

“DISEÑO ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE TANQUE SEPTICO DE ACCION MULTIPLE, DEL CENTRO POBLADO SAN ANTONIO DE ANACONIA, NEIVA (HUILA).”

**LUIS GERMÁN SILVA VALDERRAMA
JAIME ANDRES GÜIZA PEREZ**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA, 2009**

“DISEÑO ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE TANQUE SEPTICO DE ACCION MULTIPLE, DEL CENTRO POBLADO SAN ANTONIO DE ANACONIA, NEIVA (HUILA).”

**LUIS GERMÁN SILVA VALDERRAMA
JAIME ANDRES GÜIZA PEREZ**

**Proyecto de grado presentado como requisito
Parcial para optar al título de
Ingeniero Agrícola**

**Director
HERNANDO DIAZ LLANO
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA, 2009**

Nota de aceptación

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

Neiva, Noviembre de 2009

DEDICATORIA

LUIS GERMÁN SILVA VALDERRAMA

A Dios, a mi madre Flora Maria Valderrama, a la memoria de mi padre Jesús Antonio Silva. A mis hermanas Maria del Socorro, Claudia Ximena y Sandra Milena Silva, a mis sobrinos y a todos los que me brindaron su apoyo para dar este paso en mi vida.

JAIME ANDRES GÜIZA PEREZ

Al todopoderoso y gran creador, a mi madre Luz Marina Pérez, a mi padre Hernando Güiza, a mi hermano Julián David Güiza y a cada una de las personas que de una u otra manera colaboraron con mi carrera: familiares, profesores, amigos y compañeros de universidad, personas que Influyeron y que me apoyaron en este periodo de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Hernando Díaz Llano, por su colaboración como director del Proyecto “diseño alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales mediante tanque séptico de acción múltiple, del Centro Poblado San Antonio de Anaconia, Neiva (Huila).”

Al Ingeniero Jairo Rodríguez Bocanegra, al Dr. Miguel Antonio Cruz Andrade, al Dr. Nicolás Darío Zapata Sánchez, a la Ing. Guerly Nelly Serrano, a la Ing. Esperanza Moya y a todos los Funcionarios de la Dirección de Asistencia Técnica Rural y Medio Ambiente DATMA.

Al profesor Rodrigo Pachón Bejarano por su atenta y permanente colaboración y dirección.

A los Profesores Jaime Izquierdo Bautista y Eduardo Valencia por su colaboración y apoyo como Jurados del Proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCION	12
1. MARCO CONCEPTUAL	13
1.1 ALCANTARILLADO	13
1.2 TANQUE SÉPTICO DE ACCIÓN MÚLTIPLE – T.S.A.M.	16
1.3 ESCALERAS DE OXIGENACIÓN	18
1.4 ANTECEDENTES .	18
2. METODOLOGIA	20
2.1. LOCALIZACION	20
2.2. METODOS.	21
3. RESULTADOS	23
3.1 INVESTIGACION PRELIMINAR	23
3.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO	29
3.3 CALCULOS BASICOS	30
3.4 DISEÑO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	32
3.4.1 Caudal de diseño.	32
3. 5CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE COLECTORES	40
3.6 DISEÑO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	45
3.7 PRESUPUESTO	64
4. CONCLUSIONES	67
5. RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA No. 1 Precipitación media mensual multianual.	27
TABLA No. 2 Calculo de los caudales de diseño.	39
TABLA NO. 3 Diseño hidráulico y empate por la Línea de energía de colectores.	45
TABLA NO.4 Dimensiones adoptadas para Canal de Aproximación	47
TABLA NO.5 Dimensiones adoptadas para Vertedero de Excesos	48
TABLA NO.6 Dimensiones adoptadas para Desarenador	53
TABLA NO.7 Dimensiones adoptadas para Trampa de grasas	54
TABLA NO.8 Dimensiones adoptadas para Canal de Aproximación 2	55
TABLA NO.9 Dimensiones adoptadas para Vertedero de Excesos 2	56
TABLA NO.10 Dimensiones adoptadas para Desarenador 2	56
TABLA NO.11 Dimensiones adoptadas para Trampa de grasas 2	56
TABLA NO.12 Resumen Dimensiones adoptadas Tanque 1	61
TABLA NO.13 Resumen Dimensiones adoptadas Tanque 2	62
TABLA No. 14 Presupuesto.	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema Tanque séptico T.S.A.M	17
Figura 2. Localización San Antonio de Anaconia	20
Figura 3. Esquema componentes del proyecto.	30
Figura 4. Canal de aproximación y vertedero de excesos.	49
Figura 5. Rejilla.	51
Figura 6. Desarenador.	54
Figura 7. Trampa de Grasas.	55
Figura 8. Escaleras de Oxigenación.	63

LISTA DE PLANOS

PLANO 1. PLANTA GENERAL

PLANO 2. CURVAS DE NIVEL

PLANO 3. COLECTORES

PLANO 4. AREAS AFERENTES

PLANO 5. PERFILES

PLANO 6. PERFILES

PLANO 7. TANQUES SEPTICOS Y POZOS DE INSPECCION.

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Tabla Relaciones Hidráulicas para conductos circulares.	71
ANEXO 2. Calculo estructural Tanques Sépticos.	72
ANEXO 3. Tabla de flexión del acero.	82
ANEXO 4. Análisis de Precios Unitarios.	83

RESUMEN

San Antonio de Anaconia, perteneciente al corregimiento de Vegalarga zona rural del municipio de Neiva, cuenta con 781 habitantes y vierte sus aguas residuales al río San Antonio uno de los afluentes del río Fortalecillas, lo cual genera malos olores, contaminación en los predios adjuntos al río y problemas de salud pública. Como solución a esta problemática se plantea el diseño de la red de alcantarillado sanitario, la cual descarga en dos puntos diferentes en donde se proyectó un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (S.T.A.R.) por medio de Tanques Sépticos de Acción Múltiple (T.S.A.M.), que finalmente descarga el flujo en unas escaleras de oxigenación en la orilla del río. El proyecto tiene un costo total de \$781´687.002,00.

Palabras claves: Alcantarillado Sanitario; Aguas Residuales; Tanque séptico de acción múltiple.

ABSTRACT

San Antonio Anaconia, belonging to the village of Vegalarga, rural area of Neiva, accounts with 781 residents and discharges its wastewater in to the San Antonio river, a tributary of the Fortalecillas river, this creates bad odors, contamination in the annexed lands to the river and public health problems. As a solution to this problem is encountered in the design of sewerage network, which discharge at two different points where designed a System Wastewater Treatment through Multiple Action Septic Tank finally discharge flow in oxygenation stairs along the river. The project has a total cost of \$h781´687.002,00.

Keywords: Sewerage network, Wastewater, Multiple Action Septic Tank.

INTRODUCCION

La salud y la calidad de vida de un individuo dependen en buena medida de la calidad del medio ambiente. Por ejemplo hay quienes asocian la calidad del agua con la salud, debido a que la mayor parte de enfermedades se transmiten a través del agua; entre ellas se pueden mencionar: el cólera, la fiebre tifoidea, las diarreas, el parasitismo intestinal y la hepatitis infecciosa.

El vertimiento de excretas y aguas residuales en San Antonio de Anaconia, está generando problemas de contaminación del suelo y la cuenca del Río San Antonio, debido a que no cuenta con un sistema de alcantarillado con los requerimientos técnicos, ni planta de tratamiento de aguas residuales. Actualmente dichos vertimientos se hacen directamente a fuentes hídricas y a lotes contiguos que son utilizados para ganadería.

Debe ser una de las prioridades a tratar como parte de los proyectos de saneamiento básico adelantados por las administraciones municipales, la disposición de las aguas residuales que deben ser tratadas antes de su vertido a los cursos hídricos. Por tal motivo en el presente proyecto corresponde al Diseño del alcantarillado sanitario, sistema de tratamiento de aguas residuales mediante tanque séptico de acción múltiple y escaleras de oxigenación.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 ALCANTARILLADO

La palabra alcantarillado designa la evacuación de las aguas servidas (residuales), o de los efluentes líquidos de las viviendas a través de un sistema de conductos. Se aplica a los sistemas de transporte de desechos por agua, es decir, la recolección de aguas residuales domésticas, aguas pluviales e industriales y su adecuado tratamiento. (Organización Panamericana de la Salud. 1996)

De acuerdo al tipo de agua residual un sistema de alcantarillado puede ser:

- Alcantarillado sanitario: compuesto por todas las obras destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.
- Alcantarillado pluvial: compuesto por todas las obras destinadas a la recolección y transporte de las aguas lluvias.
- Alcantarillado combinado: compuesto por todas las obras destinadas a la recolección y transporte tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias. (RAS, 2000).

Los sistemas de alcantarillado sanitarios empleados generalmente en poblaciones pequeñas y de tipo rural son el ASAS (Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos) y el Convencional. El sistema ASAS es una solución de saneamiento a bajo costo, cuya principal característica es separar los sólidos y las grasas en un tanque denominado interceptor antes de entrar al sistema de tubería. El sistema convencional se conforma básicamente

de los mismos conductos y estructuras de los otros sistemas, pero para su diseño se tienen en cuenta consideraciones de tipo económico, de facilidad de operación y mantenimiento son importantes para la determinación de su viabilidad. (Valencia y otros, 1997).

En un alcantarillado convencional la evacuación de las aguas residuales, debe realizarse preferiblemente por gravedad y en lo posible utilizar materiales propios de la región para su construcción. Los problemas más frecuentes que se presentan en este y cualquier otro sistema de alcantarillado son las grasas: estas obstruyen la tubería; para ello se diseñan las trampas de grasas, consistentes en un tanque pequeño que tiene por objeto interceptar las grasas y jabones presentes en las aguas negras provenientes de cocinas y lavanderías. (Valencia y otros, 1997).

Asimismo, los ácidos atacan el concreto de las tuberías y las estructuras adicionales del sistema de alcantarillado y los productos tóxicos afectan los tratamientos biológicos. Para evitar estas complicaciones, se recomienda que las aguas industriales reciban tratamiento antes de ser vertidas a los conductos de aguas residuales domésticas de tal manera que las dos sean compatibles. (Valencia y otros, 1997).

Los sólidos pesados, pueden sedimentarse y obstruir las tuberías. Con el objetivo de solucionar estos inconvenientes, se han establecido normas de diseño en cuanto a las pendientes admisibles, que originan velocidades máximas y mínimas que garantizan el arrastre de los sedimentos. (Valencia y otros, 1997).

Un sistema de alcantarillado, es básicamente un conjunto de tuberías complementado con otras estructuras que se diseñan y se construyen según las necesidades específicas, está compuesto por los siguientes conductos:

La acometida al alcantarillado (domiciliaria); es la derivación que parte de la caja y de inspección domiciliar y llega hasta el colector de la red local de alcantarillado.

- Los Laterales son los que reciben solamente la contribución de las domiciliarias.
- Los Secundarios reciben el desagüe de dos o mas laterales.
- Los Colectores secundarios; reciben el desagüe de los secundarios.
- El Colector principal: recibe el desagüe de dos o mas colectores secundarios.
- El Interceptor: es un colector próximo y paralele a un río o canal
- El Emisario final: es el conducto que lleva el agua residual de la población hasta el sitio de vertimiento. (Valencia y otros, 1997).

Entre las estructuras complementarias tradicionalmente diseñadas, que mejoran el funcionamiento del sistema se tiene:

- Cámaras de inspección: utilizadas para realizar las operaciones de mantenimiento, limpieza e inspección de la red. Se colocan en todo cambio de dirección, pendiente y diámetro.
- Cámaras de caída: permiten el empalme de tuberías con una diferencia de cota de batea superior e inferior, mayor a 0.60 m. (Valencia y otros, 1997).

Otras estructuras que se construyen en un sistema de alcantarillado, dependiendo de las condiciones específicas que se puedan presentar son:

- Aliviaderos o cámaras de separación: son utilizados en sistemas del alcantarillado combinado, con el objeto de disminuir el diámetro de los interceptores.

- Cunetas: conducen las aguas lluvias. .
- Sumideros: son utilizados para recolectar el agua lluvia que cae sobre los andenes y llevarla a los alcantarillados.
- Sifones invertidos: son construidos cuando la tubería pasa por debajo de obstáculos inevitables.
- Viaductos: utilizados en cruces de cursos de agua o para vencer depresiones. (Valencia y otros, 1997).

Dependiendo del tipo de fluido a evacuar, el sitio de descarga y las condiciones topográficas particulares, las redes se disponen como un sistema perpendicular sin interceptor, apropiado para aguas lluvias. Un sistema perpendicular con interceptor y sistema de bayoneta (empleados exclusivamente en terrenos muy planos, en los cuales se deben proyectar cámaras de Lavado en los tramos iniciales), apropiado para aguas residuales. Un sistema perpendicular con interceptor y aliviadero y sistema radial, apropiados para alcantarillados combinados o un sistema en abanico utilizado tanto en aguas lluvias como aguas residuales combinadas. (Valencia y otros, 1997).

Cuando el agua residual termina el recorrido por los conductos y estructuras que componen un sistema de alcantarillado, generalmente se diseñan y construyen plantas de tratamiento que disminuyen la carga contaminante, como tanques sépticos, filtros percoladores y lagunas de estabilización entre otros. (Valencia y otros, 1997).

1.2 TANQUE SÉPTICO DE ACCIÓN MÚLTIPLE – T.S.A.M.

Como una forma de mejorar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales por el tanque séptico convencional se han propuesto diferentes alternativas, consistente básicamente en dividir el tanque séptico en varios compartimentos y adicionarle en una sola unidad un

filtro anaerobio. Se ha comprobado que no aumenta significativamente la eficiencia al dividirlo en más de dos compartimentos, este sistema complementado con un filtro anaerobio es el denominado Tanque Séptico de Acción Múltiple, con el que se ha logrado mayor eficiencia. (Valencia y otros, 1997). La figura 1, presenta un esquema de un T.S.A.M.

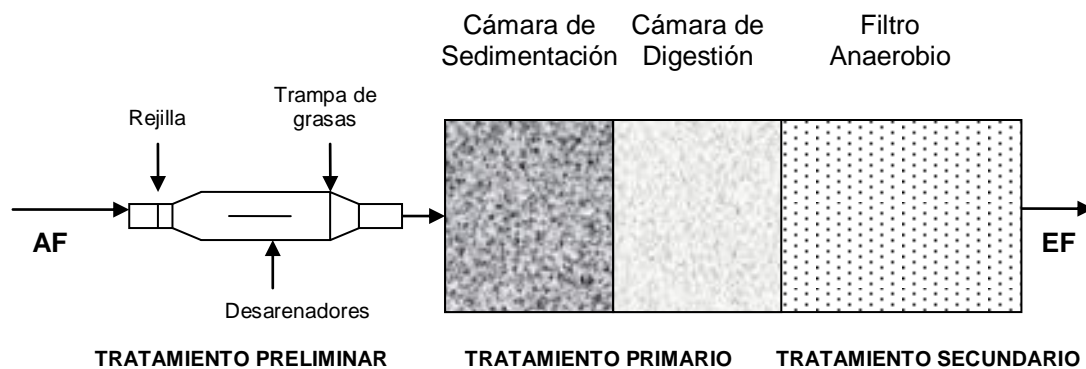


Figura 1. Esquema de un T.S.A.M.

Un tanque séptico de acción múltiple consta de los siguientes niveles de tratamiento y unidades:

- Tratamiento preliminar: Trampa de grasas, rejillas y desarenadores.
- Tratamiento primario: Tanque séptico, dividido en dos compartimentos: Sedimentación y Digestión
- Tratamiento secundario: Filtro Anaerobio. (RAS, 2000)

En el tratamiento preliminar la función de la trampa de grasas es remover por flotación las grasas y aceite. De la rejilla, es permitir el retiro de sólidos gruesos, y la del desarenador la sedimentación de arenas. (RAS, 2000)

En el tratamiento primario, en el compartimiento de sedimentación se dan los procesos de sedimentación de los sólidos suspendidos (S.S), Digestión Anaerobia de los lodos, y flotación de espumas y natas. Y en

el compartimiento de digestión se da el proceso de degradación de la materia orgánica (DBO) a través de las bacterias.

El tratamiento secundario consiste en un filtro anaerobio, que contiene diferentes lechos filtrantes, agregados de gravas y arenas de diversos tamaños. Generalmente son tres capas distribuidas así: en el fondo una capa de grava gruesa, con un tamaño de agregados de 25 – 45 mm., en la capa intermedia una gravilla con tamaño de agregados de 12 – 18mm., y en la parte superior una capa de arena gruesa con agregados de 3 – 6mm. En este compartimiento el proceso fundamental es la filtración, las bacterias se adhieren a los agregados (adsorción) y remueven materia orgánica al paso del agua residual. (Valencia y otros, 1997).

Un tanque séptico de acción múltiple, en general puede remover un 85% de DBO, un 90% de sólidos suspendidos y 2 unidades logarítmicas de coliformes fecales. (wikibooks.org/ Ingeniería de aguas residuales, 2009)

1.3 ESCALERAS DE OXIGENACIÓN.

Consiste en la realización de varios escalones bien sean tallados o escavados en la tierra con su posterior cimentación con arcilla o concreto y colocación de piedras para provocar mayor entrada de oxígeno con cada salto realizado del agua. Se estudia la oxigenación de un agua residual mediante los saltos de dicha agua al descender por una escalera simplemente por gravedad. Esta técnica puede ser utilizada con varias aplicaciones como tratamiento de aguas residuales, oxigenación de efluentes anaerobios, aireación de agua potable. (Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía, 2007)

El objetivo principal es la oxigenación del agua residual; consistente en el aumento de forma apreciable del oxígeno, debido a la energía aportada

por la diferencia de cota entre los escalones. (Fuente: Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía, 2007)

1.4 ANTECEDENTES

Los sistemas de alcantarillado del sector rural generalmente han estado ligados a construcciones de bajo costo y es un fenómeno común en Colombia y en los países sudamericanos. La falta de inversión para la construcción de sistemas convencionales lleva a que los habitantes del sector rural hagan sus vertimientos directamente en las fuentes. En países como Chile, un escaso porcentaje de la población rural cuenta con sistemas de alcantarillado, los cuales son resultado de iniciativas aisladas de municipalidades y otras instituciones. Los sectores rurales concentrados no tienen un sistema de saneamiento: solo un 5% cuenta con servicios de alcantarillado, un 16% posee fosas sépticas y el 79% utiliza pozo negro. (Carcamo Brüning, 2007).

En el sector rural perteneciente al municipio de Neiva, se pretende disminuir la contaminación de las cuencas y microcuencas causada por las aguas residuales, mediante inversiones anuales en sistemas de alcantarillado sanitario en corregimientos y centros poblados. La mencionada inversión se lleva a cabo por fases, ajustado al plan de compras del municipio. Este sistema se emplea con el fin de lograr inversión equitativa en diferentes comunidades de la zona rural. (DATMA, 2008).

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZACION

San Antonio de Anaconia es un centro poblado perteneciente al corregimiento de Vegalarga zona rural del municipio de Neiva ubicado en la zona oriental del municipio con posición geográfica 2°55'33.21" longitud norte y 75°06'02.85" longitud oeste. (Ver figura No. 1). (Planeación Municipal, Alcaldía de Neiva, 2008)

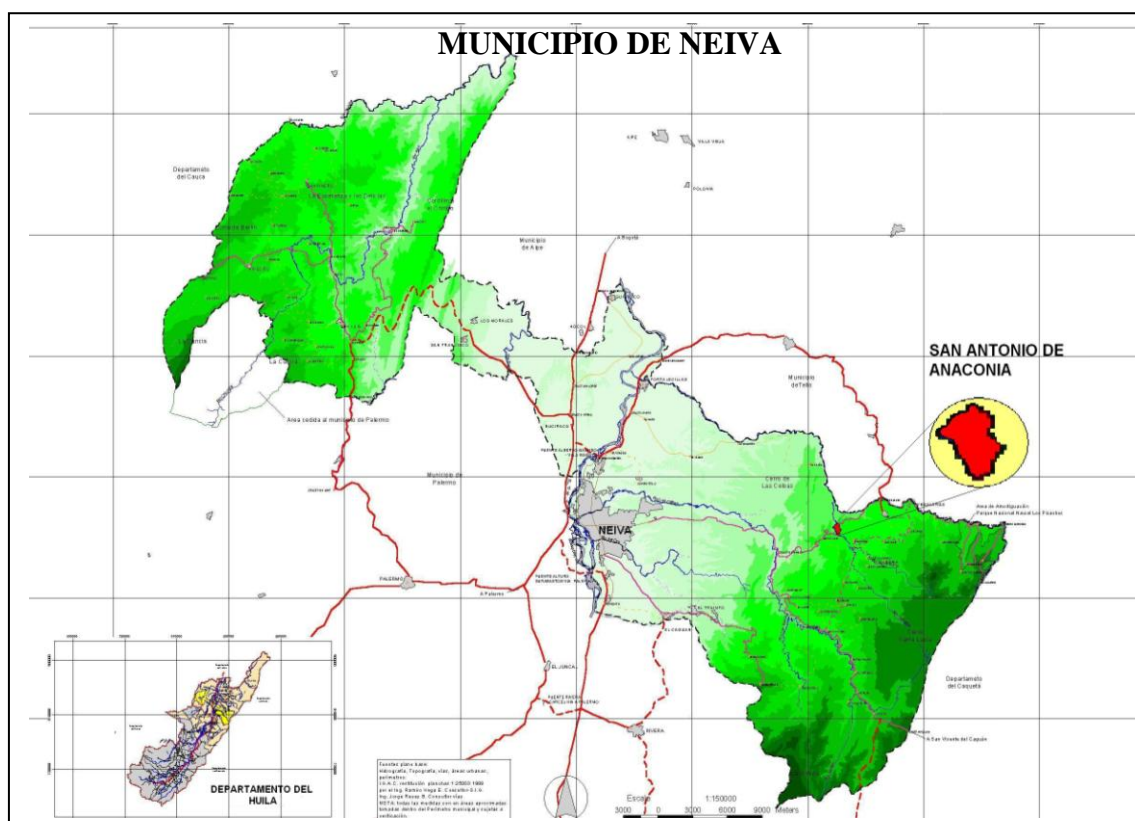


Figura No. 2. Localización San Antonio de Anaconia. (DATMA, Alcaldía de Neiva, 2005)

Es un caserío localizado en las estribaciones de la cordillera oriental. Su entorno urbanístico está dividido en tres barrios: San Francisco, La Palma y el Centro. A este centro poblado pertenecen las veredas Las Pavas, Palacios, San José, Santa Lucía, Santa Librada y El Roblal. En

este sector de vocación agrícola se cultiva café, hortalizas, banano, badea, piña, entre otros. Igualmente el sector avícola ha venido ganando terreno en los últimos años especialmente en la producción de huevos y cría de pollos.

2.2 METODOS

• Trabajo de campo

Para el diseño, se tomó como base el trazado existente en el alcantarillado antiguo, tal como lo recomiendan las normas RAS. Para la topografía se recopila la información existente en el archivo del Plan de Ordenamiento Territorial de la alcaldía de Neiva desde el año 2001 y fue replanteada en el terreno mediante la utilización del GPS Garmin Map 60cxs.

• Recolección de Información

Para obtener la investigación preliminar, se recolecto información tanto en el centro poblado como en la alcaldía de Neiva donde se tomaron datos de encuestas y censos recientes de composición familiar, estado de la vivienda, estado y condiciones de salud de la comunidad, mano de obra, ingresos económicos, y necesidades de la comunidad entre otros. De igual manera se obtuvo información histórica de la población, indagando a entre los habitantes de la zona.

Para efectos de obtención de datos sobre los factores climáticos y geológicos se consultó en las instituciones especializadas en ello, tales como INGEOMINAS y el IDEAM.

• Trabajo de oficina

Con las carteras obtenidas en campo se actualizaron los puntos más significativos de la distribución urbanística. Los datos fueron sistematizados en una hoja de cálculo de Excel para posteriormente ser llevada al software de licencia libre Topocal. Digitalizada la información se generaron las curvas de Nivel interpolando cada metro tal como lo indican las normas RAS y exportadas al programa Autocad para ser digitalizado y relacionado en el plano urbano del centro poblado.

Se hace el cálculo de los caudales de diseño y una vez definido el caudal para cada colector, se prosiguió con el cálculo hidráulico de la red de colectores teniendo en cuenta los siguientes parámetros de diseño: Las normas y recomendaciones que se deben cumplir son las indicadas en las normas RAS 2000.; El empate de los colectores en los pozos se realiza por medio de la línea de energía. La profundidad mínima en los colectores iniciales es de 0,75 m y de 1,20 m en todos los demás colectores y se adopta como material de tubería el PVC, con un coeficiente de rugosidad de Manning n igual a 0,013. (López, 2003).

Finalmente se hicieron los cálculos del sistema de tratamiento y la digitalización de los planos y presupuesto necesario para la construcción.

3. RESULTADOS

3.1 INVESTIGACION PRELIMINAR

- **Reseña Histórica**

Es una población que data aproximadamente desde el año 1610. En este sector del departamento, en la parte alta de los ríos Fortalecillas y las Ceibas, sobre la cordillera oriental se asentaron los indios Anaconas (Yanaconas), que había traído del Ecuador como cargueros en los viajes que había hecho Belalcázar y sus Capitanes. (Ospina, 2009).

Más tarde los indios fueron desplazados en su mayoría, otros fueron reclutados como sirvientes y algunos se fueron a poblaciones más grandes, esto alrededor del año 1650, cuando Don Francisco Martínez de Ospina, gobernador de las provincias de Timaná, Neiva y Saldaña, regala a López Salcedo Jaureguí, 24 estancias de terreno, comprendidas entre los ríos Las Ceibas y Fortalecillas, sitio denominado "Trueno" (hoy San Antonio de Anaconia), donde ya tenía posesión de 6 estancias que, con anterioridad le habían donado. (Ospina, 2009).

Más adelante se establece como una vereda llamada "El Trueno" perteneciente al municipio de Villavieja cuando el Huila y el Tolima eran un solo departamento, la zona se establece con una alta producción ganadera y agrícola, con hacendados colonos dueños de grandes extensiones de tierra, fue uno de estos hacendados llamado Diego Marinilla quien donó las tierras donde actualmente es el centro poblado con el fin de que sus trabajadores estuvieran cerca al sitio de trabajo, en el año de 1800 aproximadamente. (Gaspar, 2009)

- **Acceso a la localidad.**

Desde Neiva, se llega por carretera destapada hasta la bocatoma del acueducto del "El Guayabo", la cual se encuentra en condiciones regulares. Desde allí se llega el cruce de la Vereda Platanillal – Balsillas desviándose hacia la izquierda en dirección al corregimiento de Vegalarga en aproximadamente 20 Km.

- **Aspectos Urbanísticos.**

En general el centro poblado presenta una distribución urbanística buena, con las calles principales bien definidas las más alejadas al centro son angostas y mal definidas, la zona comercial esta distribuida en el parque central y por la vía principal que es la carrera tercera. El centro poblado presenta todavía muchos lotes los cuales serán aprovechados en el futuro para un desarrollo urbanístico adecuado en San Antonio.

- **Aspectos demográficos.**

La zona a beneficiar con el proyecto de alcantarillado cuenta con una población de 155 viviendas actualmente, de las cuales se cuenta con un total de habitantes de 781, en un área de 140.54 Has, con una densidad de 5.56 hab/Ha. Según última encuesta realizada en la zona rural de municipio de Neiva (Planeación Municipal Neiva, 2005)

- **Energía Eléctrica.**

Las viviendas existentes cuentan con el servicio de energía con algunos cortes en épocas de lluvia pero en términos generales es bueno, por lo

que se mejora el nivel de vida con probabilidades de crecimiento poblacional.

- **Educación.**

La vereda cuenta con una escuela mixta, en buenas condiciones lo cual garantiza una capacitación a la población infantil suficiente para el centro poblado y sus alrededores. De igual manera existe un Colegio de secundaria al cual asisten los jóvenes de todo el sector perteneciente a san Antonio de Anaconia.

- **Salud.**

El centro poblado cuenta con un centro de salud en el que se prestan servicios de inyectología, odontología, urgencias y trabajo social, con buena planta física y equipos adecuados para la prestación de primeros Auxilios.

- **Condiciones sanitarias.**

La vereda cuenta con alcantarillado central en la mayoría de las viviendas, que ya cumplió su vida útil y actualmente se encuentra en mal estado, lo que genera problemas sanitarios. El actual sistema no cuenta con tratamiento de aguas residuales y la descarga de esta agua se hace directamente en terrenos adyacentes al Río San Antonio, afluente de la cuenca hidrográfica del Río Fortalecillas.

- **Acueducto.**

El total de la población cuenta con un sistema de acueducto general y técnicamente bien construido en su parte estructural y de diseño, pero que

carece de una planta de tratamiento de agua potable. El suministro es administrado por una junta de acueducto y alcantarillado escogida por la misma comunidad mediante una elección democrática. Cada usuario debe cancelar mensualmente un valor de \$2000. Con estos recursos se paga el servicio de fontanería.

- **Disponibilidad de mano de obra.**

La disponibilidad de mano de obra en la comunidad es alta y esta comprendida en edades de los 18 a los 55 años, esta disponibilidad esta dada en mano de obra no calificada y muy poca en mano de obra calificada como maestros de obra y oficiales, debido a la vocación agropecuaria de la comunidad.

- **Disponibilidad de materiales para construcción.**

En la zona se puede disponer de manera fácil de materiales para la construcción como arena, gravilla y piedra los cuales presentan buenas características para ser utilizados en la construcción, y son recogidos en el río San Antonio adjunto al centro poblado. Los demás materiales como ladrillo, cemento, madera y tubería son transportados desde la ciudad de Neiva y son de muy buena calidad.

- **Climatología.**

Es un clima calido – templado, con una temperatura promedio de 24,4° C, que corresponde a una zona de lluviosidad media de la zona de la cordillera oriental. (IDEAM, 2009)

- **Precipitación.**

La precipitación es en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad emanada de la atmósfera y depositada en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada. Este es uno de los parámetros de clima más definitivo, debido a que es el controlador principal del ciclo hidrológico, así como de la naturaleza del paisaje y del uso del suelo.

La precipitación como se menciono anteriormente es una variable definitiva en este proyecto para establecer la relación que existe entre el régimen climatológico y el ciclo hidrológico a nivel regional. Los valores de precipitación empleados en el estudio corresponden a los tomados de la estación pluviométrica de la Vereda Palacio. Estos valores acumulados de la estación están dados por valores mensuales multianuales que se registran desde hace veinte años.

En la tabla No. 1 se aprecia la variación temporal de la precipitación media mensual multianual acumulados entre 1988-2008, sobre la zona de estudio. Como se puede observar se presenta un comportamiento general, evidenciando que la zona presenta una distribución temporal de la lluvia de tipo bimodal, comprendido por dos periodos de lluvias entre los meses de enero a marzo y de octubre a diciembre, los meses de mayor precipitación son marzo, noviembre y diciembre, con un periodo de menores precipitaciones entre abril y septiembre.

TABLA No. 1 Precipitación Media Mensual Multianual (mm)

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIOS	153.3	180.2	238.2	191.1	180.6	49.5	46.8	42.0	99.8	220.2	265.0	186.9	1853.6
MAXIMOS	369.0	435.0	553.0	430.0	361.0	201.0	147.0	123.0	292.0	400.0	560.0	279.0	4150.0
MINIMOS	15.0	0.0	26.0	31.0	33.0	1.0	2.0	2.0	5.0	42.0	115.0	90.0	362.0

Fuente: IDEAM

- **Geología de la zona**

En el área de influencia del proyecto afloran rocas sedimentarias del paleógeno cuaternario, de los cuales se describe a continuación su litología y lugares de exposición. El cenozoico esta representado por depósitos clásticos del cuaternario. Los depósitos no consolidados han sido acumulados por las quebradas de la zona y se encuentran constituidos por gravas y arena de diferente origen hasta de 0,5 m de diámetro, subredondeados a angulosas y un espesor de hasta 2 m. (Ingeominas, 2002)

La excavación para enterrar la tubería de aguas negras se tendrá que hacer sobre las areniscas cuarzosas de la formación Gualanday, estas areniscas son de alta dureza en estado inalterado, cuando están meteorizadas bajan la dureza. Las areniscas son muy abrasivas por los granos de cuarzo. (Ingeominas, 2002)

3.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el diseño del sistema de alcantarillado Sanitario y tratamiento de aguas residuales mediante tanque séptico de acción múltiple (T.S.A.M). Es importante anotar que para efectos de disminuir costos no se diseño un sistema combinado. Además teniendo en cuenta que la topografía del lugar es bastante escarpada, las precipitaciones son evacuadas rápidamente por escorrentía. Para efectos de evacuar los excesos generados por conexiones erradas, se diseñaron vertederos de excesos ubicados antes del Sistema de tratamiento.

En General en el proyecto se tuvo en cuenta la construcción de una red de colectores que reciben los caudales domésticos y un pequeño porcentaje de caudales institucionales y comerciales, que son conducidos hasta dos puntos de tratamiento, dotados cada uno con un canal de aproximación, vertedero de excesos, rejilla, desarenador, trampa de grasas, un T.S.A.M de tres compartimientos (Sedimentación, digestión y filtro) , para hacer una disposición final por medio de escaleras de oxigenación que descargan en el río San Antonio, tal como se observa en la figura No. 3.

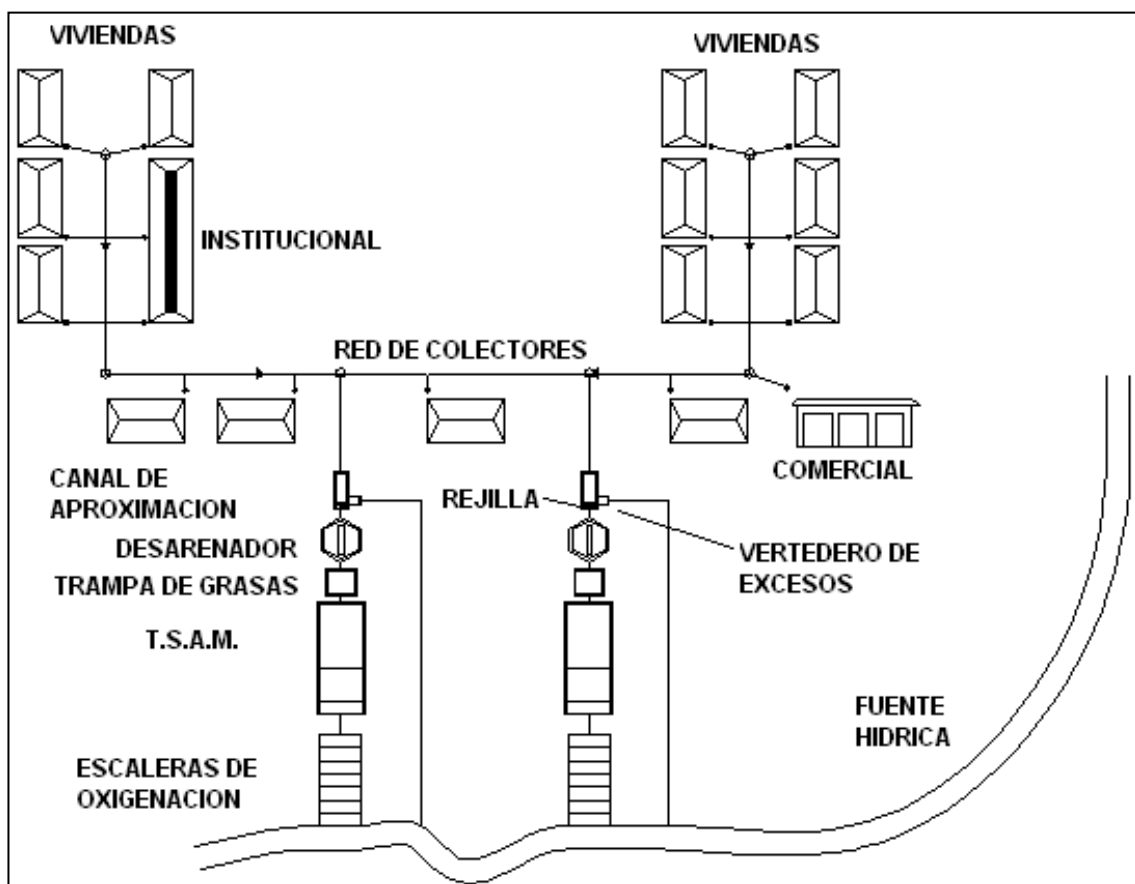


FIGURA No. 3. Esquema Componentes del Proyecto.

3.3 CALCULOS BASICOS

- **POBLACIÓN.**

Se empleó el método geométrico, mediante la siguiente ecuación, donde se asume una población flotante (RAS, 2000):

$$P_f = P_a * (1 + r)^n + P_{fl}$$

Donde:

Pf = Población Futura.

Pa = Población Actual. (781 hab.)

r = Tasa de Crecimiento. (2.3%)

Pfl = Población Flotante. (300hab)

n = Periodo de diseño.(20 años)

Reemplazando en la ecuación tenemos:

$$P_f = 781hab * (1 + 2.3\%)^{20} + 300hab$$

Pf= 1531 hab.

- **NIVEL DE COMPLEJIDAD.**

De acuerdo con el número de habitantes obtenidos en el cálculo de población Futura, se define el nivel de complejidad del sistema como **BAJO**, por ser menor a 2500 habitantes, que se aplicará para el Alcantarillado y el STAR. Con un coeficiente de retorno de 0.65 y una dotación de 175 L/hab-día, que corregida por temperatura será igual a 175 L/hab-día +15% = 201.75 ≈ 202 L/hab-día (Tabla B.2.3 RAS 2000).

- **DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE.**

De acuerdo con el plano topográfico de la población y el trazado de las tuberías, se obtienen las áreas aferentes a cada colector por medio de diagonales o bisectrices (Ver Plano 1/6), en una extensión total de 18.7 Hectáreas. Para el diseño se tiene en cuenta que dentro del casco urbano existe gran cantidad de área sin construir y las condiciones topográficas aledañas al lugar no permiten una expansión de construcción de viviendas, por lo que no se aumento el área futura en los cálculos del diseño.

- **DENSIDAD DE POBLACION.**

La densidad de Población se define como el producto del número de habitantes y el área residencial acumulada de drenaje sanitario.

$$DP = \frac{\#habitantes}{Area}$$

$$DP = \frac{153 \text{ hab.}}{18.7 \text{ ha}} = 82 \text{ hab/ ha}$$

3.4 DISEÑO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.4.1 Caudal de diseño.

Con la información proporcionada por el levantamiento topográfico y el trazado de las redes se procede a calcular el caudal de diseño que corresponde a la suma del caudal máximo horario (aporte doméstico, industrial, comercial e institucional), caudal de infiltración y caudal por conexiones erradas, que aparecen en la tabla **No. 3 CAUDALES DE DISEÑO.**

A continuación se explica el contenido de cada columna de la tabla No. 3 de Caudales de diseño

1. Área de drenaje

Columna 1. Numeración del colector: se indica el número del pozo inicial y final de cada tramo.

Columna 2. Área Parcial (Hectáreas): Corresponde al área aferente a cada colector.

Columna 3. Área total de drenaje (Hectáreas): Corresponde al área acumulada de los colectores aguas arriba del colector en cuestión.

2. Aporte Medio diario de aguas residuales.

- **Caudal percapita o consumo de agua**

El caudal per cápita esta dado por la siguiente formula.(López, 2003).

CPC= CR * Dotación.

Donde:

CPC = Caudal Per cápita.

CR= Coeficiente de Retorno (0.65)

Dotación= 202 L/hab-día (Dato corregido)

Reemplazando en la ecuación Tenemos.

$$CPC = 0.65 * 202 \frac{L}{hab-día}$$

$$CPC = 131.3 \frac{L}{\text{hab-día}}$$

Para calcular el caudal percapita se establece primero la dotación la cual es la cantidad de agua suministrada a cada usuario expresada en L/Hab-día, debido a que no hay problemas en la distribución del servicio de agua el acueducto esta en buen estado la dotación se estima en 202L/hab-día.

Para efectos del diseño se trabajó con el valor estimado para la dotación 202 L/hab-día, con lo que se espera garantizar una mayor eficiencia del sistema .

Columna 4. Porcentaje de área: porcentaje de área aferente asignada para uso domestico.

Columna 5. Densidad de la Población: densidad de la población del área aferente. Para el presente diseño se supone uniforme para toda la población.

Columna 6. Población servida (habitantes): corresponde al numero de habitantes servidos de cada colector, teniendo en cuenta la densidad de la población, incluye el área aferente y aguas arriba del tramo considerado y se calcula así:

$$P_i = A_{\text{aferente}} \times D_i + \sum P_{\text{aguas_arriba}}$$

Columna 7. Aporte unitario de aguas residuales domesticas es un valor que no esta afectado por el área, pero es dependiente del consumo de agua por persona, el coeficiente de retorno y el numero de habitantes siempre y cuando estos datos sean uniformes en toda el área de diseño.

•**Caudal domestico.**

Esta dado por el producto entre el caudal per capita y el número de habitantes teniendo en cuenta la contribución durante 24 horas, expresado en L/s. El caudal domestico esta dado por:

$$Q_o = \frac{CR * C * DP}{86400}$$

Reemplazando:

$$Q_o = 131.3 \frac{L}{hab-Dia} * 82hab/ha * \frac{1dia}{86400s} = 0.12 \frac{L}{s-ha}$$

Columna 8, 10. Porcentaje de área aferente destinada para uso comercial e institucional.

Caudal comercial.

Según RAS2000 Tabla D.3.3 la contribución comercial es de 0.5 L/s*ha

El área comercial de San Antonio es aproximadamente el 1.5% del área total ≈ 0.28 Hectáreas, dando:

$$Q_c = 0.5 \frac{L}{s-ha} * 0.28ha = 0.14 \frac{L}{s}$$

Caudal Institucional

Es la contribución proveniente de instituciones como El colegio, La escuela y El centro de salud, existente en el centro poblado. Según RAS2000 Tabla D.3.4 la contribución institucional es de 0.5 L/s-ha

El área institucional de San Antonio es de 0.71 Hectáreas, dando:

$$Q_{in} = 0.5 \frac{L}{S * ha} * 0.71ha = 0.35 \frac{L}{S}$$

Columna 9, 11. Aporte unitarios definidos de acuerdo al uso del suelo respectivo.

Columna 12. Sumatoria de cada uno de los porcentajes de las áreas para cada colector. $[4]+[7]+ [11]$

3. Caudal medio diario de aguas residuales.

Columna 13. Aporte unitario ponderado (L/s . ha). Promedio ponderado de los aportes unitarios aferentes a cada colector, con el porcentaje del uso del suelo, que para el presente diseño se asumió, teniendo en cuenta que en San Antonio son pocos los locales de este tipo que existen.

Columna 14. Caudal medio diario: es el producto entre el área aferente y el aporte unitario ponderado más los caudales recibidos por el colector aguas arriba.

4. Caudal máximo horario de aguas residuales

Columna 15. Coeficiente de mayoración F.

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos (López, 2003).

Se calcula con la ecuación de Harmon válidas para poblaciones de 1.000 a 1.000.000 de habitantes.

$$F = \left[\frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \right]$$

Columna 16. Caudal máximo horario de aguas residuales.

Es la contribución máxima durante una hora del día observada en periodo de un año, en donde el consumo se incrementa por las actividades diarias de la población. El caudal máximo horario esta dado por le ecuación 3.3 de RAS 2000 así:

$$Q_{mh} = F * Q_m \quad [14] \times [15]$$

5. Caudal de infiltración

Es la contribución proveniente de las aguas que a través del subsuelo penetran en la tubería. Se debe considerar en todo tipo de proyecto de alcantarillado la infiltración de aguas principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras y en éstos cuando no son completamente impermeables.

Influye fundamentalmente también la naturaleza y las condiciones del terreno, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de los colectores.

Columna 17. Coeficiente de infiltración.

En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base en los valores de la tabla D.3.7 RAS 2000,

Para el presente nivel de complejidad, se asume una infiltración baja, por lo que el coeficiente de infiltración será: 0.05

Columna 18. Caudal de infiltración L/s. (López, 2003)

$$Q_{inf} = 0.05 \frac{L}{S * ha} * 18.7ha = 0.93 \frac{L}{Seg} \quad [3] \times [17]$$

6. Caudal de conexiones erradas.

Deben considerarse también los aportes adicionales de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techados y patios, etc.

Columna 19 Coeficiente de conexiones erradas: se adopta un coeficiente máximo y único para toda la zona de la población, teniendo en cuenta que el centro poblado no cuenta con un sistema de alcantarillado de aguas lluvias. (Tabla D.3.6 RAS 2000). Para efectos del tratamiento de las aguas residuales, se plantea el coeficiente de conexiones erradas igual a 0,1L/s/ha, debido a que el caudal de excesos generado por las precipitaciones será evacuado mediante vertederos de excesos ubicados antes del Sistema de tratamiento. (López, 2003)

Columna 20. Caudal de conexiones erradas. [3]x[19]

7. Caudal de diseño.

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario, Q_{mh}, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior.

Columna 21. Corresponde a la suma de los caudales máximo horario, infiltración y conexiones erradas. $[16]+[17]+[18]$

Columna 22. Caudal de diseño adoptado: Teniendo en cuenta que en los tramos iniciales existen caudales muy pequeños, se adopta por seguridad un valor mínimo de 1.5 L/s, tal como lo recomiendan las normas RAS 2000, Título D.

TABLA No. 2 CAUDALES DE DISEÑO

TRAMO	POZO		AREA TRIBUTARIA		DOMESTICO				COMERCIAL		INSTITUCIONAL		TOTAL	Q. máx. horario				INFILTRACION		Con. Erradas		Q. diseño (L/s)		
	INICIAL	FINAL	Par.	Tot.	%Área	Dens.	Pob.	L/s.ha	%Área	L/s.ha	%Área	L/s.ha	Área	L/s.ha	L/s	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s	Calc.	Adop.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
2	4	3	0,183	0,18	100,0%	82	15,01	0,12			0		1	0,12	0,02	4,40	0,10	0,05	0,01	0,1	0,02	0,13	1,5	
3	6	5	0,206	0,21	100,0%	82	16,89	0,12			0		1	0,12	0,03	4,39	0,11	0,05	0,01	0,1	0,02	0,14	1,5	
4	29-A	29B	0,301	0,30	100,0%	82	24,68	0,12			0		1	0,12	0,04	4,37	0,16	0,05	0,02	0,1	0,03	0,21	1,5	
	29B	16	0,084	0,39	100,0%	82	31,57	0,12			0		1	0,12	0,01	4,35	0,05	0,05	0,02	0,1	0,04	0,10	1,5	
5	17	30	0,242	1,69	100,0%	82	138,58	0,12			0		1	0,12	0,21	4,20	0,86	0,05	0,08	0,1	0,17	1,12	1,50	
	30	21	0,143	1,83	100,0%	82	150,31	0,12			0		1	0,12	0,22	4,19	0,94	0,05	0,09	0,1	0,18	1,21	1,50	
6	31	32	0,120	0,12	100,0%	82	9,84	0,12			0		1	0,12	0,01	4,42	0,07	0,05	0,01	0,1	0,01	0,08	1,5	
	32	33	0,038	0,16	100,0%	82	12,96	0,12			0		1	0,12	0,02	4,40	0,09	0,05	0,01	0,1	0,02	0,11	1,5	
	33	34	0,042	0,20	100,0%	82	16,42	0,12			0		1	0,12	0,02	4,39	0,11	0,05	0,01	0,1	0,02	0,14	1,5	
	34	34A	0,060	0,26	100,0%	82	21,30	0,12			0		1	0,12	0,03	4,38	0,14	0,05	0,01	0,1	0,03	0,18	1,5	
	34A	35	0,130	0,39	100,0%	82	31,96	0,12			0		1	0,12	0,05	4,35	0,21	0,05	0,02	0,1	0,04	0,27	1,5	
	35	36	0,168	0,56	100,0%	82	45,74	0,12			0		1	0,12	0,07	4,32	0,30	0,05	0,03	0,1	0,06	0,38	1,5	
	36	23	0,191	1,96	90,0%	82	160,89	0,12			0	10,0%	0,02	1	0,11	0,23	4,18	0,97	0,05	0,10	0,1	0,20	1,26	1,5
8	40	39	0,170	0,17	100,0%	82	13,94	0,12			0		1	0,12	0,02	4,40	0,09	0,05	0,01	0,1	0,02	0,12	1,5	
7	37	38	0,307	0,31	100,0%	82	25,17	0,12			0		1	0,12	0,04	4,37	0,17	0,05	0,02	0,1	0,03	0,21	1,5	
	38	39	0,342	0,65	100,0%	82	53,22	0,12			0		1	0,12	0,08	4,31	0,35	0,05	0,03	0,1	0,06	0,45	1,5	
	39	41	0,358	1,18	100,0%	82	96,51	0,12			0		1	0,12	0,15	4,25	0,62	0,05	0,06	0,1	0,12	0,80	1,5	
	41	42	0,223	1,28	100,0%	82	104,57	0,12			0		1	0,12	0,15	4,24	0,64	0,05	0,06	0,1	0,13	0,83	1,5	
	42	23	0,158	2,54	100,0%	82	208,67	0,12			0		1	0,12	0,30	4,14	1,22	0,05	0,13	0,1	0,25	1,60	1,6	
9	45	46	0,446	0,45	65,0%	82	36,57	0,12	25,0%	0,05	10,0%	0,02	1	0,10	0,04	4,34	0,18	0,05	0,02	0,1	0,04	0,25	1,5	
	46	47	0,182	0,86	85,0%	82	70,64	0,12	15,0%	0,03		0	1	0,11	0,09	4,28	0,40	0,05	0,04	0,1	0,09	0,53	1,5	
	47	42	0,250	1,11	100,0%	82	91,14	0,12			0		1	0,12	0,12	4,25	0,53	0,05	0,06	0,1	0,11	0,70	1,5	
10	43	44	0,447	0,45	93,0%	82	36,65	0,12			0	7,0%	0,02	1	0,12	0,05	4,34	0,23	0,05	0,02	0,1	0,04	0,29	1,5
	44	46	0,466	0,91	85,0%	82	74,87	0,12			0	15,0%	0,03	1	0,11	0,10	4,28	0,44	0,05	0,05	0,1	0,09	0,58	1,5
	46	41	0,248	0,93	60,0%	82	76,06	0,12	40,0%	0,08		0	1	0,11	0,10	4,27	0,43	0,05	0,05	0,1	0,09	0,57	1,5	
	41	36	0,161	1,21	75,0%	82	99,49	0,12	25,0%	0,05		0	1	0,11	0,14	4,24	0,60	0,05	0,06	0,1	0,12	0,78	1,5	
1	1	2	0,136	0,14	100,0%	82	11,15	0,12			0		1	0,12	0,02	4,41	0,07	0,05	0,01	0,1	0,01	0,10	1,5	
	2	3	0,057	0,38	100,0%	82	30,83	0,12			0		1	0,12	0,05	4,35	0,20	0,05	0,02	0,1	0,04	0,26	1,5	
	3	5	0,028	0,61	100,0%	82	50,02	0,12			0		1	0,12	0,08	4,31	0,33	0,05	0,03	0,1	0,06	0,42	1,5	
	5	7	0,024	0,63	100,0%	82	51,99	0,12			0		1	0,12	0,08	4,31	0,34	0,05	0,03	0,1	0,06	0,44	1,5	

	7	8	0,265	0,58	100,0%	82	47,72	0,12	0	0	1	0,12	0,07	4,32	0,31	0,05	0,03	0,1	0,06	0,40	1,5
	8	9	0,412	0,99	100,0%	82	81,51	0,12	0	0	1	0,12	0,12	4,27	0,53	0,05	0,05	0,1	0,10	0,68	1,50
	9	10	0,302	1,30	100,0%	82	106,27	0,12	0	0	1	0,12	0,16	4,24	0,68	0,05	0,06	0,1	0,13	0,88	1,50
	10	11	0,283	1,58	100,0%	82	129,48	0,12	0	0	1	0,12	0,20	4,21	0,83	0,05	0,08	0,1	0,16	1,07	1,50
	11	12	0,138	1,72	100,0%	82	140,79	0,12	0	0	1	0,12	0,21	4,20	0,90	0,05	0,09	0,1	0,17	1,16	1,50
	12	13	0,114	1,83	100,0%	82	150,14	0,12	0	0	1	0,12	0,23	4,19	0,96	0,05	0,09	0,1	0,18	1,23	1,50
	13	14	0,171	2,00	100,0%	82	164,16	0,12	0	0	1	0,12	0,25	4,18	1,04	0,05	0,10	0,1	0,20	1,34	1,50
	14	15	0,120	2,12	100,0%	82	174,00	0,12	0	0	1	0,12	0,26	4,17	1,10	0,05	0,11	0,1	0,21	1,42	1,50
	15	16	0,132	2,25	100,0%	82	184,83	0,12	0	0	1	0,12	0,28	4,16	1,17	0,05	0,11	0,1	0,23	1,51	1,51
	16	17	0,257	2,90	100,0%	82	237,47	0,12	0	0	1	0,12	0,35	4,12	1,44	0,05	0,14	0,1	0,29	1,88	1,88
	17	18	0,151	1,60	100,0%	82	131,12	0,12	0	0	1	0,12	0,19	4,21	0,82	0,05	0,08	0,1	0,16	1,06	1,50
	18	19	0,179	1,78	100,0%	82	145,80	0,12	0	0	1	0,12	0,22	4,20	0,91	0,05	0,09	0,1	0,18	1,17	1,50
	19	20	0,134	1,91	100,0%	82	156,78	0,12	0	0	1	0,12	0,23	4,18	0,98	0,05	0,10	0,1	0,19	1,26	1,50
	20	21	0,120	2,03	100,0%	82	166,62	0,12	0	0	1	0,12	0,25	4,18	1,04	0,05	0,10	0,1	0,20	1,34	1,50
	21	22	0,159	4,02	100,0%	82	329,97	0,12	0	0	1	0,12	0,49	4,06	1,99	0,05	0,20	0,1	0,40	2,60	2,60
	22	23	0,071	4,10	100,0%	82	335,79	0,12	0	0	1	0,12	0,50	4,06	2,03	0,05	0,20	0,1	0,41	2,64	2,64
	23	24	0,104	8,71	100,0%	82	713,88	0,12	0	0	1	0,12	1,04	3,89	4,04	0,05	0,44	0,1	0,87	5,35	5,35
	24	25	0,222	8,93	100,0%	82	732,08	0,12	0	0	1	0,12	1,07	3,88	4,14	0,05	0,45	0,1	0,89	5,48	5,48
	25	26	0,045	11,92	100,0%	82	977,30	0,12	0	0	1	0,12	1,44	3,81	5,48	0,05	0,60	0,1	1,19	7,27	7,27
	26	27	0,041	11,96	100,0%	82	980,66	0,12	0	0	1	0,12	1,44	3,81	5,50	0,05	0,60	0,1	1,20	7,29	7,29
	27	28	0,049	12,01	100,0%	82	984,68	0,12	0	0	1	0,12	1,45	3,80	5,52	0,05	0,60	0,1	1,20	7,32	7,32
	28	T 1	0,049	12,00	100,0%	82	984,31	0,12	0	0	1	0,12	1,46	3,80	5,54	0,05	0,60	0,1	1,20	7,34	7,34
12	29	61	0,480	0,48	100,0%	82	39,36	0,12	0	0	1	0,12	0,06	4,33	0,26	0,05	0,02	0,1	0,05	0,33	1,5
	61	51	0,195	0,68	100,0%	82	55,35	0,12	0	0	1	0,12	0,08	4,31	0,36	0,05	0,03	0,1	0,07	0,46	1,5
11	7	48	0,480	0,80	100,0%	82	65,35	0,12	0	0	1	0,12	0,10	4,29	0,43	0,05	0,04	0,1	0,08	0,55	1,50
	48	49	0,212	1,01	100,0%	82	82,74	0,12	0	0	1	0,12	0,13	4,27	0,54	0,05	0,05	0,1	0,10	0,69	1,50
	49	50	0,251	1,26	100,0%	82	103,32	0,12	0	0	1	0,12	0,16	4,24	0,67	0,05	0,06	0,1	0,13	0,85	1,50
	50	51	0,175	1,44	100,0%	82	117,67	0,12	0	0	1	0,12	0,18	4,22	0,76	0,05	0,07	0,1	0,14	0,97	1,50
	51	52	0,390	2,50	100,0%	82	205,00	0,12	0	0	1	0,12	0,31	4,14	1,29	0,05	0,13	0,1	0,25	1,67	1,67
	52	53	0,314	1,56	100,0%	82	128,25	0,12	0	0	1	0,12	0,19	4,21	0,82	0,05	0,08	0,1	0,16	1,06	1,50
	53	53 A	0,034	1,60	100,0%	82	131,04	0,12	0	0	1	0,12	0,20	4,21	0,84	0,05	0,08	0,1	0,16	1,08	1,50
	53 A	54	0,096	1,69	100,0%	82	138,91	0,12	0	0	1	0,12	0,21	4,20	0,89	0,05	0,08	0,1	0,17	1,14	1,50
	54	55	0,071	3,11	100,0%	82	254,73	0,12	0	0	1	0,12	0,39	4,11	1,59	0,05	0,16	0,1	0,31	2,06	2,06
	55	56	0,120	3,23	100,0%	82	264,57	0,12	0	0	1	0,12	0,40	4,10	1,65	0,05	0,16	0,1	0,32	2,13	2,13
	56	57	0,115	3,34	100,0%	82	274,00	0,12	0	0	1	0,12	0,42	4,09	1,71	0,05	0,17	0,1	0,33	2,21	2,21
	57	58	0,074	6,71	100,0%	82	550,55	0,12	0	0	1	0,12	0,84	3,95	3,31	0,05	0,34	0,1	0,67	4,31	4,31

	58	58A	0,208	3,57	100,0%	82	292,33	0,12		0	0	1	0,12	0,44	4,08	1,81	0,05	0,18	0,1	0,36	2,35	2,35
	58A	59	0,512	4,08	100,0%	82	334,31	0,12		0	0	1	0,12	0,51	4,06	2,06	0,05	0,20	0,1	0,41	2,67	2,67
	59	60	0,460	4,54	100,0%	82	372,03	0,12		0	0	1	0,12	0,57	4,04	2,28	0,05	0,23	0,1	0,45	2,96	2,96
14	63	64	0,221	1,08	100,0%	82	88,19	0,12		0	0	1	0,12	0,13	4,26	0,57	0,05	0,05	0,1	0,11	0,73	1,50
	64	54	0,266	1,34	100,0%	82	110,00	0,12		0	0	1	0,12	0,17	4,23	0,71	0,05	0,07	0,1	0,13	0,91	1,50
15	71	70	0,330	0,33	100,0%	82	27,06	0,12		0	0	1	0,12	0,04	4,36	0,18	0,05	0,02	0,1	0,03	0,23	1,5
	70	72	0,150	2,11	100,0%	82	173,23	0,12		0	0	1	0,12	0,26	4,17	1,10	0,05	0,11	0,1	0,21	1,41	1,50
	72	73	0,210	2,32	100,0%	82	190,45	0,12		0	0	1	0,12	0,29	4,16	1,20	0,05	0,12	0,1	0,23	1,55	1,55
	73	74	0,093	2,42	100,0%	82	198,07	0,12		0	0	1	0,12	0,30	4,15	1,25	0,05	0,12	0,1	0,24	1,61	1,61
	74	75	0,137	2,55	100,0%	82	209,31	0,12		0	0	1	0,12	0,32	4,14	1,32	0,05	0,13	0,1	0,26	1,70	1,70
	75	76	0,315	2,87	100,0%	82	235,14	0,12		0	0	1	0,12	0,36	4,12	1,47	0,05	0,14	0,1	0,29	1,90	1,90
	76	77	0,300	3,17	100,0%	82	259,74	0,12		0	0	1	0,12	0,39	4,10	1,62	0,05	0,16	0,1	0,32	2,10	2,10
	77	57	0,131	3,30	100,0%	82	270,48	0,12		0	0	1	0,12	0,41	4,10	1,68	0,05	0,16	0,1	0,33	2,18	2,18
13	52	52A	0,073	1,32	100,0%	82	108,49	0,12		0	0	1	0,12	0,16	4,23	0,70	0,05	0,07	0,1	0,13	0,90	1,50
	52A	62	0,177	1,50	100,0%	82	123,00	0,12		0	0	1	0,12	0,19	4,22	0,79	0,05	0,08	0,1	0,15	1,01	1,50
	62	63	0,209	1,71	100,0%	82	140,14	0,12		0	0	1	0,12	0,21	4,20	0,89	0,05	0,09	0,1	0,17	1,15	1,50
	63	65	0,061	0,92	100,0%	82	75,07	0,12		0	0	1	0,12	0,11	4,28	0,49	0,05	0,05	0,1	0,09	0,63	1,50
	65	66	0,082	1,00	100,0%	82	81,80	0,12		0	0	1	0,12	0,12	4,27	0,53	0,05	0,05	0,1	0,10	0,68	1,50
	66	67	0,165	1,16	100,0%	82	95,33	0,12		0	0	1	0,12	0,14	4,25	0,62	0,05	0,06	0,1	0,12	0,79	1,50
	67	68	0,140	1,30	100,0%	82	106,81	0,12		0	0	1	0,12	0,16	4,24	0,69	0,05	0,07	0,1	0,13	0,88	1,50
	68	69	0,190	1,49	100,0%	82	122,39	0,12		0	0	1	0,12	0,19	4,22	0,78	0,05	0,07	0,1	0,15	1,01	1,50
	69	70	0,140	1,63	100,0%	82	133,87	0,12		0	0	1	0,12	0,20	4,21	0,86	0,05	0,08	0,1	0,16	1,10	1,50
17	58	80	0,064	3,42	100,0%	82	280,52	0,12		0	0	1	0,12	0,43	4,09	1,74	0,05	0,17	0,1	0,34	2,26	2,26
	80	81	0,103	3,52	100,0%	82	288,97	0,12		0	0	1	0,12	0,44	4,09	1,79	0,05	0,18	0,1	0,35	2,32	2,32
	81	79	0,062	3,59	100,0%	82	294,05	0,12		0	0	1	0,12	0,45	4,08	1,82	0,05	0,18	0,1	0,36	2,36	2,36
0,00																						
18	60	78	0,184	2,45	100,0%	82	201,11	0,12		0	0	1	0,12	0,31	4,15	1,27	0,05	0,12	0,1	0,25	1,64	1,64
	78	79	0,150	2,60	100,0%	82	213,41	0,12		0	0	1	0,12	0,32	4,14	1,34	0,05	0,13	0,1	0,26	1,73	1,73
	79	80	0,270	6,46	100,0%	82	529,60	0,12		0	0	1	0,12	0,80	3,96	3,19	0,05	0,32	0,1	0,65	4,16	4,16
	80	T 2	0,260	6,67	100,0%	82	546,82	0,12		0	0	1	0,12	0,84	3,95	3,31	0,05	0,33	0,1	0,67	4,31	4,31
16	60	78-A	0,368	2,64	100,0%	82	216,19	0,12		0	0	1	0,12	0,33	4,14	1,36	0,05	0,13	0,1	0,26	1,75	1,75
	78-A	25	0,309	2,95	100,0%	82	241,53	0,12		0	0	1	0,12	0,37	4,12	1,51	0,05	0,15	0,1	0,29	1,95	1,95

3.5 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE COLECTORES

En la tabla No. 4 DISEÑO HIDRAULICO Y EMPATE POR LA LINEA DE ENERGIA DE COLECTORES, se presentan los resultados finales del diseño para cada colector, los cuales no se obtienen necesariamente de manera directa, sino que por el contrario hay que realizar varios diseños preliminares hasta lograr un resultado que satisfaga las normas y optimice el diseño. A continuación se presenta la descripción, columna por columna, del cuadro de cálculo indicado en la tabla.

Para efectos del diseño de las tuberías y su unión en los pozos, las longitudes y cotas se consideran al eje del pozo. Posteriormente se deben calcular las cotas de construcción a la entrada y salida del pozo, teniendo en cuenta el diámetro del pozo y la pendiente aguas arriba y aguas abajo, respectivamente. (López, 2003)

Columna 1: Indica el tramo de los pozos que intervienen.

Columna 2: Longitud de cada colector.

Columna 3: Caudal de diseño (L/s) Columna 22 de la tabla No. 3

COTAS

Columna 4: Cota Rasante Inicial del Colector o cota terreno Inicial.

Columna 5: Cota Rasante Final del Colector o cota terreno Final.

Columna 6: Cota Batea Inicial del Colector. Se obtiene de restar la cota rasante inicial menos la profundidad a batea.

Columna 7: Cota Batea Final del Colector. Se obtiene de restar la cota rasante final menos la profundidad a batea.

Columna 8: Profundidad Inicial a batea del Colector.

Columna 9: Profundidad Final a batea del Colector.

Columna 10: Profundidad Media. Promedio entre la profundidad inicial y final a batea. $([8]+[9])/2$

CARACTERISTICAS DEL ALCANTARILLADO

Columna 11: Pendiente del colector

$$S = \left(\frac{COTAINICIALBATEA - COTAFINALBATEA}{LONGITUDCOLECTOR} \right) * 100$$

$$S = \left(\frac{[6] - [7]}{[2]} \right) * 100$$

Columna 12: Diámetro teórico de la tubería (m)

Se calcula de acuerdo con la ecuación de Manning.

$$D = 1.548 \left(\frac{n * Q}{\frac{1}{S^2}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Columna 13: Diámetro teórico de la tubería (pulgadas)

Columna 14: Diámetro nominal de la tubería (pulgadas) El diámetro nominal mínimo es de 8" (200 mm), pero para sistemas de alcantarillado¹ en pequeñas comunidades con recursos económicos limitados o para sistemas condominiales, puede adoptarse 6" (150 mm) como diámetro mínimo. Para el presente diseño se adoptó el diámetro comercial de 8".

Columna 15: Diámetro interno real de la tubería. Debe ser mayor o igual que el diámetro teórico calculado en la columna 5.

Columna 16: Caudal a tubo lleno (l/s)

Es la capacidad máxima de la tubería, calculada para la sección de flujo máxima (con el diámetro interno real).

$$Q_0 = 312 \left(\frac{D^{8/3} * S^{1/2}}{n} \right)$$

Columna 17: Velocidad a tubo lleno (m/s) Calculada por la ecuación de continuidad.

$$V_0 = \frac{Q_0}{A}$$

RELACIONES HIDRAULICAS

Columna 18: Relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno. Puede utilizarse para definir el borde libre requerido.

Columna 19: Relación entre velocidad real y velocidad a tubo lleno, encontrada en la tabla de las relaciones hidráulicas (ver anexo No. 1). Se calcula con el valor obtenido de la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno.

Columna 20: Relación entre la lamina de agua y diámetro interno de la tubería (ver anexo No. 1). Se calcula con el valor obtenido de la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno.

Columna 21: Relación entre radio hidráulico de la sección de flujo y radio hidráulico a tubo lleno ($D/4$), (ver anexo No. 1). Se calcula con el valor obtenido de la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno.

Columna 22: Relación entre profundidad hidráulica de la sección de flujo y diámetro interno de la tubería, (ver anexos). La relación máxima es de 85%. Se halla con el valor obtenido de la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno.

CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN

Columna 23: Velocidad real en la sección de flujo (m/s) La velocidad real mínima recomendada es de 0,45 m/s. Es posible diseñar para velocidades reales menores de 0,45 m/s, siempre y cuando el esfuerzo cortante sea superior a 1,2 N/m² y así garantizar la condición de tubería autolimpiante. (López, 2003)

$$V = \frac{V}{V_0} * \frac{Q_0}{A} \quad [17] \times [19]$$

Columna 24: Altura de velocidad (m)

$$\frac{V^2}{2g}$$

Columna 25: Radio hidráulico para la sección de flujo (m)

$$R = \frac{R}{R_0} * \frac{D}{4} \quad [21] \times ([15]/4)$$

Columna 26: Esfuerzo cortante medio (N/m²)

El esfuerzo cortante mínimo para las condiciones iniciales de operación es de 1,5 N/m

$$\tau = \gamma R S$$

Donde:

τ = Esfuerzo cortante medio.

R = Radio hidráulico para la sección de flujo

γ = Gravedad

S = Pendiente

Columna 27: Altura de la lámina de agua (m)

$$d = \frac{d}{D} * D \quad [20] * [15]$$

Columna 28: Profundidad hidráulica en la sección de flujo (m)

$$H = \frac{H}{D} * D = \text{columna 22} * \text{columna 14}$$

Columna 23: Número de Froude.

$NF \leq 0,9$: régimen de flujo subcrítico

$NF \geq 1,1$: régimen de flujo supercrítico

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g * h}}$$

TABLA No.3 DISEÑO HIDRÁULICO Y EMPATE POR LA LÍNEA DE ENERGÍA DE COLECTORES

TRAMO	Tramo		Longitud (m)	Q. Dis. (L/s)	COTAS							CARACTERÍSTICAS DEL ALCANTARILLADO						RELACIONES HIDRÁULICAS						CARACTERÍSTICAS DE OPERACION					H	Numero de Froude
	INICIAL	FINAL			COTA RAZANTE		COTA BATEA		PROF. A BATEA		PROF. MEDIA	S %	Ø CALCULADO		Dc		Q _o	V _o	Q/Q _o	V/V _o	d/D	R/R _o	H/D	V	V ² /2g	R	τ	d		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	diseño	(m)	(")	nom. (")	Int. (m)	(L/s)	(m/s)						(m/s)	(m)	(m)	(N/m ²)	(m)			
2	4	3	34,25	1,50	1066,00	1064,81	1064,50	1063,31	1,5	1,5	1,5	3,47	0,05	2	8	0,2	61,2	1,95	0,025	0,37	0,14	0,295	0,077	0,72	0,03	0,01	5,0	0,03	0,016	1,86
3	6	5	38,39	1,50	1065,17	1064,35	1063,67	1062,85	1,5	1,5	1,5	2,14	0,05	2,2	8	0,2	48,0	1,53	0,031	0,41	0,15	0,333	0,088	0,62	0,02	0,02	3,5	0,03	0,018	1,49
4	29-A	29B	29,15	1,50	1051,00	1050,00	1049,50	1048,50	1,5	1,5	1,5	3,43	0,05	2	8	0,2	60,8	1,94	0,025	0,37	0,14	0,295	0,077	0,72	0,03	0,01	5,0	0,03	0,016	1,84
	29B	16	11,87	1,50	1050,00	1045,72	1048,50	1044,22	1,5	1,5	1,5	36,06	0,03	1,3	8	0,2	197,1	6,28	0,008	0,27	0,08	0,168	0,033	1,68	0,14	0,01	29,7	0,02	0,007	6,58
5	17	30	35,75	1,50	1040,75	1027,00	1039,25	1025,50	1,5	1,5	1,5	38,46	0,03	1,3	8	0,2	203,6	6,48	0,007	0,27	0,08	0,168	0,029	1,74	0,15	0,01	31,7	0,02	0,006	7,27
	30	21	26,02	1,50	1027,00	1017,28	1025,50	1015,78	1,5	1,5	1,5	37,36	0,03	1,3	8	0,2	200,7	6,39	0,007	0,27	0,08	0,168	0,029	1,72	0,15	0,01	30,8	0,02	0,006	7,21
6	31	32	9,98	1,50	1053,00	1047,00	1051,00	1045,50	2	1,5	1,75	55,11	0,03	1,2	8	0,2	243,7	7,76	0,006	0,18	0,06	0,143	0,025	1,36	0,09	0,01	38,8	0,01	0,005	6,14
	32	33	10,19	1,50	1047,00	1040,00	1045,50	1038,50	1,5	1,5	1,5	68,69	0,03	1,2	8	0,2	272,1	8,66	0,006	0,18	0,06	0,143	0,025	1,52	0,12	0,01	48,3	0,01	0,005	6,85
	33	34	13,74	1,50	1040,00	1033,00	1038,50	1031,50	1,5	1,5	1,5	50,95	0,03	1,2	8	0,2	234,3	7,46	0,006	0,18	0,06	0,143	0,025	1,31	0,09	0,01	35,8	0,01	0,005	5,90
	34	34A	16,21	1,50	1033,00	1025,00	1031,50	1023,50	1,5	1,5	1,5	49,35	0,03	1,2	8	0,2	230,6	7,34	0,007	0,27	0,08	0,168	0,029	1,98	0,20	0,01	40,7	0,02	0,006	8,29
	34A	35	23,31	1,50	1025,00	1021,52	1023,50	1020,02	1,5	1,5	1,5	14,93	0,04	1,5	8	0,2	126,9	4,04	0,012	0,31	0,10	0,254	0,046	1,24	0,08	0,01	18,6	0,02	0,009	4,07
	35	36	34,63	1,50	1021,52	1013,35	1020,02	1011,85	1,5	1,5	1,5	23,59	0,03	1,4	8	0,2	159,5	5,08	0,009	0,26	0,08	0,215	0,037	1,33	0,09	0,01	24,9	0,02	0,007	4,92
36	23	71,68	1,50	1013,35	1009,84	1011,85	1008,34	1,5	1,5	1,5	4,90	0,05	1,9	8	0,2	72,7	2,31	0,021	0,35	0,13	0,273	0,069	0,81	0,03	0,01	6,6	0,03	0,014	2,18	
8	40	39	17,5	1,50	1027,00	1023,54	1025,00	1022,04	2	1,5	1,75	16,91	0,04	1,5	8	0,2	135,0	4,30	0,011	0,30	0,10	0,247	0,044	1,29	0,08	0,01	20,5	0,02	0,009	4,36
7	37	38	36,74	1,50	1034,49	1035,00	1032,99	1032,70	1,5	2,3	1,9	0,79	0,07	2,6	8	0,2	29,2	0,93	0,051	0,45	0,18	0,419	0,117	0,42	0,01	0,02	1,6	0,04	0,024	0,86
	38	39	64,54	1,50	1035,00	1023,54	1032,70	1022,04	2,3	1,5	1,9	16,52	0,04	1,5	8	0,2	133,4	4,25	0,011	0,30	0,10	0,247	0,044	1,27	0,08	0,01	20,0	0,02	0,009	4,31
	39	41	90,13	1,50	1023,54	1015,60	1022,04	1014,10	1,5	1,5	1,5	8,81	0,04	1,7	8	0,2	97,4	3,10	0,015	0,33	0,11	0,277	0,054	1,01	0,05	0,01	12,0	0,02	0,011	3,09
	41	42	77,56	1,50	1015,60	1010,08	1014,10	1008,68	1,5	1,4	1,45	6,99	0,04	1,8	8	0,2	86,8	2,76	0,017	0,34	0,11	0,292	0,059	0,94	0,05	0,01	10,0	0,02	0,012	2,74
	42	23	42,63	1,60	1010,08	1009,84	1008,68	1008,34	1,4	1,5	1,45	0,80	0,07	2,7	8	0,2	29,3	0,93	0,055	0,45	0,19	0,430	0,134	0,42	0,01	0,02	1,7	0,04	0,027	0,82
9	45	46	40,3	1,50	1017,08	1016,90	1015,58	1015,40	1,5	1,5	1,5	0,45	0,07	2,9	8	0,2	21,9	0,70	0,068	0,48	0,21	0,478	0,138	0,34	0,01	0,02	1,0	0,04	0,028	0,65
	46	47	56,61	1,50	1016,90	1013,47	1015,40	1011,97	1,5	1,5	1,5	6,06	0,04	1,8	8	0,2	80,8	2,57	0,019	0,36	0,12	0,307	0,064	0,91	0,04	0,02	9,1	0,02	0,013	2,55
	47	42	67,46	1,50	1013,47	1010,08	1011,97	1008,58	1,5	1,5	1,5	5,03	0,05	1,9	8	0,2	73,6	2,34	0,020	0,36	0,12	0,315	0,067	0,85	0,04	0,02	7,8	0,02	0,014	2,32
10	43	44	50,59	1,50	1030,00	1025,00	1028,50	1022,50	1,5	2,5	2	11,86	0,04	1,6	8	0,2	113,1	3,60	0,013	0,31	0,10	0,262	0,049	1,13	0,06	0,01	15,2	0,02	0,010	3,61
	44	46	94,59	1,50	1025,00	1016,90	1022,50	1014,90	2,5	2	2,25	8,03	0,04	1,7	8	0,2	93,1	2,96	0,016	0,33	0,11	0,285	0,052	0,99	0,05	0,01	11,2	0,02	0,010	3,08
	46	41	63,33	1,50	1016,90	1015,60	1014,90	1014,10	2	1,5	1,75	1,26	0,06	2,4	8	0,2	36,9	1,17	0,041	0,42	0,17	0,375	0,103	0,49	0,01	0,02	2,3	0,03	0,021	1,08
	41	36	40,59	1,50	1015,60	1013,35	1014,10	1011,85	1,5	1,5	1,5	5,54	0,05	1,8	8	0,2	77,3	2,46	0,019	0,36	0,12	0,307	0,064	0,87	0,04	0,02	8,4	0,02	0,013	2,44

1	1	2	20,25	1,50	1065,95	1065,42	1064,75	1063,92	1,2	1,5	1,35	4,10	0,05	2	8	0,2	66,5	2,12	0,023	0,37	0,13	0,332	0,073	0,79	0,03	0,02	6,7	0,03	0,015	2,08	
	2	3	26,39	1,50	1065,42	1064,81	1063,92	1063,31	1,5	1,5	1,5	2,31	0,05	2,2	8	0,2	49,9	1,59	0,030	0,40	0,15	0,370	0,086	0,64	0,02	0,02	4,2	0,03	0,017	1,53	
	3	5	13,33	1,50	1064,81	1064,35	1063,31	1062,85	1,5	1,5	1,5	3,45	0,05	2	8	0,2	61,0	1,94	0,025	0,38	0,14	0,343	0,077	0,74	0,03	0,02	5,8	0,03	0,016	1,89	
	5	7	16,71	1,50	1064,35	1063,00	1062,85	1061,50	1,5	1,5	1,5	8,08	0,04	1,7	8	0,2	93,3	2,97	0,016	0,33	0,11	0,285	0,052	0,99	0,05	0,01	11,3	0,02	0,010	3,09	
	7	8	51,65	1,50	1063,00	1062,55	1061,50	1061,05	1,5	1,5	1,5	0,87	0,06	2,6	8	0,2	30,6	0,98	0,049	0,44	0,18	0,407	0,115	0,43	0,01	0,02	1,7	0,04	0,023	0,90	
	8	9	41,86	1,50	1062,55	1060,00	1061,05	1058,50	1,5	1,5	1,5	6,09	0,04	1,8	8	0,2	81,0	2,58	0,019	0,36	0,12	0,307	0,064	0,92	0,04	0,02	9,2	0,02	0,013	2,56	
	9	10	26,58	1,50	1060,00	1055,00	1058,50	1053,50	1,5	1,5	1,5	18,81	0,04	1,5	8	0,2	142,4	4,53	0,011	0,30	0,10	0,247	0,044	1,36	0,09	0,01	22,8	0,02	0,009	4,60	
	10	11	26,41	1,50	1055,00	1050,00	1053,50	1048,50	1,5	1,5	1,5	18,93	0,04	1,5	8	0,2	142,9	4,55	0,011	0,30	0,10	0,247	0,044	1,36	0,09	0,01	22,9	0,02	0,009	4,61	
	11	12	23,04	1,50	1050,00	1046,00	1048,50	1044,50	1,5	1,5	1,5	17,36	0,04	1,5	8	0,2	136,8	4,35	0,011	0,30	0,10	0,247	0,044	1,30	0,09	0,01	21,0	0,02	0,009	4,42	
	12	13	22,55	1,50	1046,00	1045,48	1044,50	1043,98	1,5	1,5	1,5	2,31	0,05	2,2	8	0,2	49,9	1,59	0,030	0,40	0,15	0,370	0,086	0,63	0,02	0,02	4,2	0,03	0,017	1,53	
	13	14	35,72	1,50	1045,48	1045,17	1043,98	1043,67	1,5	1,5	1,5	0,87	0,06	2,6	8	0,2	30,6	0,97	0,049	0,44	0,18	0,411	0,115	0,43	0,01	0,02	1,7	0,04	0,023	0,90	
	14	15	22,28	1,50	1045,17	1045,45	1043,67	1043,45	1,5	2	1,75	0,99	0,06	2,5	8	0,2	32,6	1,04	0,046	0,43	0,17	0,395	0,130	0,45	0,01	0,02	1,9	0,03	0,026	0,88	
	15	16	26,66	1,51	1045,45	1042,72	1043,45	1040,42	2	2,3	2,15	11,37	0,04	1,6	8	0,2	110,7	3,52	0,014	0,32	0,10	0,269	0,051	1,13	0,06	0,01	15,0	0,02	0,010	3,52	
	16	17	33,35	1,88	1042,72	1040,75	1040,42	1039,25	2,3	1,5	1,9	3,51	0,05	2,2	8	0,2	61,5	1,96	0,031	0,40	0,15	0,374	0,088	0,79	0,03	0,02	6,4	0,03	0,018	1,89	
	17	18	55,23	1,50	1040,75	1034,33	1037,95	1032,83	2,8	1,5	2,15	9,27	0,04	1,7	8	0,2	100,0	3,18	0,015	0,33	0,11	0,277	0,054	1,04	0,06	0,01	12,6	0,02	0,011	3,17	
	18	19	38,68	1,50	1034,33	1029,52	1032,83	1028,02	1,5	1,5	1,5	12,44	0,04	1,6	8	0,2	115,8	3,69	0,013	0,31	0,10	0,262	0,049	1,15	0,07	0,01	16,0	0,02	0,010	3,70	
	19	20	35,68	1,50	1029,52	1025,26	1028,02	1023,76	1,5	1,5	1,5	11,94	0,04	1,6	8	0,2	113,4	3,61	0,013	0,31	0,10	0,262	0,049	1,13	0,07	0,01	15,3	0,02	0,010	3,62	
	20	21	46,58	1,50	1025,26	1017,28	1023,76	1015,78	1,5	1,5	1,5	17,13	0,04	1,5	8	0,2	135,9	4,33	0,011	0,30	0,10	0,247	0,044	1,29	0,09	0,01	20,7	0,02	0,009	4,39	
	21	22	34,79	2,60	1017,28	1012,00	1014,88	1009,20	2,4	2,8	2,6	16,33	0,05	1,9	8	0,2	132,7	4,22	0,020	0,36	0,12	0,315	0,067	1,53	0,12	0,02	25,2	0,02	0,014	4,18	
	22	23	24,76	2,64	1012,00	1009,84	1009,20	1008,34	2,8	1,5	2,15	3,47	0,06	2,5	8	0,2	61,2	1,95	0,043	0,43	0,17	0,422	0,106	0,85	0,04	0,02	7,2	0,03	0,022	1,84	
	23	24	37,91	5,35	1009,84	1008,79	1008,34	1007,29	1,5	1,5	1,5	2,77	0,08	3,3	8	0,2	54,6	1,74	0,098	0,53	0,24	0,560	0,168	0,93	0,04	0,03	7,6	0,05	0,034	1,60	
	24	25	37,77	5,48	1008,79	1008,09	1007,29	1006,29	1,5	1,8	1,65	2,65	0,09	3,4	8	0,2	53,4	1,70	0,103	0,54	0,24	0,573	0,173	0,92	0,04	0,03	7,4	0,05	0,035	1,57	
	25	26	19,44	7,27	1008,09	1006,09	1006,29	1004,59	1,8	1,5	1,65	8,74	0,08	3	8	0,2	97,1	3,09	0,075	0,50	0,21	0,497	0,146	1,53	0,12	0,02	21,3	0,04	0,030	2,84	
	26	27	11,22	7,29	1006,09	1004,00	1004,59	1002,50	1,5	1,5	1,5	18,63	0,07	2,6	8	0,2	141,7	4,51	0,051	0,46	0,18	0,452	0,117	2,05	0,21	0,02	41,3	0,04	0,024	4,25	
	27	28	12,31	7,32	1004,00	1000,00	1002,50	998,50	1,5	1,5	1,5	32,49	0,06	2,4	8	0,2	187,2	5,96	0,039	0,42	0,16	0,406	0,100	2,53	0,33	0,02	64,7	0,03	0,020	5,65	
	28	T 1	17,11	7,34	1000,00	995,00	998,50	994,00	1,5	1	1,25	26,30	0,06	2,5	8	0,2	168,4	5,36	0,044	0,44	0,17	0,426	0,108	2,34	0,28	0,02	54,9	0,03	0,022	5,06	
	12	29	61	31,51	1,50	1057,00	1057,00	1055,50	1055,20	1,5	1,8	1,65	0,95	0,06	2,5	8	0,2	32,0	1,02	0,047	0,45	0,18	0,477	0,112	0,45	0,01	0,02	2,2	0,04	0,023	0,96
	61	51	55,23	1,50	1057,00	1054,55	1055,20	1053,05	1,8	1,5	1,65	3,89	0,05	2	8	0,2	64,8	2,06	0,023	0,37	0,131	0,332	0,073	0,77	0,03	0,02	6,3	0,03	0,015	2,02	
11	7	48	55,13	1,50	1063,59	1059,67	1062,09	1058,17	1,5	1,5	1,5	7,11	0,04	1,8	8	0,2	87,5	2,79	0,017	0,34	0,11	0,292	0,059	0,95	0,05	0,01	10,2	0,02	0,012	2,77	
48	49	40,54	1,50	1059,67	1058,47	1058,17	1056,97	1,5	1,5	1,5	2,96	0,05	2,1	8	0,2	56,5	1,80	0,027	0,39	0,14	0,354	0,080	0,70	0,02	0,02	5,1	0,03	0,016	1,75		
49	50	33,34	1,50	1058,47	1057,00	1056,97	1055,50	1,5	1,5	1,5	4,41	0,05	1,9	8	0,2	68,9	2,19	0,022	0,37	0,13	0,326	0,071	0,81	0,03	0,02	7,1	0,03	0,014	2,16		
50	51	39,49	1,50	1057,00	1054,55	1055,50	1053,05	1,5	1,5	1,5	6,20	0,04	1,8	8	0,2	81,8	2,60	0,018	0,35	0,12	0,300	0,062	0,91	0,04	0,01	9,1	0,02	0,013	2,58		

	51	52	63.19	1.67	1054.55	1046.00	1053.05	1044.50	1.5	1.5	1.5	13.53	0.04	1.6	8	0.2	120.8	3.84	0.014	0.32	0.10	0.269	0.051	1.23	0.08	0.01	17.9	0.02	0.010	3.84
	52	53	36.77	1.50	1046.00	1037.00	1044.50	1035.50	1.5	1.5	1.5	24.48	0.03	1.4	8	0.2	162.4	5.17	0.009	0.26	0.08	0.022	0.037	1.36	0.09	0.00	2.6	0.02	0.007	5.01
	53	53 A	6.21	1.50	1037.00	1034.00	1035.50	1033.00	1.5	1	1.25	40.26	0.03	1.3	8	0.2	208.3	6.63	0.007	0.27	0.08	0.168	0.029	1.79	0.16	0.01	33.2	0.02	0.006	7.49
	53 A	54	20.88	1.50	1034.00	1034.00	1033.00	1032.50	1	1.5	1.25	2.39	0.05	2.2	8	0.2	50.8	1.62	0.030	0.40	0.15	0.370	0.086	0.65	0.02	0.02	4.3	0.03	0.017	1.56
	54	55	17.51	2.06	1034.00	1028.00	1032.50	1026.50	1.5	1.5	1.5	34.27	0.04	1.5	8	0.2	192.2	6.12	0.011	0.30	0.10	0.247	0.044	1.83	0.17	0.01	41.4	0.02	0.009	6.20
	55	56	29.19	2.13	1028.00	1018.79	1026.50	1017.29	1.5	1.5	1.5	31.55	0.04	1.5	8	0.2	184.4	5.87	0.012	0.31	0.10	0.254	0.046	1.80	0.16	0.01	39.3	0.02	0.009	5.92
	56	57	30	2.21	1018.79	1013.21	1017.29	1011.71	1.5	1.5	1.5	18.60	0.04	1.7	8	0.2	141.6	4.51	0.016	0.33	0.11	0.285	0.057	1.51	0.12	0.01	26.0	0.02	0.012	4.48
	57	58	27.73	4.31	1013.21	1011.00	1011.71	1009.50	1.5	1.5	1.5	7.97	0.06	2.5	8	0.2	92.7	2.95	0.047	0.45	0.18	0.477	0.112	1.31	0.09	0.02	18.7	0.04	0.023	2.78
	58	58A	22.19	2.35	1011.00	1009.00	1009.50	1007.60	1.5	1.4	1.45	8.56	0.05	2	8	0.2	96.1	3.06	0.024	0.38	0.13	0.337	0.075	1.15	0.07	0.02	14.2	0.03	0.015	2.99
	58A	59	53.02	2.67	1009.00	1010.66	1007.60	1007.26	1.4	3.4	2.4	0.64	0.08	3.4	8	0.2	26.3	0.84	0.102	0.54	0.24	0.570	0.219	0.45	0.01	0.03	1.8	0.05	0.045	0.68
	59	60	46.84	2.96	1010.66	1010.61	1007.26	1007.01	3.4	3.6	3.5	0.53	0.09	3.6	8	0.2	24.0	0.76	0.124	0.57	0.27	0.622	0.192	0.44	0.01	0.03	1.6	0.05	0.039	0.70
14	63	64	47.05	1.50	1040.25	1038.70	1038.75	1037.20	1.5	1.5	1.5	3.29	0.05	2	8	0.2	59.6	1.90	0.025	0.38	0.14	0.343	0.077	0.72	0.03	0.02	5.5	0.03	0.016	1.85
	64	54	53.22	1.50	1038.70	1034.00	1037.20	1032.50	1.5	1.5	1.5	8.83	0.04	1.7	8	0.2	97.6	3.11	0.015	0.33	0.11	0.277	0.054	1.02	0.05	0.01	12.0	0.02	0.011	3.10
	71	70	64.82	1.50	1019.31	1019.26	1018.11	1017.46	1.2	1.8	1.5	1.00	0.06	2.5	8	0.2	32.9	1.05	0.046	0.44	0.18	0.433	0.110	0.46	0.01	0.02	2.1	0.04	0.022	0.99
	70	72	50	1.50	1019.26	1019.60	1017.46	1017.30	1.8	2.3	2.05	0.32	0.08	3.1	8	0.2	18.6	0.59	0.081	0.72	0.42	0.888	0.315	0.43	0.01	0.04	1.4	0.08	0.064	0.54
	72	73	49.95	1.55	1019.60	1021.00	1017.30	1017.10	2.3	3.9	3.1	0.40	0.08	3	8	0.2	20.8	0.66	0.075	0.73	0.42	0.882	0.312	0.48	0.01	0.04	1.7	0.08	0.063	0.61
15	73	74	22.7	1.61	1021.00	1021.00	1017.10	1017.00	3.9	4	3.95	0.44	0.08	3	8	0.2	21.8	0.69	0.074	0.73	0.41	0.878	0.311	0.51	0.01	0.04	1.9	0.08	0.063	0.64
	74	75	27.96	1.70	1021.00	1018.52	1017.00	1016.92	4	1.6	2.8	0.29	0.08	3.3	8	0.2	17.6	0.56	0.097	0.79	0.48	0.970	0.370	0.44	0.01	0.05	1.4	0.10	0.075	0.51
	75	76	50.01	1.90	1018.52	1016.24	1016.92	1014.74	1.6	1.5	1.55	4.36	0.05	2.1	8	0.2	68.5	2.18	0.028	0.39	0.14	0.359	0.082	0.86	0.04	0.02	7.7	0.03	0.017	2.12
	76	77	50	2.10	1016.24	1015.32	1014.74	1013.82	1.5	1.5	1.5	1.84	0.06	2.6	8	0.2	44.5	1.42	0.047	0.45	0.18	0.437	0.112	0.63	0.02	0.02	3.9	0.04	0.023	1.34
	77	57	38.15	2.18	1015.32	1013.21	1013.82	1011.71	1.5	1.5	1.5	5.53	0.05	2.1	8	0.2	77.2	2.46	0.028	0.39	0.14	0.359	0.082	0.96	0.05	0.02	9.7	0.03	0.017	2.38
	52	52A	29.42	1.50	1046.00	1043.00	1044.50	1041.50	1.5	1.5	1.5	10.20	0.04	1.7	8	0.2	104.8	3.34	0.014	0.32	0.10	0.269	0.051	1.07	0.06	0.01	13.5	0.02	0.010	3.34
	52A	62	40.74	1.50	1043.00	1042.85	1041.50	1041.35	1.5	1.5	1.5	0.37	0.08	3	8	0.2	19.9	0.63	0.075	0.50	0.22	0.520	0.146	0.32	0.01	0.03	0.9	0.04	0.030	0.59
	62	63	40.8	1.50	1042.85	1040.25	1041.35	1038.75	1.5	1.5	1.5	6.37	0.04	1.8	8	0.2	82.9	2.64	0.018	0.35	0.12	0.300	0.062	0.92	0.04	0.01	9.4	0.02	0.013	2.62
	63	65	13.3	1.50	1040.25	1036.52	1038.75	1035.02	1.5	1.5	1.5	28.05	0.03	1.4	8	0.2	173.9	5.53	0.009	0.26	0.08	0.215	0.037	1.45	0.11	0.01	29.6	0.02	0.007	5.36
	65	66	19.58	1.50	1036.52	1031.54	1035.02	1029.04	1.5	2.5	2	30.54	0.03	1.4	8	0.2	181.4	5.78	0.008	0.23	0.08	0.191	0.033	1.35	0.09	0.01	28.6	0.02	0.007	5.28
	66	67	30.3	1.50	1031.54	1030.55	1029.04	1028.05	2.5	2.5	2.5	3.27	0.05	2	8	0.2	59.3	1.89	0.025	0.38	0.14	0.343	0.077	0.72	0.03	0.02	5.5	0.03	0.016	1.84
	67	68	35.19	1.50	1030.55	1025.07	1028.05	1022.47	2.5	2.6	2.55	15.86	0.04	1.5	8	0.2	130.7	4.16	0.011	0.30	0.10	0.247	0.044	1.24	0.08	0.01	19.2	0.02	0.009	4.22
	68	69	53.65	1.50	1025.07	1023.11	1022.47	1020.91	2.6	2.2	2.4	2.91	0.05	2.1	8	0.2	56.0	1.78	0.027	0.39	0.14	0.354	0.080	0.69	0.02	0.02	5.0	0.03	0.016	1.73
	69	70	45.68	1.50	1023.11	1019.26	1020.91	1017.46	2.2	1.8	2	7.55	0.04	1.7	8	0.2	90.2	2.87	0.017	0.34	0.11	0.292	0.059	0.98	0.05	0.01	10.8	0.02	0.012	2.85
17	58	80	32.97	2.26	1011.00	1005.00	1009.50	1003.50	1.5	1.5	1.5	18.20	0.04	1.7	8	0.2	140.1	4.46	0.016	0.33	0.11	0.285	0.057	1.49	0.11	0.01	25.4	0.02	0.012	4.43
	80	81	26.46	2.32	1005.00	998.00	1003.50	996.10	1.5	1.9	1.7	27.97	0.04	1.6	8	0.2	173.6	5.53	0.013	0.31	0.10	0.262	0.049	1.73	0.15	0.01	35.9	0.02	0.010	5.55

	81	79	26,43	2,36	998,00	993,44	996,10	991,64	1,9	1,8	1,85	16,87	0,04	1,8	8	0,2	134,9	4,29	0,018	0,35	0,12	0,300	0,062	1,49	0,11	0,01	24,8	0,02	0,013	4,26
18	60	78	73,45	1,64	1010,61	1001,41	1007,01	998,81	3,6	2,6	3,1	11,16	0,04	1,7	8	0,2	109,7	3,49	0,015	0,33	0,11	0,277	0,054	1,14	0,07	0,01	15,2	0,02	0,011	3,48
	78	79	51,46	1,73	1001,41	993,44	998,81	990,79	2,6	2,65	2,625	15,58	0,04	1,6	8	0,2	129,6	4,13	0,013	0,31	0,10	0,262	0,049	1,29	0,08	0,01	20,0	0,02	0,010	4,14
	79	80	72,2	4,16	993,44	989,24	990,79	987,74	2,65	1,5	2,075	4,22	0,07	2,8	8	0,2	67,5	2,15	0,062	0,48	0,20	0,487	0,130	1,02	0,05	0,02	10,1	0,04	0,026	2,01
	80	T2	63,79	4,31	989,24	985,00	987,74	983,50	1,5	1,5	1,5	6,65	0,07	2,6	8	0,2	84,6	2,69	0,051	0,46	0,18	0,452	0,117	1,23	0,08	0,02	14,7	0,04	0,024	2,54
16	60	78-A	50,04	1,75	1010,61	1009,80	1007,01	1006,70	3,6	3,1	3,35	0,62	0,07	2,9	8	0,2	25,8	0,82	0,068	0,49	0,21	0,504	0,138	0,40	0,01	0,03	1,5	0,04	0,028	0,77
	78-A	25	56,19	1,95	1009,80	1008,09	1006,80	1006,29	3	1,8	2,4	0,91	0,07	2,8	8	0,2	31,3	1,00	0,062	0,48	0,20	0,487	0,130	0,47	0,01	0,02	2,2	0,04	0,026	0,93

SEÑO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO PRELIMINAR PUNTO DE DESCARGA Nº 1

Canal de Aproximación.

El canal de aproximación se diseña con el objetivo de que recoja las aguas de aportes máximos por conexiones erradas y drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial, por lo tanto se diseña con el caudal máximo que es la sumatoria del caudal que llega de la red de alcantarillado sanitario y los caudales por drenaje domiciliario de aguas lluvias y conexiones erradas. (RAS, 2000)

$Q_{\max} = \text{Caudal de diseño} + \text{Caudal por conexiones erradas}$

$$Q_{\max} = 7.34 \frac{L}{s} + 23.99 \frac{L}{s} = 31.33 \frac{L}{s} = 0.03133 \frac{m^3}{s}$$

Como:

$$Q_{\max} = V * A$$

Donde:

V= Velocidad de Aproximación, se asume $v = 0.4 \text{ m/s}$ (RAS, 2000)

A= Es el área de la sección Transversal del Agua.

Reemplazando y despejando A, se tiene:

$$A = \frac{0.03133 \frac{m^3}{s}}{0.4 \frac{m}{s}}$$

$$A = 0.0783 m^2$$

Se asume un ancho $b = 1 \text{ m}$

$$A = b * h$$

Donde

A: Área de la Sección Transversal del Agua Residual.

b: Ancho de la sección Transversal del Agua Residual.

h: Altura de la Sección Transversal del Agua Residual.

Reemplazando y despejando h tenemos:

$$h = \frac{0.0783 m^2}{1.0 m}$$

$$h = 0.0783 m$$

Tabla No. 4. Dimensiones Canal de Aproximación.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	2,5m
b	1,0m
h	0,6m
e	0,1m

Fuente: Guiza, Silva

Vertedero de excesos.

El vertedero debe ubicarse en una de las paredes paralelas a la dirección de entrada del flujo y tiene como función evacuar el exceso de caudal por conexiones erradas que llega al canal de aproximación proveniente de la red de alcantarillado.

El vertedero de exceso se diseña mediante la expresión de Francis sin velocidad de llegada y sin contracción:

$$Q = C.L.H^{1.5}$$

Donde:

C : Coeficiente de descarga ancha = 1.84

L : Longitud del vertedero = 1m

H : Altura de la lámina de agua en la cresta

$$Q_{excesos} = Q_{max} - Q_{diseño}$$

$$Q_{excesos} = 31.33 \frac{L}{s} - 7.34 \frac{L}{s} = 23.99 \frac{L}{s} = 0.02399 \frac{m^3}{s}$$

$$H = \left(\frac{Q_{excesos}}{C.L} \right)^{0.66}$$

$$H = \left(\frac{0.02399 m^3/s}{1.84 * 1.0m} \right)^{0.66} = 0.057m$$

Luego el vertedero de excesos rectangular y de pared delgada, puede proyectarse con las siguientes dimensiones:

Tabla No. 5. Dimensiones Vertedero de excesos.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	1,0m
b	0,1m
h	0,3m

Fuente: Guiza, Silva

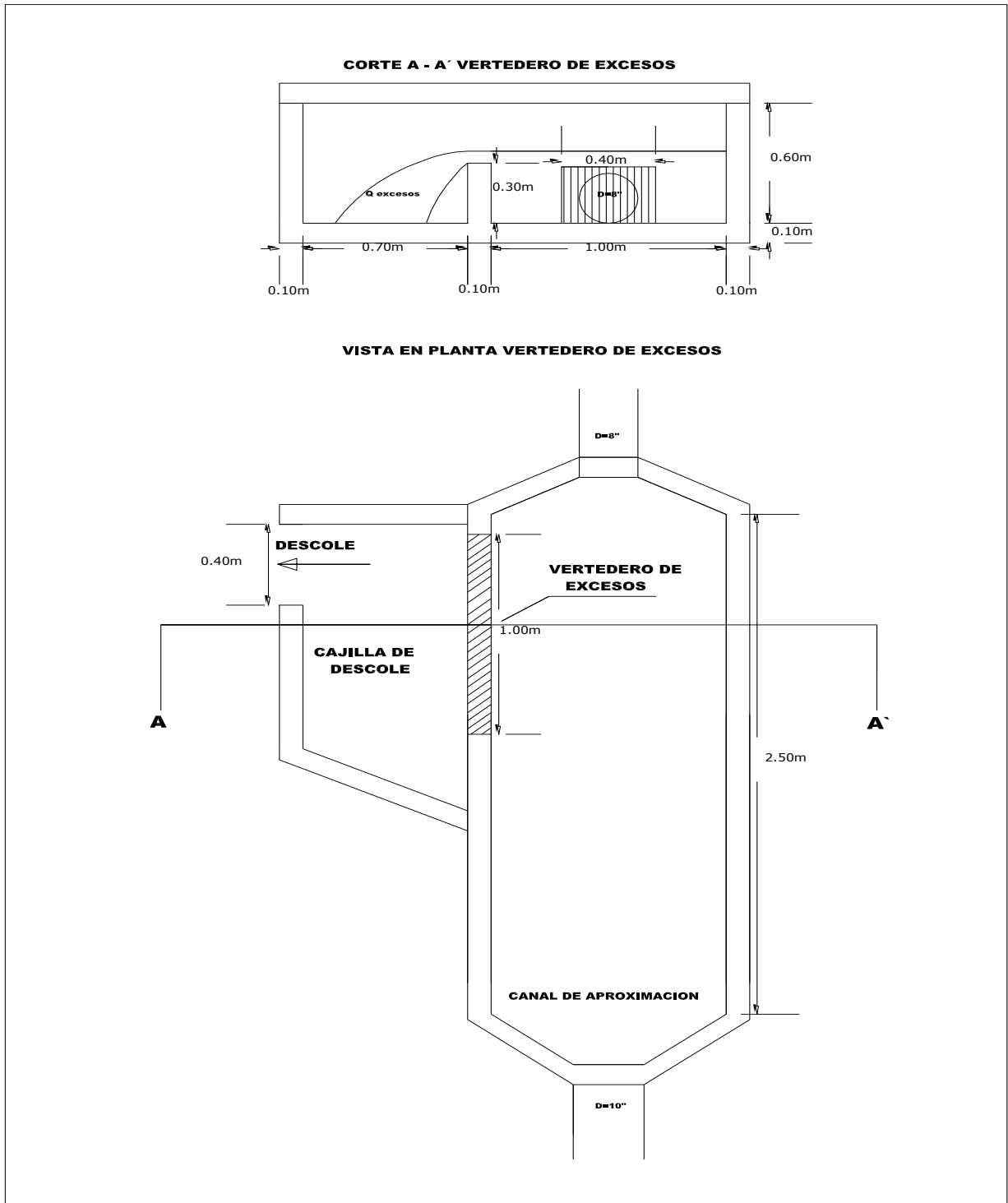


Figura No. 4 Canal de aproximación y Vertedero de excesos.

Rejilla.

La rejilla se calcula a partir del diámetro de la tubería que conduce el caudal de diseño al desarenador que es la siguiente estructura preliminar del sistema de tratamiento.

Criterios de Diseño:

Tamaño de la Barra.

- Anchura: 15 mm
- Espaciamiento entre barras: 3 cm. Pendiente (Con la Horizontal): 45°
- Velocidad Mínima entre Barras: 0.4 m/s.

Se calcula la cantidad de Rejillas mediante la siguiente ecuación:

$$\#Barras = \frac{DiametroTuberia + 10cm}{S + b}$$

Donde:

S: Espesor de la Barra (0.015 m)

b: Espaciamiento entre Barras (0.03 m)

Reemplazando se tiene:

$$\#Barras = \frac{0.5m}{0.015m + 0.03m}$$

$$\#Barras = 11$$

El largo de la barra con un Angulo de inclinación de 45° es:

$$L = \frac{AltoCanal}{Sen45^\circ}$$

$$L = \frac{0.40m}{Sen45^\circ}$$

$$L = 0.56m$$

La Rejilla puede proyectarse con un ancho de 0.5m y de altura 0.5m

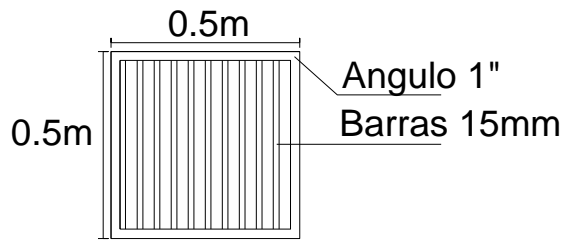


Figura No. 5 Rejilla

Desarenador.

El RAS 2000 en su numeral E.4.4.4.4 recomienda un mínimo de dos (2) unidades y velocidades entre 0,2 y 0.4 m/s.

Para el diseño se cuenta con los siguientes datos:

Velocidad de Llegada = 0.4 m/s.

Tamaño de la Partícula a Remover = 0.20 mm (Arenas Finas)

Ancho del canal = 0.5 m.

Caudal del Diseño = 0.00734 m³/s.

Temperatura mínima del agua = 24°C. (Esta temperatura se supone).

Profundidad Útil = 0.5m.

La Velocidad de Sedimentación se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_s = (24^\circ\text{C}) = V_s(10^\circ\text{C}) * \frac{^\circ T + 23.3}{33.3}$$

Donde $V_s(10^\circ\text{C})$, es 0.8 (Silva,2001)

Reemplazando se tiene:

$$V_s = (24^\circ C) = 0.8 * \frac{24 + 23.3}{33.3}$$

$$V_s = 1.13 \frac{Cm}{s}$$

El tiempo de caída se calcula así:

$$t = \frac{H_s}{V_s}$$

Donde H_s , es la profundidad Útil (0.5m) y V_s , es la Velocidad de Sedimentación.

Se Reemplaza:

$$t = \frac{0.5m}{0.0113 \frac{m}{s}}$$

$$t = 44.25s$$

Para un Desarenador con un 87.5 % de remoción se obtiene un $a/t=2.37$ donde a, es el tiempo de retención y t, el tiempo de caída.

$$a = 2.37 * t_{Caída}$$

$$a = 2.37 * 44.25s$$

$$a = 104.86s.$$

La Capacidad del Desarenador esta calculada con la siguiente ecuación.

$$C = Q * a$$

Donde C, es la capacidad en m^3

Q = caudal de diseño en m^3/s .

a = Tiempo de Retención en s.

Reemplazando se tiene:

$$C = 0.00734 \frac{m^3}{s} * 104.86s$$

$$C = 0.77m^3$$

Superficie del Desarenador:

$$A = \frac{C}{H_s}$$

Reemplazando:

$$A = \frac{0.77m^3}{0.5m}$$

$$A = 1.54m^2$$

Longitud del Desarenador:

$$L = \frac{A}{b}$$

$$L = \frac{1.54m^2}{0.5m}$$

$$L = 3.08m$$

Tabla No. 6. Dimensiones Desarenador.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	3,0m
b	0,5m x 2
h	0,5m
e	0,1m

Fuente: Guiza, Silva

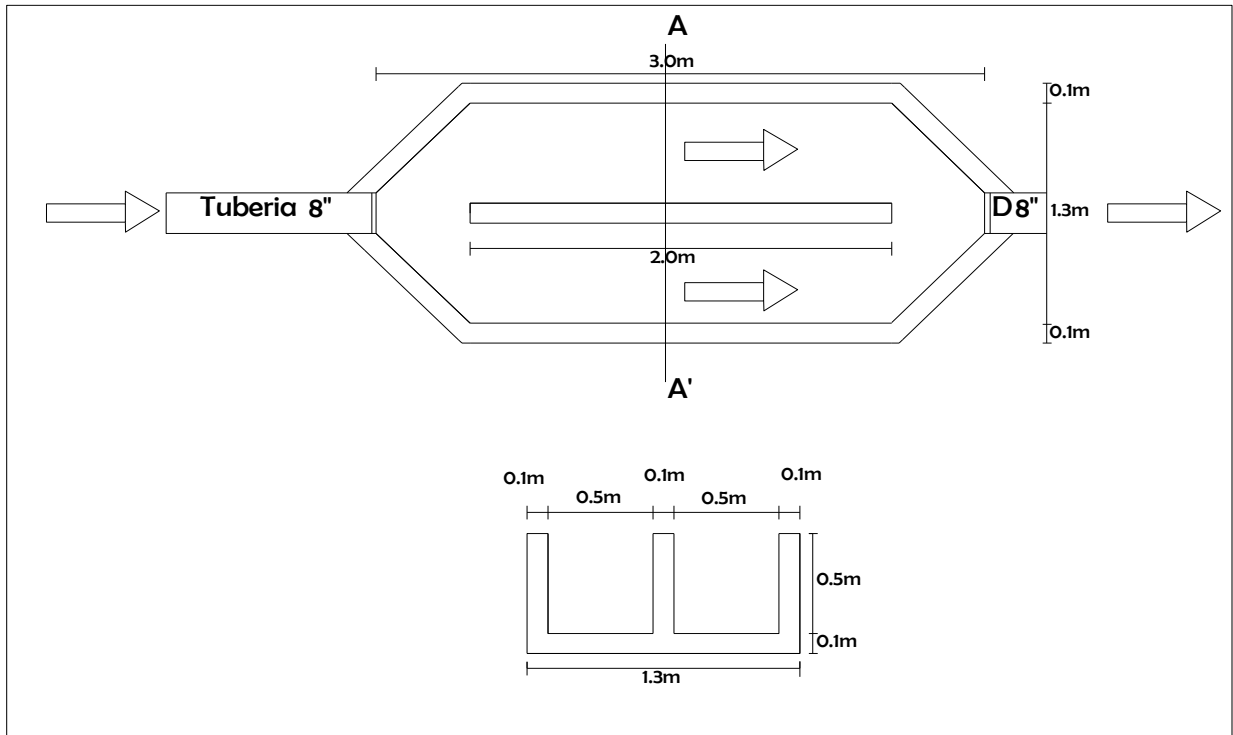


Figura No. 6 Desarenador

Trampa de Grasas.

Según el RAS 2000 en E.3.3.2 la capacidad mínima expresada en Kg. de grasa debe ser de por lo menos $\frac{1}{4}$ parte del caudal de diseño, expresado en L/min.

De lo anterior se tiene:

$$Q_{diseño} = 7.34 \frac{L}{s} = 440.4 \frac{L}{min}$$

Luego la $\frac{1}{4}$ parte es 110.1L/min.

Tabla No. 7. Dimensiones Trampa de grasas.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	1,7m
b	0,7m
h	1,1m
e	0,1m

Fuente: Guiza, Silva

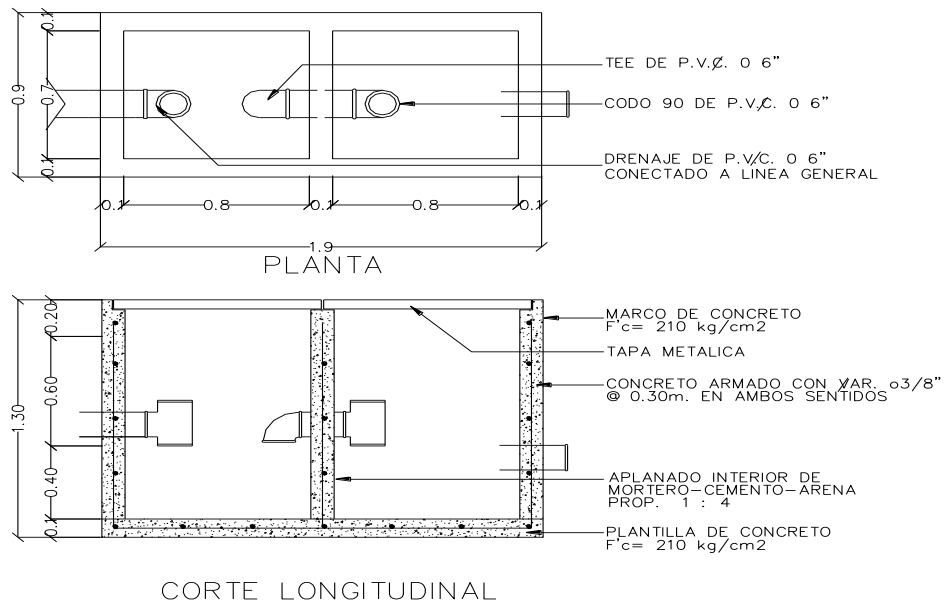


Figura No. 7. Trampa de grasas

DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO PRELIMINAR PUNTO DE DESCARGA Nº 2.

Para el dimensionamiento de estructuras en el punto de descarga Nº 2 se utiliza la misma metodología por lo tanto se presenta los resúmenes de la medidas adoptadas.

Canal de Aproximación.

Tabla No. 8. Dimensiones Canal de Aproximación 2.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	2,0m
b	0,8m
h	0,5m
e	0,1m

Fuente: Guiza, Silva

Vertedero de excesos.

Tabla No. 9. Dimensiones Vertedero de excesos 2.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	0,8m
b	0,1m
h	0,25m

Fuente: Guiza, Silva

Rejilla.

La Rejilla puede proyectarse con un ancho de 0.5m y de altura 0.5m

Desarenador.

Tabla No. 10. Dimensiones Desarenador 2.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	2,5m
b	0,5m x 2
h	0,5m
e	0,1m

Fuente: Guiza, Silva

Trampa de Grasas.

Tabla No. 11. Dimensiones Trampa de grasas 2.

MEDIDAS ADOPTADAS	
L	1,5m
b	0,7m
h	1,0m
e	0,1m

Fuente: Guiza, Silva

DIMENSIONAMIENTO DEL T.S.A.M N°1.

Se dimensiono de acuerdo a las normas RAS 2000. El sistema esta compuesto de un tanque séptico de dos compartimentos y un filtro anaerobio en una sola unidad. Se asumen los siguientes datos:

- TRH = 1 día
- Profundidad para las AR en el tanque: $h = 2.5\text{m}$
- Relación Largo-Ancho = 2:1
- Borde Libre = 0.30m
- Profundidad de Lodos: $h_L = 20\%$ de h
- Longitud del primer compartimiento (sedimentación): $L_s = 2/3L$
- Longitud del segundo compartimiento (digestión): $L_d = L/3$
- El tanque será construido en concreto reforzado
- El espesor de las paredes de concreto será. $e = 0.20\text{m}$

Cálculo del Volumen Efectivo del Tanque (V):

$$V = Q * TRH$$

V = Volumen Efectivo del tanque para Aguas Residuales

TRH = Tiempo de retención hidráulica

Q = Caudal máximo

$$V = 634176 \text{ L/día} * 1 \text{ día} = 634176 \text{ L}$$

$$V = 634.17 \text{ m}^3$$

Cálculo del Área superficial (As):

V = As * H Donde;

As = Área Superficial

H = Profundidad de AR en el tanque.

Según las normas RAS 2000 la profundidad útil varía entre 1.8 y 2.8m para efectos del cálculo se asume una profundidad de 2.8m.

se despeja;

$$\mathbf{As = V / H = 634.17 \text{ m}^3 / 2.8 \text{ m} = 226.50 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{As = 226.50 \text{ m}^2}$$

Cálculo del largo y el ancho:

Como; **Relación Largo- Ancho (2:1)**

$$\mathbf{As = L * A}$$

Donde; L = Largo y A = Ancho

$$\mathbf{As = 2A * A}$$

$$A = \sqrt{As / 2} = \sqrt{(226.50 \text{ m}^2 / 2)} = 10.64 \text{ m}$$

$$L = 2A = 2 * 10.64 \text{ m} = 21.28 \text{ m}$$

Cálculo altura (H):

$$\mathbf{H = h + HL + HB}$$

h = Altura de Agua.

HL = Altura de Lodos.

HB = Borde Libre.

$h = 2.1 \text{ m}$ (Asumido).

$$HL = 0.20 * h = 0.20 * 2.10\text{m} = 0.42\text{m}$$

$HB = 0.30 \text{ m}$ (Asumido)

$$H = 2.10\text{m} + 0.42\text{m} + 0.30\text{m} = 2.82\text{m} \approx 2.80$$

División de Compartimentos: Sedimentación y Digestión.

- Longitud del primer compartimiento (sedimentación):

$$L_s = 2/3L$$

$$L_s = 2/3 * (21.28 \text{ m}) = 14.00 \text{ m}$$

- Longitud del segundo compartimiento (digestión):

$$L_d = L/3$$

$$L_d = 21.28 \text{ m} / 3 = 7.00 \text{ m}$$

Dimensionamiento del Filtro Anaerobio:

Datos de diseño:

- Ancho del filtro anaerobio = igual al del Tanque séptico
- Borde libre = 30cm
- Sobrenadante en el filtro = 15cm
- Capas del filtro: Gravilla gruesa, gravilla fina y arena gruesa.
- Altura de la capa de Gravilla gruesa = 80cm
- Altura de la capa de Gravilla fina = 80cm
- Altura de la capa de Arena gruesa = 55cm

- Falso fondo = 0.20m

Cálculo del Volumen del Filtro(Vf) :

$$V_f = P * 0.05 \frac{m^3}{hab.} * C$$

V_F = Volumen Del filtro.

P = Número de personas

C = Coeficiente de mayoración de volumen, equivalente 20%.

$$V_f = 979hab. * 0.05 \frac{m^3}{hab} * 1.2$$

$$V_f = 58.74m^3$$

Altura del Filtro (hf):

Se asume una perdida de cabeza de h = 15cm por el paso del liquido por la intersticion de llegada al filtro, 30cm de borde libre y 20cm de falso fondo.

Profundidad del líquido en el filtro.

h_F = Altura del Filtro

$$h_F = 2.80 \text{ m.} - 0.15\text{m} - 0.20 - 0.30 = 2.15$$

El dispositivo de salida del efluente se localizara 25 cm. por encima de la superficie del agregado.

$$\mathbf{h_F = 2.15 \text{ m.}}$$

Largo del Filtro:

Por construcción se toma el ancho del filtro, con el mismo valor del tanque, entonces:

$$V_f = A_f * L_f * (h_f - 0.25)$$

$$L_f = \frac{58.74m^3}{10.64m * (2.15m - 0.25)}$$

$$L_f = 2.90m$$

A_F = Ancho del Filtro = Ancho del Tanque Séptico

L_F = Largo del Filtro.

Velocidad de Filtración:

La velocidad de filtración para estos sistemas se toma como: 1 – 3 m/hr.

DIMENSIONAMIENTO DEL T.S.A.M Nº 2

La metodología para calcular el Tanque Séptico Nº2 es la misma que para el anterior, por lo tanto se presentan las dimensiones en el cuadro No. 9 y el plano No.3. Para su cálculo se asumen los mismos datos que para el tanque Nº1.

Tabla No.12 resumen de cálculos de las dimensiones del tanque séptico Nº1.

UNIDAD	LARGO (m)	ALTURA (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m3)
Tanque séptico	21.20	2.80	10.60	634.17
Cámara de Sedimentación	14.00	2.80	10.60	
Cámara de Digestión	7.00	2.80	10.60	
Filtro Anaerobio	2.90	2.15	10.60	58.74

Fuente: Guiza, Silva

Tabla No. 13 resumen de cálculos de las dimensiones del tanque séptico N°2.

UNIDAD	LARGO (m)	ALTURA (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m3)
Tanque séptico	16.30	2.8	8.10	372.38
Cámara de Sedimentación	10.70	2.8	8.10	
Cámara de Digestión	5.40	2.8	8.10	
Filtro Anaerobio	2.10	2.15	8.10	33.06

Fuente: Guiza, Silva

Escalera de Oxigenación.

Para efectos de la descarga antes de llegar a las fuentes hídricas, se plantean unas escaleras de oxigenación, con el fin de devolver el oxígeno al agua ya tratada.

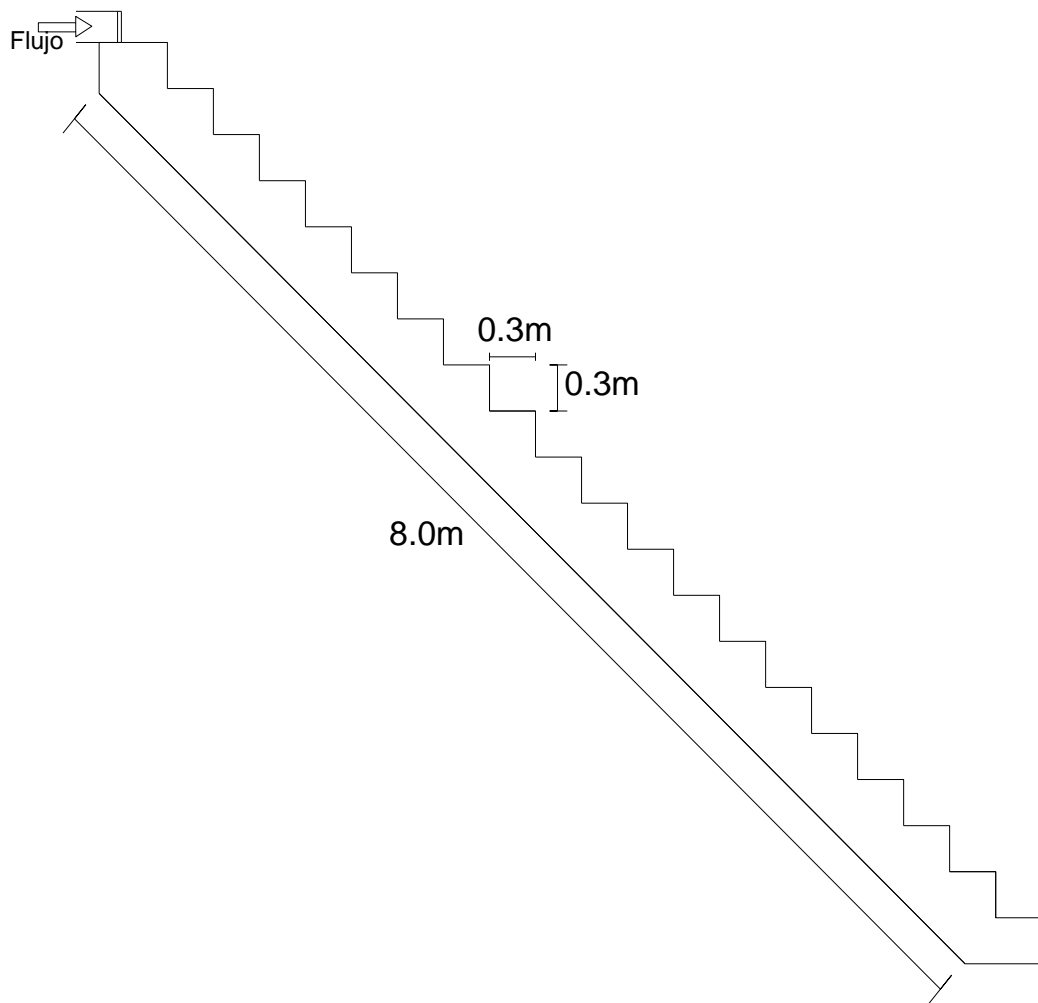


Figura No. 8 Escaleras de oxigenación

3.7 PRESUPUESTO

Tabla No. 14 Presupuesto.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTID.	V/UNITARIO	V/TOTAL
1	EXCAVACIÓN MECANICA				
1,1	Excavación considerando Todo factor	M3	6.812	\$ 17.759	\$ 120.974.308
	SUBTOTAL				\$ 120.974.308
2	RELLENOS				
2,1	Relleno manual compactado de brechas con material proveniente de la excavación, incl. Colocación, extendido y compactado.	M3	5.975	\$ 9.790	\$ 58.490.355
2,2	Relleno manual compactado de brechas con recebo, incl. Transporte, Colocación, extendido y compactado.	M3	371	\$ 27.330	\$ 10.139.977
	SUBTOTAL				\$ 68.630.332
3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC				
3,1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 8"	ML	3712,00	\$ 41.879	\$ 155.454.848
	SUBTOTAL				\$ 155.454.848
4	CONSTRUCCIÓN DE POZOS				
	Construcción de pozos de inspección según diseño de las E.P.N., incluye excavación, tapa, aro, cono, cuerpo, cañuela h= 0 - 1.5 m	UND	49	\$ 700.276	\$ 34.313.524
4,1	Construcción de pozos de inspección según diseño de las E.P.N., incluye excavación, tapa, aro, cono, cuerpo, cañuela h= 0 - 2 m	UND	23	\$ 842.965	\$ 19.388.195
4,2	Construcción de pozos de inspección según diseño de las E.P.N., incluye excavación, tapa, aro, cono, cuerpo, cañuela h= 0 - 2,5 m	UND	7	\$ 987.678	\$ 6.913.746
4,3	Construcción de pozos de inspección según diseño de las E.P.N., incluye excavación, tapa, aro, cono, cuerpo, cañuela h= 0 - 3 m	UND	6	\$ 1.180.655	\$ 7.083.930
4,4	Construcción de pozos de inspección según diseño de las E.P.N., incluye excavación, tapa, aro, cono, cuerpo, cañuela h= 0 - 4 m	UND	5	\$ 1.467.512	\$ 7.337.560
	SUBTOTAL				\$ 75.036.955
5	TANQUES SÉPTICOS DE A. M				

5,1	Concreto simple 3000 PSI suministro, preparado, formaleta, vaciado y desencofrado para placa, muros, tapas y todo lo requerido para la correcta ejecución de la obra.	M3	206	\$ 347.704	\$ 71.627.024
5,2	Concreto simple limpieza 1500 PSI	M3	55	\$ 112.301	\$ 6.176.555
5,3	Suministro corte figurado y amarrado de acero de 60,000 Lb.	KG	19.250	\$ 3.552	\$ 68.376.000
5,4	Suministro corte figurado y amarrado de acero de 37.000 Lb.	KG	5.308	\$ 3.093	\$ 16.417.644
5,5	Suministro e instalación compuerta en lamina cal 3/16, angulo de 1 1/2" * 3/16 y vástago (tornillo) de 1" * 1m con rosca cuadrada y manivela, platina 1 * 1/8, incl. Anticorrosivo	UND	3	\$ 422.876	\$ 1.268.628
5,6	Suministro e instalación de tubería PVCØ 8"	ML	40	\$ 41.897	\$ 1.675.880
5,7	Suministro e instalación de tubería PVC sanitaria Ø 4" para desague..	ML	25	\$ 17.865	\$ 446.625
5,8	Suministro e instalación codo 90 PVC sanitaria Ø4".	UND	6	\$ 10.865	\$ 65.190
5,9	Suministro e instalación Tee 6" PVC`s	UND	10	\$ 78.865	\$ 788.650
5,10	Suministro e instalación de tubería PVC presión Ø 2" para ventilación, incluye dos tee 2" .	ML	38	\$ 8.290	\$ 315.020
5,11	Suministro e instalación gravilla Ø 1/2"	m3	10	\$ 43.500	\$ 435.000
	SUBTOTAL				\$ 167.592.216
6	CERRAMIENTO TANQUES SÉPTICOS				
6,1	Cerramiento h = 2,1 m en malla eslabonada cal 10 de 2", angulo de 1 1/2" * 3/16 y tubo galvanizado de 2" c / 2,0m	ML	150	\$ 100.310	\$ 15.046.500
6,2	Cimiento en concreto ciclópeo de 2.500 PSI 60% y piedra 40%	M3	14	\$ 208.444	\$ 2.918.216
6,3	Viga sobre cimiento en concreto de 3.000 PSI	M3	6	\$ 339.702	\$ 2.038.212
6,4	Columnetas en concreto 3.000 PSI	M3	2	\$ 339.702	\$ 679.404
6,5	Acero A-60	Kg	1300	\$ 3.523	\$ 4.579.900
6,6	Muro en ladrillo prensado e =0,12m	M2	56	\$ 63.204	\$ 3.539.424
	SUBTOTAL				\$ 28.801.656
7	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS				

7,1	Concreto simple 3000 PSI suministro, preparado, formaleta, vaciado y desencofrado para ESCALERAS OXIGENACION	M3	8	\$ 347.704	\$ 2.781.632
7,2	Concreto simple 3000 PSI suministro, preparado, formaleta, vaciado y desencofrado para CANALES APROXIMACION Y VERTEDEROS DE EXCESOS	M3	2,3	\$ 347.704	\$ 799.719
7,3	Concreto simple 3000 PSI suministro, preparado, formaleta, vaciado y desencofrado para DESARENADORES Y TRAMPAS DE GRASAS	M3	4	\$ 347.704	\$ 1.390.816
	SUBTOTAL				\$ 4.972.167
8	RETIRO DE SOBRANTES	M3	60	\$ 13.452	\$ 807.120
	SUBTOTAL				\$ 807.120
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 622.269.602
	COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (25%)				\$ 155.567.400
9	Transporte de materiales	Viaje	11	\$ 350.000	\$ 3.850.000
	COSTO TOTAL DE LA OBRA				\$ 781.687.002

Fuente: Guiza, Silva

4. CONCLUSIONES

- El diseño compuesto por alcantarillado convencional, tanque séptico de acción múltiple y escaleras de oxigenación, se caracteriza por la simplicidad en su construcción, funcionar totalmente por gravedad, no requiere energía adicional y facilidad en la administración, lo que permite sostenibilidad en el tiempo y no genera mayores gastos adicionales a la comunidad por operación y mantenimiento.
- Las escaleras de oxigenación al final del sistema de tratamiento de aguas residuales garantiza la devolución del oxígeno perdido a las aguas residuales ya descontaminadas, para mantener los niveles de oxígeno en el río favoreciendo la fauna y la flora acuáticas del río San Antonio.
- Una bondad del sistema diseñado es devolver a los agricultores el área donde antes se descargaban las aguas residuales, para su uso en la agricultura y la ganadería, necesario para mejorar la calidad de vida a sus propietarios.
- Debido a que el sistema está diseñado a 20 años permite ampliaciones futuras y la realización de obras y proyectos complementarios, de acuerdo a los requerimientos de las autoridades ambientales y las perspectivas de la comunidad.
- La inversión del proyecto se compensa mediante la mejora de la calidad de vida de los habitantes del centro poblado, la recuperación de las áreas antes contaminadas, la simplicidad en la administración, operación y mantenimiento del proyecto.

5. RECOMENDACIONES

- Para evitar caudales excesivos en el sistema de alcantarillado sanitario por conexiones erradas y por infiltración en épocas de invierno, se deben construir cunetas en las calles principales y canales de drenaje superficial en tierra, en las vías secundarias que evacuen los caudales de exceso a drenajes naturales.
- Para lograr que se construya el proyecto la comunidad del centro poblado San Antonio de Anaconia, debe adelantar gestiones ante las entidades estatales para la consecución de los recursos que permitan la construcción del proyecto.
- La comunidad debe gestionar ante los dueños de los lotes donde se van a construir los tanques sépticos de acción múltiple y escaleras de oxigenación, los arreglos correspondientes mediante compra, alquiler o permiso de servidumbre de las áreas donde se van a construir, llegando a un acuerdo con los propietarios, teniendo en cuenta que ellos van a ser los principales beneficiarios.
- Para lograr el objetivo de este proyecto se debe construir la totalidad de lo diseñado, y llevar a cabo un programa de operación y mantenimiento con la junta de acueducto y alcantarillado del centro poblado, que permita un buen funcionamiento durante el tiempo estimado.
- Elaborar un manual de operación para el sistema de alcantarillado, acompañado de una capacitación a la comunidad para el buen uso de este, garantizando el buen funcionamiento y su sostenibilidad en el tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- GASPAR, A. Consulta Personal. Comunidad de San Antonio de Anaconia, zona rural del municipio de Neiva.
- ALCALDÍA DE NEIVA. Encuestas del sector rural. Dirección de Asistencia Técnica Agropecuaria y del Medio Ambiente DATMA. 2008.
- ALCALDÍA DE NEIVA. Localización de corregimientos y centros poblados Planeación Municipal, 2009.
- ESCUELA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DEL AGUA DE ANDALUCÍA. Auto-construcción de Riodepuradoras. Andalucía, España 2008 Disponible en Internet: http://www.smallwat.org/Presentacionesmallwat/Gestion/Jesus_Maria_Garcia/RIO_DEPURADORAS.pdf
- IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, tablas de precipitación media mensual multianual sobre la zona de estudio
- INGEOMINAS. Geología de la plancha 303 Colombia Departamentos de Huila, Tolima y meta. Bogotá, Colombia septiembre de 2002.p 22 - 68
- LÓPEZ, C. Alfredo, elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, Escuela Colombiana de Ingeniería. Capitulo 14 Alcantarillados. Bogotá, Colombia 2003.p389-400.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Alcantarillado y tratamiento de Aguas residuales.2003 p 10-13.
- REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS 2000. Tratamiento de Aguas residuales. Titulo E, Bogotá, Colombia Noviembre de 2000.
- REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS 2000. Alcantarillados. Titulo D, Bogotá, Colombia Noviembre de 2000.
- SILVA, G. Diseño de acueductos y Alcantarillados. Universidad Santo Tomas. Bogotá, Colombia 1997. Pág. 32-34.
- VALENCIA, G. Eduardo y Otros, Saneamiento rural. Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia 1997. Pág. 62-64.

<http://books.google.com.co/books/Vertedero+de+excesos>

[http://www.googleearth.com./](http://www.googleearth.com/)

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla Relaciones Hidráulicas para conductos circulares.

Q/Q _o	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	V/V _o	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
	R/R _o	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	H/D	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	V/V _o	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
	R/R _o	0,586	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,748
	H/D	0,170	0,179	0,188	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	V/V _o	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	R/R _o	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,836	0,848	0,860	0,874	0,886
	H/D	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	V/V _o	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	R/R _o	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	H/D	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	V/V _o	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	R/R _o	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	H/D	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,436	0,443	0,450
0,5	V/V _o	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	R/R _o	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	H/D	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,526
0,6	V/V _o	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	R/R _o	0,136	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	H/D	0,534	0,542	0,550	0,559	0,568	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	V/V _o	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
	R/R _o	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	H/D	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725
0,8	V/V _o	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
	R/R _o	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	H/D	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	V/V _o	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	R/R _o	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	H/D	0,915	0,940	0,966	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265
1,0	V/V _o	1,041	1,042	1,042							
	d/D	0,914	0,920	0,931							
	R/R _o	1,172	1,164	1,150							
	H/D	1,344	1,445	1,584							

siendo: Q = caudal de diseño Q_o = caudal a tubo lleno
V = velocidad de diseño V_o = velocidad a tubo lleno
d = lámina de agua D = diámetro de la tubería
R = radio hidráulico al caudal de diseño
R_o = radio hidráulico a tubo lleno
H = profundidad hidráulica
n = número de Manning a caudal de diseño
n_o = número de Manning a tubo lleno

ANEXO 2. Calculo estructural Tanques Sépticos.

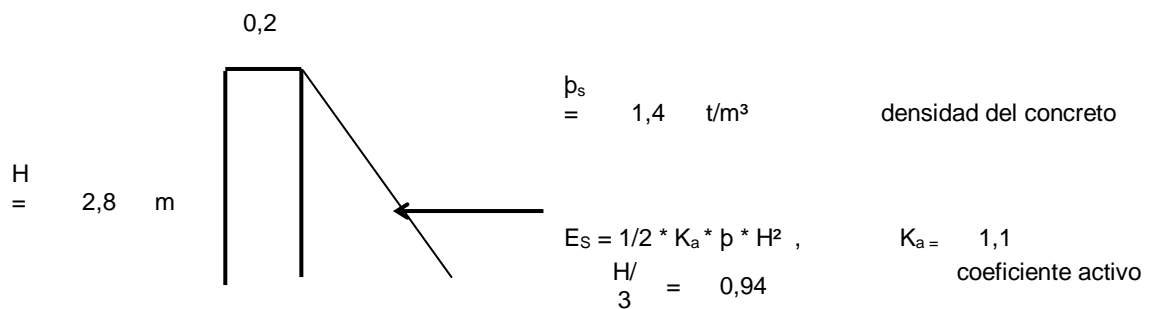
DISEÑO ESTRUCTURAL TANQUE SEPTICO N°1 (21,2 * 10,7 * 2.8)

α Dimensiones internas:

Largo	=	21,2	m	
Ancho	=	10,7	m	
Altura total	=	2,5 m, borde libre	0,3 m	= 2,8 m
Altura del agua =		2,5	m	
Espesor muro	=	0,2	m	
Concreto F'c =		210	Kg-f / cm ²	
			Kg-f / cm ²	
Acero (60) F'y =		4200	,	(PDR 60)

DISEÑO MUROS

Para el diseño de la cara exterior del muro se analiza al caso crítico en el cual se encuentra en contacto con el suelo, y el desarenador se encuentra vacío.



$$\alpha E_s = 1/2 * K_a * p * H^2 = \frac{1}{2} * 1,1 * 1,4 * 2,8^2 = 6,04 \text{ t/m de muro}$$

$$M_{EXT} = \frac{E_s}{3} * H/3 = 6,04 * \frac{0,933}{3} = 5,63 \text{ t * m}$$

$$M_{ultimo} = M_{EXT} * 1,8 = 10,142 \text{ T * m} = 1.014,2 \text{ t * cm}$$

$$K = \frac{M_{ultimo}}{(b * d^2)}, \text{ donde } d = 20 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

$$b = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$K = \frac{1014}{(100 * 16^2)} = 0,03961 \text{ t/cm}^2$$

Para F'c = 210 Kg-f / cm² (Resistencia a la compresión del concreto)

F'y = 4200 Kg-f / cm², (Límite del esfierzp a la fluencia del acero)

Cuantía $p <$ Cuantía mín = 0,012

$$A_s = p * b * d = 0,012 * 100 * 16 = 19 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \text{ de muro}$$

10 No 5 , equivale 5/8 " , esto es $A_s = 20 \text{ cm}^2$

Area de varilla No. 5 = **2** cm²
 No. De varillas = As / Area de varilla = 20 / 2 = **10** Varillas / m Doble parrilla
 Espaciamiento entre varillas = 0,10 m
 Flejes colocados Cada **0,20** m

El refuerzo colocado para retracción del fraguado y temperatura se calcula
 teniendo en cuenta que F'c = 210 Kg-f / cm² y F'y = 2400 Kg-f / cm²
 para cuantía mínima, esto es 0,002

$$As = \rho * b * d = 0,002 * 100 * 16 = \mathbf{3,2} \text{ cm}^2/\text{m}$$

No. 3, esto es As
6 . **3** , equivale **3/8** " = **4,26** cm²
 Area de varilla No. 3 = **0,71** cm²
 No. De varillas = As / Area de varilla = 4,26 / 0,71 = **6** Varillas / m
 Flejes colocados Cada **0,1667** m



CALCULO DE MUROS DIVISORIOS. (10,7 * 0,15 * 2,8)

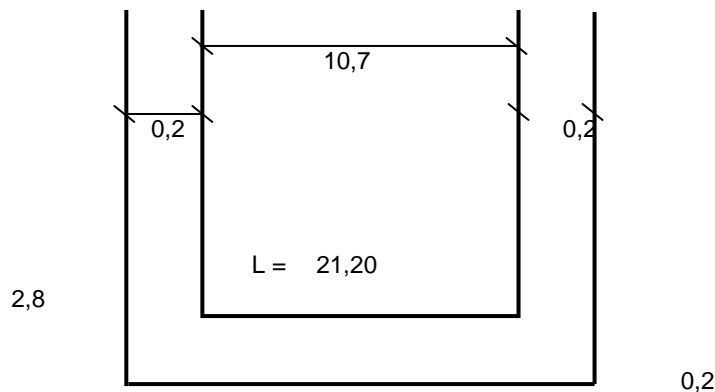
Trabajan empotradas en los muros laterales:

- $\rho_{\text{concreto}} = 2400 \text{ Kg-f}/\text{m}^3 = \mathbf{2,4} \text{ t}/\text{m}^3$
 □ Carga muerta (Wm):
 - $Wm = 2,4 \text{ t}/\text{m}^3 * 10,7 \text{ m} * 0,15 * 2,8 = \mathbf{10,79} \text{ t}/\text{m}$
 □ Carga viva (Wv):
 - $Wv = \mathbf{0,25} \text{ t}/\text{m}$
 □ Carga de diseño (Wd):
 - $Wd = 1,4 Wm + 1,7 * Wv$
 $= 1,4 * 10,79 + 1,7 * 0,25 = \mathbf{15,5} \text{ t}/\text{m}$
 - $M_{\text{ultimo}} = Wd * L^2 / 24 = 15,52 * 10,7^2 / 24 = \mathbf{74,06} \text{ t}^*\text{m}$
 $= \mathbf{7406,0} \text{ t}^*\text{cm}$
 - $b = 280 \text{ m}$ $d = 0,15 - 0,03 = 0,12 \text{ m} = \mathbf{12} \text{ m}$
 - $K = M_{\text{ultimo}} / (b * d^2) = 7406,0 / (280 * 12^2) = \mathbf{0,1837} \text{ t}/\text{cm}^2$
 $\text{Kg-f} / \text{cm}^2$
 $f'c = 210 \text{ cm}^2$
 $f'y = 4200 \text{ Kg-f} / \text{cm}^2$, se busca la cuantía mínima:
 $\rho = \mathbf{0,002}$
 - $As = \rho * b * d = 0,002 * 280 * 12 = \mathbf{6,72} \text{ cm}^2/\text{m}$

No. 4, esto es As
6 . **4** , equivale **1/2** " = **7,62** cm²
 Area de varilla No. 4 = **1,27** cm²
 No. De varillas = As / Area de varilla = 7,62 / 1,27 = **6** Varillas / m Doble parrilla
 Flejes colocados Cada **0,3** m

4.6 PLACA DE FONDO. (21.2 * 10.7 * 0,2)

El caso a analizar es cuando el Tanque se encuentra vacío, adoptando el modelo estructural de una viga simplemente apoyada:



$$p_{\text{concreto}} = 2400 \text{ Kg-f/m}^3 = 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

▫ Cargas actuantes:

$$1. \text{ Peso propio de los muros} = (63,8 * 0,2 * 2,8) * 2,4 = 85,74 \text{ t}$$

$$2. \text{ Peso propio muros divisorios} = (10,7 * 0,15 * 2,8) * 2 * 2,4 = 21,57 \text{ t}$$

$$3. \text{ Peso propio placa de fondo} = (21,20 * 10,7 * 0,2) * 2,4 = 108,8 \text{ t}$$

$$W_{\text{total}} = 216,2 \text{ t}$$

Tomando un (1) metro de franja unitaria, se tiene:

$$Y_n = W_{\text{total}} / \text{Area} = 216 / (21,20 * 10,7) = 0,95 \text{ t/m}^2$$

$$- W_{\text{ultimo}} = Y_n * 3,5 = 0,9531 * 3,5 = 3,34 \text{ t/m}$$

$$- M_{\text{ult.Ext}} = W_{\text{ult}} * L^2 / 8 = 3,3359 * 3,5^2 / 8 = 5,11 \text{ t*m}$$

$$= 510,80 \text{ m}$$

$$- b = 2120 \text{ m} \quad d = 20 - 4 = 16 \text{ m}$$

$$- K = M_{\text{ultimo}} / (b * d^2) = 510,8 / (2120 * 16^2) = 0,0009 \text{ t/cm}^2$$

$$f'c = 210 \text{ Kg-f / cm}^2$$

$$f'y = 4200 \text{ Kg-f / cm}^2, \text{ se busca la cuantía mínima:}$$

$$p = 0,0012$$

$$- A_s = p * b * d = 0,0012 * 2120 * 16 = 40,7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

1 No

$$4 \cdot 6, \text{ equivale } 3/4 \text{ " , esto es } A_s = 39,8 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area de varilla No. } 6 = 2,84 \text{ cm}^2$$

No. De varillas = $As / \text{Area de varilla} = 39,76 / 2,84 = 14,0$ Varillas / m Doble parrilla
 Flejes colocados Cada **0,14** m

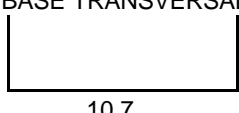
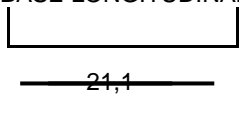
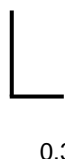
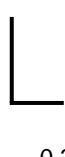
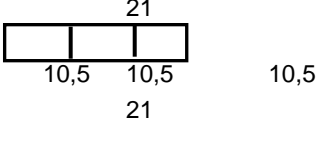
El refuerzo colocado para retracción del fraguado y temperatura se calcula teniendo en cuenta que $F'c = 210$ Kg-f / cm² y $F'y = 2400$ Kg-f / cm² para cuantía mínima, esto es **0,002**

$$As = \rho * b * d = 0,002 * 2120 * 16 = 67,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

No. **5** . **4** , equivale **1/2** " , esto es $As = 6,45$ cm²

Area de varilla No. **4** = **1,27** cm²

No. De varillas = $As / \text{Area de varilla} = 6,45 / 1,27 = 5,08$ Varillas / m
 Flejes colocados Cada **0,2** m

CUADRO DE HIERROS TANQUE SEPTICO (21.2*10.7*2.8)						
No.	FORMA	CANT.	LONG. UNIT	LONG. TOTAL	PESO	Ø
			(m)	(m)	(Kg)	(Pulg.)
1	BASE TRANSVERSAL 	1 C 0,17	11,7	2925	6543,2	3/4
		250				
2	BASE LONGITUDINAL 	1 C 0,2	22,1	2342,6	2328,5	1/2
		106				
5	MUROS LATERALES 	1 C 0,1	3,15	1987,65	3086,8	5/8
		631				
6	MUROS LATERALES 	1 C 0,17	3,15	207,9	1653,2	1/2
		66				
7	MUROS LONGITUDINAL 	1 C 0,17	90	1620	905,6	3/8
		18				

TOTAL ACERO Ø 1/2" =	3.982	Kg	TOTAL ACERO 60000LB	=	11283,3
TOTAL ACERO Ø 3/8" =	906	Kg	TOTAL ACERO 37000LB	=	3234
TOTAL ACERO Ø 5/8" =	3.087	Kg			
TOTAL ACERO Ø 3/4" =	6.543	Kg			

DISEÑO ESTRUCTURAL TANQUE SEPTICO Nº 2(16.3 * 8.1 *2.8)

□ Dimensiones internas:

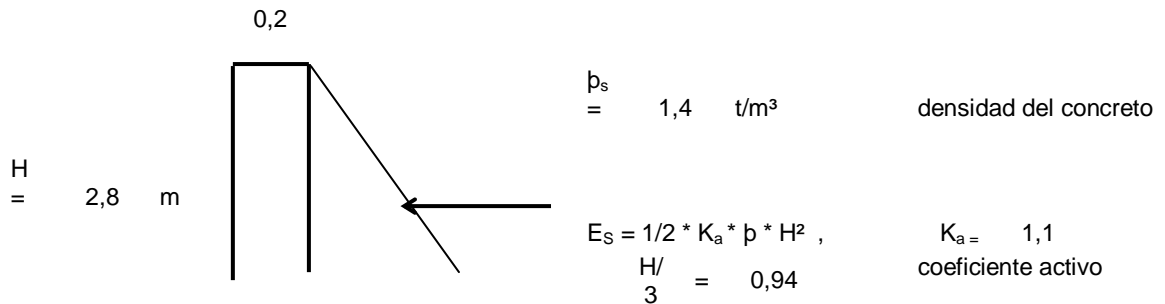
Largo = 16,3 m

Ancho = 8,1 m

Altura total = 2,6 m, borde libre 0,2 m = **2,8 m**
 Altura del agua = **2,6 m**
 Espesor muro = **0,2 m**
 Concreto F'c = **210 Kg-f / cm²**
 Acero (60) F'y = **4200 Kg-f / cm²**, (PDR 60)

DISEÑO MURO (Cara exterior)

Para el diseño de la cara exterior del muro se analiza al caso crítico en el cual se encuentra en contacto con el suelo, y el desarenador se encuentra vacío.



$$E_s = 1/2 * K_a * p * H^2 = 1/2 * 1,1 * 1,4 * 2,8^2 = 6,04 \text{ t/m de muro}$$

$$M_{EXT} = E_s * H/3 = 6,04 * 0,9333 = 5,63 \text{ t * m}$$

$$M_{ultimo} = M_{EXT} * 1,8 = 10,142 \text{ T * m} = 1.014,2 \text{ t * cm}$$

$$K = M_{ultimo} / (b * d^2), \text{ donde } d = 20 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

$$K = 1014 / (100 * 16^2) = 0,03961 \text{ t/cm}^2$$

Para F'c = **210 Kg-f / cm²** (Resistencia a la compresión del concreto)
 F'y = **4200 Kg-f / cm²**, (Límite del esfierzp a la fluencia del acero)

$$\text{Cuantía } p < \text{Cuantía mín} = 0,012$$

$$A_s = p * b * d = 0,012 * 100 * 16 = 19 \text{ cm}^2/\text{m de muro}$$

No. 5, equivale $5/8$ " , esto es $A_s = 20 \text{ cm}^2$

Area de varilla No. 5 = 2 cm^2

No. De varillas = $A_s / \text{Area de varilla} = 20 / 2 = 10 \text{ Varillas / m}$

Espaciamiento entre varillas = $0,10 \text{ m}$

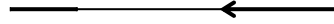
Flejes colocados Cada $0,10 \text{ m}$

El refuerzo colocado para retracción del fraguado y temperatura se calcula teniendo en cuenta que F'c = 210 Kg-f / cm^2 y F'y = 2400 Kg-f / cm^2 para cuantía mínima, esto es $0,002$

$$As = \rho * b * d = 0,002 * 100 * 16 = 3,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

No. 6 . 3 , esto es As , equivale $\frac{3}{8}$ " = 4,26 cm²
 Area de varilla No. 3 = 0,71 cm²
 No. De varillas = As / Area de varilla = 4,26 / 0,71 = 6 Varillas / m

Flejes colocados Cada 0,1667 m



CALCULO DE MUROS DIVISORIOS. (8,1 * 0,15 * 2,8)

Trabajan empotradas en los muros laterales:

- $\rho_{\text{concreto}} = 2400 \text{ Kg-f/m}^3 = 2,4 \text{ t/m}^3$

▣ Carga muerta (Wm):

- $Wm = 2,4 \text{ t/m}^3 * 8,1 \text{ m} * 0,15 * 2,8 = 8,16 \text{ t/m}$

▣ Carga viva (Wv):

- $Wv = 0,25 \text{ t/m}$

▣ Carga de diseño (Wd):

- $Wd = 1,4 Wm + 1,7 Wv$
 $= 1,4 * 8,16 + 1,7 * 0,25 = 11,9 \text{ t/m}$

- $M_{\text{ultimo}} = Wd * L^2 / 24 = 11,856 * 8,1^2 / 24 = 32,41 \text{ t}^* \text{m}$
 $= 3241,1 \text{ t}^* \text{cm}$

- $b = 280 \text{ m}$ $d = 0,15 - 0,03 = 0,12 \text{ m} = 12 \text{ m}$

- $K = M_{\text{ultimo}} / (b * d^2) = 3241,1 / (280 * 12^2) = 0,0804 \text{ t/cm}^2$

$f'c = 210 \text{ cm}^2$

$f'y = 4200 \text{ Kg-f/cm}^2$, se busca la cuantía mínima:

$\rho = 0,002$

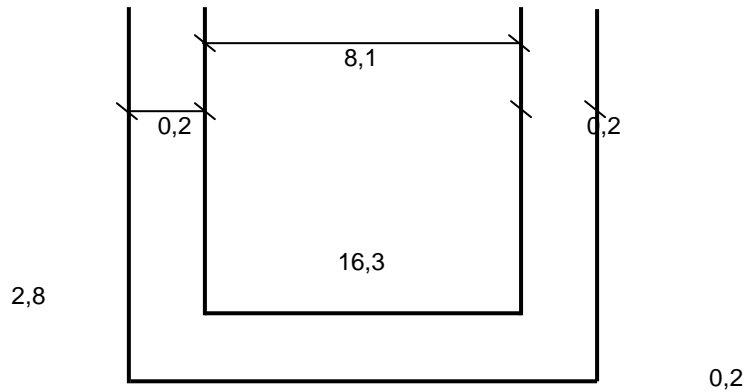
- $As = \rho * b * d = 0,002 * 280 * 12 = 6,72 \text{ cm}^2/\text{m}$

No. 6 . 4 , esto es As , equivale $\frac{1}{2}$ " = 7,62 cm²
 Area de varilla No. 4 = 1,27 cm²
 No. De varillas = As / Area de varilla = 7,62 / 1,27 = 6 Varillas / m
 Flejes colocados Cada 0,1667 m



4.6 PLACA DE FONDO. (16,3 * 8,1 * 0,2)

El caso a analizar es cuando el Tanque se encuentra vacío, adoptándose el modelo estructural de una viga simplemente apoyada:



$$p_{\text{concreto}} = 2400 \text{ Kg-f/m}^3 = 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

▫ Cargas actuantes:

1. Peso propio de los muros = $(48,8 * 0,2 * 2,8) * 2,4 = 65,587 \text{ t}$
2. Peso propio muros divisorios = $(8,1 * 0,15 * 2,8) * 2 * 2,4 = 16,33 \text{ t}$
3. Peso propio placa de fondo = $(16,30 * 8,1 * 0,2) * 2,4 = 63,374 \text{ t}$

$$W_{\text{total}} = 145,29 \text{ t}$$

Tomando un (1) metro de franja unitaria, se tiene:

$$Y_n = W_{\text{total}} / \text{Area} = 145 / (16,3 * 8,1) = 1,1 \text{ t/m}^2$$

$$- W_{\text{ultimo}} = Y_n * 3,5 = 1,1004 * 3,5 = 3,85 \text{ t/m}$$

$$- M_{\text{ult.Ext}} = W_{\text{ult}} * L^2 / 8 = 3,8515 * 3,5^2 / 8 = 5,90 \text{ t}^*\text{m}$$

$$= 589,77 \frac{\text{t}^*\text{c}}{\text{m}}$$

$$- b = 1630 \text{ cm} \quad d = 20 - 4 = 16 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$$

$$- K = M_{\text{ultimo}} / (b * d^2) = 589,8 / (1630 * 16^2) = 0,0014 \text{ t/cm}^2$$

$$f'c = 210 \text{ Kg-f / cm}^2$$

$$f'y = 4200 \text{ Kg-f / cm}^2, \text{ se busca la cuantía mínima:}$$

$$p = 0,0012$$

$$- As = p * b * d = 0,0012 * 1630 * 16 = 31,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

1 No

2 . 6 , equivale $3/4$ " , esto es $As = 34,1 \text{ cm}^2$

Area de varilla No. 6 = $2,84 \text{ cm}^2$

No. De varillas = $As / \text{Area de varilla} = 34,08 / 2,84 = 12,0$ Varillas / m Doble parrilla

Flejes colocados Cada $0,17 \text{ m}$

El refuerzo colocado para retracción del fraguado y temperatura se calcula teniendo en cuenta que $F'c = 210 \text{ Kg-f/cm}^2$ y $F'y = 2400 \text{ Kg-f/cm}^2$ para cuantía mínima, esto es **0,002**

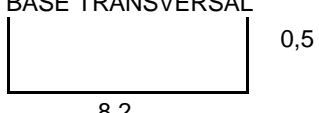
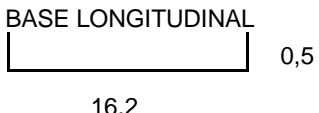


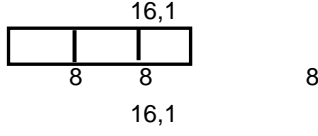
$$As = \frac{p \cdot b \cdot d}{No} = \frac{0,002 \cdot 1630 \cdot 16}{5} = 52,2 \text{ cm}^2/m$$

5 . 4 , equivale $1/2$ " , esto es $As = 6,45 \text{ cm}^2$

Area de varilla No. 4 = **1,27 cm²**

No. De varillas = $As / \text{Area de varilla} = 6,45 / 1,27 = 5,08$ Varillas / m

Flejes colocados Cada **0,2 m**

CUADRO DE HIERROS TANQUE SEPTICO 2 (16.3*8.1*2.8)						
No.	FORMA	CANT.	LONG. UNIT	LONG. TOTAL	PESO	Ø
			(m)	(m)	(Kg)	(Pulg.)
1	BASE TRANSVERSAL 	1 C 0,17	9,2	1766,4	3951,4	3/4
		192				
2	BASE LONGITUDINAL 	1 C 0,2	17,2	1376	1367,7	1/2
		80				
5	MUROS LATERALES 	1 C 0,1	3,15	1521,45	2362,8	5/8
		483				
6	MUROS LATERALES 	1 C 0,17	3,15	207,9	1653,2	1/2
		66				
7	MUROS LONGITUDINAL 	1 C 0,17	70,2	1263,6	706,4	3/8
		18				

TOTAL ACERO Ø 1/2" = 3.021 Kg **TOTAL ACERO 60000LB = 7967,5**

TOTAL ACERO Ø 3/8" = 706 Kg **TOTAL ACERO 37000LB = 2074,1**

TOTAL ACERO Ø 5/8" =	2.363	Kg
TOTAL ACERO Ø 3/4" =	3.951	Kg

ANEXO 3. Tabla de flexión para el Acero.

AREAS Y PESO DEL ACERO

BARRA No.	2	3	4	5	6	7	8
DIAMETRO	1/4"	3/4	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
AREA	0,32	0,71	1,29	2	2,84	3,87	5,1
PESO/m	0,253	0,566	1,0	1,554	2,24	3,04	4,0

p	a/d	K
0,0033	0,067	0,0121
0,0035	0,071	0,0128
0,0040	0,081	0,0145
0,0045	0,091	0,0162
0,005	0,101	0,0179
0,0055	0,111	0,0196
0,006	0,121	0,0213
0,0065	0,131	0,023
0,007	0,141	0,0246
0,0075	0,151	0,0262
0,0080	0,161	0,0278
0,0085	0,171	0,0294
0,009	0,182	0,0309
0,0095	0,192	0,0325
0,01	0,202	0,034
0,0105	0,212	0,0355
0,011	0,222	0,037
0,0115	0,232	0,0384
0,012	0,242	0,0399
0,0125	0,252	0,0413
0,013	0,262	0,0427
0,0135	0,271	0,0441
0,014	0,281	0,0454
0,0145	0,291	0,0468
0,015	0,303	0,0481
0,0155	0,313	0,0494
0,016	0,323	0,0507
0,0165	0,333	0,052
0,017	0,343	0,0532
0,0175	0,353	0,0544
0,018	0,363	0,0557
0,0185	0,373	0,0568
0,0187	0,377	0,0573

VISCOSIDAD CINEMATICA DEL AGUA A DIF. TEMPERATURAS

t (°C)	u (Cm ² /sg.)	Condiciones
10	0,01308	n = 1
12	0,01237	n = 3
14	0,01172	n = 4
15	0,01146	Max teorico
16	0,01112	
18	0,01059	
20	0,01007	n = 1
22	0,0096	n = 2
24	0,00917	n = 3
26	0,00876	n = 5 - 8
28	0,00839	n = Infinito
30	0,00804	

RELACION DE MODULOS DE ELASTICIDAD DEL AGUA Y TUBERIAS

MATERIAL DE LA TUBERIA	K
ACERO	0,5
HIERRO FUNDIDO	1,0
CONCRETO	5,0
ASBESTO-CEMENTO	4,4
PVC	18

Q/Q ₀	Relacion	0	0,01
0	V/V ₀	0,00	0,292
	d/D	0,00	0,092
	R/R ₀	0,00	0,239
0,1	V/V ₀	0,54	0,553
	d/D	0,248	0,258
	R/R ₀	0,586	0,606
0,2	V/V ₀	0,656	0,664
	d/D	0,346	0,363
	R/R ₀	0,768	0,78
0,3	V/V ₀	0,729	0,732

ANEXO 4. Análisis de Precios Unitarios.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA									
LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-									
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÚIZA									
ITEM:	EXCAVACIÓN MECÁNICA CONSIDERANDO TODO FACTOR									
UNIDAD:	M3					FECHA:	Nov-09			
I- EQUIPO										
DESCRIPCION					TIPO	TARIF/Hr	REN.UN/Hr	VALOR UNIT.		
HERRAMIENTA MENOR						535.00	1.00	535.00		
RETROCARGADOR LLANTA (75-90) HP						85,000.00	0.18	15,300.00		
								SUB-TOTAL	15,835.00	
II- MATERIALES EN OBRAS										
DESCRIPCION					UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.		
								SUB-TOTAL	0.00	
III- TRANSPORTE										
DESCRIPCION					VOL-PESO CANT	DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
								SUB-TOTAL		
IV- MANO DE OBRA										
DESCRIPCION					JORNA L	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Operador				18,557.84	19,400.69	37,958.53	37.00	1,026.00	
1	Paletero				18,557.84	14,660.69	33,218.53	37.00	898.00	
								SUB-TOTAL	1,924.00	
TOTAL COSTO DIRECTO									17,759.00	
V- COSTOS INDIRECTOS										
DESCRIPCION								PORCENT	VAL. TOTAL	
								A	10%	1,775.00
								I	10%	1,775.00
								U	5%	887.00
									SUB-TOTAL	4,437.00
PRECIO UNITARIO TOTAL									22,196.00	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA										
LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-										
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÚIZA										
ITEM:	CONSTRUCCION DE POZOS. EXCAVACIÓN (0M <H <1,5M), CONSTRUCCIÓN CUERPO, CONO, PISO Y CAÑUELA.										
UNIDAD:	UND					FECHA:	Nov-09				
I- EQUIPO											
DESCRIPCION						TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.		
HERRAMIENTA MENOR							7,000	1.00	7,000		
FORMALETA METÁLICA PARA POZO							26,600	0.80	33,250		
									SUB-TOTAL	40,250.00	
II- MATERIALES EN OBRAS											
DESCRIPCION						UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.		
Concreto 3.000 psi						m3	256,390	1.30	333,307		
Tapa, aro y base HF Trafico pesado para pozo.						Und	100,000	1.00	100,000		
Paso para pozo en acero 5/8", incl anticorrosivo						Un	8,000	5.00	40,000		
Madera para formaleta						G1	7,200	1.00	7,200		
									SUB-TOTAL	480,507.00	
III- TRANSPORTE											
DESCRIPCION						VOL-PESO CANT	DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
									SUB-TOTAL		
IV- MANO DE OBRA											
DESCRIPCION						JORNAL	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Oficial				24,557.84	19,400.69	43,958.53	0.80	54,949.00		
3	Ayudante				55,673.52	43,982.08	99,655.60	0.80	124,570.00		
									SUB-TOTAL	179,519.00	
									TOTAL COSTO DIRECTO		700,276.00
V- COSTOS INDIRECTOS											
DESCRIPCION									PORCENT	VAL. TOTAL	
Adminstración									15%	\$ 77,530.00	
Imprevistos									5%	\$ 25,843.00	
Utilidad									5%	\$ 25,843.00	
									SUB-TOTAL	\$ 129,216.00	
									PRECIO UNITARIO TOTAL		829,492.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA
--------------	---

LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-										
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÛIZA										
ITEM:	CONSTRUCCION DE POZOS. EXCAVACIÓN (0M <H <2M), CONSTRUCCIÓN CUERPO, CONO, PISO Y CAÑUELA.										
UNIDAD:	UND					FECHA:	Nov-09				
I- EQUIPO											
DESCRIPCION						TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.		
HERRAMIENTA MENOR							7,000	1.00	7,000		
FORMALETA METÁLICA PARA POZO							26,600	0.80	33,250		
									SUB-TOTAL	40,250.00	
II- MATERIALES EN OBRAS											
DESCRIPCION						UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.		
Concreto 3.000 psi						m3	256,390	1.77	453,810		
Tapa, aro y base HF Trafico pesado para pozo.						Und	100,000	1.00	100,000		
Paso para pozo en acero 5/8", incl anticorrosivo						Un	8,000	6.00	48,000		
Madera para formaleta						Gl	9,417	1.00	9,417		
									SUB-TOTAL	611,228.00	
III- TRANSPORTE											
DESCRIPCION						VOL-PESO CANT	DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
									SUB-TOTAL		
IV- MANO DE OBRA											
DESCRIPCION						JORNA L	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Oficial					24,557.84	19,400.69	43,958.53	0.75	58,612.00	
3	Ayudante					55,673.52	43,982.08	99,655.60	0.75	132,875.00	
									SUB-TOTAL	191,487.00	
TOTAL COSTO DIRECTO										842,965.00	
V- COSTOS INDIRECTOS											
DESCRIPCION									PORCENT	VAL. TOTAL	
Adminstración									15%	\$ 126,444.00	
Imprevistos									5%	\$ 42,148.00	
Utilidad									5%	\$ 42,148.00	
									SUB-TOTAL	\$ 210,740.00	
PRECIO UNITARIO TOTAL										1,053,705.00	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA
--------------	---

LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-									
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÚIZA									
ITEM:	CERRAMIENTO H = 2,1 M EN MALLA ESLABONADA CAL 10 DE 2", ANGULO DE 1 1/2" * 3/16 Y TUBO GALVANIZADO DE 2" C/2,0M									
UNIDAD:	M2	FECHA:	Nov-09							
I- EQUIPO										
DESCRIPCION					TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.		
HERRAMIENTA MENOR						1,000	1.00	1,000		
EQUIPO DE SOLDADURA						3,000	1.00	3,000		
ANDAMIO						1,100.00	1.00	1,100		
								SUB-TOTAL	5,100.00	
II- MATERIALES EN OBRAS										
DESCRIPCION					UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.		
TUBO GALVANIZADO 2"					M	10,000	1.82	18,200		
MALLA ESLABONADA CAL 10					M2	12,500	1.00	12,500		
ANGULO DE 1 1/2 * 3/16					ML	8,000	2.22	17,760		
SOLDADURA 6013 * 1/8					KG	6,200	0.30	1,860		
ANTICORROSIVO					GAL	30,000.00	0.10	3,000.00		
THINNER					GAL	12,000.00	0.05	600.00		
ALAMBRE PÚA					GL	3,000.00	1.00	3,000.00		
								SUB-TOTAL	56,920.00	
III- TRANSPORTE										
DESCRIPCION				VOL-PESO CANT	DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.		
								SUB-TOTAL		
IV- MANO DE OBRA										
DESCRIPCION					JORNAL	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Oficial				24,557.84	19,400.69	43,958.53	3.50	12,560.00	
3	Ayudante				55,673.52	43,982.08	99,655.60	3.50	28,474.00	
									SUB-TOTAL	41,034.00
TOTAL COSTO DIRECTO								103,054.00		
V- COSTOS INDIRECTOS										
DESCRIPCION							PORCENT	VAL. TOTAL		
Adminstración							15%	\$ 15,458.00		
Imprevistos							5%	\$ 5,152.00		
Utilidad							5%	\$ 5,152.00		
								SUB-TOTAL	\$ 25,762.00	
PRECIO UNITARIO TOTAL								128,816.00		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA
LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-

PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÚIZA										
ITEM:	CONSTRUCCION DE POZOS. EXCAVACIÓN (0M <H <2,5M), CONSTRUCCIÓN CUERPO, CONO, PISO Y CAÑUELA.										
UNIDAD:	UND					FECHA:	Nov-09				
I- EQUIPO											
DESCRIPCION						TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.		
HERRAMIENTA MENOR							9,533	1.00	9,533		
FORMALETA METÁLICA PARA POZO							26,600	0.80	33,250		
									SUB-TOTAL	42,783.00	
II- MATERIALES EN OBRAS											
DESCRIPCION						UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.		
Concreto 3.000 psi						m3	256,390	2.24	574,314		
Tapa, aro y base HF Trafico pesado para pozo.						Und	100,000	1.00	100,000		
Paso para pozo en acero 5/8", incl anticorrosivo						Un	8,000	7.00	56,000		
Madera para formaleta						Gl	9,417	1.00	9,417		
									SUB-TOTAL	739,731.00	
III- TRANSPORTE											
DESCRIPCION						VOL-PESO CANT	DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
									SUB-TOTAL		
IV- MANO DE OBRA											
DESCRIPCION						JORNAL	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Oficial					24,557.84	19,400.69	43,958.53	0.70	62,798.00	
3	Ayudante					55,673.52	43,982.08	99,655.60	0.70	142,366.00	
									SUB-TOTAL	205,164.00	
TOTAL COSTO DIRECTO										987,678.00	
V- COSTOS INDIRECTOS											
DESCRIPCION									PORCENT	VAL. TOTAL	
Adminstración									15%	\$ 77,530.00	
Imprevistos									5%	\$ 25,843.00	
Utilidad									5%	\$ 25,843.00	
									SUB-TOTAL	\$ 129,216.00	
PRECIO UNITARIO TOTAL										1,116,894.00	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA						
LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-						
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÚIZA						
ITEM:	CONSTRUCCION DE POZOS. EXCAVACIÓN (0M <H <3M), CONSTRUCCIÓN CUERPO, CONO, PISO Y CAÑUELA.						
UNIDAD:	UND			FECHA:		Nov-09	
I- EQUIPO							
DESCRIPCION			TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.	
HERRAMIENTA MENOR				9,533	1.00	9,533	
FORMALETA METÁLICA PARA POZO				26,600	0.60	44,333	
						SUB-TOTAL	53,867.00
II- MATERIALES EN OBRAS							
DESCRIPCION			UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.	
Concreto 3.000 psi			m3	256,390	2.70	692,253	
Tapa, aro y base HF Trafico pesado para pozo.			Und	100,000	1.00	100,000	
Paso para pozo en acero 5/8", incl anticorrosivo			Un	8,000	8.00	64,000	
Madera para formaleta			Gl	9,417	1.00	9,417	
						SUB-TOTAL	865,670.00
III- TRANSPORTE							
DESCRIPCION	VOL-PESO CANT		DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
						SUB-TOTAL	
IV- MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		JORNAL	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Oficial	24,557.84	19,400.69	43,958.53	0.55	79,925.00	
3	Ayudante	55,673.52	43,982.08	99,655.60	0.55	181,193.00	
						SUB-TOTAL	261,118.00
TOTAL COSTO DIRECTO							1,180,655.00
V- COSTOS INDIRECTOS							
DESCRIPCION					PORCENT	VAL. TOTAL	
Adminstración					15%	\$ 77,530.00	
Imprevistos					5%	\$ 25,843.00	
Utilidad					5%	\$ 25,843.00	
						SUB-TOTAL	\$ 129,216.00
PRECIO UNITARIO TOTAL							1,309,871.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA						
LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-						
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÚIZA						
ITEM:	CONSTRUCCION DE POZOS. EXCAVACIÓN (0M <H <4M), CONSTRUCCIÓN CUERPO, CONO, PISO Y CAÑUELA.						
UNIDAD:	UND			FECHA:	Nov-09		
I- EQUIPO							
DESCRIPCION			TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.	
HERRAMIENTA MENOR				9,533	1.00	9,533	
FORMALETA METÁLICA PARA POZO				26,600	0.50	53,200	
						SUB-TOTAL	62,733.00
II- MATERIALES EN OBRAS							
DESCRIPCION			UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.	
Concreto 3.000 psi			m3	256,390	3.62	928,132	
Tapa, aro y base HF Trafico pesado para pozo.			Und	100,000	1.00	100,000	
Paso para pozo en acero 5/8", incl anticorrosivo			Un	8,000	10.00	80,000	
Madera para formaleta			G1	9,417	1.00	9,417	
						SUB-TOTAL	1,117,549.00
III- TRANSPORTE							
DESCRIPCION	VOL-PESO CANT		DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
						SUB-TOTAL	
IV- MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		JORNAL	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Oficial	24,557.84	19,400.69	43,958.53	0.50	87,918.00	
3	Ayudante	55,673.52	43,982.08	99,655.60	0.50	199,312.00	
						SUB-TOTAL	287,230.00
TOTAL COSTO DIRECTO							1,467,512.00
V- COSTOS INDIRECTOS							
DESCRIPCION					PORCENT	VAL. TOTAL	
Adminstración					15%	\$ 77,530.00	
Imprevistos					5%	\$ 25,843.00	
Utilidad					5%	\$ 25,843.00	
						SUB-TOTAL	\$ 129,216.00
PRECIO UNITARIO TOTAL							1,596,728.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA						
LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-						
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÚIZA						
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 8"						
UNIDAD:	ML			FECHA:	09-Nov		
I- EQUIPO							
DESCRIPCION			TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.	
HERRAMIENTA MENOR				GL	1.00	1,000	
						SUB-TOTAL	1,000.00
II- MATERIALES EN OBRAS							
DESCRIPCION			UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.	
Tubería PVC Ø 8"			ml	36,000	1.00	36,000	
Lubricante para tubería PVC (500 gr)			Und	12,000	0.040	480	
						SUB-TOTAL	36,480.00
III- TRANSPORTE							
DESCRIPCION	VOL-PESO CANT		DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
						SUB-TOTAL	
IV- MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		JORNAL	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1	Oficial	24,557.84	19,400.69	43,958.53	25.00	1,759.00	
2	Ayudante	37,115.68	29,321.39	66,437.07	25.00	2,658.00	
						SUB-TOTAL	4,417.00
TOTAL COSTO DIRECTO							41,897.00
V- COSTOS INDIRECTOS							
DESCRIPCION					PORCENT	VAL. TOTAL	
Adminstración					15%	\$ 6,284.00	
Imprevistos					5%	\$ 2,094.00	
Utilidad					5%	\$ 2,094.00	
						SUB-TOTAL	\$ 10,472.00
PRECIO UNITARIO TOTAL							52,369.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO SAN ANTONIO DE ANACONIA									
LOCALIZACION:	NEIVA - HUILA-									
PROYECTISTA	GERMÁN SILVA-JAIME ANDRES GÛIZA									
ITEM:	CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI INCL FORMALETA									
UNIDAD:	M3							FECHA:	09-Nov	
I- EQUIPO										
DESCRIPCION						TIPO	TARIF/DIA	REN.UN/DIA	VALOR UNIT.	
MEZCLADORA						1 BTO	35,000.00	0.20	7,000.00	
HERRAMIENTA MENOR						GL	500.00	1.00	500.00	
									SUB-TOTAL	7,500.00
II- MATERIALES EN OBRAS										
DESCRIPCION						UNIDAD	PREC-UNIT.	CANTIDAD	VALOR UNIT.	
CEMENTO GRIS						KG	400.00	350.00	140,000.00	
ARENA LAVADA						M3	30,000.00	0.57	17,100.00	
GRAVILLA						M3	42,000.00	0.84	35,280.00	
AGUA						LT	10.00	210.00	2,100.00	
PUNTILLA PROMEDIO						Lb	1,375.00	7.75	10,656.25	
CERCO						MI	1,500.00	8.20	12,300.00	
TABLA BURRA (0,03*0,3*3M)						MI	3,000.00	1.03	3,090.00	
									SUB-TOTAL	220,526.00
III- TRANSPORTE										
DESCRIPCION					VOL-PESO CANT	DISTANCIA	M3 Ton/Km	TARIFA	VALOR UNIT.	
									SUB-TOTAL	
IV- MANO DE OBRA										
DESCRIPCION					JORNAL	PRESTACIO.	JOR. TOTAL	REND/TO	VALOR UNIT.	
1 Oficial					24,557.84	19,400.69	43,959	1.20	36,632.11	
3 Ayudante					55,673.52	43,982.08	99,656	1.20	83,046.33	
									SUB-TOTAL	119,678.44
TOTAL COSTO DIRECTO										347,704.00
V- COSTOS INDIRECTOS										
DESCRIPCION								PORCENT	VAL. TOTAL	
Administración								15%	\$ 52,155.00	
Imprevistos								5%	\$ 17,385.00	
Utilidad								5%	\$ 17,385.00	
									SUB-TOTAL	\$ 86,925.00
PRECIO UNITARIO TOTAL										434,629.00

