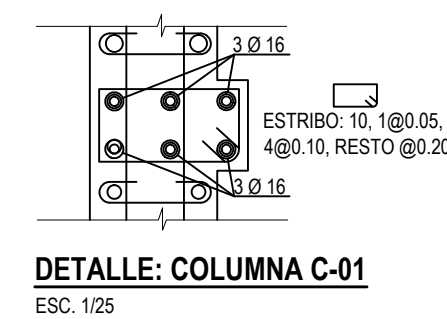
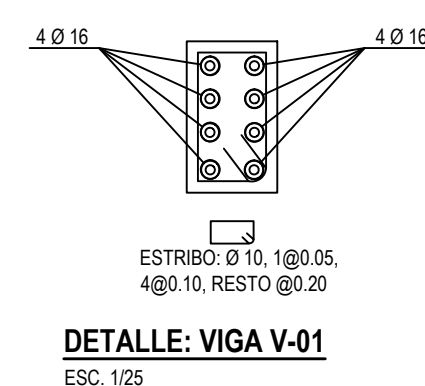
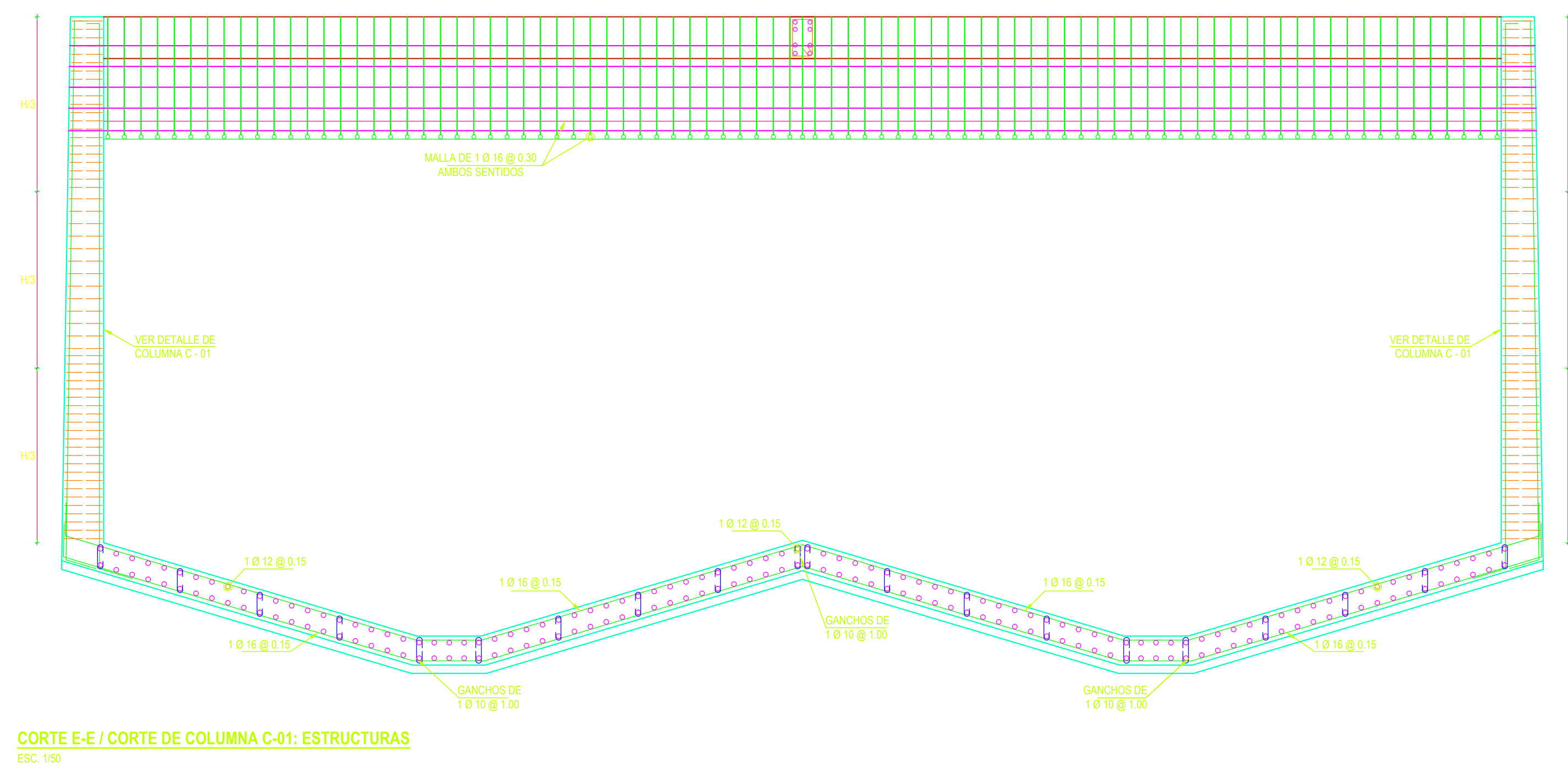
VARILLA CORRUGADA

MC	TIPO	Ø	N°	DIMENSIONES							LONG. CORTE	LONG. TOTAL	VAR. COMERCIAL LONG.	N°	OBSERVACIONES
				a	b	c	d	e	g						
TANQUE IMHOFF															
40	C	12	24	6.10	2-0.15					6.10	146.4	12	6.10		
41	C	12	58	2.40	2-0.15					2.70	156.6	12	13.06		
42	L	12	40	5.80	2.40					8.20	328.0	12	27.33		
43	L	12	164	2.15	1-0.15					2.30	377.2	12	31.43		
43	C	12	18	2.20	2-0.15					2.50	45.0	12	3.75		
44	L	12	20	1.75	1-0.15					1.90	38.00	12	3.17		
45	C	12	6	1.00	2-0.10					1.20	7.20	12	0.60		
46	C	12	4	2.00	2-0.10					2.20	8.80	12	0.73		
47	I	12	8	2.50					2-10	2.65	21.20	12	1.77		
48	I	12	4	6.00					2-10	6.20	24.80	12	2.07		
49	C	12	20	0.80	2-0.10					1.00	20.00	12	1.67		
50	I	10	7	2.30					2-0.10	2.50	17.50	12	1.46		
51	I	10	12	1.20					2-0.10	1.40	16.80	12	1.40		
52	L	10	12	1.15	1-0.10					1.25	15.00	12	1.25		
53	L	10	22	1.45	1-0.10					1.55	34.10	12	2.84		
54	L	10	14	2.00	1.50					3.50	49.00	12	4.08		
55	C	10	2	1.20	2-1.40					5.00	10.00	12	0.83		
56	I	10	11	1.20					2-0.10	1.40	15.40	12	1.28		
57	I	10	7	2.00					2-0.10	2.20	15.40	12	1.28		
58	C	10	11	0.80	2-0.15					2.10	23.10	12	1.93		
59	C	10	16	0.40	2-0.15					0.70	11.20	12	0.93		
60	I	10	4	1.20					2-0.10	1.40	5.60	12	0.47		
61	I	16	18	0.60						0.60	10.80	12	0.90		



RESUMEN DE ACEROS										RESUMEN DE HORMIGÓN			
ELEMENTO	Ø	8	10	12	14	16	18	20	22	28	QUINTALES POR ELEMENTO	ELEMENTO	m3

TRASLAPES		RECURRIMIENTOS		REGLAMENTO																	
DIAMETRO	LONGITUD	ELEMENTO	cm	GENERALIDADES:																	
mm	mm	COLUMNAS	3.0	EL DISEÑO EN HORMIGÓN ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CÓDIGO A.C.I.-318-08. LOS DETALLES QUE AQUÍ NO CONSTAN, DEBERÁN REGIR POR EL MISMO CÓDIGO.																	
8	40	VIGAS	3.0	RESUMEN DE ALIVANAMIENTOS <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>																	
10	50	CIMENTACIONES	5.0																		
12	65	LOSAS	2.5																		
14	75	CONTACTO CON AGUA	7.0																		
16	75	CARGA VIVA																			
18	80	CARGA VIVA DE SERVICIO																			
20	90	CV = 200 kg/m2																			
22	100																				
28	120																				



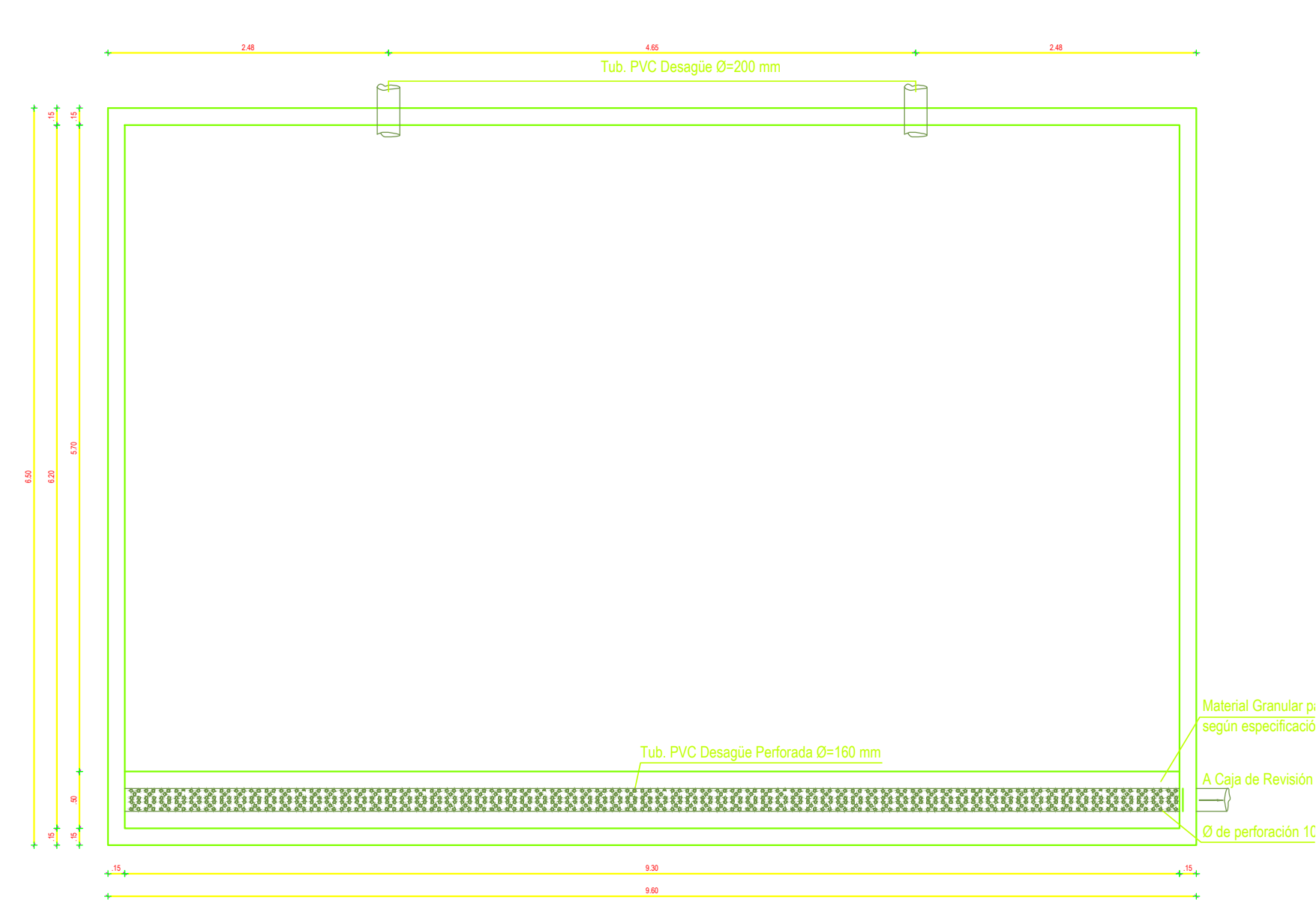
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- El hormigón deberá tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
 - El acero deberá tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, además el acero para estribos se usará $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Los niveles mínimos de cimentación serán los indicados.
 - La capacidad portante del suelo se ha asumido en 20 Ton/m^2 , particular que será obligación del constructor verificar que se cumpla en el sitio.
 - Cualquier cambio o modificación estructural será consultado con el calculista.

		PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLIVAR.	
Elaborado: EDWIN GUADUPEÑA	CONTENIDO: - ARMADO TANQUE IMHOFF	Hoja: 5/7	Formato: A4
Títular: Ing. Mg. Jorge Guevara	No. Documento: 1000	Fecha: Mayo 2016	Escala: HOLOGRAFIA

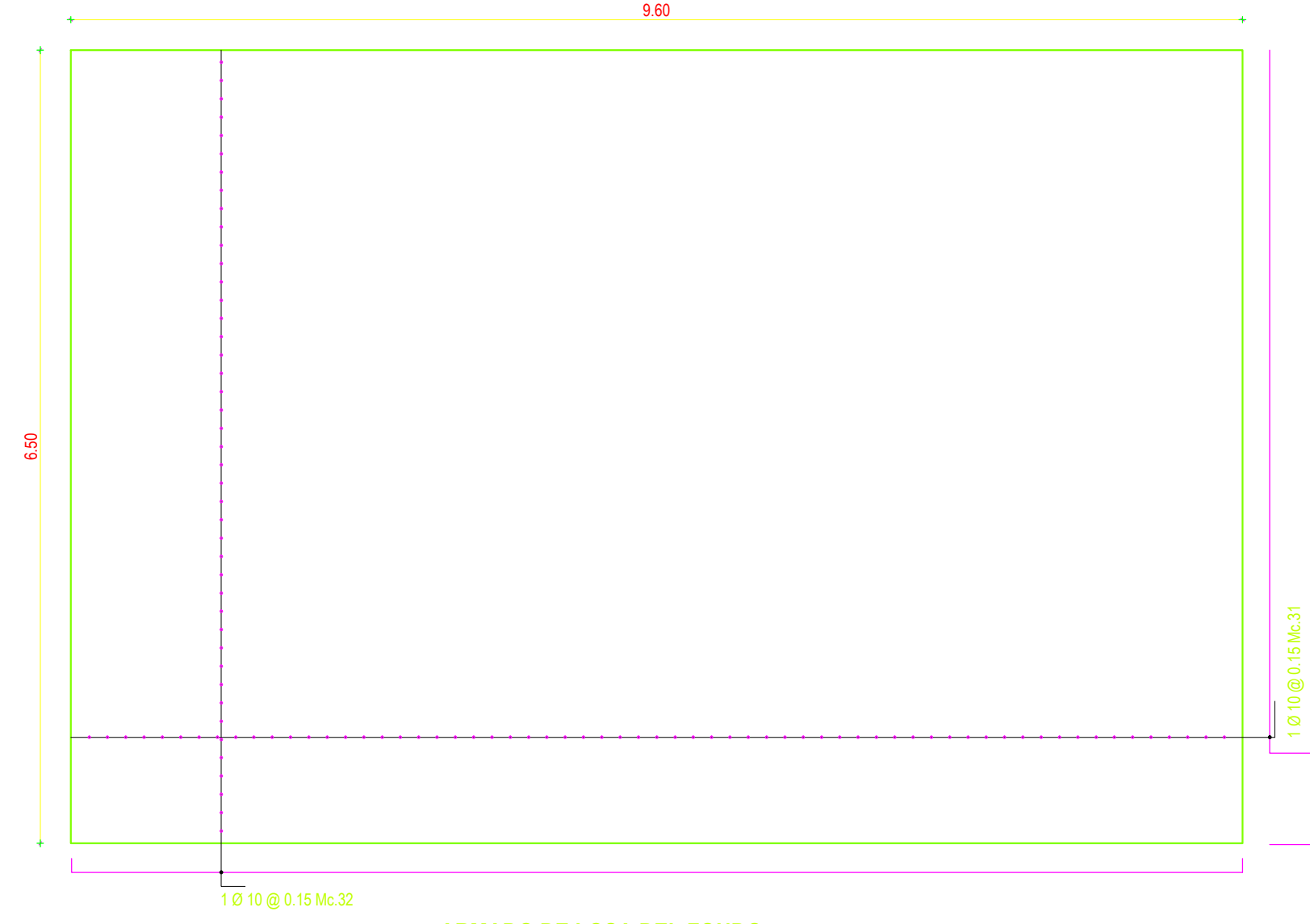
PLANILLA DE ACEROS

VARILLA CORRUGADA

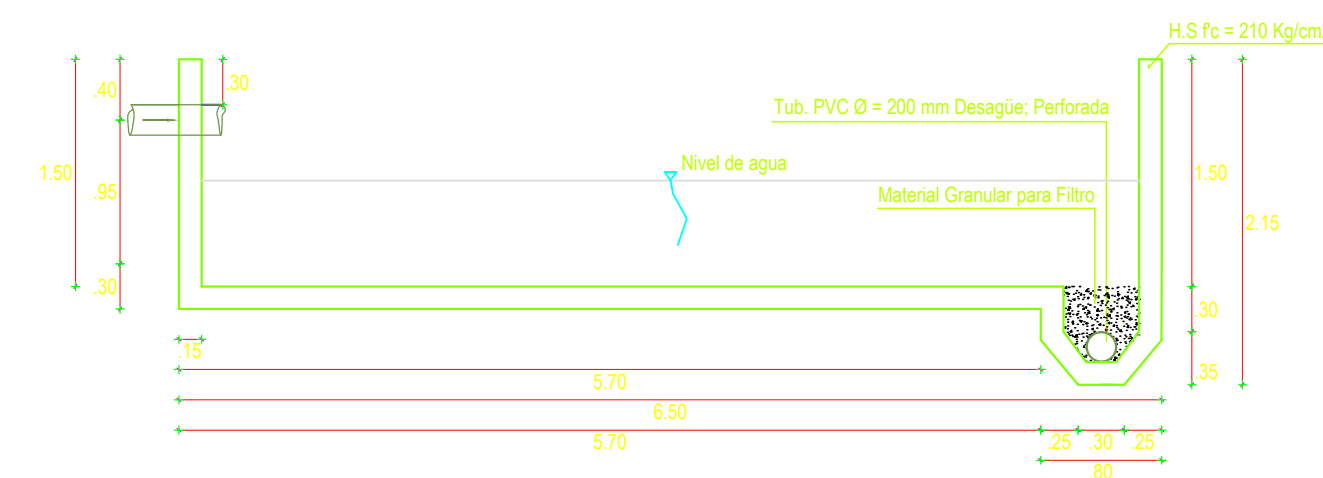
MC	TIPO	Ø	N°	DIMENSIONES							LONG. CORTE	LONG. TOTAL	VAR. COMERCIAL		OBSERVACIONES
				a	b	c	d	e	g	LONG.			N°		
LECHO SECADOS - CAJA REVISIÓN															
31	I	10	26	0.27	0.17	0.56	1.70	0.30		3.00	78.0	12	6.50		
32	L	10	26	3.80	0.30					4.10	106.6	12	8.88		
33	L	10	32	3.80	0.30					4.10	131.2	12	10.93		
34	L	10	68	1.90	0.15					2.05	139.4	12	11.16		
35	I	10	92	1.40	0.15					1.55	143.6	12	11.88		
36	I	10	92	1.40	0.15					1.55	143.6	12	11.88		



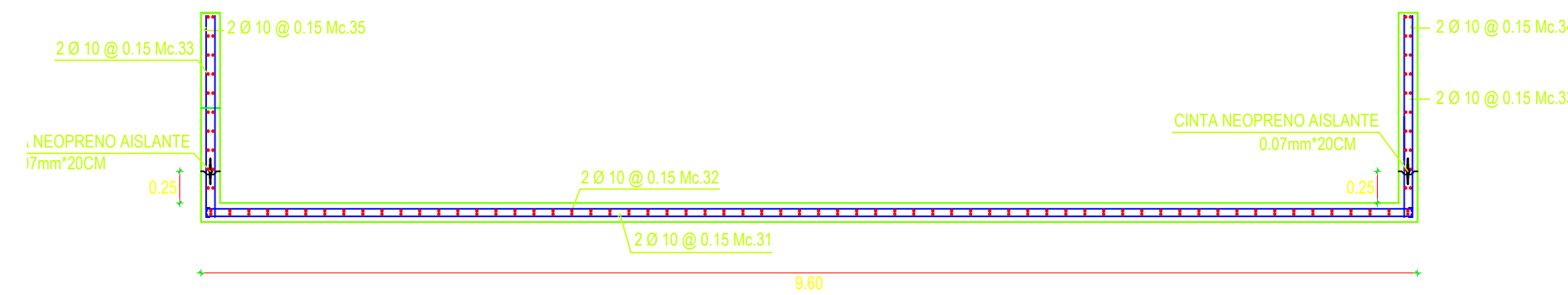
PLANTA: LECHO DE SECADO
ESC. 1/50



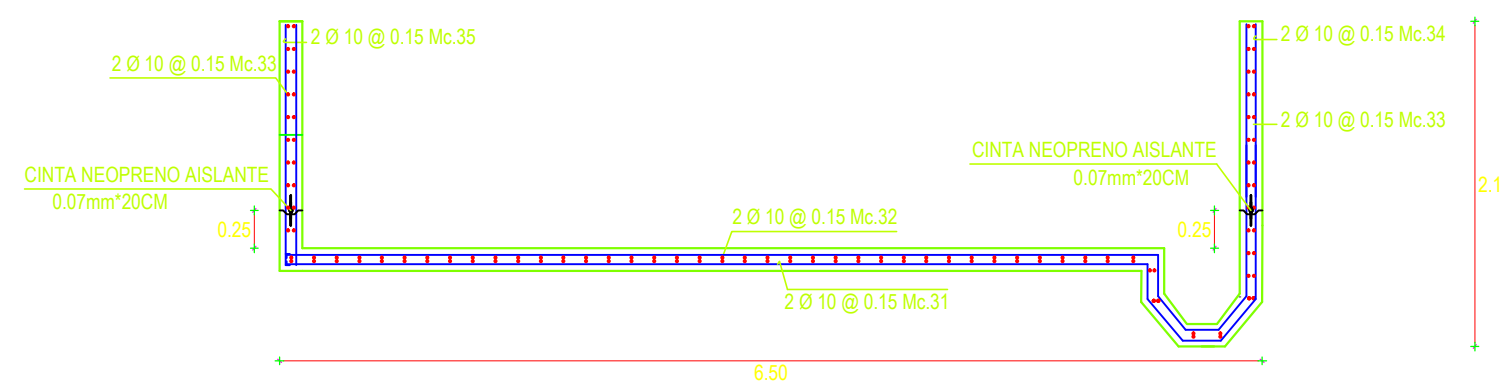
ARMADO DE LOSA DEL FONDO
ESC. 1/50



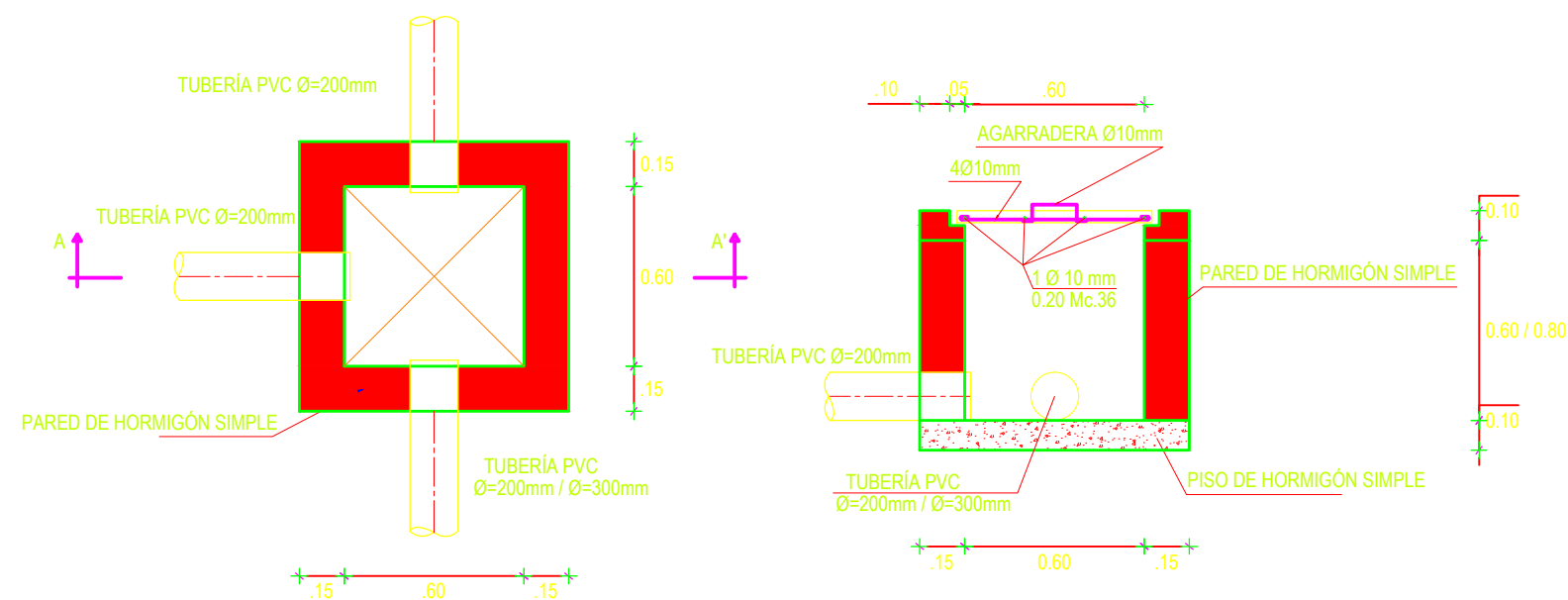
LECHO DE SECADO
CORTE B - B
ESC. 1/50



LECHO DE SECADO
ARMADO PARED
ESC. 1/50

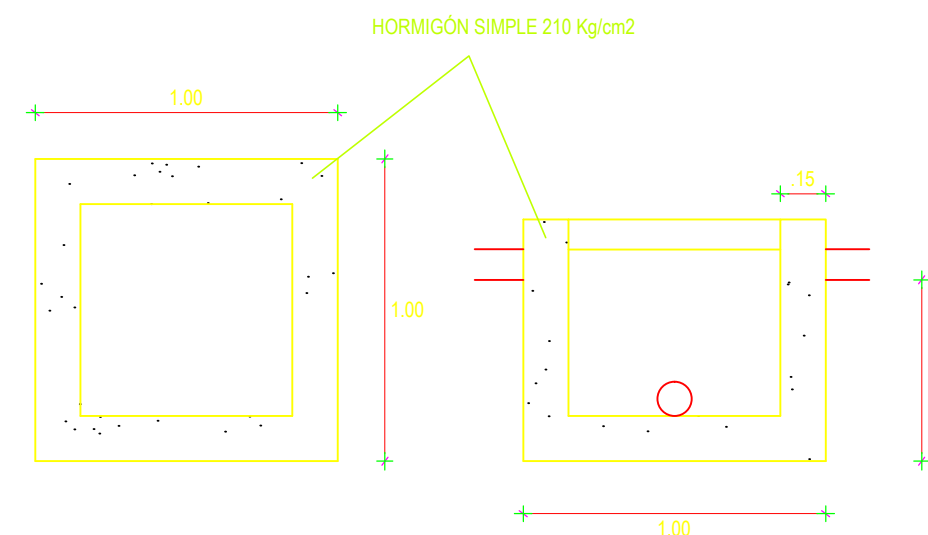


LECHO DE SECADO
ARMADO PARED
ESC. 1/50



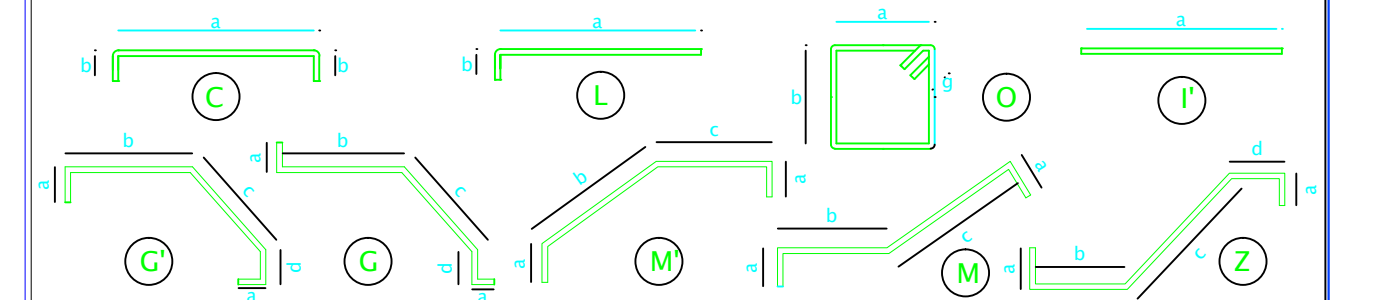
CAJA DE REVISIÓN TIPO - PLANTA
ESC. 1/25

CORTE A - A'
ESC. 1/25



CAJÓN REPARTIDOR DE CAUDAL
ESC. 1/25

TIPOS DE DOBLADO



RESUMEN DE ACEROS

ELEMENTO	Ø	6	8	10	12	14	16	18	20	22	QUINTALES POR ELEMENTO

RESUMEN DE HORMIGÓN

ELEMENTO	m3

TRASLAPES		RECURRIMIENTOS		REGLAMENTO		
DIÁMETRO	LONGITUD	ELEMENTO	cm	GENERALIDADES:		
mm	cm			EL DISEÑO EN HORMIGÓN ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CÓDIGO A.C.I.-318-08 LOS DETALLES QUE AQUÍ NO CONSTAN, DEBERÁN REGIR POR EL MISMO CÓDIGO.		
8	40	COLUMNAS	3.0	RESUMEN DE ALIVANAMIENTOS		
10	50	VIGAS	3.0	ALIVANAMIENTOS		NUMERO
12	55	CIMENTACIONES	5.0			
14	65	LOSAS	2.5			
16	75	CONTACTO CON AGUA	7.0			
18	80	CARGA VIVA				
20	90	CARGA VIVA DE SERVICIO:				
22	100	CV = 200 kg/m2				
28	120			TOTAL		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

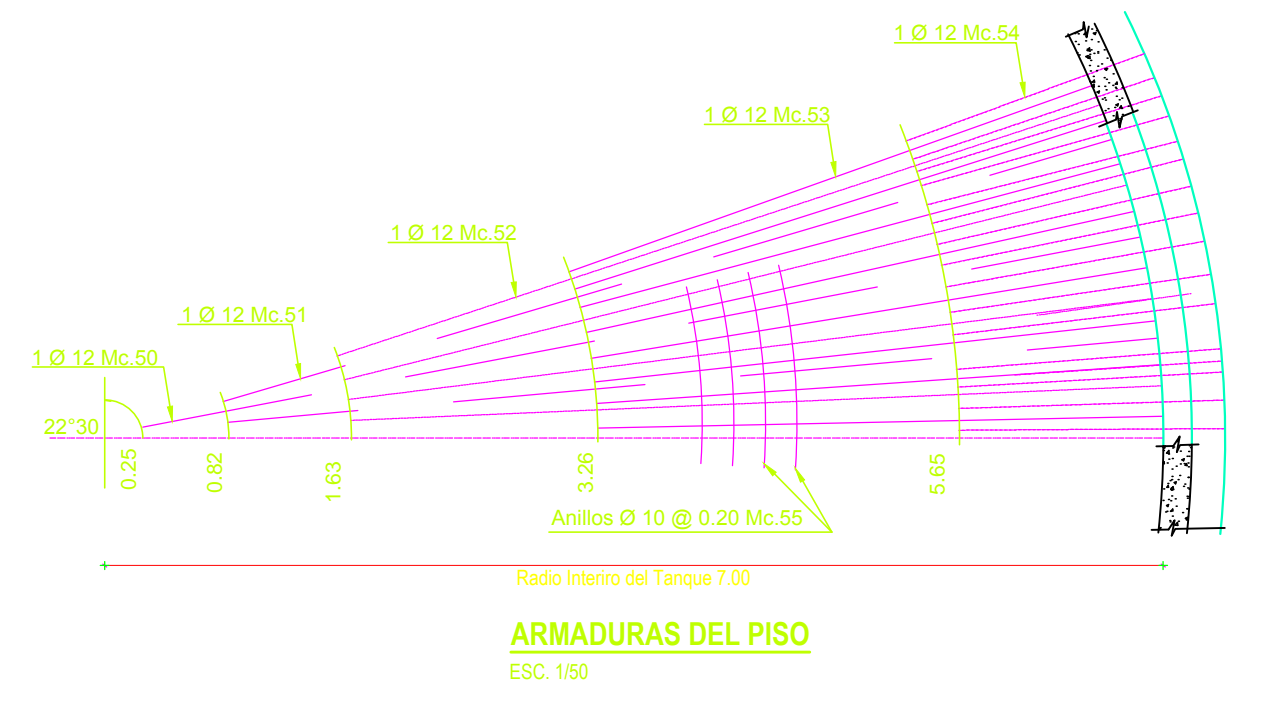
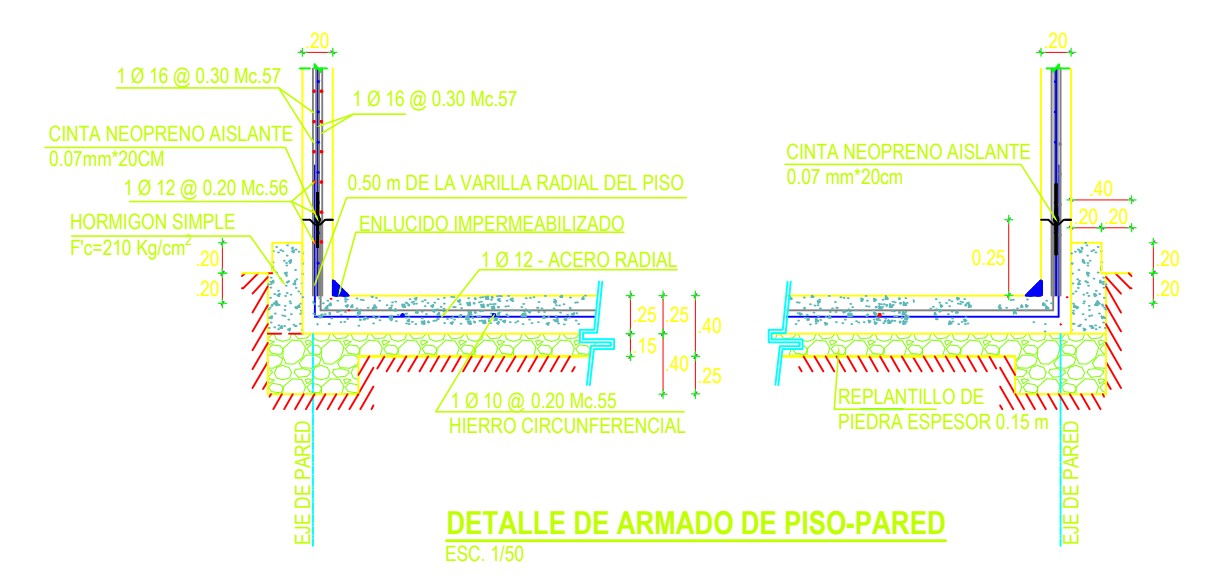
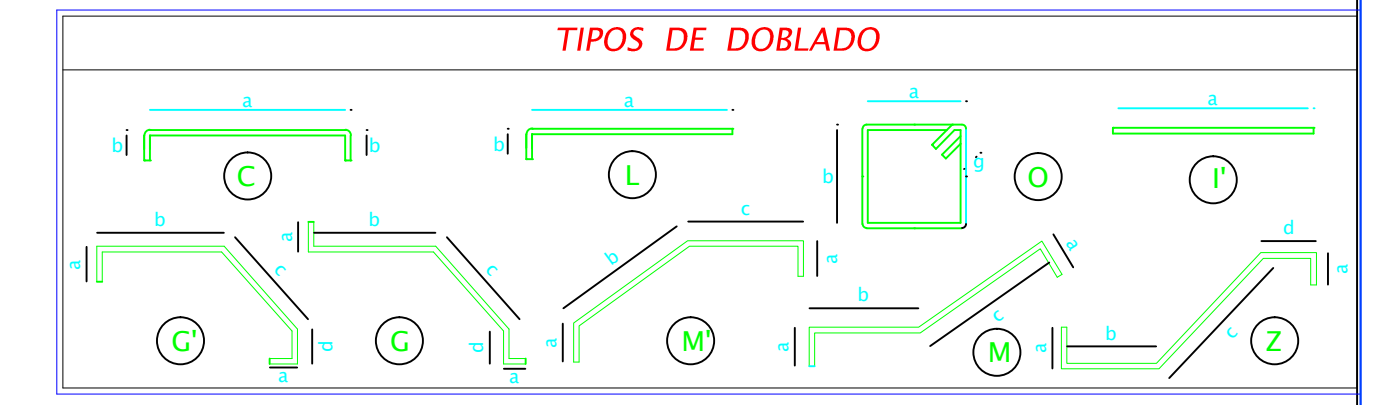
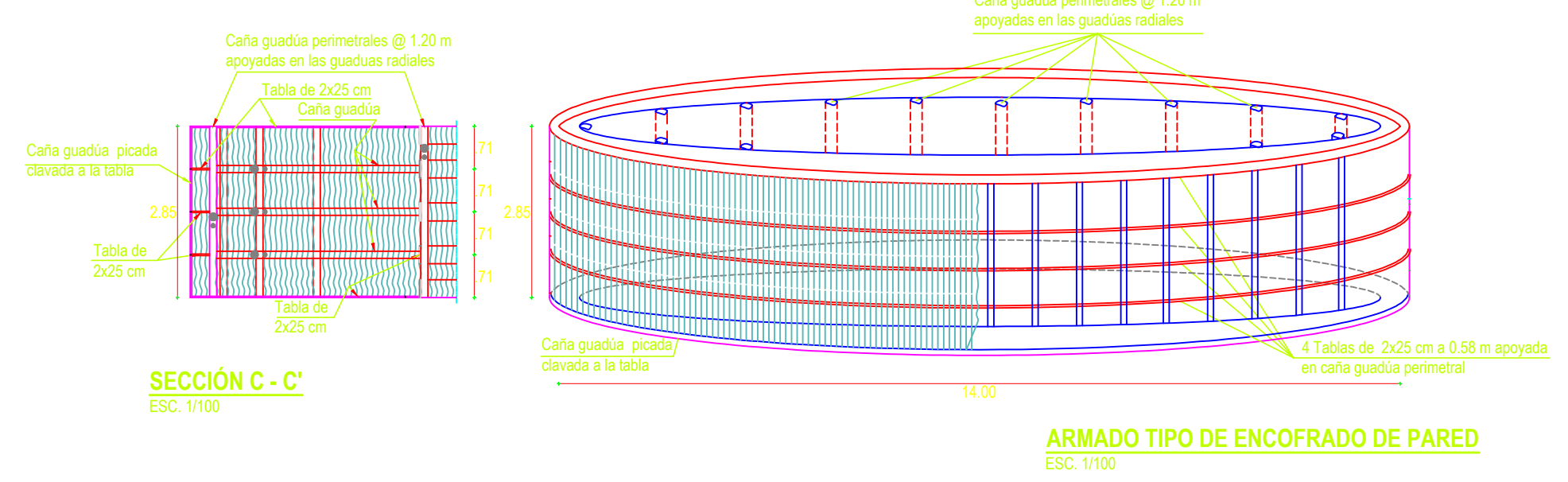
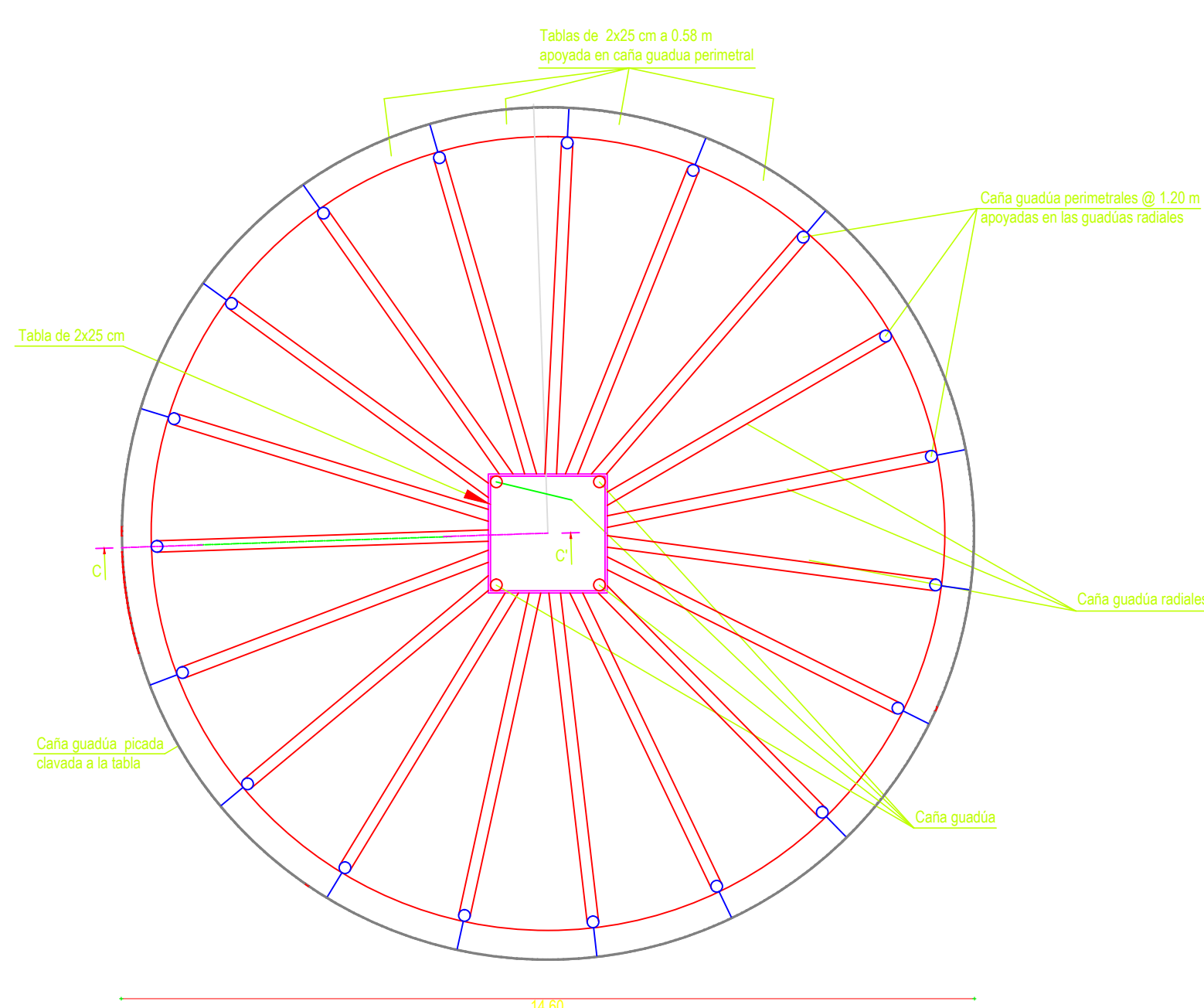
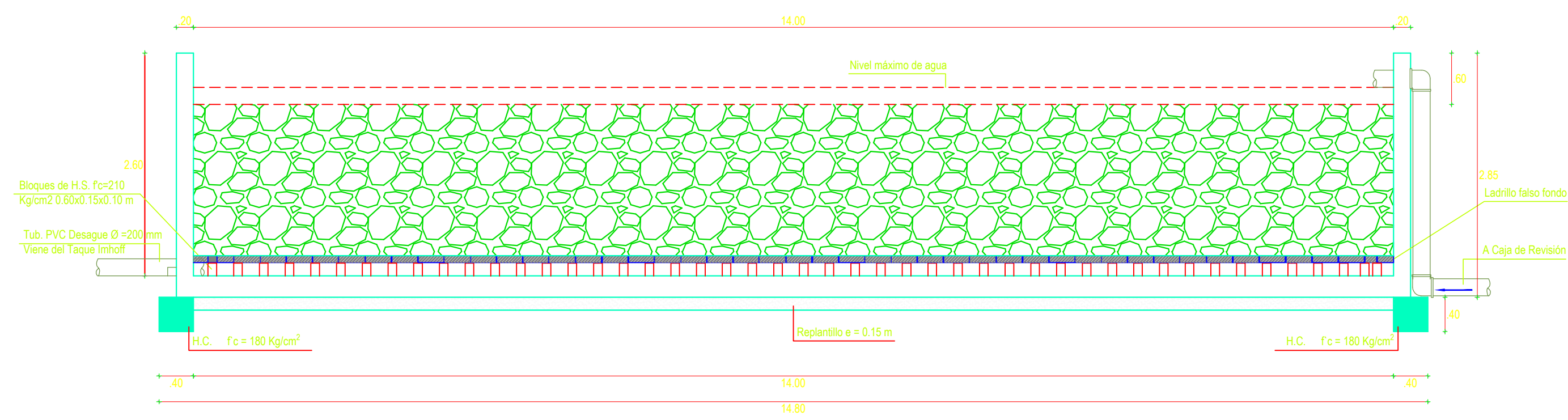
- El hormigón deberá tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- El acero deberá tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, además el acero para estribos se usará $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- Los niveles mínimos de cimentación serán los indicados.
- La capacidad portante del suelo se ha asumido en 20 Ton/m², particular que será obligación del constructor verificar que se cumpla en el sitio.
- Cualquier cambio o modificación estructural será consultado con el calculista.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		ÁREA DE HIDRÁULICA	
PROYECTO	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLIVAR.				
Elaborado:	EDWIN GUADUPEÑA	CONTIENE:	LECHO DE SECADOS - DETALLE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO		Hoja: 6/7
Título:	CAJA DE REVISIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO			Escala:	PROCADAS
Ing. Mj. Jorge Goveas.	Módulo:			Folio:	Mayo 2016

PLANILLA DE ACEROS

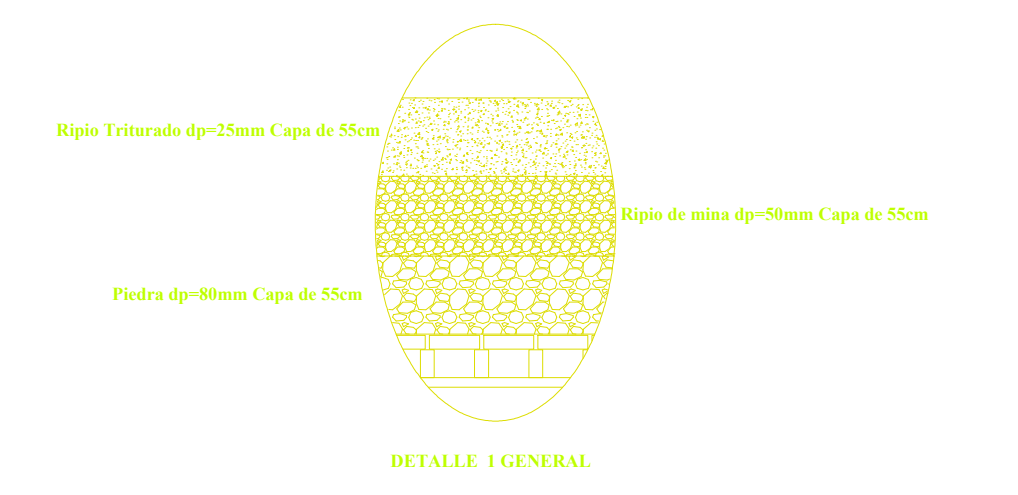
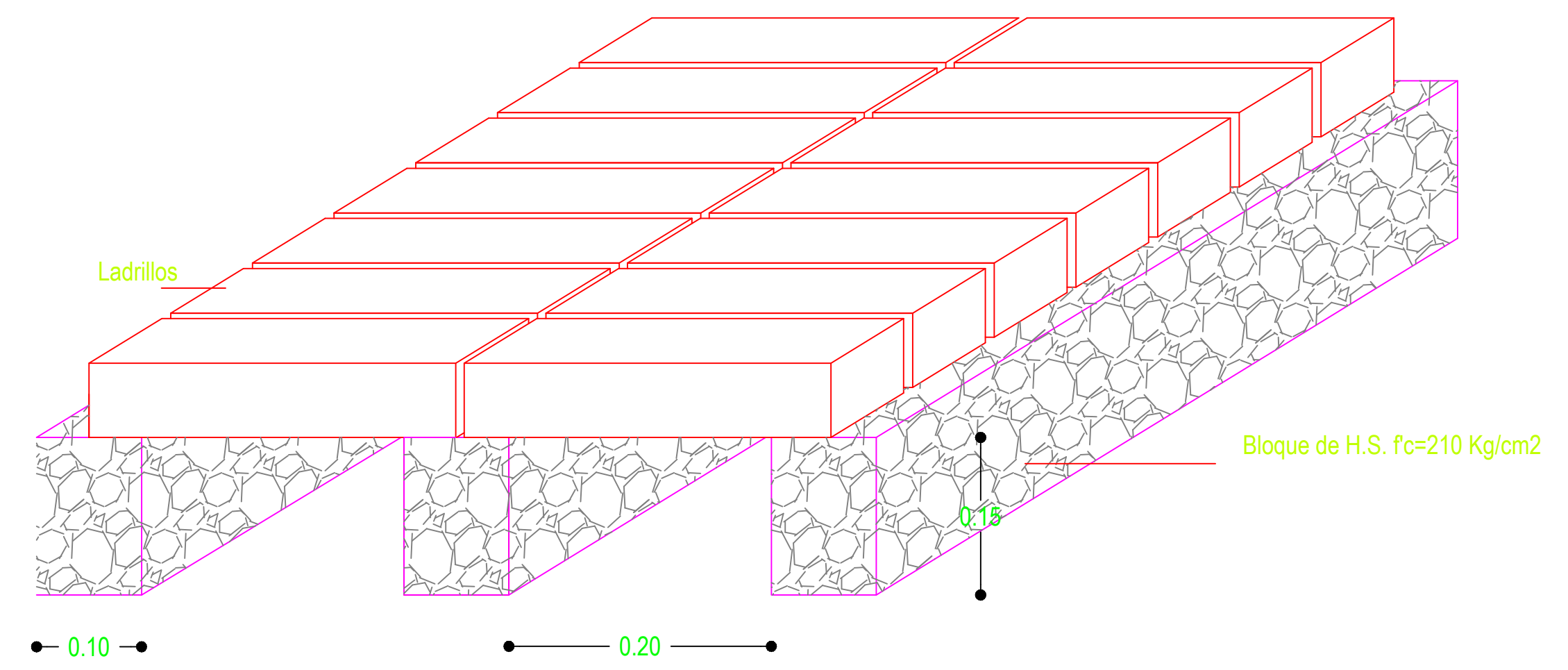
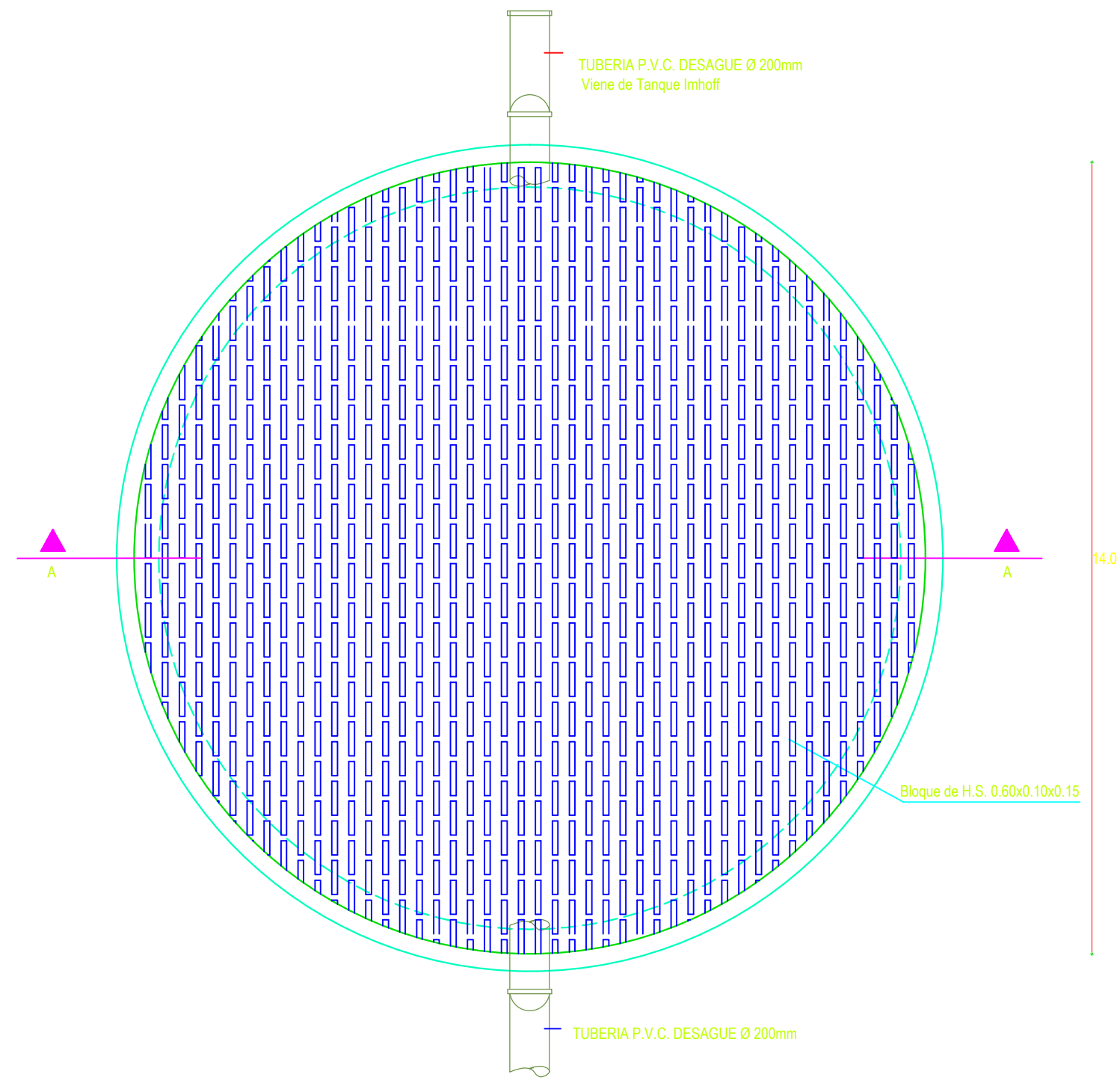
VARRILLA CORRUGADA

MC	TIPO	Ø	N°	DIMENSIONES						LONG. CORTE	LONG. TOTAL	VAR. COMERCIAL LONG.	OBSERVACIONES
				a	b	c	d	e	g				
FILTRO BIOLÓGICO ASCENDENTE													
50	L	12	28	6.75	0.30					7.10	198.8	12	16.57
51	L	12	34	6.20	0.30					6.50	221.0	12	18.42
52	L	12	85	5.40	0.30					5.70	490.2	12	40.85
53	L	12	128	3.75	0.30					4.05	518.4	12	43.20
54	L	12	254	1.75	0.30					2.05	520.7	12	43.39
55	L	10	34	21.9	0.40					22.4	761.3	12	63.44
56	L	12	28	44.0						44.0	1232	12	102.7
57	L	16	178	2.80	0.40					3.20	569.6	12	47.47



RESUMEN DE ACEROS				RESUMEN DE HORMIGÓN								
Ø	6	8	10	12	14	16	18	20	22	QUINTALES POR ELEMENTO	ELEMENTO	m3
											REPLANTILLO	23.76
											LOSA ENRERSO	40.72
											PAREDES	25.43
QUINTALES POR DIAMETRO											TOTAL=	89.91

DIAMETRO	LONGITUD	ELEMENTO	cm
8	40	COLUMNAS	3.0
10	50	VIGAS	3.0
12	55	CIMENTACIONES	5.0
14	65	LOSAS	2.5
16	75	CONTACTO CON AGUA	7.0
18	80	CARGA VIVA	
20	90	CARGA VIVA DE SERVICIO	
22	100	CV = 200 kg/m2	
28	120		



- LOS PIEDROS SERAN LIMPIOS DE TIERRAS, ARENAS, MATERIAL ORGANICO Y/O BASURAS
- PIEDRA dp=80mm: SUS DIAMETROS PUEDEN VARIAR DESDE 40mm A LOS 60mm
- RIPIO DE MINA dp=50mm: SU DIAMETRO PUED VARIAR DESDE 40mm A LOS 50mm
- RIPIO TRITURADO dp=25mm: SU DIAMETRO PUEDE VARIAR DESDE 20mm A LOS 15mm
- PARA LOGRAR ESTA GRANULOMETRIA SE TENDRA QUE TAMIZAR LOS MATERIALES Y DESSECAR LOS QUE NO ESTEN DENTRO DE LOS RANGOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR.

Elaborado: EDWIN GUARDAPENA

CONTIENE: - FILTRO BIOLÓGICO DE FLUJO ASCENDENTE

Hoja: 7/7

Fecha: NOVIEMBRE

Hoja: Jorge Goveas

Fecha: Mayo 2016

DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON METODOLOGÍA AMBIENTALISTA PARA EL SECTOR DE GUANUJO, ALPACHACA, PRIMERO DE MAYO Y NEGRO YACU DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR

Guaquipana, Edwin

*Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ambato, Ecuador, e-mail: ewinguaquipana@yahoo.es*

Resumen: Este artículo técnico presenta un amplio panorama sobre el diseño de un sistema de depuración de aguas residuales con metodología ambientalista para el sector de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda perteneciente de la Provincia de Bolívar. Para la selección de un sistema de depuración de aguas residuales se tomó en consideración los parámetros necesarios como son las características del agua residual, características del terreno, características climatológicas, características del suelo y los factores demográficos. De acuerdo a las características del agua residual se lo ha llegado a concluir que se requiere de un tratamiento preliminar que consta de la rejilla y el desarenador, y para el tratamiento primario se lo utiliza el tanque Imhoff y para el tratamiento secundario se lo utiliza el filtro biológico. Y para el diseño de la planta de tratamiento se requiere de la población de diseño de acuerdo a un año determinado y de acuerdo a eso se procedió a calcular el caudal de diseño.

Palabras clave: *Sistema, depuración, agua, tanque, filtro.*

Abstract: This technical article presents a broad overview the design of a system purification of waste waters with methodology environmentalist for the sector of Guanujo, Alpachaca, Primero of Mayo and Negro Yacu of the Canton Guaranda belonging of Bolívar's County. For the selection of a system of purification of waste waters he took in consideration the necessary parameters as they are the characteristics of the residual water, characteristic of the land, characteristic climatological, characteristic of the floor and the demographic factors. According to the characteristics of the residual water it has ended up him to him to conclude that it is required of a preliminary treatment that consists of the grill and the desarenador, and for the primary treatment it uses it to him the tank Imhoff and for the secondary treatment it uses it to him the biological filter. And for the design of the treatment plant it is required of the design population according to a certain year and according to that you proceeded to calculate the design flow.

Keywords: *System, purification, water, tank, filter.*

1. INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto técnico trata de alguna forma aportar con la comunidad guarandea para mejorar la calidad de vida, permitiendo a que las aguas residuales antes de ser vertidas al río sean tratados mediante un sistema de depuración con el propósito de reducir la contaminación al

medio ambiente. Existen muchos tipos de unidades de tratamiento para depurar las aguas residuales ya sean de uso doméstico, agrícola, industrial, etc.

El 80 % de las aguas residuales mundiales no reciben un tratamiento adecuado para evitar la contaminación y la propagación de enfermedades, una situación que perjudica sobre todo a los países menos desarrollados y que refleja el informe "Gestión de Aguas Residuales", elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ONU Hábitat y la OMS. Ante esta situación, PNUMA ha instado a los gobiernos a convertir el tratamiento de las aguas residuales en una prioridad para la

El artículo fue recibido el 30 de Marzo del 2016. Este trabajo fue auspiciado por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda, bajo el tema del proyecto de titulación "Diseño de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales con Metodología Ambientalista para los sectores de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda Provincia de Bolívar".

agenda del desarrollo que debe aprobarse para dar continuidad a los Objetivos Del Milenio (ODM), que concluyen este 2015 [1].

La problemática que presenta en el cantón Guaranda, es que en la actualidad no cuenta con un sistema de depuración de aguas servidas; ya que esto conlleva a evacuar directamente las aguas servidas al río Guaranda y esto provoca problemas en el buen vivir (Sumak Kawsay).

2. DEFINICIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente [9]; las aguas residuales son las aguas de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.

3. CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

De acuerdo a la publicación de la Universidad de Salamanca de España en su página virtual [10]; tenemos la siguiente clasificación de las aguas residuales:

Aguas Residuales Domésticas (ARD): estas se originan en las viviendas. Contienen sólidos fecales (residuos humanos) y residuos derivados de operaciones domésticas como lavar, comer, bañarse o fregar.

Varían poco en su composición cualitativa y cuantitativa, suelen estar compuestas de: tierra, arena, residuos fecales, detergentes, grasas, restos alimenticios y desechos caseros.

Aguas Residuales Comerciales: líquidos que provienen de pequeños negocios como lavanderías o restaurantes.

Aguas Residuales Agrícolas: líquidos procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Suelen formar parte, en numerosos lugares, de las aguas residuales urbanas, las cuales, son utilizadas para riego con o sin un tratamiento previo.

Aguas Residuales Industriales: provienen de los procesamientos que tienen lugar en las fábricas y establecimientos industriales. Su composición es muy variable dependiendo de la actividad industrial en cada caso.

Aguas Residuales de Tormenta y del Terreno: tienen procedencia atmosférica (lluvia, hielo y nieve) o del riego y limpieza de las calles, parques y lugares públicos.

4. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Características Físicas

Las características físicas de las aguas residuales son los sólidos totales, el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

Características Químicas

Dentro de las características químicas se puede encontrar con los siguientes: materia orgánica, medición del contenido

orgánico, materia inorgánica y los gases presentes en el agua residual.

Características Biológicas

Dentro de las características biológicas tenemos a los microorganismos, los organismos patógenos, la presencia de coliformes y ensayos de toxicidad.

5. ETAPAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES

Las etapas de tratamiento de aguas residuales nos ayudan a reducir la presencia de contaminantes provenientes de diferentes lugares con una gran cantidad de contaminantes que es dañino para el medio ambiente. A continuación se indican las etapas existentes en el tratamiento de aguas residuales.

Tratamientos Preliminares

El tratamiento preliminar de las aguas residuales según Ayala y Greby [7] se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares.

Las unidades que se lo utilizan para el tratamiento preliminar son:

Rejillas: son proyectados para remover sólidos suspendidos bastantes grandes. Las aberturas en estas rejillas son por lo general de 25 mm o más [15].

Desarenador: es utilizado para evitar el ingreso de gravillas, arenas, cenizas y otros materiales inorgánicos presentes en las aguas residuales municipales a la otra etapa de proceso de tratamiento ya que estos pueden causar abrasión o desgaste excesivo a los equipos mecánicos de una planta de tratamiento [7].

Tratamientos Primarios

El tratamiento primario tiene como finalidad de remover los sólidos suspendidos y pueden ser mediante: filtración, precipitación, sedimentación y flotación. De estos procesos, el más utilizado y que mejor se ajusta a las características de las aguas residuales de pequeñas localidades es la sedimentación [16].

Sedimentación: en este paso se reciben las aguas residuales crudas antes del tratamiento biológico secundario, y es donde se separan los sólidos en suspensión de las mismas. La sedimentación puede darse una sola vez o en varias etapas de acuerdo al diseño de la planta de tratamiento y los objetivos finales de la misma. De acuerdo al Ing. Jairo Romero existen tres tipos de tanques sedimentadores que son: tanques de flujo horizontal, tanques de flujo radial y tanques de flujo ascensional. Se pueden considerar también tres tipos de sedimentación: discreta, con floculación y por zonas [12].

Tanques Sépticos: un tanque séptico es un depósito (que puede ser de uno o más compartimiento), impermeable, de

escurrimiento continuo y forma rectangular o cilíndrica que recibe, además de la excreta y agua residual proveniente de los inodoros, aguas grises de origen doméstico. También es un sistema ampliamente probado como un pre tratamiento eficaz, que ayuda a eliminar los sólidos suspendidos y las grasas que se encuentran en el efluente. En el tanque séptico el agua residual es llevada a condiciones de reposo, lo que permite que haya una buena sedimentación de los sólidos suspendidos estos se depositan en el fondo donde son degradados, por microorganismos anaerobios especializados [18].

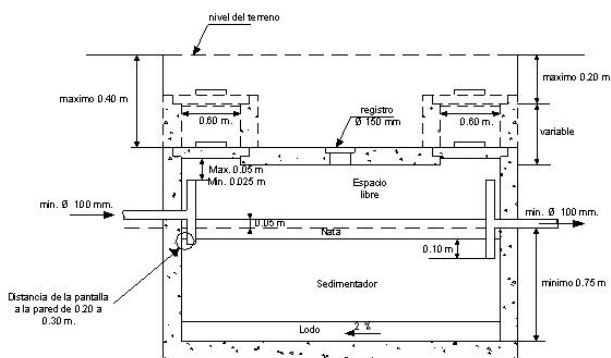


Fig. 1. Tanque séptico subterráneo de un compartimento

Tanques Imhoff: es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara [19].

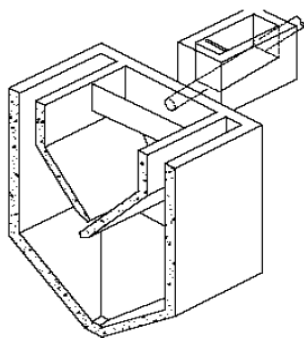


Fig. 2. Tanque Imhoff

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena. El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos [19]:

Cámara de sedimentación, Cámara de digestión de lodos, Área de ventilación y acumulación de natas.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después

de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos [19].

Tratamientos Secundarios

Los sistemas de tratamiento secundario son proyectados para remover la materia orgánica soluble y coloidal que permanece después del tratamiento primario. Aunque la remoción de este material puede ser efectuada por medio fisicoquímicos, usualmente se entiende que el tratamiento secundario implica un proceso biológico [15].

Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA): el reactor es de flujo ascendente y en la parte superior cuenta con un sistema de separación de gas - líquido - sólido, el cual evita la salida de los sólidos suspendidos en el efluente y favorece la evacuación del gas. Las unidades son tapadas para facilitar la recolección del gas que se genera en este proceso anaerobio [7].

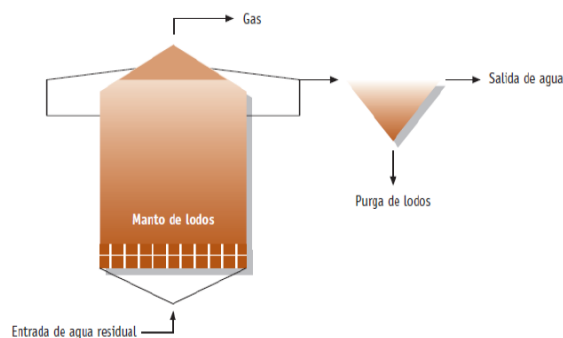


Fig. 3. Esquema de Reactor UASB

Los puntos débiles del proceso son la lentitud del proceso de arranque del reactor, necesidad de uniformar el caudal, necesidad de corrección de pH continua, y requiere mayor cuidado en su operación que otras alternativas [7].

Lagunas de estabilización: son depósitos de aguas servidas que permiten la generación de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, para efectuar la estabilización y desinfección de las aguas haciéndolas inocuas a la salud, por lo tanto utilizables para otras actividades [7].

Las lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales, con relación a otros sistemas convencionales, son una buena alternativa para remover patógenos (bacterias y protozoarios que pueden causar enfermedades a los humanos) y helmintos (gusanos que se desarrollan en los intestinos), por lo que no es necesario adicionar cloro al efluente para su desinfección, lo que los hace más atractivos por la reducción de costos, tanto en partes mecánicas como en la operación y mantenimiento [20].

Lodo activado convencional: es uno de los procesos más utilizados para plantas de tratamiento grandes en países económicamente avanzados. Es un proceso que requiere un alto nivel de energía y de control para su buena operación. El nombre de este proceso proviene de la producción de una masa "activada" (viva) de microorganismos capaces de estabilizar un residuo vía procesos aerobios. El proceso

consiste en introducir el residuo orgánico en un reactor en donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio suspensión (líquido mezcla) [7].



Fig.4. Planta de lodos activados convencional

Filtro anaerobio de flujo ascendente: es un reactor de flujo ascendente empacado con soportes plásticos o con piedras de 3 a 5 cm de diámetro promedio. El coeficiente de vacíos debe ser grande para evitar el taponamiento, lo que en algunos casos se traduce en un área específica inferior a $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Debido a la distribución desordenada del soporte, las purgas de lodo no son efectivas, lo que provoca una acumulación lenta pero constante de biomasa que con el tiempo puede crear problemas de taponamiento. Este reactor puede admitir cargas hasta de $20 \text{ Kg.DQO}/\text{m}^3 \cdot \text{día}$ [7].

Filtros percoladores (rociadores): es un relleno cubierto de limo biológico a través del cual se percola el agua residual. Normalmente el agua residual se distribuye en forma de pulverización uniforme sobre el lecho de relleno mediante un distribuidor rotativo de flujo. El agua residual percola en forma descendente a través del relleno y el efluente se recoge en el fondo. El mecanismo principal de remoción de la materia orgánica de este sistema no es la filtración sino la adsorción y asimilación biológica en el medio de soporte [7].



Fig. 5. Vista general de un filtro biológico

Humedales Artificiales: son sistemas de tratamiento acuático que utilizan plantas y animales para el tratamiento de las aguas residuales o también es un sistema de fitodepuración de aguas residuales. Son adaptaciones de las lagunas o de los pantanos, usando plantas acuáticas en vez de algas para proveer oxígeno a las bacterias. Los humedales pueden ser de flujo libre (FWS) o de flujo sub-superficial (SFS).

6. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Para la base de diseño de la Planta de tratamiento de aguas residuales se toma en cuenta los siguientes parámetros: Período de Diseño (años), Población futura (habitantes) y Caudal de Diseño (lt/s).

PERÍODO DE DISEÑO

Se lo denomina período de diseño al lapso de tiempo para el cual se proyecta el funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento.

Según el literal 4.2.2.2 de la norma CPE INEN 005-9-1, el período de diseño será de por lo menos 15 años, y considerará que la vida útil de los equipos es usualmente de 10 a 20 años, mientras que las estructuras pueden durar entre 40 y 50 años [23].

ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Según el literal 4.1.3.1 de la norma CPE INEN 005-9-1, para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista.

INEN sugiere utilizar la siguiente tabla de la tasa de crecimiento poblacional en caso de la inexistencia de datos.

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Tabla 1. Tasa de crecimiento poblacional

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

El cálculo de la población futura se realizara utilizando los siguientes métodos más aplicados en la Ingeniería Civil como: Proyección Aritmética, Proyección Geométrica y Proyección Exponencial.

TASA DE CRECIMIENTO MÉTODO LINEAL O ARITMÉTICO

$$\text{Ecuación 1: } r_i = \frac{P_f}{P_i} - 1$$

TASA DE CRECIMIENTO MÉTODO GEOMÉTRICO

$$\text{Ecuación 2: } r_i = \left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{1/t} - 1$$

TASA DE CRECIMIENTO MÉTODO EXPONENCIAL

$$\text{Ecuación 3: } r_i = \frac{\ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right)}{t} * 100$$

POBLACIÓN DE DISEÑO

Es el número de habitantes que se utilizan para el diseño de la planta de tratamiento de aguas servidas. El número de

habitantes que se beneficiaran directamente del proyecto fue adquirido en la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda. Para determinar la población de diseño se aplica los siguientes métodos.

MÉTODO DE LA PROYECCIÓN ARITMÉTICO.

$$\text{Ecuación 4: } Pf = Pa[1 + (r * t)]$$

MÉTODO DE LA PROYECCIÓN GEOMÉTRICA.

$$\text{Ecuación 5: } Pf = Pa(1 + r)^t$$

MÉTODO DE LA PROYECCIÓN EXPONENCIAL.

$$\text{Ecuación 6: } Pf = Pa \times e^{(r * t)}$$

7. METODOLOGÍA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

7.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR

REJILLAS

La rejilla se diseña considerando que la limpieza se va a realizar de una manera manual, para ello se utilizará el perfil tipo I de las siguientes dimensiones (5x25 mm) con una separación entre perfiles de 20 mm como lo establece en la siguiente tabla.

	a (cm.)	e (cm.)
Rejas gruesas	5 - 15	1 - 2
Rejas finas	1,5 - 2	0,5 - 1

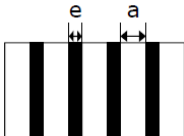


Tabla 2. Diferencias entre enrejado grueso y fino.

$$\text{Ecuación 7: } N = \frac{(B + e)}{(a_{asum} + e)}$$

Donde:

N: Número de perfiles tipo I.

B: Ancho del desarenador (mm).

a_{asum}: Espaciamiento entre perfiles asumido (mm).

e: Espesor del perfil (mm).

Espaciamiento entre perfiles

Para determinar el espaciamiento real entre perfiles utilizamos la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 8: } a = \left| \frac{(B + e)}{N} \right| - e$$

Donde:

a: Espaciamiento real entre perfiles (mm).

Pérdida de carga de rejilla

Para determinar la pérdida de carga en las rejillas, se toma como altura sugerida un valor de 0.15 m y la velocidad del flujo a través de los perfiles según CPE INEN 005-9-1 la velocidad varía entre 0.3 m/s a 0.6 m/s.

La pérdida de carga calculada debe ser menor que 0.10 m.

$$\text{Ecuación 9: } h = \frac{K * v^2}{2 * g}$$

Donde:

h: Pérdida de carga en las rejillas (m).

K: Coeficiente K.

v: Velocidad del Flujo (m/s).

g: Aceleración de la Gravedad (m/s²).

Área libre de la rejilla

$$\text{Ecuación 10: } An = [B - (N * e)] * h_{sug}$$

Donde:

An: Área Libre de las Rejillas (m²).

h_{sug}: Altura del perfil sugerida (m).

B: Ancho del desarenador (mm).

Área total de la rejilla

$$\text{Ecuación 11: } Ag = B * h_{sug}$$

Donde:

Ag: Área Total de las Rejillas (m²).

h_{sug}: Altura del perfil sugerida (m).

Coeficiente K

$$\text{Ecuación 12: } K = m - 0.40 * \left(\frac{An}{Ag} \right) - \left(\frac{An}{Ag} \right)$$

Donde:

m: Pendiente empírico (1/70%).

DESARENADORES RECTANGULARES DE FLUJO HORIZONTAL

En los desarenadores rectangulares de flujo horizontal el agua a tratar pasa a través de la cámara en dirección horizontal y la velocidad lineal del flujo se controla con las dimensiones del canal, ubicando compuertas especiales a la entrada para lograr una mejor distribución del flujo, o utilizando vertederos de salida con secciones especiales [27].

Parámetros para el diseño del desarenador

a) Viscosidad Cinemática.- De la siguiente tabla se obtiene la viscosidad cinemática de acuerdo a la temperatura del agua residual.

b) Velocidad de sedimentación.- Se utiliza la siguiente ecuación asumiendo que el flujo laminar esto depende de los diámetros de las partículas como nos indica en la anterior tabla.

$$\text{Ecuación 13: } V_s = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_a - \rho}{\mu} \right) * d^2$$

Donde:

V_s: Velocidad de sedimentación (cm/s).

g: Aceleración de la gravedad (cm/s²).

ρ_a: Densidad de la arena (g/cm³).

ρ : Densidad del agua (g/cm³).

μ : Viscosidad cinemática del agua (cm²/s).

d: Diámetro de las partículas (cm).

c) Comprobación del número de Reynolds.- En caso de que el número de Reynolds no cumpla para la aplicación de la Ley de Stokes ($Re < 1.0$), se debe realizar un reajuste al valor velocidad de sedimentación (V_s) considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición, mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación.

$$\text{Ecuación 14: } Re = \frac{V_s * d}{\mu}$$

d) Coeficiente de resistencia de las partículas.

$$\text{Ecuación 15: } C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

Donde:

C_d : Coeficiente de resistencia de partículas.

El coeficiente de resistencia de las partículas en función de velocidad de sedimentación.

$$C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34 = \frac{24}{\frac{V_s * d}{\mu}} + \frac{3}{\sqrt{\frac{V_s * d}{\mu}}} + 0.34$$

$$C_d = \frac{24 * \mu}{V_s * d} + \frac{3 * \sqrt{\mu}}{\sqrt{V_s * d}} + 0.34$$

e) Velocidad de sedimentación en función del coeficiente de resistencia de las partículas.

$$\text{Ecuación 16: } V_{sc} = \sqrt{\frac{4 * g * (\rho_a - \rho) * d}{3 * C_d}}$$

Donde:

V_s : Velocidad de sedimentación.

f) Caudal a tratar en el desarenador.

$$\text{Ecuación 17: } Q_o = \frac{Q_d}{N_{unid}}$$

Donde:

Q_o : Caudal a tratar en el desarenador.

Q_d : Caudal diseño.

N_{unid} : Número de unidades.

g) Velocidad crítica de arrastre.- La velocidad crítica de arrastre se obtiene con la siguiente ecuación.

$$\text{Ecuación 18: } V_d = a * \sqrt{d}$$

Donde:

V_d : Velocidad crítica de arrastre (cm/s).

a: Constante de acuerdo al diámetro de la partícula.

d: Diámetro de las partículas (mm).

a	Diámetro
36	$d > 1\text{mm}$
44	$1\text{mm} > d > 0.1\text{mm}$
51	$d < 0.1\text{mm}$

Tabla 3. Valores del coeficiente

h) Área transversal del desarenador.

$$\text{Ecuación 19: } A_{tran} = \frac{Q_o}{V_d}$$

Donde:

A_{tran} : Área transversal del desarenador (m²).

Longitud del desarenador:

Para determinar la longitud del desarenador se le aplica la siguiente ecuación.

$$\text{Ecuación 20: } L = \frac{V_d * h}{V_s - 0.04 * V_d}$$

Donde:

L: Longitud del desarenador (m²).

i) Dimensiones del tanque del desarenador; tomando en cuenta la siguiente tabla.

Característica	Unidad	Valor	
		Intervalo	Valor Usual
Tiempo de Retención	minutos	2 - 5	3
Dimensiones			
Profundidad	M	2 - 5	3
Longitud	M	7.5 - 20	12
Ancho	M	2.5 - 7	3.5
Relación Ancho - Profundidad	Razón	1 : 1 - 5 : 1	1.5 : 1
Relación Largo - Ancho	Razón	3 : 1 - 5 : 1	4 : 1

Tabla 4. Criterios de diseño para desarenadores rectangulares de flujo horizontal

Relación ancho (B) – profundidad (h) = 1.5:1

$$\frac{B}{h} = \frac{1.5}{1}$$

$$\text{Ecuación 21: } B = 1.5 * h$$

Donde:

b: Ancho del desarenador.

h: Altura del desarenador.

Sección transversal del desarenador.

$$\text{Ecuación 22: } A_{tran} = B * h$$

Tirante del agua.

$$h = \sqrt{\frac{A_{tran}}{1.5}}$$

$$\text{Ecuación 23:}$$

j) Ángulo de Transición.- El objetivo de estas obras, es reducir las pérdidas de carga debidas al cambio de sección del canal o de la pendiente del mismo. El Bureau of

Reclamation, recomienda un ángulo de 12°30' en aquellas estructuras donde las pérdidas de carga deben reducirse al mínimo [7].

k) Longitud de transición.- Será diseñado para una mínima carga de pérdida.

$$\text{Ecuación 24: } l = \frac{B - B'}{2 * \tan(\alpha)}$$

Donde:

B: Ancho del desarenador (m).

B': Ancho del canal (m).

α: Longitud de transición (m).

l: Longitud de transición (m).

Verificación.

Si $l < L/3$; entonces si cumple.

l) Tiempo de retención hidráulica.

$$\text{Ecuación 25: } T_s = \frac{h}{V_s}$$

Donde:

T_s: Tiempo de retención hidráulica (s).

m) Periodo de desplazamiento.

$$\text{Ecuación 26: } T_d = \frac{L}{V_d}$$

Donde:

T_a: Periodo de desplazamiento (s).

Volumen del desarenador

Es el caudal de agua servida a ser tratada por el tiempo de retención, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 27: } V_{des} = Q_{dis} * t_{ret}$$

Donde:

V_{des}: Volumen del desarenador (lt).

Q_{dis}: Caudal de diseño (lt/s).

t_{ret}: Tiempo de retención (s).

Para determinar las dimensiones del desarenador se calcula mediante las siguientes fórmulas, tomando en cuenta que el área hidráulica es igual a una proyección vertical.

$$\text{Ecuación 28: } A = \frac{Q_{dis}}{V_{flujo}}$$

Entonces, el ancho de la cámara es igual a:

$$\text{Ecuación 29: } B = \frac{A}{H_{asum}}$$

Donde:

A: Área hidráulica (m²)

V_{des}: Volumen del desarenador (m³)

H_{asum}: altura asumida de la estructura, es un valor sugerido o por experiencia de diseño.

La altura es recomendada según el Manual de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Rivas Mijares o por experiencia en diseños ya construidos, debido a que se debe realizar limpieza manual y mantenimiento.

La longitud del desarenador se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_{des} = H_{asum} * B * L$$

Donde:

V_{des}: Volumen del desarenador (m³)

H_{asum}: altura asumida de la estructura, es un valor sugerido o por experiencia de diseño.

7.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

El tanque imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Tiempo requerido para digestión de lodos.- El tiempo requerido para la digestión de lodos varía con la temperatura, para esto se empleará la siguiente tabla:

Temperatura (°C)	Tiempo de Digestión (Días)
5	110
10	76
15	55
20	40
> 25	30

Tabla 5. Tiempo de digestión dependiendo de la temperatura

Frecuencia del retiro de lodos.- Los lodos digeridos deberán retirarse periódicamente, para estimar la frecuencia de retiros de lodos se usarán los valores consignados en la siguiente tabla.

Diseño del Lecho de Secado

Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C), en Kg de SS/día

$$\text{Ecuación 30: } C = Q_{dis} * SS * 0.0864$$

Dónde:

SS: Sólidos en Suspensión en el agua residual cruda (mg/lt).

Q_{dis}: Caudal de diseño (lt/seg).

C: Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (Kg de SS/día).

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$\text{Ecuación 31: } C = \frac{Pf * C_{pec}}{1000}$$

Donde:

Pf: Población futura (hab).

C_{pec}: Contribución per cápita [gr*(s/hab)*día]

Masa de Sólidos que conforman los lodos (kg*SS/día)

$$\text{Ecuación 32: } Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * D)$$

Volumen diario de lodos digeridos (lt/día)

$$\text{Ecuación 33: } Vld = \frac{Msd}{\rho l * \frac{\%S}{100}}$$

Dónde:

ρl : Densidad de los lodos (1.04 kg/lt).

$\%S$: Porcentaje de sólidos contenidos en el lodo (8% al 12%).

Vld : Volumen diario de lodos digeridos.

Volumen de lodos a extraerse (m³)

$$\text{Ecuación 34: } Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

Dónde:

Td : Tiempo de digestión, en días.

Vel : Volumen de lodos a extraerse.

Área de lecho de secado (m²)

$$\text{Ecuación 35: } Als = \frac{Vel}{Hn}$$

Dónde:

Als : Área de lecho de secado.

Hn : Profundidad de extracción.

Siendo el ancho igual al largo del lecho de secado, se tiene la siguiente fórmula para encontrar las dimensiones [28]:

$$\text{Ecuación 36: } Als = L^2$$

Dónde:

Als : Área de lecho de secado.

L : Longitud del lecho de secado.

7.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Diseño del Filtro Biológico

El caudal estimado que pasa al filtro biológico se determina con la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 37: } Qfb = 0.524 * Qdis$$

Dónde:

Qfb : Caudal de filtro biológico (lt/s).

$Qdis$: Caudal de diseño (lt/s).

Según el URALITAS (Manual de Plantas de Aguas Residuales) se recomienda un tiempo de retención de 80% del tiempo de retención asumido.

$$Tr = 0.8 \text{ día} = 19.2 \text{ h}$$

El tiempo de retención no debe ser menor a 6 horas de acuerdo al manual de URALITAS.

Para determinar el volumen del Filtro Biológico se usará la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 38: } V = 1.60 * Qdis * Tr$$

Dónde:

V : Volumen del filtro biológico (m³/día).

$Qdis$: Caudal de diseño (m³/día).

Tr : Tiempo de retención (días)

Según en Manual de Plantas de Aguas residuales de Rivas – Mijares, para el filtro biológico se recomienda una tasa de Aplicación Hidráulica (TAH) de 1 a 5 m³/día*m² de filtro. El área de filtro se determina con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 39: } Afil = \frac{Qfb}{TAH}$$

Dónde:

$Afil$: Área de Filtro (m²).

Qfb : Caudal de filtro biológico (lt/s),

TAH : Tasa de Aplicación Hidráulica (m³/día * m²)

Con la finalidad de utilizar un tanque armado y adaptarlo a un filtro se concibe un tanque circular tomando en cuenta los siguientes datos:

$Dasum$: Diámetro Asumido (m).

$hasum$: Altura de Agua asumida (m).

Con estos dos datos anteriores se procede a calcular el Volumen total de Filtro Biológico:

$$\text{Ecuación 40: } Vto = Afil * hasum$$

Dónde:

Vto : Volumen total del filtro biológico (m³).

$hasum$: Altura de Agua asumida (m).

$$\text{Ecuación 41: } Afil = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right)$$

Dónde:

$Afil$: Área del filtro (m²).

Cálculo del periodo de retención (horas)

$$\text{Ecuación 42: } Tr_{cal} = \frac{Vto}{Qfb}$$

$$Tr_{cal} \geq Tr_{asum} \rightarrow \text{ok}$$

Chequeo de la Tasa de Aplicación Hidráulica (m³/día * m²)

$$\text{Ecuación 43: } TAH_{cal} = \frac{Vto}{Afil}$$

$$1 \leq TAH_{cal} \leq 5 \rightarrow \text{ok}$$

8. CONCLUSIONES

8.1. Las aguas residuales que son recolectadas deben debenser vertidas primeramente a una planta de tratamiento, para reducir la contaminación y luego ser descargadas directamente al río.

8.2. El tratamiento de las aguas residuales deberá cumplir los parámetros establecidos por las TULSMA (Ex-TULAS).

8.3. En el presupuesto referencial de la obra se observa que para realizar el tratamiento de agua residuales es muy elevado debido al proceso de crear una plataforma para la dicha construcción.

8.4. De acuerdo de las características de las aguas servidas este tipo de planta es adecuado para el tratamiento.

8.5. Las condiciones climáticas permite utilizar un filtro biológico como tratamiento secundario.

9. RECOMENDACIONES

9.1. Para fines constructivos se recomienda que el municipio financie las excavaciones para conformar la plataforma, ya que así reducir los costos de construcción.

9.4. Los rubros SD001, SD004, SD006 presenta un costo de construcción muy elevada, ya que por eso es mejor ver la manera adecuada para el tratamiento de aguas servidas.

9.5. La selección sistema de depuración de las aguas residuales apropiada para la parroquia Salinas ha sido escogida en función de parámetros ambientales, condiciones climáticas, el caudal de descarga, y propiedades del suelo.

9.5. En épocas de invierno tomar muy en cuenta el caudal de ingreso de acuerdo al diseñado para que la planta de tratamiento no sufra daños.

9.6. Este tipo de planta de tratamiento es costoso debido al tipo de estructura, sería más conveniente utilizar un sistema de depuración convencional ya que este.

10. REFERENCIAS

- [1] ABC, «El 80% de las aguas residuales del mundo no reciben el tratamiento adecuado.» 02 02 2015. [En línea]. Available: <http://www.abc.es/sociedad/20150202/abci-aguas-residuales-informe-201502021601.html>.
- [2] R. Ayala y G. Gonzales, Apoyo didáctico en la enseñanza - aprendizaje de la asignatura de plantas de tratamiento de aguas residuales., Cochabamba - Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, 2008.
- [3] TULSMA, "Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente", Libro VI Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua., Quito: Ministerio del Ambiente, 2015.
- [4] UNIVERSIDAD DE SALAMANCA, «<http://aulavirtual.usal.es>,» [En línea]. Available: http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/Cursos/uni_03/U3C3S2.htm.
- [5] J. A. Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y principios de diseño., Santafé de Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000.
- [6] T. J. McGhee, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Colombia: Nomos S.A, 2000.
- [7] D. Moya Medina, «Modulo de Alcantarillado,» UTA, Ambato, 2013.
- [8] Revisar, «<http://www.misrespuestas.com/que-es-un-tanque-septico.html>,» 13 Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://www.misrespuestas.com/que-es-un-tanque-septico.html>. [Último acceso: 13 Agosto 2015].

[9] O. P. d. I. Salud, Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabiñización, Lima: OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR, 2005.

[10] C. Nacional del Agua, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Coyoacán: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007.

[11] I. E. d. N. INEN, Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitante., Quito: Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, 1992.

[12] M. S. Borja Borja, Diseño de una Planta de Tratamiento para aguas residuales del Cantón Guaranda., Riobamba: ESPOCH, 2011.

[13] Organización Panamericana de la Salud (OPS) , Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), UNATSABAR.