

Diseño estructural, arquitectónico e hidrosanitario para la comunidad de ishashimana en el municipio de Manaure en el departamento de La Guajira

Un Proyecto De Grado Presentado Para Obtener El Título De
Ingeniero Civil
Universidad Santo Tomás, Bogotá

Daniel Felipe Saavedra Morales.
2019.

Capítulo 1 Formulación del problema	1
Capítulo 2 Descripción detallada del proyecto	3
Diseño de una estructura en mampostería confinada bajo norma sismo resistente NSR-10 título E	4
Diseño hidráulico de los servicios de alcantarillado.....	4
Diseño arquitectónico de la estructura.....	4
Presupuesto de toda la obra.....	4
Procedimientos constructivos de la obra.....	4
Análisis de la estructura diseñada en sap 2000.....	4
Dibujo de planos (planta, perfil y detalles).....	5
Capítulo 3 Justificación.....	6
Capítulo 4 Objetivos	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos	8
Capítulo 5 Marcos de referencia.....	9
Marco conceptual.....	9
Mampostería Confinada.....	9
Instalaciones Hidrosanitarias.	9
Instalaciones Hidráulicas.	9
Instalaciones Sanitarias.....	10
Mortero.	10
Columnetas y viguetas de confinamiento.	10
Subducción.....	10
Deleznable.....	10
Marco teórico.....	10
Aspectos geográficos.	10
Aspectos de la población.	12
Población objetivo y área de influencia.	13
Clima.....	14
Arquitectura.	15
Geología y geomorfología.	17
Amenaza sísmica.	18
Mampostería confinada, sus componentes y especificaciones.	19
Estado del arte.....	27
Normativas a usar en el proyecto.....	28
Capítulo 6 Metodología	30
Capítulo 7 Flujograma	33
Capítulo 8 Cronograma.....	34
Capítulo 9 Diseño arquitectónico de la estructura	35
Capítulo 11 Diseño estructural.....	39
Muros estructurales.....	40
Unidad de mampostería.	40
Mortero de pega.	42

Muros no estructurales (divisorios)	43
Sistema de cimentación.....	44
Dimensionamiento.....	44
Distribución de los estribos.....	45
Vigas aéreas de confinamiento	45
Dimensionamiento.....	45
Distribución de los estribos.....	46
Columnas de confinamiento	46
Dimensionamiento.....	46
Distribución de los estribos.....	47
Cubierta.....	48
Cercha.....	48
Correas.....	49
Tejas.....	50
Muro estructural de la cubierta.....	55
Viga de confinamiento de la cubierta.....	55
Ángulos y pernos para vigas de confinamiento, perfil en C y doble C.....	55
Losas de contrapiso.....	56
Capítulo 12 Diseño hidrosanitario.....	57
Diseño de suministro de aguas.....	57
Trazado preliminar de la red de suministro.....	58
Cálculo de caudales, diámetros, velocidades y presiones.....	59
Trazado final de la red de suministro.....	66
Diseño de las redes de evacuación o desagües.....	67
Trazado preliminar de la red de desagüe.....	67
Cálculo de la lámina de agua y D al 75%	68
Trazado final de la red de desagüe.....	75
Diseño del Tanque o Pozo séptico.....	76
Lista de referencias	81

Tabla 1. Tabla climática.....	15
Tabla 2. Ejemplo de estructura en mampostería para comparación.	21
Tabla 3. Proporciones de la mezcla de la lechada	23
Tabla 4. Tamaños más comunes de barras para uso en mampostería.....	24
Tabla 5. Número mínimo de aparatos sanitarios.	26
Tabla 6. Diseño metodológico.	30
Tabla 7. Dimensiones medidas y seleccionadas de los accesorios.	37
Tabla 8. Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos en (mm).....	40
Tabla 9. Valores mínimos de resistencia a la compresión de las unidades de mampostería.	41
Tabla 10. Dimensiones internas de la unidad de mampostería.	42
Tabla 11. Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones.....	44
Tabla 12. Caudales mínimos y características de los aparatos sanitarios (Rodríguez, 2016).....	60
Tabla 13. Diámetros de las tuberías de PAVCO RDE.....	61
Tabla 14. Cálculos de caudales, diámetros y velocidades de toda la red.....	62
Tabla 15. Longitudes equivalentes de los accesorios dependiendo del diámetro. (Rodríguez, 2016)	64
Tabla 16. Cálculo de Presión final necesaria en cada punto de la red crítica.	65
Tabla 17. Diámetro de los aparatos sanitarios y unidades de descarga usadas para la evacuación. (Rodríguez, 2014)	69
Tabla 18. Unidades de descarga de los 3 tramos.	70
Tabla 19. Caudal máximo probable y pendiente establecida.....	71
Tabla 20. Diámetro de las tuberías establecido. (Rodríguez, 2014)	71
Tabla 21. Relaciones de caudales y altura de lámina de agua. (1).....	72
Tabla 22. Velocidad y caudal en tubo lleno y relaciones de los primeros dos tramos.	73
Tabla 23. Velocidad y caudal en tubo lleno y relaciones de los primeros otros dos tramos.	73
Tabla 24. Ratificación del cumplimiento de la norma.	74
Tabla 25. Ratificación del cumplimiento de la norma.	74
Tabla 26. Contribución de aguas residuales. (MinVivienda, s.f.).....	77
Tabla 27. Tiempos de retención. (MinVivienda, s.f.).....	78
Tabla 28. Tasa de acumulación del tanque.	78
Tabla 29. Tabla de profundidades recomendadas. (Gamarra, s.f.)	79

Lista de gráficas

Gráfica 1. Tabla climática..... 14
Gráfica 2. Diagrama de temperatura..... 14

Lista de figuras

Figura 1. Mapa geográfico de Colombia	11
Figura 2. Mapa político del Departamento de La Guajira.	11
Figura 3. Mapa Territorial del Municipio de Manaure.	12
Figura 4. Ubicación de la escuela y áreas cercanas a esta.	13
Figura 5. Estructura cafetería colegio Ishashimana.	15
Figura 6. Estructura Salón colegio Ishashimana.	16
Figura 7. Estructura Salón colegio Ishashimana.	16
Figura 8. Ejemplo de estructura en mampostería para comparación.	17
Figura 9. Accesorios de tuberías.	26
Figura 10. Cronograma	34
Figura 11. Muestra fotográfica de terreno para diseño arquitectónico.	35
<i>Figura 12.</i> Evidencia de medidas para dimensiones de lavamanos e inodoro.	36
Figura 13. Evidencia de medidas para el dimensionamiento de la ducha.	37
Figura 14. Muestra fotográfica del terreno in situ.	39
Figura 15. Columna de amarre-1	48
Figura 16. Detalle típico perfil doble C.	49
Figura 17. Detalle típico correa tipo C.	50
Figura 18. Detalle típico planta de cubierta con distribución de tejas.	51
Figura 19. Detalle típico teja en fibro-cemento.	52
Figura 20. Cubiertas de baja pendiente.	53
Figura 21. Distancia entre correas según catálogo Eternit.	53
Figura 22. Detalle típico teja PVC.	54
Figura 23. Distancia entre correas según catálogo Eternit.	55
Figura 24. Trazado preliminar de la red de suministro.	58
Figura 25. Trazado final de la red de suministro.	66
Figura 26. Trazado preliminar de la red de evacuación.	68
Figura 27. Plano final del sistema de evacuación.	75
Figura 28. Dimensionamiento del Pozo.	79
Figura 29. Profundidad del Pozo y vista de elevación.	80

Formulación del problema

Las comunidades lejanas de las ciudades principales en Colombia han sufrido a lo largo de la historia de una problemática enfocada en el abandono por parte del Gobierno en muchos temas como la salud, los recursos vitales como el agua, energía eléctrica, el gas, las comunicaciones y otras; sin embargo, una de las principales problemáticas que se encuentra dentro de comunidades muy lejanas, como en la zona habitada por la comunidad de Ishashimana ubicada en el municipio de Manaure, departamento de la Guajira, ineficiencia y ausencia de instalaciones sanitarias; esto quiere decir que en muchas de las partes llamadas “rancherías” donde viven indígenas, afrodescendientes y otros, la oferta de servicio sanitario como un bien primario del ser humano es mínima, si no llega a ser nula.

Después de una visita hecha en el año 2017 a la comunidad ya nombrada, se pudo evidenciar muchas problemáticas que allí se ven con facilidad, sin embargo, se centró la atención en un colegio principal que presta el servicio de educación a más de 400 niños de primero a noveno grado; en este establecimiento la mayor problemática es la utilización de un solo sanitario para todos los estudiantes, por ende, el problema se basa en dos razones: la primera, el sanitario sirve para uso mixto y la higiene para las mujeres, e incluso para los hombres, no es la mejor, por ende, se pueden producir enfermedades que pueden llegar a ser graves; y la segunda, corresponde a la cantidad de personas para un solo servicio sanitario lo que genera la necesidad de que los niños tengan que ir al monte a poder hacer sus necesidades, algo que no debería estar sucediendo en ninguna parte del mundo.

Si se consideran todos estos aspectos, se puede llegar a una pregunta que fundamenta todo el problema y es: ¿debe alguien someterse a estas condiciones precarias de servicios

sanitarios y de salud?; esta pregunta se la debe responder cada quien y pensar si estaría cómodo ² teniendo que usar este servicio sanitario bajo las condiciones ya nombradas o en su peor caso tener que usar el monte como sanitario.

Por estos motivos surge otra interrogante ¿por qué no solucionar el problema de servicios sanitarios en esta comunidad?, y esto con el fin de que no solo los estudiantes, sino la comunidad aledaña pueda usar el servicio con comodidad, sin tener riesgos de adquirir enfermedades, ni problemas culturales.

Con el presente documento se intenta dar solución a este problema, proporcionando los diseños: arquitectónico, estructural e hidrosanitario, así como el presupuesto, los procesos constructivos y un cronograma de actividades con el fin de que el proyecto pueda ser realizado en cualquier momento de una forma segura y óptima.

Descripción detallada del proyecto

El proyecto se va a desarrollar en 5 fases, las cuales son:

- El diseño arquitectónico.
- El diseño estructural.
- El diseño Hidrosanitario.
- La elaboración de los procesos constructivos y el presupuesto.
- La elaboración del cronograma de construcción de la obra.

Estas cinco actividades son necesarias debido a que la base fundamental del proyecto se centra en ellas, el diseño arquitectónico que es indispensable para la disposición del proyecto en el sitio escogido y el manejo del impacto de la estructura con relación a la arquitectura del lugar. El diseño estructural del proyecto en el cual es indispensable tomar en cuenta la norma NSR-10 con el fin de garantizar la sismo-resistencia de la misma. El diseño de las redes sanitarias y la forma de disposición de los materiales orgánicos que resulten del sistema; este punto es el más importante debido a que es el que le da el sentido al proyecto; del buen funcionamiento y diseño de la red depende el éxito del proyecto. Por último, se tendrán dos actividades complementarias, la primera que es la elaboración del presupuesto y los procesos constructivos para obtener el precio de la inversión que se va a necesitar y la forma cómo se va a ejecutar, o como se debería ejecutar la obra; la segunda es el cronograma que depende de los tiempos que establezcan los rendimientos y del personal disponible.

Diseño de una estructura en mampostería confinada bajo norma sismo resistente NSR-10 4

título E

Esta actividad es necesaria para poder tener un sitio inicial sobre el cual se puedan hacer la adecuación de las redes sanitarias dependiendo de la distribución a la cual se vaya a hacer, además, de esta actividad depende la seguridad y comodidad de las personas que puedan llegar a usar la estructura.

Diseño hidráulico de los servicios de alcantarillado

El diseño hidráulico va a ser otra de las actividades principales ya que de esta depende el buen funcionamiento y la intención del proyecto, con la estructura tenemos el sitio adecuado y con las redes logramos la finalidad que es dar el servicio sanitario.

Diseño arquitectónico de la estructura

El diseño arquitectónico va a ser la actividad más importante que dará la disposición y ubicación de todos los elementos tanto internos como externos del proyecto en total.

Presupuesto de toda la obra

La importancia del presupuesto radica en el cálculo del costo total que me va a generar el proyecto con el fin de poder dejarlo listo para conseguir un patrocinio y poder ejecutarlo.

Procedimientos constructivos de la obra

Estos procedimientos son importantes debido a que son la guía del cómo, con qué y cuantos se necesita para la ejecución de una actividad.

Análisis de la estructura diseñada en sap 2000

Este análisis se hará con el fin de que después de diseñada la estructura se logre el cumplimiento de todas las normas y se asegure tanto en un programa digital como en una programación que todo esté dentro de los rangos permitidos.

Dibujo de planos (planta, perfil y detalles)

5

Este será el entregable final el cual dará todas las características, las medidas, detalles, vistas y demás que son necesarias para la interpretación del ingeniero y materialización en la obra.

La visión que se plantea para este proyecto es llegar a la realización de las unidades sanitarias suficientes para de esta forma poder brindar un buen servicio a los habitantes que harán uso de ella y poder cumplir a cabalidad los requisitos mínimos de salubridad y saneamiento básico establecidos en la Norma de Saneamiento Básico (RAS- 2000). Con esto se espera poder realizar un cambio en cierta medida en esta zona y obviamente más directamente a la calidad de vida de los habitantes de la misma.

El propósito se adecuará a cumplir con todos los cronogramas o actividades que sean necesarios para poder lograr el objetivo principal sobre la construcción de estas unidades; sin importar las condiciones que se puedan interponer, un propósito intrínseco será los materiales con los cuales serán construidas las unidades, ya que se plantea realizarlo con los materiales y equipos que se encuentren en la zona y con apoyo general que obtendrá el proyecto, el cual viene directamente del centro de Pastoral de la Universidad Santo Tomás.

Justificación

Las comunidades de la Guajira, a lo largo de los años, han sido las más afectadas por la pobreza, el abandono por parte del gobierno, la corrupción por sus alcaldes, gobernadores y la negligencia de los mismos habitantes que buscan su bien propio haciendo que todos los recursos designados para los indígenas y las personas de bajos recursos no se vean reflejados y las personas cada vez se vean más afectadas, perdiendo los recursos de la salud, la educación y los servicios vitales.

La base principal del proyecto se deriva de lo que se pudo visualizar en la visita presencial, donde se observó la necesidad de crear unidades sanitarias para esta población ya que contaban con una escasez deprimente de baños, por lo cual, al ver que la atención e inversión que le prestan a este Departamento es bajo, por no decir que nulo, se dio razón a tomar la iniciativa de estudiantes emprendedores de crear este proyecto para la comunidad. Cabe resaltar que se destaca por ser un Proyecto Social ya que el único fin de realizarlo es darle un beneficio a la comunidad que pueda disfrutar, pero que mantenga una alta calidad, sentir que ellos son escuchados y que no han sido olvidados.

Como ya se había mencionado anteriormente, este proyecto nace específicamente en el Departamento de la Guajira – Manaure, donde se evidencia la problemática de salubridad y saneamiento básico, ya que en la zona visitada se denotó la presencia de un baño, máximo dos, los cuales son utilizados por un centro de educación, el cual alberga entre de 400 a 500 estudiantes, además de los estudiantes del centro educativo se le añade que a la redonda se encuentran 2 comunidades (Ishashimana e Ishorshimana). La problemática hace relación a la escasez de unidades sanitarias y/o baños, ya que con las que se cuentan no satisfacen las

necesidades biológicas, higiene, y salubridad necesaria para la operación de la población que va ⁷
hacer uso de ellas.

Objetivos

Objetivo general

Elaborar el diseño arquitectónico, estructural e hidrosanitario de complejo sanitario para la comunidad de Ishashimana en el Departamento de Manaure-La Guajira.

Objetivos específicos

Elaborar los diseños arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios de una edificación de un piso para uso sanitario y los planos finales.

Realizar el Presupuesto a todo el costo de la obra incluyendo el desarrollo del proceso constructivo, análisis de precios unitarios y costos administrativos.

Elaborar el cronograma con tiempos de construcción de toda la obra.

Marcos de referencia

A continuación, se muestra el Marco conceptual en donde se describirán los conceptos primordiales en el desarrollo del tema, luego el Marco Teórico y posteriormente el Estado del Arte.

Marco conceptual

Mampostería Confinada.

Es un sistema constructivo que consiste en colocar materiales como ladrillos, unos sobre otros, de manera que se sobrepongan, y fijarlos mediante una pega o mortero y reforzarlo mediante columnetas y viguetas con barras de acero internas que generan resistencia, garantía y durabilidad, el sistema es normalizado por el Título E (Casas de uno y dos pisos) de la norma sismo resistente NSR-10. (Cementos CIBAO, 2018)

Instalaciones Hidrosanitarias.

Es un conjunto de instalaciones hidráulicas y las sanitarias, que tienen por objetivo servir las conducciones de los desechos o residuos pluviales, materia orgánica y del mismo modo proporcionar agua. (Alejandra, 2014)

Instalaciones Hidráulicas.

Son un conjunto de tuberías y conexiones de diferentes diámetros y diferentes materiales con el objetivo de distribuir agua dentro de una construcción en los puntos previstos en su diseño, de manera que llegue en la cantidad y con la presión necesaria. (Jezie Ávila, 2015)

Instalaciones Sanitarias.

10

Conjunto de tuberías equipos y accesorios que permiten la conducción y distribución del agua residual, donde se tienen en cuenta las lluvias y las aguas de desechos de la edificación.

(Jezie Ávila, 2015)

Mortero.

Es una mezcla de arena y agua con materiales cementantes como cemento cal o yeso que se usa para hacer la pega de los ladrillos. (Calidra, 2011)

Columnetas y viguetas de confinamiento.

Formación de figuras rectangulares de dimensiones más pequeñas que las columnas y vigas hechas con concreto, acero y fundidas dentro del mismo ladrillo, a diferencia de las columnas y vigas para las cuales se necesita formaleta.

Subducción.

Proceso por el que una placa litosférica oceánica se hunde bajo otra placa, ya sea oceánica o continental. (Departamento de geografía y ordenación del territorio, s.f.)

Deleznable.

Que se rompa, se disgrega o se deshace fácilmente. (Diccionario Oxford, s.f.)

Marco teórico

Aspectos geográficos.

El municipio de Manaure está ubicado al norte del Departamento de La Guajira, en el sector denominado Media Guajira, entre los 11°30' y 11°45' Latitud Norte y los 72°25' y 73°00' Longitud Oeste. El municipio de Manaure limita por el Norte con el Mar Caribe. Por el Sur con

los municipios de Riohacha y Maicao. Por el oeste con el municipio de Riohacha y el Mar Caribe. Por el Este con los municipios de Uribia y Maicao].



Figura 1. Mapa geográfico de Colombia



Figura 2. Mapa político del Departamento de La Guajira.

Respecto a sus características geográficas, el municipio de Manaure posee un clima cálido tropical, cuyas temperaturas oscilan entre los (28 °C – 38 °C) en todo el año; como

consecuencia de esto el Departamento de La Guajira en general es una zona con evaporación 12 alta debido a sus temperaturas y si a esto se le añade el hecho de que influye poca precipitación y permanece más el estado de la sequía, hacen del Departamento de La Guajira, una zona árida desértica donde predominan las llanuras onduladas y las dunas del litoral , con suelos de material arcillosos.

El Municipio de Manaure pertenece a la denominada Cuenca del Caribe, lo cual genera que sus afluentes hídricos, devengan de arroyos esporádicos del Mar Caribe, por ejemplo, el denominado “Arroyo Limón” que atraviesa la cabecera municipal con caudal de aguas mínimas. A pesar de que en teoría posee afluentes hídricos, el 80 % de esto no es viable para el consumo de la población, debido a las sales marinas que poseen las aguas marítimas. Por lo cual la necesidad del agua potable para este sector del País, sea un hecho de suma importancia social. La flora que predomina está compuesta por cactus, tunas y el trupillo.

Aspectos de la población.



Figura 3. Mapa Territorial del Municipio de Manaure.

El Municipio de Manaure cuenta con una extensión aproximada de 1,643 kilómetros cuadrados (Km²), la cual está compuesta por su casco urbano que a su vez se compone por ocho

(8) corregimientos y rancherías indígenas. Aquellos corregimientos son Aremasahin, Manaure,¹³ El Pájaro, Mayapo, Musichi, Shirurian, La Gloria y La Paz.

Estos 8 corregimientos en su totalidad albergan una población proyectada para el 2017 alrededor de 118.250 habitantes según datos del DANE y de la página del municipio de Manaure.

Población objetivo y área de influencia.

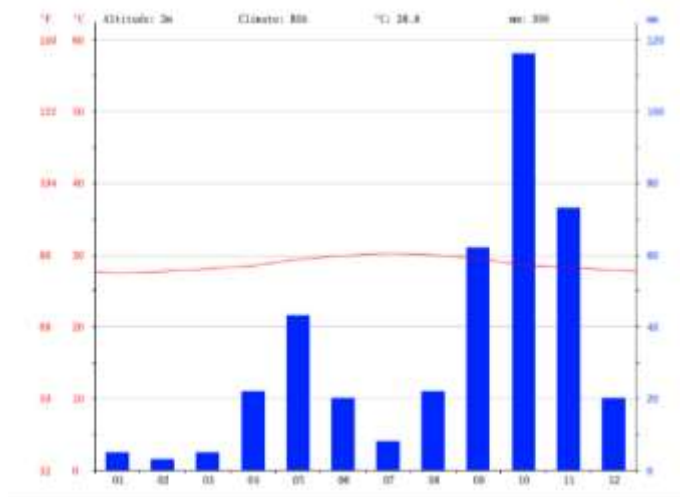
Como ya se ha mencionado anteriormente, la población objetivo para este proyecto está claramente definida a los niños de la escuela Ishashimana y las personas que residen cerca a esta.



Figura 4. Ubicación de la escuela y áreas cercanas a esta.

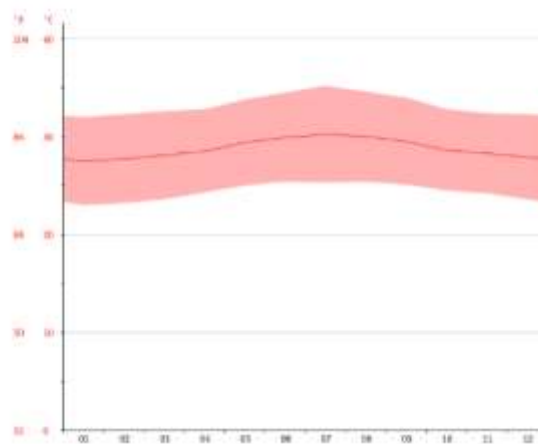
Se encuentra en fuentes consultadas que la totalidad de niños que estudian en esta escuela es aproximadamente 1.300 de la zona rural, aparte de esto, la cantidad de habitantes del municipio es de 112.103 en un área total de 1.643 km². Teniendo en cuenta lo anterior, se demuestra que por 1 km² se encuentran 68 habitantes, se analiza que para la población cercana de más o menos 5 km² a la escuela será la beneficiada, es decir 350 habitantes, en total la cantidad de población objetivo es de 1.650 habitantes. (DANE, 2018)

El clima de Manaure en la mayor parte del año es cálido lo cual favorece el proceso de construcción, pero así mismo se necesita tener en cuenta el fraguado del concreto debido a que pierde humedad mucho más rápido que en un clima frío, sin embargo, para un análisis más detallado se tienen las siguientes gráficas:



Gráfica 1. Tabla climática.

La precipitación es la más baja en febrero, con un promedio de 3 mm. En octubre, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 116 mm.



Gráfica 2. Diagrama de temperatura.

A una temperatura media de 30.2 ° C, julio es el mes más caluroso del año. A 27.5 ° C 15 en promedio, enero es el mes más frío del año.

Tabla 1. Tabla climática.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	27.5	27.7	28.1	28.5	29.4	29.9	30.2	30	29.5	28.6	28.3	27.9
Temperatura mín. (°C)	23	23.2	23.6	24.3	25	25.4	25.3	25.4	25.1	24.5	24.2	23.6
Temperatura máx. (°C)	32	32.3	32.6	32.8	33.6	34.5	35.2	34.6	34	32.8	32.4	32.3
Temperatura media (°F)	81.5	81.9	82.6	83.3	84.9	85.8	86.4	86.0	85.1	83.5	82.9	82.2
Temperatura mín. (°F)	73.4	73.8	74.5	75.7	77.0	77.7	77.5	77.7	77.2	76.1	75.6	74.5
Temperatura máx. (°F)	89.6	90.1	90.7	91.0	92.6	94.1	95.4	94.3	93.2	91.0	90.3	90.1
Precipitación (mm)	5	3	5	22	43	20	8	22	62	116	73	20

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 113 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 2.7 ° C.

Arquitectura.



Figura 5. Estructura cafetería colegio Ishashimana.



Figura 6. Estructura Salón colegio Ishashimana.



Figura 7. Estructura Salón colegio Ishashimana.

Después de ver estas imágenes del tipo de estructuras que hay en La guajira en el colegio de Ishashimana se llega a la conclusión que se maneja un tipo de estructura porticada la cual tiene un diseño arquitectónico clásico (Tipos de diseños arquitectónicos, s.f.) el cual maneja el tipo de estructura mostrado sin novedades ni inventivas, algo neutro que el fin principal sea su uso y no su resalto por la belleza. Por ende y para encajar en el mismo diseño se propone un diseño arquitectónico similar a la presentada a continuación, pero con diferencias en su espaciamiento y en la entrada.



Figura 8. Ejemplo de estructura en mampostería para comparación.

Como se muestra en la Figura 8 la estructura será propuesta por cuatro muros principales de 12 metros los más largos y los otros lados miden 4 metros, estos muros serán con ladrillo a la vista, una ubicación de ventanas y distribución de 3 sanitarios y un orinal extendido con un lavamanos en la parte de los hombres y 5 sanitarios y un lavamanos para las mujeres, esta estructura se encuentra dividida en dos para el uso de hombres y mujeres por aparte.

Geología y geomorfología.

La geología de La Guajira es compleja debido a que se encuentra en un punto en donde interactúan las placas tectónicas de Nazca, suramericana y el Caribe. La placa Suramericana presenta un movimiento generalmente hacia el occidente, esto desde mediados del cretáceo lo cual es producido por la expansión del fondo oceánico del atlántico, la de Nazca debido al movimiento de la Suramericana, puesto que está subducida por esta misma distribución de sismicidad superficial, esto se ve en la parte intermedia del sistema de los andes de Colombia, por último, la influencia de la placa del Caribe que junto con la Suramericana generan una subducción de muy bajo ángulo logran una interpretación de colisión donde se sobrepone generando el bloque norandino.

Al ubicarse al norte de la falla de Oca la composición geológica se define entre la corteza continental protozoica y paleozoica, la corteza oceánica cretácica y sedimentos jurásicos. (Plan de manejo para la zona costera del departamento de La Guajira, s.f.)

En Manaure se encuentra la intervención antrópica de dos maneras, uno para la adecuación de la extracción de la sal industrial y artesanal y la otra que es la prevención del proceso erosivo presentado continuamente en el área. Se presenta socavación en la mayoría de las vías cercanas a la costa por incidencia del mar.

Se encuentran acantilados formados por arenas finas bien seleccionadas y arena fina-media mal seleccionada que llegan a medir hasta 2.5m de altura por tal motivo presenta partículas muy deleznable y presencia de alta erosión. (Plan de manejo para la zona costera del departamento de La Guajira, s.f.)

Amenaza sísmica.

La sismicidad se debe al movimiento de las tres placas ya mencionadas, tanto emergidas como sumergidas; esto ha generado un contexto tectónico compresional caracterizado por grandes fallas de cabalgamiento y de rumbo, cuya actividad es la responsable de gran parte de la sismicidad en Colombia.

De acuerdo con INGEOMINAS-UNIANDES (1996), la zona litoral es considerada en dos categorías sísmicas:

Una zona sísmica intermedia que se encuentra entre Riohacha, Barrancas, Fonseca, Maicao, Manaure y Uribía, la cual maneja una aceleración horizontal pico de sismo de diseño menor o igual a 0.20g y la zona de amenaza baja que no excede 0.10g en municipios como El molino, Urumita y Villanueva.

Por otro lado, los sismos reportados en este departamento no han sobrepasado

19

magnitudes de 5 grados escala de Richter dentro de un radio de 150 km. (Plan de manejo para la zona costera del departamento de La Guajira, s.f.)

Suelo.

El origen de los suelos de la alta Guajira hacia las costas mantiene un nivel freático dependiente de los mares, sin embargo, la afectación que generan las altas temperaturas y la acción del viento dentro de los suelos hace que se presente capilaridad dentro de los suelos donde la mayoría son planicies, caracterizando su alta salinidad y en algunos casos sodicidad. Por otra parte, el transporte de material fino hace que se formen dunas arenosas que recubren la mayoría del clima desértico. En este sector predominan los suelos asociados a deflación y clima cálido árido, suelos con texturas moderadamente gruesas, imperfectamente drenados y reacción medianamente acida y alcalina con fertilidad baja. (Plan de manejo para la zona costera del departamento de La Guajira, s.f.)

Mampostería confinada, sus componentes y especificaciones.

La mampostería confinada es un sistema constructivo donde se combinan ladrillos de arcilla cocidos con un mortero o pega y lechada que lleva a considerar el sistema constructivo como homogéneo. Es el comportamiento de la combinación de materiales lo que determina el rendimiento de la mampostería como elemento estructural. Sin embargo, el rendimiento de un elemento de mampostería estructural depende de las propiedades de los materiales constituyentes y de la interacción de los materiales como un conjunto. Por lo tanto, es importante considerar primero las propiedades de los materiales constituyentes: unidades de arcilla y esquisto, mortero, lechada y refuerzo de acero. (The Brick Industry, 1992)

Hay muchas variables en la fabricación de unidades de mampostería de arcilla y 20

pizarra. Las materias primas primarias incluyen arcillas de superficie, arcillas de fuego, lutitas o combinaciones de éstas. Las unidades se forman por extrusión, moldeo o prensado en seco y se encienden en un horno a temperaturas entre 1800 ° F y 2100 ° C (980 ° C y 1150 ° C). Estas variables en la fabricación producen unidades con una amplia gama de colores, texturas, tamaños y propiedades físicas. Las unidades de mampostería de arcilla y esquisto se seleccionan con mayor frecuencia como material de construcción por su estética y rendimiento a largo plazo. En consecuencia, los estándares de materiales para las unidades de mampostería de arcilla y lutitas contienen requisitos para garantizar que las unidades cumplan con un nivel de durabilidad y consistencia visual y dimensional. (The Brick Industry, 1992)

Si bien las baldosas de ladrillo y de arcilla estructural son visualmente atractivas y duraderas, también son adecuadas para muchas aplicaciones estructurales. Esto se debe principalmente a su variedad de tamaños y muy alta resistencia a la compresión. Las propiedades del material del ladrillo y losetas de arcilla estructural que tienen el efecto más significativo sobre el rendimiento estructural de la mampostería son la resistencia a la compresión y las propiedades que afectan la unión entre la unidad y el mortero, como la tasa de absorción de agua y la textura de la superficie. (The Brick Industry, 1992)

El ladrillo usado en la mampostería estructural es hecho de arcilla el cual es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín, la montmorillonita y la illita. Se considera el adobe como el precursor del ladrillo, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso para la ejecución de muros, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción. El ladrillo

es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas (980 °C a 1150°C). (The Brick Industry, 1992) 21

La resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla estructural es importante dentro de las aplicaciones en los sistemas de mampostería estructural, debido a que en general al aumentar la resistencia a la compresión de una unidad se aumentara la de todas las unidades en conjunto y la del conjunto como unidad además de hacerlo también con su módulo elástico. (The Brick Industry, 1992)

Aunque el ideal sería que se clasificara el ladrillo por resistencia a la compresión, dentro de las normas de la ASTM se pide únicamente la garantía de la durabilidad lo que puede ser tan solo una quinta parte de la resistencia a la compresión de una unidad real, por ende, mediante estudios generados en estados unidos se logró elaborar la siguiente tabla con el fin de hacer una comparación:

Tabla 2. Ejemplo de estructura en mampostería para comparación.

Unit Type			Mean Unit Compressive Strength, psi (Mpa)	Standard Deviation of Compressive Strength, psi (MPa)
Solid brick	Forming Method	Extruded	11305 (77.9)	4464 (30.8)
		Molded	5293 (36.5)	1822 (12.6)
	Raw Material ¹	Fire clay	15346 (105.8)	5065 (34.9)
		Shale	11258 (77.6)	3487 (24.0)
		Other ²	9169 (63.2)	3988 (27.5)
Hollow Brick ³			6736 (46.4)	2447 (16.9)
Structural clay tile ³	Vertical coring		10057 (69.3)	5578 (38.5)
	Horizontal coring		5119 (35.3)	2067 (14.3)

La textura y la absorción son propiedades que afectan a la unidad en su resistencia a la compresión y al conjunto en sí. En general, el mortero se adhiere mejor a las superficies ásperas, como las superficies cortadas con alambre, que, a las superficies lisas, como las superficies de la piel. La resistencia de la unión de las superficies lijadas depende de la cantidad de arena en la

superficie, la adherencia de la arena a la unidad y la tasa de absorción de la unidad en el momento de la colocación. En prácticamente todos los casos, el mortero se adhiere mejor a una unidad cuya succión en el momento de la colocación es inferior a $30 \text{ g / min / } 30 \text{ in}^2$ ($1.55 \text{ kg / min / m}^2$). De acuerdo con las especificaciones de MSJC, las unidades con una tasa de absorción inicial superior a $30 \text{ g / min / } 30 \text{ in}^2$ ($1.55 \text{ kg / min / m}^2$) deben humedecerse para reducir la tasa de absorción de agua de la unidad antes de la colocación. Además, la succión de unidades muy absorbentes se puede acomodar utilizando morteros altamente retenedores de agua. (The Brick Industry, 1992)

Dependiendo del tipo de material usado y de las características nombradas anteriormente se clasifica el mortero en los siguientes tipos:

Tipo N Mortero. El mortero tipo N se recomienda específicamente para chimeneas, paredes de parapeto y paredes exteriores sujetas a exposición severa. Es un mortero de adhesión media y de resistencia a la compresión adecuado para uso general en mampostería expuesta por encima del grado. El mortero tipo N no se puede usar en las zonas sísmicas 3 y 4.

Mortero Tipo S. El mortero tipo S se recomienda para uso en mampostería reforzada y mampostería no reforzada donde se requiere la máxima resistencia a la flexión. Tiene una alta resistencia a la compresión y una alta resistencia de unión a la tracción con la mayoría de las unidades de ladrillo.

Mortero Tipo M. El mortero tipo M se recomienda específicamente para la mampostería debajo del nivel del suelo y en contacto con la tierra, como muros de cimientos, muros de contención, alcantarillas y pozos. Tiene una alta resistencia a la compresión y una mejor durabilidad en estos entornos que los morteros de tipo N o S.

Dependiendo de las necesidades se puede definir el tipo de unidad de mampostería y 23

así mismo la mezcla de mortero la cual se necesita para un buen desempeño estructural. [9.16]

La lechada se utiliza en mampostería de ladrillo para llenar celdas de unidades huecas o espacios entre los cuerpos de mampostería de unidad sólida. La lechada aumenta la resistencia a la compresión, al corte y a la flexión del elemento de mampostería y une el refuerzo de acero y la mampostería. Las proporciones de la lechada se tienen en cuenta mediante la siguiente imagen:

Tabla 3. Proporciones de la mezcla de la lechada

Grout Type	Portland Cement or Blended Cement	Hydrated Lime or Lime Putty	Fine Aggregate¹	Coarse Aggregate¹
Fine	1	0 to 1/10	2 1/4 to 3 times the sum of the volumes of the cementitious materials	NONE
Coarse	1	0 to 1/10	2 1/4 to 3 times the sum of the volumes of the cementitious materials	1 to 2 times the sum of the volumes of the cementitious materials

Las pruebas indican que la cantidad total de agua absorbida de la lechada por las unidades de arcilla hueca parece ser más dependiente del contenido de agua inicial de la lechada que las propiedades de absorción de la unidad.

Las lechadas con alto contenido de agua inicial muestran una mayor contracción que las lechadas con bajo contenido de agua inicial. Por consiguiente, se recomienda el uso de un aditivo de lechada no retráctil para minimizar el número de fallas y grietas de contracción en la lechada mientras se produce una depresión de lechada de 8 a 11 pulgadas. (The Brick Industry, 1992)

El refuerzo de acero para la construcción de mampostería consiste en barras y cables. Las barras de refuerzo se utilizan en elementos de mampostería como paredes, columnas, pilastras y vigas. Los alambres se utilizan en las juntas de mampostería para reforzar los ladrillos de mampostería individuales o para unir múltiples ladrillos juntos. (The Brick Industry, 1992)

Las barras y los cables tienen aproximadamente el mismo módulo de elasticidad, que 24

se indica en el Código MSJC como 29,000 ksi (200,000 MPa). En general, los cables tienden a alcanzar una mayor resistencia y se comportan de una manera más frágil que las barras de refuerzo. Los tamaños comunes de barras y alambres y sus propiedades materiales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Tamaños más comunes de barras para uso en mampostería.

Type	ASTM Specification	Grade or Type	Minimum Yield Strength, ksi (Mpa)	Minimum Tensile Strength, ksi (Mpa)
Bars	A 615	40	40 (276)	70 (483)
	A 615	60	60 (414)	90 (620)
	A 616	50	50 (345)	80 (552)
	A 616	60	60 (414)	90 (620)
	A 617	40	40 (276)	70 (483)
	A 617	60	60 (414)	90 (620)
	A 706	60	60 (414)	80 (552)
Wires	A 82	Smooth	70 (483)	80 (552)
	A 496	Deformed	75 (517)	85 (586)

Red hidráulica y sanitaria.

Los sistemas de diseño de alcantarillado se encuentran determinados de forma diferente en el Ras 2000, en el diseño se manejan dos tipos de sistemas de recolección de aguas residuales y pluviales, el primero es el sistema convencional el cual se caracteriza por ser el tradicional que se utiliza para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final, dentro de estos se encuentra el alcantarillado combinado y alcantarillado separado. Estos dos tipos nombrados anteriormente son la red madre a la cual se debe conectar todas las redes de recolección de las viviendas. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)

Dentro de los diseños se debe tener en cuenta que las instalaciones sanitarias deben ubicarse en coordinación con el responsable del diseño de estructuras, de tal manera que no

comprometan sus elementos estructurales, en su montaje y durante su vida útil y los aparatos 25 sanitarios deberán instalarse considerando los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, mantenimiento e inspección.

Para la plomería y fontanería de las instalaciones hidráulicas se encuentran diferentes tipos de tuberías como la tubería de hierro galvanizado las cuales se destinan en uso de exteriores debido a su alta resistencia a los golpes y el intemperismo, luego se encuentran tuberías de acero roscado las cuales se utilizan tanto en conducciones de agua fría y caliente y por último se utilizan las tuberías de PVC como material innovador el cual tiene ventajas en su peso, su manejo una alta resistencia a la tensión, al impacto, a la corrosión, al ataque de los ácidos, etc. (Luis Rodríguez, 2007)

Para las instalaciones sanitarias existe tuberías en hierro fundido, en PVC y hierro galvanizado al igual que para las hidráulicas, aunque la diferencia radica en el tipo de aguas que deben llevar por esto las características principales de las tuberías debe ser una buena compactación y un buen sellado en uniones debido a que no se puede presentar fugas dentro de la conducción, así mismo, cabe resaltar que el manejo de los líquidos en la mayoría de casos siempre va a ser por gravedad precisamente evitando que la presión pueda llegar a afectar las unions. (Luis Rodríguez, 2007)

Otra de las partes importantes del diseño son los accesorios, estos son los que unen las tuberías y le dan el sentido al flujo y la dirección, por ende, cada tubería posee un tipo diferente de accesorio como los siguientes:

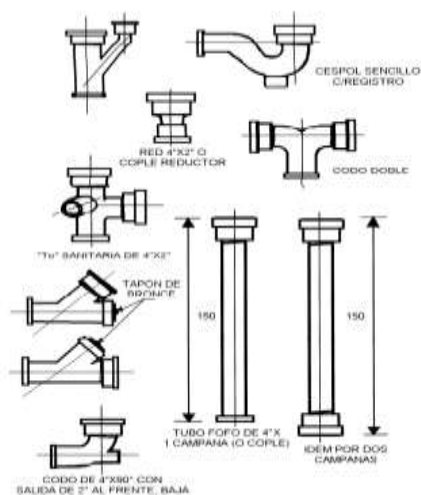


Figura 9. Accesorios de tuberías.

Los accesorios de una tubería son de diferentes tipos y tienen usos específicos dentro de los diseños.

Para las estructuras de uno y dos pisos se mantiene un mínimo de aparatos sanitarios por estructura el cual se explica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Número mínimo de aparatos sanitarios.

Tipo de edificio (2)	Inodoros		Urinaros	Lavatorios (3)		Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
	No. de Personas	No. de Aparatos		No. de Personas	No. de Aparatos		
Casas de habitación Y Edificios de Apartamentos	Uno por cada casa o departamento			Uno por cada casa o departamento		Uno por cada casa o Depto.	Uno en cocina y uno de ropa por cada casa o depto. (4)
Edificios Comerciales De Oficinas y Públicos	1-15	1	Cuando sean previstos urinaros, puede reducirse un inodoro por cada urinario instalado, pero deberá mantenerse como mínimo 2/3 del total del inodoro especificado	1-15	1	No son requeridos	Un botadero por cada piso y por cada 100 personas
	16-35	2		16-35	2		
	36-55	3		36-60	3		
	56-80	4		61-90	4		
	81-110	5		91-125	5		
	110-150	6		Un aparato por cada 45 personas adicionales			
	Un aparato por cada 40 personas adicionales						

Tipo de edificio (2)	Inodoros	Urinarios	Lavatorios (3)	Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
Hoteles, Pensiones Viviendas o Cuarteles	Los mismos requisitos que en dormitorios o internados.				Un lavadero de cocina en cada cocina y uno de ropa por cada 80 personas. Un botadero por piso y por cada 100 personas. Un botadero por cada local independiente y por cada piso.
Hospitales, Sanatorios y Clínicas	Los mismos requerimientos que en dormitorios o internados, para todo el personal (médicos, enfermeras y empleados) que duerma en el edificio adicionalmente, un baño para hombres y uno para mujeres(cada uno con inodoro y lavatorio), en cada pabellón y en cada piso, para uso del público y pacientes internos.				

En los tipos no especificados se usará la clasificación más aproximada según el diseñador.

(Luis Rodríguez, 2007)

Estado del arte

Desde el 2009 mediante una iniciativa del mismo pueblo como ejemplificación en Palomino, los habitantes han tomado la decisión de buscar por ellos mismos alternativas las cuales los lleven a poder desarrollarse independientemente, por esta razón plantearon el proyecto del pueblo inteligente, una iniciativa de más de 4000 habitantes donde cada uno aportó una idea para la construcción de fabricación de carros de comida, la casa de los deportes, parques para niños y con más importancia un novedoso sistema de sanitarios debido a que Palomino lleva casi 30 años sin alcantarillado, por ende plantearon los baños secos los cuales funcionan sin agua, estos se encargan de separar los residuos líquidos de los sólidos que los aprovechan como abono de huertas mientras que la cubierta del baño recolecta el agua de la lluvia y la reutiliza. (Revista Semana, s.f.)

También en La Guajira se realizan varias actividades de estas, que se encargan de construir baños especialmente para personas de estratos 1 y 2; los cuales a veces son patrocinados por personas del Estado, como el alcalde de Riohacha en el 2013. Estos proyectos mencionados han sido realizados para diferentes comunidades de La Guajira, sin embargo, de los

beneficiados no mencionan a Manaure. Por esta razón el foco del inicio del proyecto va a ser 28 en este sitio, en búsqueda de la igualdad y la equidad para todos. (El Heraldó, 2014)

En febrero del 2013 se hizo un convenio de 9 mil millones de pesos para dotar de baños y cocinas a familias pobres de Riohacha de estratos 1 y 2, este acuerdo hace parte del programa de conexiones intradomiciliarias del Viceministerio del Agua y tendría una beneficencia a 1.760 hogares. (La Guajira hoy, 2013)

Estos mismos baños secos también fueron implementados en la comunidad yutaho en el 2014 con el fin de satisfacer la necesidad de la comunidad buscando la disminución de enfermedades y satisfacer la necesidad de un sistema de uso sanitario.

Después de ver todos estos proyectos que se han desarrollado en La Guajira hoy al 2018 no hay uno solo el cual se haya dado para la comunidad de Ishashimana, la que no se ha visto beneficiada por ningún proyecto de sanidad y que sufren el día a día de condiciones precarias para poder hacer las necesidades fisiológicas.

Normativas a usar en el proyecto

- Normas técnicas de diseño de instalaciones sanitarias para edificaciones.
- Título A, D Y E del Ras 2000.
- Título E y H de la NSR-10.
- Normas y convenios del dibujo arquitectónico.

Las normas técnicas del diseño de instalaciones sanitarias se usan con el fin de poder dar bajo norma una distribución de los sanitarios, lavaderos y duchas todo dependiendo del área del proyecto, de la cantidad de personas y del sexo de la persona además de depender del uso al cual se le va a prestar el servicio.

El título A es el inicio del Ras 2000 el cual va a definir niveles de complejidad además de 29 la identificación y justificación del proyecto, también se usa para la presentación de planos de la red sanitaria y la guía de estudios previos, el título D va a reglamentar el sistema de recolección y evacuación residuales domésticas y aguas lluvias, por último, El título E con el cual se puede pensar en la posible solución del tratamiento de las aguas evacuadas.

Título E (Casas de uno y dos pisos) es la guía principal para la construcción de la estructura del proyecto, reglamenta principalmente de las estructuras de uno y dos pisos, y el título H el cual nos habla de los estudios geotécnicos con los cuales podríamos hacer la caracterización del suelo en el área del proyecto.

Las normas para el diseño arquitectónico del proyecto se basarán en el documento de la universidad católica de ecuador los cuales hablan de los espaciamientos reglamentarios, la visión, el impacto y otros factores a tener en cuenta dentro del proyecto.

Metodología

A continuación, se presenta el diseño metodológico a partir de los objetivos específicos planteados.

Tabla 6. Diseño metodológico.

<i>Objetivo Específico</i>	<i>Actividades</i>	<i>Recursos</i>
<p>Elaborar los diseños arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios de una edificación de un piso para uso sanitario y los planos finales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Investigación teórica del diseño arquitectónico de la estructura. ● Investigación teórica del diseño estructural de la estructura. ● Investigación teórica del diseño sanitario de la estructura. ● Investigación teórica de las características de la región y del sitio en cuestión. ● Elaboración de cronograma y metodología. ● Presentación de anteproyecto ● Recopilación de datos del suelo de la región y determinación de las características del mismo. ● Estudio norma arquitectónica. ● Diseño arquitectónico y elaboración del plano. ● Estudio de norma estructural. ● Diseño estructural y elaboración del plano. ● Primer informe ● Estudio norma hidrosanitaria ● Diseño hidrosanitario y 	<ul style="list-style-type: none"> ● Computador ● Software AUTOCAD ● Software SAP 2000 ● Word, Excel, internet, Visio, Openproj.

	<p>elaboración del plano.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Segundo informe. 	
<p>Presupuestar todo el costo de la obra incluyendo el desarrollo del proceso constructivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Búsqueda de precios en industria cercana al punto. ● Elaboración de tabla de recopilación de información. ● Elaboración cuadro de memorias de cálculo de la obra hasta la parte estructural. ● Elaboración cuadro de actividades de obra. ● Elaboración del APU de la parte arquitectónica y estructural. ● Elaboración del AIU de la parte arquitectónica y estructural. ● Elaboración del presupuesto general de la obra hasta la parte estructural. ● Elaboración del procedimiento constructivo de la estructura sin las redes. ● Segundo informe. ● Elaboración cuadro de memorias de cálculo final. ● Elaboración del APU final. ● Elaboración del AIU final. ● Elaboración del presupuesto general de la obra. ● Elaboración del procedimiento constructivo total. ● Tercera entrega. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Computador ● Software AUTOCAD ● Software SAP 2000 ● Word, Excel, internet, Visio, Openproj.
<p>Elaborar el cronograma con tiempos de construcción de toda la</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaboración de listado de actividades de la obra. ● Primera entrega. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Computador ● Software AUTOCAD

obra.

- Elaboración del diagrama Gantt.
- Elaboración del diagrama CPM pert.
- Tercera entrega.

- Software SAP 2000
- Word, Excel, internet, Visio, Openproj.

32

Flujograma

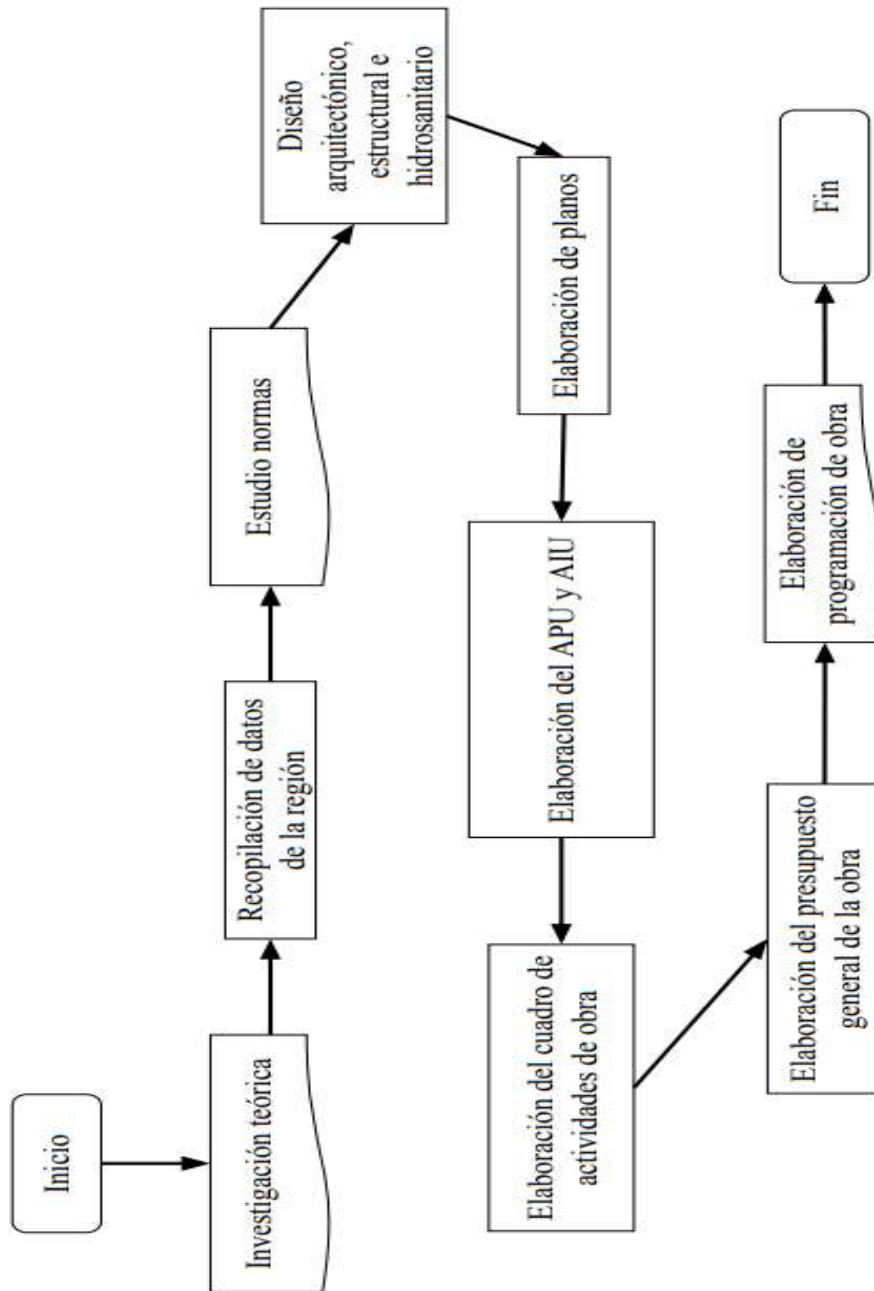


Figura 9. Flujograma.

Cronograma

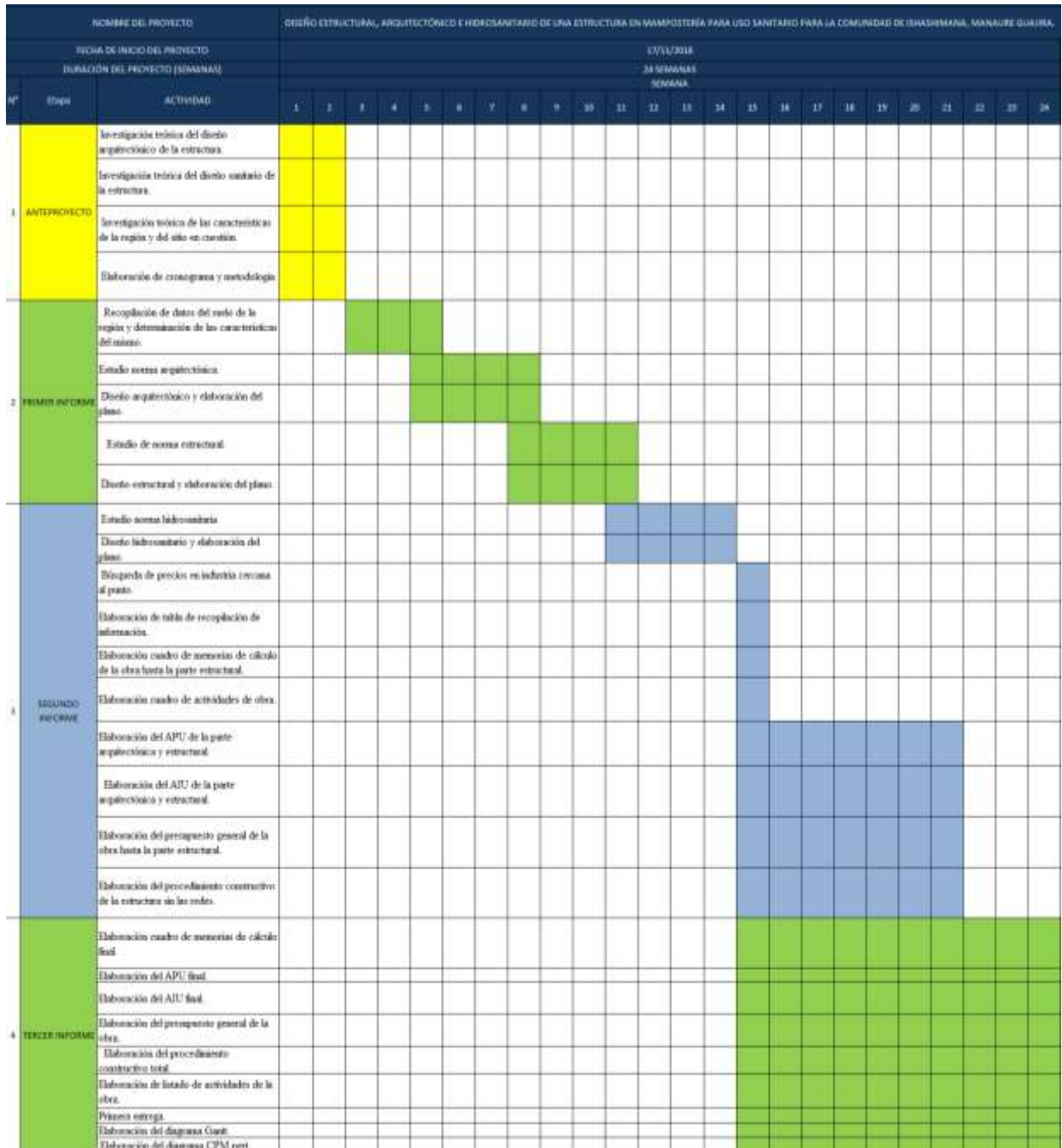


Figura 10. Cronograma

Diseño arquitectónico de la estructura

El diseño arquitectónico de una estructura es la parte inicial de todo proyecto ya que de este diseño depende el funcionamiento estructural, hidráulico y otros más, los cuales se ajustan al modelo inicial arquitectónico y se llegan a acuerdos dependiendo la necesidad entre todos los diseños.

Para este proyecto en específico se realizó una visita a la comunidad de ishashimana en diciembre del 2017 donde se tomaron evidencias fotográficas tanto del espacio, como del terreno además de la justificación ya mencionada en donde el tipo de estructura propuesta encaja de forma óptima con los diseños arquitectónicos de la ranchería.

Esta visita, y las muestras fotográficas dieron el lineamiento para poder realizar el diseño y escoger el sitio para el cual la estructura tiene que estar dispuesta considerando la forma del terreno la afectación espacial y la dirección del movimiento del viento.

La muestra fotográfica se muestra a continuación:



Figura 11. Muestra fotográfica de terreno para diseño arquitectónico.

disponible para un diseño arquitectónico sencillo y amplio ya que dispone de un espacio amplio donde se puede hacer uso de lo necesario, también los baños que se elaboraron allá no tienen las mejores condiciones ni comodidad que cumpla con un saneamiento básico y pulcritud en su oferta y las estructuras propuestas para la comunidad (el colegio) son estructuras que su impacto visual es acorde con la mayorías de estructuras hechas en el sitio que fueron elaboradas en concreto con muros en mampostería estructural o confinada.

Para el diseño interno se tomó en cuenta la comodidad y mediante medidas reales se definieron las dimensiones de los accesorios internos que son las siguientes:

- Para las unidades sanitarias se toman dimensiones de 0.82m de largo x 0.44m de ancho x 0.72m de altura.
- Para el orinal de los hombres se eligen dimensiones de 2.5m de largo x 0.5m de ancho x 0.7m de alto.
- Para los lavamanos se escogen medidas de 0.7m de ancho x 0.5m de largo x 0.8m de altura.

La toma de medidas reales se evidencia en las siguientes figuras:



Figura 12. Evidencia de medidas para dimensiones de lavamanos e inodoro.



Figura 13. Evidencia de medidas para el dimensionamiento de la ducha.

Las dimensiones medidas y seleccionadas son:

Tabla 7. Dimensiones medidas y seleccionadas de los accesorios.

<i>Dimensiones</i>	<i>Medidas tomadas (cm)</i>			<i>Medidas escogidas (cm)</i>		
	<i>Ancho</i>	<i>Alto</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Ancho</i>	<i>Alto</i>	<i>Profundidad</i>
<i>Lavamanos</i>	50	80	44	70	80	50
<i>Sanitario</i>	42	75	72	44	72	82
<i>Ducha</i>	87	250	93	105	250	181
<i>Orinal</i>	----	----	----	50	70	250

Tomando las dimensiones mencionadas en la tabla No. 7 se elabora el diseño arquitectónico visto en los planos anexados al presente documento con el fin de generar comodidad y una buena disposición del uso del complejo sanitario y su durabilidad.

Por último, las posiciones de las tejas de la estructura se eligen dependiendo la dirección de movimiento del viento es por eso que con ayuda de la comunidad se define el movimiento de sur-oriente a nor-occidente lo cual nos limita a un tejado combinado entre teja de fibro cemento y teja de pvc translucida ya que la estructura al estar ubicada en el sentido para asegurar la buena entrada de la luz y la mejor resistencia de las tejas contra el viento y las cargas. Con estas

características el diseño arquitectónico ya queda definido para la comodidad y el buen espaciamiento de la estructura por y para las personas.

38

Para la posterior adaptación del proyecto se decide dejar los baños con las especificaciones dadas en los planos arquitectónicos debido a su construcción y modo de empleo más efectivo.

Diseño estructural

El diseño estructural de la obra está basado en la norma **NSR-10**, más específicamente en el Título E (Casas de uno y dos pisos).

Este título establece y especifica las condiciones estructurales a las cuales se tiene que ajustar mínimamente el diseñador, esto con el fin de permitir el buen funcionamiento de las viviendas clasificadas de uno a dos pisos ante cargas sísmicas y de resistencia vertical dependiendo de la zona de amenaza sísmica, por esta razón, el sistema especificado en la norma se divide en diferentes ítems que son los que guían al diseñador en su camino hacia el diseño final el cual debe encontrarse en estado óptimo para su funcionamiento una vez construida la estructura, cabe resaltar que necesariamente la estructura debe ser simétrica con el fin de evitar momentos torsores en toda la edificación.

Como punto importante en la norma NSR-10 Título E, especifica que solo es necesario estudio de suelos cuando se poseen terrenos con inestabilidad lateral, suelos con pendiente mayor al 30%, suelos con compresibilidad excesiva, suelos con expansibilidad intermedia y alta y suelos que presenten colapsibilidad. En el caso del proyecto se puede ver mediante las siguientes imágenes que el terreno a disposición es un terreno resistente, apto para una cimentación como se indica en el título E de la norma NSR-10.



Figura 14. Muestra fotográfica del terreno in situ.

Los diferentes ítems que se tomaron en cuenta para el diseño de este proyecto y que 40

pusieron las pautas necesarias para un buen diseño de la estructura son los siguientes:

Muros estructurales

Los muros estructurales son los encargados de resistir las fuerzas laterales que se desenvuelven paralelas a su propio plano desde la cimentación hasta su nivel más alto, por esta razón, es necesaria la colocación de los muros de manera ortogonal y en planta obligados a que su longitud de cada uno de los muros sin importar sea igual o aproximadamente igual al del otro muro.

El dimensionamiento y las características de resistencia del muro dependen en todo sentido de la unidad de mampostería la cual establece la sección transversal del muro y su disposición al momento de construirse tanto del modo de colocación las características y el mortero de pega, aunque el espesor del muro escogido se rigió bajo la siguiente tabla:

Tabla 8. Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos en (mm).

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1º Nivel	2º Nivel
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Unidad de mampostería.

Las unidades de mamposterías son elementos hechos en concreto, arcilla o sílico-calcareas, las cuales se dividen en dos usos que son los de mampostería externa o de fachada o mampostería interna o divisoria.

Las unidades de mampostería vienen en diferente sentido de perforación dependiendo del uso que se le vaya a dar o la necesidad estructural de estas, por esta razón se tienen unidades de

mampostería con perforación horizontal (PH) y con perforación vertical (PV), esto indica el sentido en el cual se encuentran las aberturas del ladrillo. 41

La norma NTC 4205 establece las características mínimas en temas de absorción de agua, exigencia de tolerancia distorsional, eflorescencia y límites de defectos superficiales de cada unidad. Estas unidades no solo deben tener en cuenta su propio peso, sino que dichas unidades deben soportar otras cargas verticales y horizontales.

Absorción de la unidad.

La absorción de las unidades de mampostería debe ser mayor al 5% y se miden mediante la prueba de inmersión de 24 horas, si en las fachadas se tiene una absorción muy alta se acude al análisis termo diferencial para medir la cocción y evitar la rehidratación.

Resistencia a la compresión.

En términos de resistencia a la compresión las unidades de mampostería tienen que regirse por la siguiente tabla:

Tabla 9. Valores mínimos de resistencia a la compresión de las unidades de mampostería.

Tipo	Resistencia mínima a la compresión		Absorción de agua máxima en %			
	Pa (Kgf/cm ²)		Interior *		Exterior	
	Prom. 5 U	Unidad	Prom. 5 U	Unidad	Prom. 5 U	Unidad
PH	5.0 (50)	3.5 (35)	13	16	13.5	14
PV	18.0 (180)	15.0 (150)	13	16	13.5	14
M	20.0 (200)	15.0 (150)	13	16	13.5	14

Dimensiones de la unidad. Las unidades de mampostería tienen unas características mínimas las cuales deben cumplir en la elaboración de una unidad según norma NTC 4205, estas dimensiones están especificadas en la siguiente tabla:

Tipo	Espesor neto mínimo de las paredes, mm	Espesor mínimo de los tabiques, mm
Perforación vertical (PV)	19	10
Perforación horizontal (PH)	16	10

Por las razones expuestas anteriormente se decide trabajar con la unidad de mampostería No. 5 con dimensiones externas de (33x23x12) cm, con un ancho de pared de 16 mm y un ancho de tabique de 10mm.

Mortero de pega.

El mortero de pega es otra de las piezas más importantes de sistema ya que este es el encargado de adherir, mantener la unión y la resistencia entre una unidad de mampostería y la otra.

El mortero de pega aparte de generar una mayor resistencia a fuerzas externas, debe tener buena plasticidad y consistencia para poder adoptarse, evitar un movimiento abrupto y posible fractura, además, es indispensable que este genere una retención de agua mínima para u hidratación, ya que en caso de absorber mucha agua generaría una disgregación del material lo que ocasiona pérdida de unidades, por ende, pérdida de resistencia.

En la mezcla del mortero de pega se debe tener cuidado con la dosificación, ya que de esto depende el buen funcionamiento al fraguar, esta dosificación debe tener arena cernida en malla #8 y debe ser mínimo de relación 1:4 (por cada bulto de cemento 4 litros de agua), también es indispensable tener una resistencia de 7.5 MPa a los 28 días y la cual sea verificada en una prueba con cilindro de 7 mm de diámetro y 150mm de altura.

Los muros no estructurales o divisorios son aquellos muros que se constituyen por unidades de mamposterías y mortero de pega también confinadas entre columnas y vigas de confinamiento, pero que a diferencia de los muros estructurales su función no es soportar las mayores cargas de la estructura o en caso de un sismo las cargas más altas, sino por el contrario, su función es servir de separador entre un espacio y otros con el fin de dar la arquitectura propuesta.

Su construcción es del mismo modo que el de un muro estructural, más en su diseño, su función no va a ser la misma, esto que quiere decir, que su construcción es con unidad de mampostería de las mismas dimensiones, con el mortero de pega de la misma calidad, y con todos los otros materiales necesarios, pero que se va a tomar como un muro del cual se pueda prescindir. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 1997)

Unidad de mampostería no estructural. Los muros no estructurales o divisorios son aquellos muros que se constituyen por unidades de mamposterías y mortero de pega también confinadas entre columnas y vigas de confinamiento, pero que a diferencia de los muros estructurales su función no es soportar las mayores cargas de la estructura o en caso de un sismo las cargas más altas, sino por el contrario, su función es servir de separador entre un espacio y otros con el fin de dar la arquitectura propuesta.

Su construcción es del mismo modo que el de un muro estructural, más en su diseño, su función no va a ser la misma, esto que quiere decir, que su construcción es con unidad de mampostería de las mismas dimensiones, con el mortero de pega de la misma calidad, y con todos los otros materiales necesarios, pero que se va a tomar como un muro del cual se pueda prescindir. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 1997)

Para la unidad no estructural se usará la misma unidad de mampostería que en el muro 44 estructural.

Sistema de cimentación

Este sistema está compuesto por un modelo reticular de vigas que configuran un tipo de anillos rectangulares en planta y es encargado de asegurar la transmisión de manera efectiva, integral y equilibrada, de las cargas de la superestructura a al suelo.

Este sistema establece por obligación la utilización de una viga de cimentación por cada muro que se encuentre dentro de la estructura sin excepción alguna, además de tener las siguientes reglas:

- La relación L: B de la estructura no puede ser mayor a 2 por cada división.
- Los refuerzos de la cimentación deben anclarse en ganchos estándar a 90° en la cara exterior del elemento transversal terminal.

Dimensionamiento.

Para el dimensionamiento de las vigas de cimentación es fundamental la utilización de la siguiente tabla:

Tabla 11. Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones.

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP _a	
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f _y	f _c
	Bahareque	200 mm	250 mm		
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm		
	Bahareque	150 mm	200 mm		
Acero Longitudinal		4 No. 3 (ó 10M)	4 No. 4 (ó 12M)	420	17
	Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	240	
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412	
	Bahareque	No. 3	No. 4		

Bajo estas normas mínimas del dimensionamiento se toma una sección transversal para la viga de cimentación de 0.25x0.25 cumpliendo con el mínimo del ancho de la viga y aumentando la altura 0.05m con el fin de dar mayor seguridad y resistencia. Esta sección también cuenta con

un recubrimiento mínimo usado para vigas y columnas según el numeral C.7.7.1 del Título C 45 Norma NSR-10, ítem C, en el cual especifica un recubrimiento mínimo de 40mm para vigas y columnas.

Distribución de los estribos.

Teniendo en cuenta la norma y las especificaciones mínimas en la tabla anterior, la distribución se elabora con estribos No.2 cada 200 mm, esta distribución está sujeta a la cantidad de columnas que se encuentren soportadas por la viga y a las dimensiones o espaciamientos entre columnas.

Para el diseño de los pelos la longitud mínima a tener en cuenta ser de 6 veces el diámetro de la barra y no menores a 65mm por ende se toman los 65mm como longitud mínima y longitud usada, esto según la tabla C.7.2 de la norma NSR-10 Título E.

Vigas aéreas de confinamiento

Las vigas de confinamiento son los elementos que terminan de asegurar el muro entre la losa y ellas mismas de forma vertical, estas son construidas en concreto reforzado condicionadas a que el refuerzo debe tener un anclaje a 90° con gancho, obligatoriamente las vigas tienen que ser fundidas directamente sobre el mismo muro.

Dimensionamiento.

Para el dimensionamiento de las vigas aéreas de confinamiento la norma específica un área transversal mínima de 200 cm², las vigas aéreas de confinamiento deben estar dispuestas en forma de anillos cerrados en un plano horizontal con la función de entrelazar los muros estructurales en las dos direcciones formando una estructura monolítica entre el entrepiso y la cubierta.

Bajo la implementación de la norma en el proyecto se toma una sección transversal para las vigas aéreas de confinamiento de 0.20x0.12 cumpliendo con más del mínimo del área transversal con el fin de dar mayor seguridad y resistencia. Esta sección también cuenta con un recubrimiento mínimo usado para viguetas y columnetas según el numeral C.7.7.1 del Título C Norma NSR-10, ítem C, para losas, muros y viguetas en los que se usen barras No.11 o menores el recubrimiento mínimo es de 20cm, por ende, para el proyecto y buscando mayor seguridad se diseñó un recubrimiento de 25mm y por último cuenta con 4 barras No. 3 las cuales son el refuerzo longitudinal de la viga de confinamiento. 46

Distribución de los estribos.

Teniendo en cuenta la norma y las especificaciones mínimas, la distribución se elabora con estribos No.2 espaciados cada 100 mm los primeros 500mm desde cada extremo de la luz y a 200mm el resto, esta distribución está sujeta a la cantidad de columnas que se encuentren en conexión con la viga y a las dimensiones o espaciamientos entre columnas.

Por último, la longitud de los pelos del estribo como mínimo deben ser de 6 veces el diámetro de la barra y no menores a 65mm por ende se toman los 65mm como longitud mínima y longitud usada.

Columnas de confinamiento

Las columnas de amarre son los elementos que terminan de asegurar el muro en sus lados con el fin de que se mantengan en su posición sin desplazarse horizontalmente, estas son construidas en concreto reforzado ancladas a la cimentación, pueden ubicarse empalmes con traslapes entre base, columna y cimentación, y obligatoriamente debe ser vaciada después de alzado el muro.

Dimensionamiento.

transversal mínima de 200 cm^2 , las columnas de amarre deben estar dispuestas en los extremos de los muros estructurales, en las intersecciones con otros muros, distancias no mayores a 35 veces el espesor del muro, 1.5 veces la distancia vertical o 4 metros.

Bajo la implementación de la norma en el proyecto se toma una sección transversal para las columnas de amarre de 0.20×0.12 cumpliendo con más del mínimo del área transversal con el fin de dar mayor seguridad y resistencia. Esta sección también cuenta con un recubrimiento mínimo usado para viguetas y columnetas según el numeral C.7.7.1 del Título C Norma NSR-10, ítem C, para losas, muros y viguetas en los que se usen barras No.11 o menores el recubrimiento mínimo es de 20cm, por ende, para el proyecto y buscando mayor seguridad se diseñó un recubrimiento de 25mm, y por ultimo cuenta con 4 barras No. 3 las cuales son el refuerzo longitudinal de la columna.

Distribución de los estribos.

Teniendo en cuenta la norma y las especificaciones mínimas, la distribución se elabora con estribos No.2 espaciados cada 100 mm los primeros 6 en zonas adyacentes a elementos horizontales de amarre, y a 200mm el resto. La distribución de los estribos se muestra de la siguiente forma:

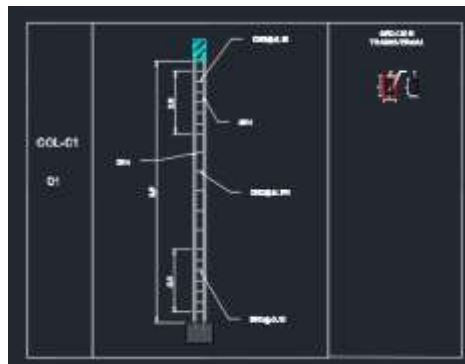


Figura 15. Columna de amarre-1

Por último, la longitud de los pelos del estribo como mínimo deben ser de 6 veces el diámetro de la barra y no menores a 65mm por ende se toman los 65mm como longitud mínima y longitud usada.

Cubierta

La cubierta es un sistema de protección de agentes externos la cual se encarga de recibir las aguas lluvias y conducir las a las cunetas para desviarlas hacia un almacenamiento o hacia un alcantarillado de colección de aguas lluvias, otra función importante es no dejar que la basura y los contaminantes en el aire caigan sobre los usuarios, por último, la función sísmo resistente que ejerce la estructura metálica entre las vigas de confinamiento y las columnas es crucial.

El diseño de la cubierta de la estructura se tuvo en cuenta diferentes normas y catálogos con los cuales se eligieron las diferentes secciones y partes del diseño de la cubierta, estas partes se dividen en las siguientes:

Cercha.

La cercha para el proyecto se definió mediante un perfil tipo doble C grado 50 el cual hace la función principal de la distribución de carga en este caso directas a las vigas de confinamiento tanto la de la cubierta como las de la planta NE+2.70m, el perfil mediante sus dimensiones es la estructura más óptima en reemplazo de una cercha y con la justificación de tener una estructura poco compleja y de dimensiones bajas se define como la mejor pieza para un excelente funcionamiento de la cubierta.

Las dimensiones del perfil vienen dadas del fabricante mediante el catalogo, esta vez tomando como referencia el catálogo de Colmena en el cual especifica que el perfil tiene una sección transversal como la siguiente:

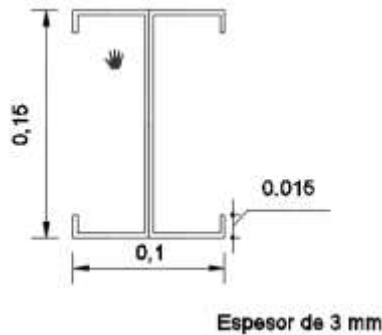


Figura 16. Detalle típico perfil doble C.

Como se ve en la imagen el perfil se divide en tres partes que son el alma que tiene una dimensión de 150mm, el ala que tiene una dimensión de 100mm, la pestaña con una dimensión de 15mm, el espesor que tiene 3mm, un peso de 12kg/m, y un área de 15.3cm³ y un ancho de la estructura de viga a viga tiene una longitud de 3.6767. (Tubos Colmena, s.f.)

Correas.

Las correas son los elementos que terminan de ajustar la estructura debido a que van conectadas entre las vigas de confinamiento de la planta NE+2.70m en la parte media, estas aseguran la estructura de forma horizontal y ayudan a mantener la posición de la cubierta y de los perfiles doble C, su función al igual que los perfiles es mantener la estructura rígida y sismo resistente además de soportar la cubierta y transmitir las cargas horizontales de la cubierta hacia las vigas de confinamiento.

Las dimensiones de las correas se definen dependiendo de las tejas seleccionadas que incluyen los catálogos del fabricante donde especifica su longitud, su separación y sus dimensiones. Para este caso se toma como referencia el catálogo de colmena en el cual especifica que el perfil tiene una sección transversal como la siguiente:

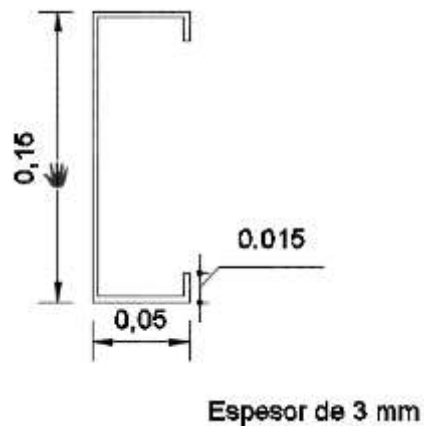


Figura 17. Detalle típico correa tipo C

Como se ve en la imagen el perfil se divide en tres partes que son el alma que tiene una dimensión de 150mm, el ala que tiene una dimensión de 50mm, la pestaña con una dimensión de 15mm, el espesor que tiene 3mm, un peso de 6.03kg/m, y un área de 7.653cm³ y longitudes de correas de 4m para la intersección entre perfil y correa. (Tubos Colmena, s.f.)

Para la separación entre correeras se toma en cuenta el catálogo de Eternit para teja de fibro cemento y de pvc translucido donde especifican la separación mínima entre correas la cual por catálogo tomando una teja No. 8 es de 1.15m. (SCHEPKE, 2005) (Eternit, s.f.)

Tejas.

Las tejas son como tal la tapa de la cubierta, estas son las encargadas de la función de 51 protección, de recolección de aguas y de soporte de cargas para el manejo de limpieza de la cubierta. Para el proyecto se toma los siguientes tipos de cubierta en la siguiente disposición:

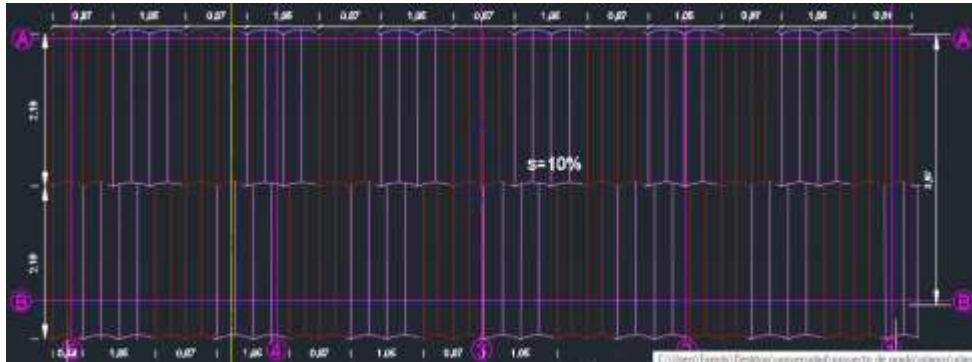


Figura 18. Detalle típico planta de cubierta con distribución de tejas.

Esta imagen muestra la distribución de las tejas en planta de cubierta siendo las rosadas de fibro-cemento y las rojas de pvc translucida, en la imagen también se muestran las medidas y el traslape que tiene cada teja además de la necesidad de la colocación de las tejas de atrás media teja menos en el inicio y media teja más en el final para una mejor distribución y su óptimo funcionamiento.

Teja ondulada de fibro-cemento perfil 7.

Las tejas onduladas de fibro-cemento perfil 7 son tejas hechas contra incendios, de fácil instalación, inoxidables, resistentes a la humedad y con un confort térmico y acústico elegidas precisamente para poder mantener una temperatura óptima dentro de la estructura, aunque su función principal es la resistencia al peso de una persona que se pueda apoyar sobre estas para el mantenimiento y limpieza de la cubierta.

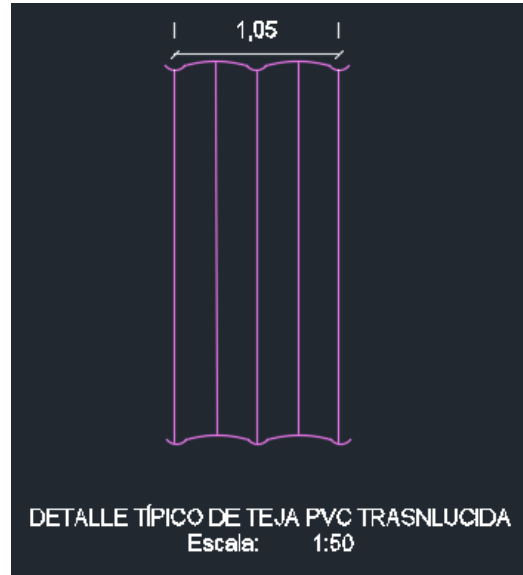


Figura 19. Detalle típico teja en fibro-cemento.

Dimensiones.

Las dimensiones de las tejas se definen en dependiendo los catálogos del fabricante donde especifica su longitud, ancho, espesor, superficie, traslapo y peso. Para este caso se toma como referencia el catálogo de Eternit en el cual especifica que la teja No.8 la cual se seleccionó debido a las longitudes necesarias para la estructura tiene una sección transversal como la siguiente:

Como se ve en la imagen la teja tiene diferentes partes que son el largo que tiene una dimensión de 2.44m, el ancho que tiene una dimensión de 0.92m, El traslapo que tiene longitud de 0.14 según el catálogo pero se toma una longitud de 0.25m debido a que la pendiente seleccionada que es del 10% da una inclinación en grados de 5 lo cual según el catálogo debe tener una longitud de traslapo mínima de 0.25m (ver figura 19), el espesor que tiene 57mm, un peso de 25.48kg, y una superficie de 2.25m^3 . (Eternit, s.f.)



Figura 20. Cubiertas de baja pendiente.

Esta teja establece la separación de las correas ya nombradas en la siguiente figura:

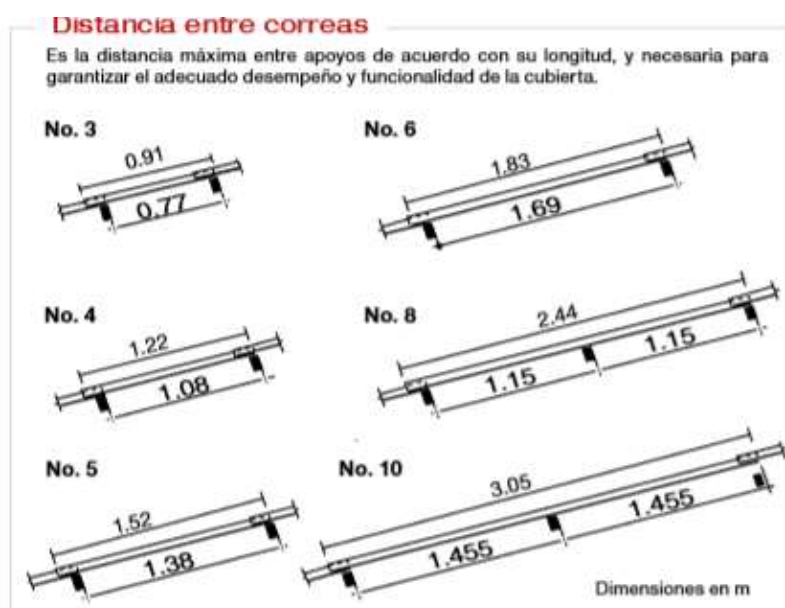


Figura 21. Distancia entre correas según catálogo Eternit.

Teja livianit perfil 7 plus translucida.

La teja livianit perfil 7 plus translucida del catálogo de Eternit tiene como principal función permitir la iluminación diurna en la estructura mediante el filtro de la luz natural, son tejas auto extingüibles que no propagan el fuego en caso de incendio. Las tejas son hechas de materiales compuestos mezclados en equipos modernos y cuya composición mayor es resina de PVC acompañado de aditivos poliméricos, pigmentos y filtro de luz ultravioleta.

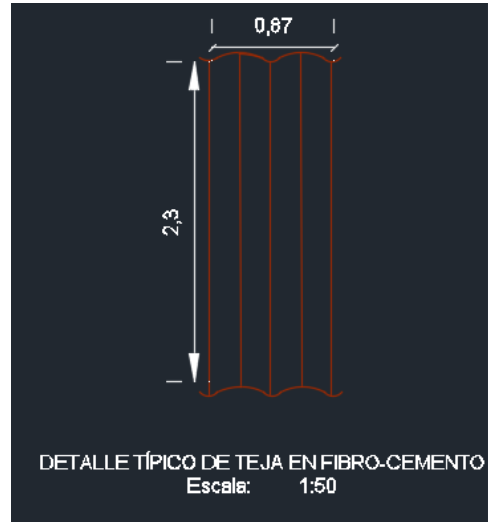


Figura 22. Detalle típico teja PVC.

Dimensiones.

Las dimensiones de las tejas se definen en dependiendo los catálogos del fabricante donde especifica su longitud, ancho, espesor, superficie, traslapo y peso. Para este caso se toma como referencia el catálogo de Eternit en el cual especifica que la teja No.8 la cual se seleccionó debido a las longitudes necesarias para la estructura tiene una sección transversal como la siguiente:

Como se ve en la imagen la teja tiene diferentes partes que son el largo que tiene una dimensión de 2.44m, el ancho que tiene una dimensión de 1.025m, El traslapo que tiene longitud de 0.14 según el catálogo pero se toma una longitud de 0.25m debido a que la pendiente seleccionada que es del 10% da una inclinación en grados de 5 lo cual según el catálogo debe tener una longitud de traslapo mínima de 0.25m (ver figura 19), el espesor que tiene 57mm, un peso de 25.48kg, y una superficie de 2.25m³ (Eternit, s.f.)

Esta teja establece la separación de las correas ya nombradas en la siguiente figura:

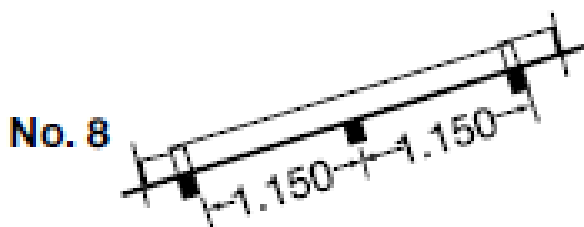


Figura 23. Distancia entre correas según catálogo Eternit.

Muro estructural de la cubierta.

El muro estructural de la cubierta tiene las mismas características de los demás muros, la única diferencia es que este muro solo tiene de altura 0.387m que es lo necesario para poder apoyar las tejas sobre los perfiles y las vigas de confinamiento. Este muro se encuentra sobre la viga de confinamiento de la parte frontal y sostiene otra viga en su parte superior para mayor seguridad.

Para los muros laterales se prevé que al momento de construir se dan las dimensiones de longitud y la acomodación de los ladrillos siempre manteniendo la altura ya mencionada en la conexión a la parte frontal.

Viga de confinamiento de la cubierta.

La viga de confinamiento de la cubierta está elaborada con la misma sección que las demás y su función principal va a ser asegurar el muro frontal y soportar las cargas transmitidas del perfil, las correas y las tejas.

Ángulos y pernos para vigas de confinamiento, perfil en C y doble C.

Los ángulos seleccionados para las conexiones entre Perfil tipo Doble C y viga de confinamiento, y perfil tipo Doble C y Correa tipo C, son los L-AZA de Gerdau Aza los cuales tienen diferentes dimensiones, para este caso las dimensiones elegidas son de 40 de base x 40 de

altura x 3 mm de espesor y un ángulo de 90° siendo los mínimos requeridos para la resistencia 56 óptima de la estructura y las conexiones, además se seleccionan pernos de ½ de pulgada para asegurar el ángulo a las dos conexiones y que sea otro elemento estructural aparte de los ángulos que permitan soportar las cargas de la cubierta y de los agentes de la intemperie. (L-AZA,2002)

Losas de contrapiso

La losa de contrapiso es otra de las partes fundamentales del sistema ya que entre las vigas de cimentación y la losa de entrepiso logran el amarre y la consolidación de una estructura monolítica con las columnas, además, cumple con la función de distribución de las cargas al suelo y a las vigas de cimentación, también es un elemento nivelante que se usa para darle la comodidad y la definición al terreno y evitar filtraciones de agua del terreno a la estructura.

El diseño de la losa es un diseño básico debido al bajo uso de la estructura y las bajas cargas que se van a manejar dentro de la estructura, por ende, se tomó un espesor de 10 cm referido en la norma NC-MN-OC07-04 de la empresa EPM y un refuerzo en una malla electro-soldada de 6 mm de diámetro con unas aberturas de 15 x 15 cm novacero, la cual fue recomendada por el ingeniero Gabriel Santiago Silva Vega como el método más efectivo y económico para la elaboración de la losa con una seguridad óptima. (EPM, 2016)

Diseño hidrosanitario.

El diseño hidrosanitario consiste en la caracterización de una estructura de redes que están compuestas de dos fases, la primera como trazado y determinación de las redes de suministro a todos los aparatos sanitarios y la segunda el cálculo de las redes de desagüe las cuales cumplen la función de ser el sistema de evacuación mediante los aparatos sanitarios que son el punto de origen del sistema; según Hernando Alfonso Rodríguez en su libro Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones “este sistema permite definir la cantidad de agua que debe abastecerse, y al mismo tiempo el volumen de agua servidas que se ha de evacuar.”

Para el diseño de este proyecto se tuvo en cuenta un suministro de agua continuo mediante un pozo (el pozo queda a estudio posterior en otro trabajo de grado).

Diseño de suministro de aguas.

Un diseño de suministro de agua consiste en un conjunto de conductos y accesorios disponibles para el transporte y suministro de aguas llevadas desde una fuente y utilizadas en una edificación.

La red de suministro, debe ser una red que trabaja bajo presiones con el fin de que pueda llegar a todas las partes de la edificación en donde se encuentre un punto de uso, estas presiones dependen del tipo y clase de aparato sanitario y la cantidad que solicita cada uno, también depende de la longitud de la red, de las distancias verticales y otros factores. Sin embargo, para su cálculo se procede desde un trazado preliminar hasta un dimensionamiento y caracterización mediante el factor de simultaneidad del cual se dará conocimiento a continuación.

Para un trazado preliminar de calidad se debe definir la ubicación en planta de los aparatos sanitarios dada por el plano arquitectónico, lo cual suministra lineamientos para poder trazar una red principal.

De la red principal se procede a dibujar los ramales horizontales que se conectan a la red principal del punto más lejano al punto de suministro, debe tenerse en cuenta que los cambios efectuados deben ser de 90° según la norma NTC1500, se debe trazar con la longitud mínima posible para reducir costos y pérdidas en la presión y es una obligación garantizar el aislamiento dentro de la red de los tramos a considerar con el fin de evitar la inhabilidad de toda la red por solo un aparato o un tramo.

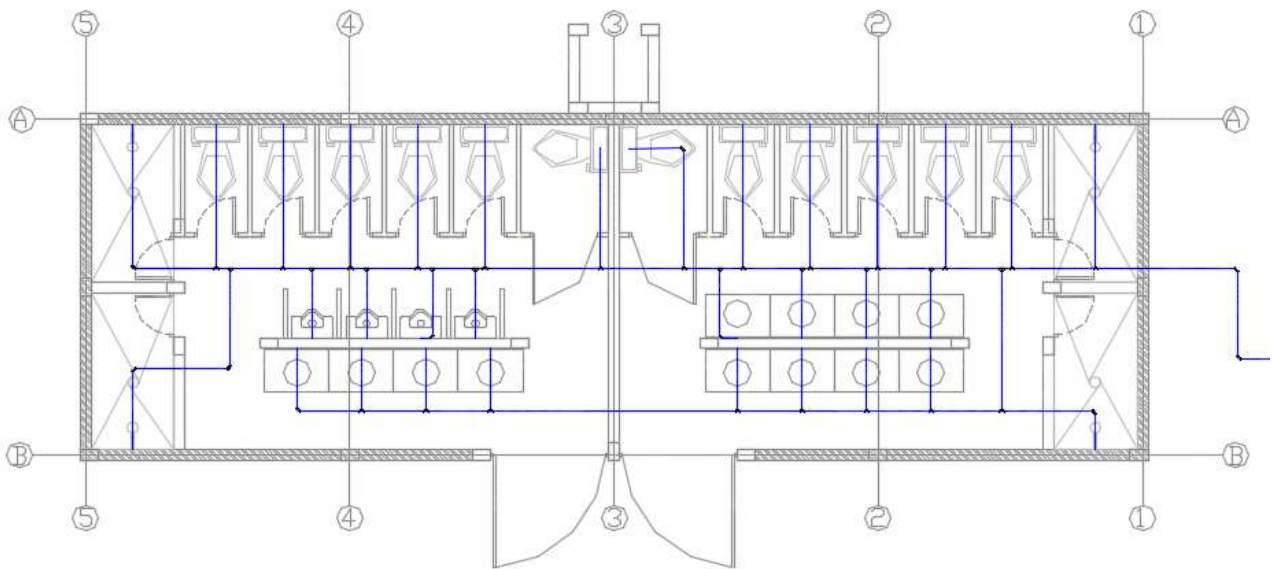


Figura 24. Trazado preliminar de la red de suministro.

Para el cálculo de estas características de la red de suministro se usó el método del Factor de Simultaneidad el cual consiste en la selección de un factor que evalúa la simultaneidad del funcionamiento de los aparatos sanitarios que tiene un caudal de fabrica establecido.

Una vez trazada la red se establece una ruta crítica que es la ruta que lleva al punto más lejano de donde se encuentra el tanque de suministro y se empiezan a nomenciar los puntos en donde cada conexión de un ramal a la red madre genera un tramo.

Luego se busca el número de aparatos de cada tramo de forma que a medida que se va avanzando por la red se van sumando la cantidad de aparatos sanitarios al tramo siguiente como se ve en la tabla 14 punto 2.

Posteriormente se busca el factor de simultaneidad teniendo en cuenta que la estructura posee una instalación de clase 1 donde predominan aparatos sanitarios comunes y se cálcula con la siguiente ecuación:

$$FS = \frac{1}{\log(10 * n)}$$

Donde:

FS= Factor de Simultaneidad.

n = Número de aparatos de cada tramo.

Después se busca el caudal máximo posible en lt/s haciendo suma de los caudales necesarios por cada aparato a medida que va avanzando por la red y por cada tramo sumando todos los caudales del punto escogido hacia atrás de la forma en que se muestra en la Tabla 14 punto 4 y el caudal se encuentra en la siguiente tabla:

Uso privado						
Aparatos	Q _{mín.} (lps)	Q _{recom.} (lps)	Presión mínima (m.c.a)	Presión recom. (m.c.a.)	UDC	Diámetro alimentación
Bañera	0,3	0,35	2,0	7,0	1,5	3/4"
Bebedero	0,1	0,15	2,5	7,0	1	1/2"
Bidet	0,1	0,15	3,0	7,0	0,8	1/2"
Calentador eléctrico	0,3	0,45	2,0	7,0		3/4"
Ducha	0,2	0,3	1,5	7,0	1,5	1/2"
Inodoro de tanque	0,3	0,35	2,0	7,0	3,0	1/2"
Lavadero	0,2-0,3	0,3-0,45	2,0	7,0	1,5	1/2"
Lavamanos	0,2	0,3	2,0	7,0	0,8	1/2"
Lavaplatos	0,25-0,3	0,4-0,45	2,0	7,0	2,0	1/2"
Manguera de jardín	0,25	0,4	10,0	10,0	2,5	1/2"
Manguera de jardín	0,3	0,45	10,0	10,0	3,0	3/4"
Orinal sencillo	0,15	0,25	2,0	7,0	3,0	1/2"
Vertedero	0,2	0,3	2,0	7,0	2,0	1/2"
Lavadora	0,25-0,3	0,4-0,45	2,0	7,0	2,0	1/2"
Uso público						
Bebedero	0,1	0,15	2,5	7,0	1	1/2"
Ducha	0,2	0,3	1,5	7,0	1,5	1/2"
Inodor de fluxiómetro	1-2-2,5	—	7 a 14	14,0	6,0	1"-1/4" - 1 1/2"
Lavamanos	0,2	0,3	2,0	7,0	1,5	1/2"
Lavaplatos	0,25-0,3	0,4-0,45	2,0	7,0	2,0	1/2"
Orinal fluxiómetro	1 a 2	—	5 a 10	10,0	5,0	3/4"
Vertedero	0,2	0,3	2,0	7,0	2,0	1/2"

Se procede a calcular el caudal máximo probable en lt/s el cual se halla con la siguiente formula:

$$Q_{max\ prob} = Q_{max\ posib} * FS$$

Donde:

Q_{Maxprob}= Caudal máximo probable.

Q_{Maxposib}= Caudal máximo posible.

Con el Q_{Maxposib} se calcula el diámetro mínimo de cada tramo con la siguiente ecuación y luego se escoge el diámetro comercial más cercano al resultado para que posteriormente nos dé el diámetro nominal de la tubería, todo tomado de la siguiente tabla:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V * 10} * \frac{10}{2.54}}$$

Donde:

Q= Caudal máximo probable.

V= Velocidad recomendada de máx. 2 m/s

D= Diámetro mínimo del tramo en pulgadas.

Tabla 13. Diámetros de las tuberías de PAVCO RDE.

Tuberías Presión PAVCO									
Diámetro Nominal		Referencia	Peso	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio	
mm	inp.		g/ft	mm	inp.	mm	inp.	mm	
RDE 9 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 500 PSI									
21	1/2	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.80	
RDE 11 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 400 PSI									
26	3/4	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81	
RDE 13.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 315 PSI									
21	1/2	2902440	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18	
33	1	2900213	364	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48	
RDE 21 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 200 PSI									
26	3/4	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63	
33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.29	
42	1 1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14	
48	1 1/2	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68	
60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58	
73	2 1/2	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07	
88	3	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42	
114	4	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42	
168	6	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22	
RDE 26 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 160 PSI									
60	2	2900246	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.79	
73	2 1/2	2900248	984	73.0	2.87	2.79	0.11	67.45	
88	3	2900251	1438	88.9	3.50	3.43	0.13	82.04	
114	4	2900254	2376	114.3	4.50	4.39	0.17	105.52	
168	6	2904617	4759	168.3	6.62	6.48	0.25	156.32	
RDE 32.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 125 PSI									
88	3	2900256	1157	88.9	3.50	2.74	0.11	83.42	
114	4	2900258	1904	114.3	4.50	3.51	0.14	107.28	
RDE 41 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI									
114	4	2900261	1535	114.3	4.50	2.79	0.11	108.72	

Para Tuberías de 8", 10", 12", 14", 16", 18" y 20" de diámetro véase nuestro Manual Técnico Unión Plástico. La longitud normal de los tramos es de 6m. La Tubería no debe recarse.

Teniendo en cuenta el diámetro efectivo que se da en metros, se procede a hallar la velocidad real del tramo en m/s bajo la siguiente ecuación:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Donde:

V= Velocidad real del tramo.

D= Diámetro efectivo o nominal.

Q= Caudal máximo Probable.

Tabla 14. Cálculos de caudales, diámetros y velocidades de toda la red.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tramo	No. Aparatos Sanitarios	Factor de simultaneidad	Q máximo posible	Q máximo probable	Diámetro mínimo	Diámetro nominal	Diámetro efectivo	Velocidad real
			lps	lps	in	in	m	m/s
RED TOTAL CASA								
D1-A	1	1,00	0,20	0,20	0,44	1/2	0,021	0,58
A-B	2	1,00	0,50	0,50	0,70	3/4	0,026	0,94
D2-B	1	1,00	0,20	0,20	0,44	1/2	0,021	0,58
B-C	3	0,68	0,70	0,47	0,68	3/4	0,026	0,89
C-D	4	0,62	1,00	0,62	0,78	3/4	0,026	1,18
D-E	5	0,59	1,15	0,68	0,82	3/4	0,026	1,27
E-F	6	0,56	1,45	0,82	0,90	1	0,033	0,95
F-G	7	0,54	1,60	0,87	0,93	1	0,033	1,01
G-H	8	0,53	1,90	1,00	0,99	1 1/4	0,042	0,72
H-I	9	0,51	2,05	1,05	1,02	1 1/4	0,042	0,76
I-J	10	0,50	2,20	1,10	1,04	1 1/4	0,042	0,79
J-K	11	0,49	2,50	1,22	1,10	1 1/4	0,042	0,88
K-L	12	0,48	2,80	1,35	1,15	1 1/4	0,042	0,97
L-M	13	0,47	3,10	1,47	1,20	1 1/4	0,042	1,06
M-N	14	0,47	3,30	1,54	1,23	1 1/4	0,042	1,11
N-Ñ	15	0,46	3,60	1,65	1,28	1 1/4	0,042	1,19
Ñ-O	16	0,45	3,80	1,72	1,30	1 1/4	0,042	1,24
O-P	17	0,45	4,10	1,84	1,35	1 1/4	0,042	1,33
P-Q	18	0,44	4,30	1,91	1,37	1 1/2	0,048	1,05
Q-R	19	0,44	4,60	2,02	1,41	1 1/2	0,048	1,12
R-S	20	0,43	4,80	2,09	1,43	1 1/2	0,048	1,15
S-T	21	0,43	5,10	2,20	1,47	1 1/2	0,048	1,21
LM1-U	1	1,00	0,20	0,20	0,44	1/2	0,021	0,58
U-V	2	1,00	0,40	0,40	0,63	3/4	0,026	0,75
V-W	3	0,68	0,60	0,41	0,63	3/4	0,026	0,77

W-X	4	0,62	0,80	0,50	0,70	3/4	0,026	0,94
X-Y	5	0,59	1,00	0,59	0,76	3/4	0,026	1,11
Y-Z	6	0,56	1,20	0,67	0,82	3/4	0,026	1,27
Z-AA	7	0,54	1,40	0,76	0,87	1	0,033	0,89
AA-AB	8	0,53	1,60	0,84	0,91	1	0,033	0,98
D3-AB	1	1,00	0,20	0,20	0,44	1/2	0,021	0,58
AB-T	9	0,51	1,80	0,92	0,95	1	0,033	1,08
T-AC	30	0,40	6,90	2,79	1,66	1 1/2	0,048	1,54
AC-AD	31	0,40	7,20	2,89	1,69	1 1/2	0,048	1,60
D4-AD	1	1,00	0,20	0,20	0,44	1/2	0,021	0,58
AD-TANQUE	32	0,40	7,40	2,95	1,71	2	0,060	1,04

Hasta este punto se tomó en cuenta toda la red, pero en los cálculos siguientes para las pérdidas y presiones de cada tramo solo se tiene en cuenta el tramo crítico.

Para empezar el cálculo, el libro de diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones de Héctor Rodríguez establece que el orden de los tramos cambia y ahora no va de el punto más crítico al suministro si no al revés, por ende, se invierte el orden en la tabla.

Lo primero después de establecer el caudal, el diámetro de tubería tanto en pulgadas como en metros y la velocidad es hallar la pérdida unitaria (J) el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$J = \left(\frac{Q}{0.28 * 150 * D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Donde:

J= Pérdida unitaria.

D= Diámetro efectivo o nominal.

Q= Caudal máximo Probable.

Posteriormente se halla la longitud de cada tramo del trazado preliminar y se

establecen los accesorios y la cantidad de los mismos que tienen influencia dentro de cada tramo.

Luego se halla la longitud equivalente en metros de los accesorios según el diámetro de cada tramo basado en la siguiente tabla.

Tabla 15. Longitudes equivalentes de los accesorios dependiendo del diámetro. (Rodríguez, 2016)

Diámetro D mm	D pulg	Codos										Tubo de empunte abierta		Tubo de globo abierta		Tubo de globo cerrada		Tubo de globo de pie		Tubo de globo de pie		Tubo de globo de pie	
		90° 1/2"	90° 3/4"	90° 1"	45° 1/2"	45° 3/4"	45° 1"	90° 1 1/2"	90° 2"	90° 3"	90° 4"	90° 6"	90° 8"	90° 10"	90° 12"	90° 14"	90° 16"	90° 18"	90° 20"	90° 22"	90° 24"	90° 26"	90° 28"
15	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.6			
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.4			
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2			
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	4.0			
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.5	0.5	1.0	0.5	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	11.6	1.0	3.2	4.8			
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0	1.5	4.2	6.4			
63	2 1/2	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9	1.9	0.4	21.0	10.0	1.3	4.5	4.5	17.0	1.9	5.2	8.3			
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	9.7			
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	23.0	3.2	8.4	12.9			
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1			
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	39.0	5.0	12.5	19.3			
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	52.0	6.0	16.0	25.0			
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85.0	45.0	5.5	16.0	16.0	65.0	7.5	20.0	32.0			
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9.0	2.1	102.0	53.0	6.1	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0			
350	14	7.5	9.5	10.5	5.5	4.4	5.4	2.5	6.2	11.0	2.4	120.0	60.0	7.3	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0			

Teniendo la longitud equivalente se procede a calcular la longitud equivalente total multiplicando la longitud equivalente de la tabla por la cantidad de accesorios que se encuentran en el tramo.

Luego se halla la longitud total que sería la longitud del tramo sumado a la longitud equivalente total de cada accesorio en cada tramo.

Considerando lo anterior se procede a hallar la pérdida total que sería la longitud total por La pérdida unitaria (J).

Por último, se procede a calcular la presión final teniendo por encima 5 m.c.a esto 65

recomendado por la norma Ras 2000 con el fin de garantizar el funcionamiento del sistema.

La presión final se calcula como la pérdida total más los 5 m.c.a y posteriormente a ese resultado del tramo se le suma las pérdidas del tramo siguiente y así sucesivamente.

Tabla 16. Cálculo de Presión final necesaria en cada punto de la red crítica.

Tramo	J	Longitud	Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente unitaria	Longitud equivalente total	Longitud total	Pérdida total	Presión final
	m/m	m			m	m			
AD-TANQUE	0,018	2,94	Codo 90º	2	1,4	2,8	6,84	0,13	5,125
			Tee (paso directo)	1	1,1	1,1			
AC-AD	0,052	0,890	Tee (paso directo)	1	0,9	0,9	1,79	0,09	5,218
T-AC	0,049	0,065	Tee (paso directo)	1	0,9	0,9	0,9645	0,05	5,265
S-T	0,031	0,5815	Válvula retención liviana	1	3,2	3,2	4,6815	0,15	5,412
			Tee (paso directo)	1	0,9	0,9			
R-S	0,028	0,106	Tee (paso directo)	1	0,9	0,9	1,006	0,03	5,440
Q-R	0,027	0,546	Tee (paso directo)	1	0,9	0,9	1,4464	0,04	5,479
P-Q	0,024	0,073	Tee (paso directo)	1	0,9	0,9	0,973	0,02	5,502
O-P	0,043	0,576	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	1,2764	0,06	5,557
Ñ-O	0,038	0,043	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	0,7429	0,03	5,586
N-Ñ	0,035	0,606	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	1,3062	0,05	5,632
M-N	0,031	0,2086	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	0,9086	0,03	5,660
L-M	0,028	0,3521	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	1,0521	0,03	5,690
K-L	0,024	0,8809	Válvula retención liviana	1	2,7	2,7	4,2809	0,10	5,794
			Tee (paso directo)	1	0,7	0,7			
J-K	0,020	1,2424	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	1,9424	0,04	5,834
I-J	0,017	0,0548	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	0,7548	0,01	5,846
H-I	0,015	0,4284	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	1,1284	0,02	5,863
G-H	0,014	0,1154	Tee (paso directo)	1	0,7	0,7	0,8154	0,01	5,875
F-G	0,035	0,5192	Tee (paso directo)	1	0,5	0,5	1,0192	0,04	5,910
E-F	0,031	0,1299	Tee (paso directo)	1	0,5	0,5	0,6299	0,02	5,930
D-E	0,070	0,3808	Tee (paso directo)	1	0,4	0,4	0,7808	0,05	5,984
C-D	0,060	0,2715	Tee (paso directo)	1	0,4	0,4	0,6715	0,04	6,025
B-C	0,036	0,5355	Tee (paso directo)	1	0,4	0,4	0,9355	0,03	6,059
A-B	0,040	0,1104	Tee (paso directo)	1	0,4	0,4	0,5104	0,02	6,079
D1-A	0,021	2,4595	Codo 90º	1	0,4	0,4	2,8595	0,06	6,138

Finalmente se tiene la presión necesaria para el punto más crítico de la estructura que sería la ducha 1 siendo de 6.138 m.c.a.

Trazado final de la red de suministro.

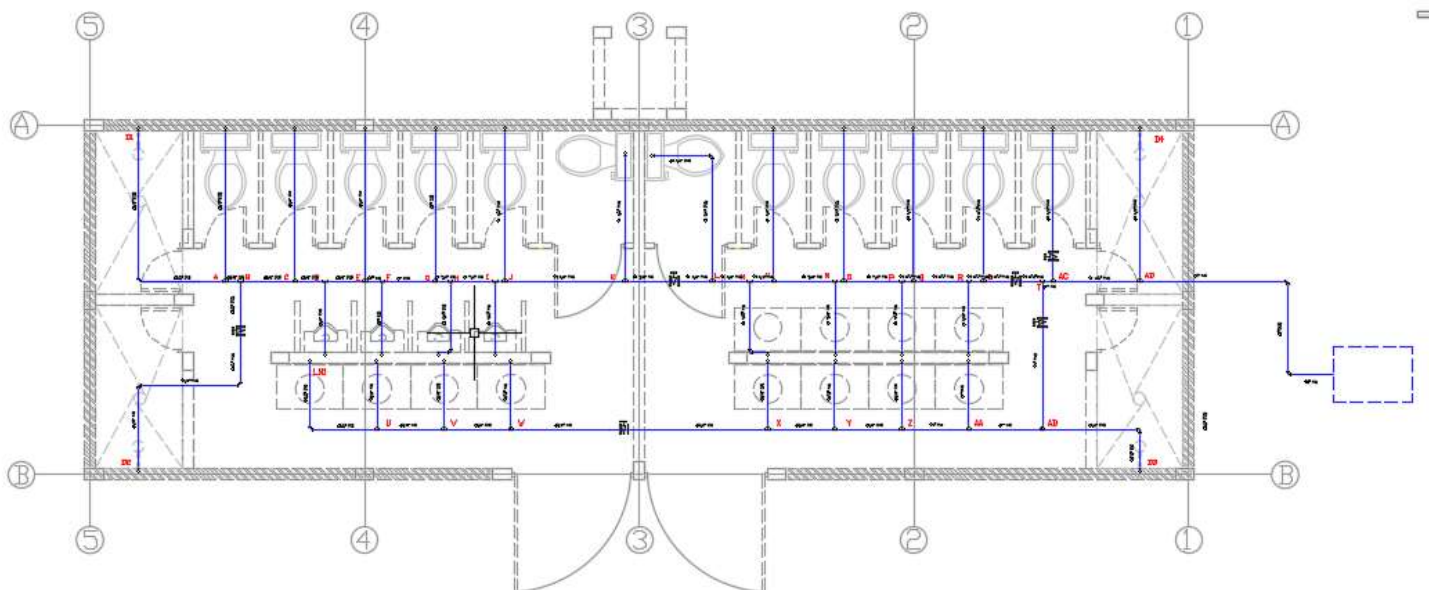


Figura 25. Trazado final de la red de suministro.

Diseño de las redes de evacuación o desagües.

67

Un diseño de redes de evacuación o desagüe consiste en un conjunto de conductos y accesorios disponibles para la evacuación, transporte y deposición de aguas servidas y utilizadas en una edificación.

Este diseño debe cumplir con unas condiciones fundamentales como lo son:

- Al tener una energía disponible mínima se debe mantener un flujo a superficie libre para evitar que se taponen los conductos.
- Su transporte debe hacerse a través de conductos cerrados de sección circular, asegurar de que este aislada sin contacto con el medio ambiente para evitar contaminaciones tanto atmosféricas como contaminación de afluentes cercanos al sitio o filtraciones de materia orgánica al suelo.
- En cada punto de conexión con los aparatos sanitarios se debe tener un sello hidráulico que cumple con la función de retener olores y evitar sifonamiento o autosifonamiento cuya altura mínima es de 5 cm.

Se debe tener en cuenta que la red debe cumplir con normativas de seguridad y salubridad por ende es importante tener en cuenta todos estos aspectos además de su diseño como tal.

Trazado preliminar de la red de desagüe.

Para el trazado preliminar de la red se tuvo en cuenta el trazado por donde menos se viera afectada la cimentación, también se tuvo en cuenta que fuera la mínima longitud posible para evitar pérdidas altas, además de ver que el trazado en si fuera lógico y posible de ejecutar, también se buscó que los diferentes aparatos sanitarios tuvieran una independencia en las redes con el fin de que si alguno sufre un taponamiento o un daño en su estructura los demás aparatos

no dejen de funcionar si no que pueda solo seccionarse ese aparato para su arreglo sin influir 68 en los demás.

Dentro del trazado del sistema de evacuación se tuvo en cuenta ramales horizontales que sus ángulos de conexión no pueden ser mayores a 45° con la tubería que los precede con la idea de trazar una forma de espina de pescado como se ve en el plano 2D y accesorios, después del cálculo de las redes y el dibujo de perfiles e isométricos se tendrán en cuenta las bajantes o tramos verticales.

El trazado preliminar que se decidió hacer por las razones explicadas anteriormente es el siguiente:

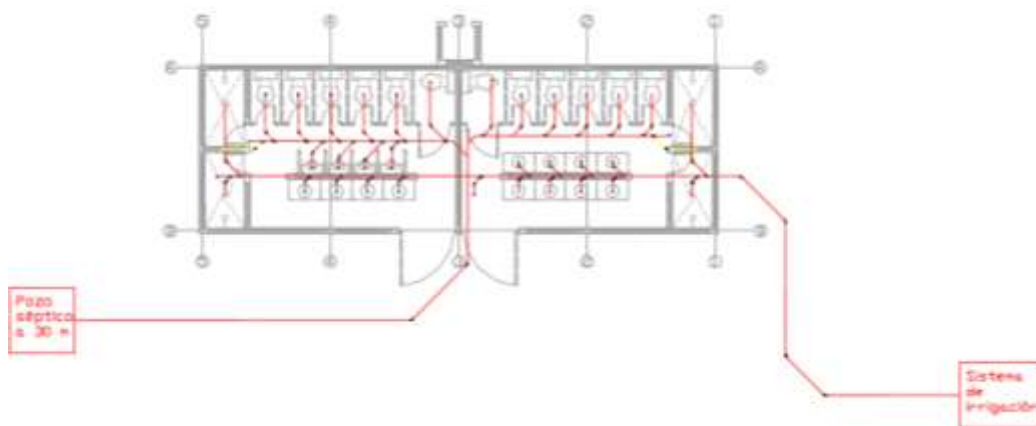


Figura 26. Trazado preliminar de la red de evacuación.

Cabe resaltar que este trazado se podrá o no modificar después de su cálculo y para mayor comodidad en la implementación de la estructura en obra.

Cálculo de la lámina de agua y D al 75%

Dentro del diseño de la red de evacuación se debe tener en cuenta que no se trabaje a flujo lleno como primera medida, por ende y aunque se aconseja que se diseñe a 50% del diámetro para este caso vamos a diseñar a 75 % del caudal con el fin de garantizar mayor

comodidad y uso del sistema además de evitar taponamientos debido a la cantidad de aparatos sanitarios en funcionamiento 69

Como primera medida establecemos las redes de colección que para el proyecto serian 3 las cuales desembocan en 2 red madre, 1 que lleva las aguas de los sanitarios y orinales a el pozo séptico y la otra que lleva aguas de duchas y lavamanos a un sistema de irrigación, por ende, las 3 redes se establecen de acuerdo a la figura 25.

Ya establecidas las redes colectoras se procede a establecer los aparatos que van a llegar a esas redes y las unidades de descarga que requiere cada aparato; para establecer las unidades de descarga se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 17. Diámetro de los aparatos sanitarios y unidades de descarga usadas para la evacuación. (Rodríguez, 2014)

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1 1/2 - 2	2 - 3
Bidé	1 1/2	2
Ducha privada	3"	2
Ducha pública	3"	4
Fregaderos	1 1/2	2
Inodoro	3 - 4	1 - 3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2"	2
Lavadora	2"	2
Lavaplatos con triturador	2"	3
Fuente de agua potable	1"	1-2
Lavamanos	1 1/2 - 2 1/2	1 - 2
Orinal	1 1/2	2
Orinal fluxómetro	3"	10
Orinal de pared	2"	5
Baño completo	4"	3
Baño con fluxómetro	4"	6

Esta tabla nos recomienda unas unidades de descarga las cuales se tomaron en cuenta de la siguiente forma:

Tramos		
De	a	Unidades de descarga
W.c 1	A	3
W.c 2	A	3
W.c 3	A	3
W.c 4	A	3
W.c 5	A	3
W.c 6	A	3
DO.1	A	5
DO.2	A	5
DO.3	A	5
DO.4	A	5
W.c 1	B	3
W.c 2	B	3
W.c 3	B	3
W.c 4	B	3
W.c 5	B	3
W.c 6	B	3

Tramos		
De	a	Unidades de descarga
DH-1	C	2
DH-2	C	2
Lvms-1	C	2
Lvms-2	C	2
Lvms-3	C	2
Lvms-4	C	2
Lvms-5	C	2
Lvms-6	C	2
Lvms-7	C	2
Lvms-8	C	2
Lvms-9	C	2
Lvms-10	C	2
Lvms-11	C	2
Lvms-12	C	2
DH-3	C	2
DH-4	C	2

Ya teniendo las unidades de descarga y teniendo una tubería en PVC que no tiene mucho coeficiente de rugosidad, se usa la ecuación de Manning que es $Q = 0.1163 * UD^{0.6875}$ para el cálculo del caudal máximo probable en Litros por segundo donde UD es el coeficiente de descarga y 0.1163 el coeficiente de rugosidad de una tubería de PVC. Teniendo en cuenta el diámetro establecemos la pendiente desde la norma ICONTEC 1500 donde dice que la pendiente es definida por el diseñador siempre y cuando cumpla con un mínimo de velocidad de 0.6m/s; los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tramos		Q máximo probable (lps)	Pendiente (%)
De	a		
W.c 1	A	0,25	2%
W.c 2	A	0,25	2%
W.c 3	A	0,25	2%
W.c 4	A	0,25	2%
W.c 5	A	0,25	2%
W.c 6	A	0,25	2%
DO.1	A	0,35	2%
DO.2	A	0,35	2%
DO.3	A	0,35	2%
DO.4	A	0,35	2%
W.c 1	B	0,25	2%
W.c 2	B	0,25	2%
W.c 3	B	0,25	2%
W.c 4	B	0,25	2%
W.c 5	B	0,25	2%
W.c 6	B	0,25	2%

Tramos		Q máximo probable (lps)	Pendiente (%)
De	a		
DH-1	C	0,19	2%
DH-2	C	0,19	2%
LVMS-1	C	0,19	2%
LVMS -2	C	0,19	2%
LVMS -3	C	0,19	2%
LVMS -4	C	0,19	2%
LVMS -5	C	0,19	2%
LVMS -6	C	0,19	2%
LVMS -7	C	0,19	2%
LVMS -8	C	0,19	2%
LVMS -9	C	0,19	2%
LVMS -10	C	0,19	2%
LVMS s-11	C	0,19	2%
LVMS -12	C	0,19	2%
DH-3	C	0,19	2%
DH-4	C	0,19	2%

Obteniendo el Qmax probable y definiendo la pendiente según el diámetro que lo establecen las unidades de descarga en la siguiente tabla:

Tabla 20. Diámetro de las tuberías establecido. (Rodríguez, 2014)

Aparato	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de descarga, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tarjeta de impulso	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluómetro de Ø = 25,4 mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluómetro de Ø = 19,0 mm (¾ de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tarjeta de impulso	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tarjeta de impulso	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bañi	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Público	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Fuente de agua	Público	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Con el diámetro establecido y pasándolo a metros se procede a hallar la velocidad del 72

tubo lleno mediante la siguiente formula:

$$V = \frac{1}{0.12} * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

D= Diámetro en metros

S= Pendiente

Luego se halla el caudal a tubo lleno en $\frac{m^3}{s}$ y se multiplica por 1000 para pasarlo a litros por segundo todo esto de la siguiente forma:

$$Qtbo\ lleno = V * \phi(m) * \frac{\pi}{4} * 100$$

Donde:

V= Velocidad a tubo lleno en m/s

ϕ = Diámetro en metros.

Luego, se hace una relación de Qmax probable y Q tubo lleno en lps para buscar la relación altura de la lámina (Y) con el diámetro (ϕ) todo esto en la siguiente tabla:

Tabla 21. Relaciones de caudales y altura de lámina de agua. (1)

Q/Qo	Y/ ϕ	V/Vo	D/ ϕ	A/Ao	Q/Qo	Y/ ϕ	V/Vo	D/ ϕ	A/Ao
.010	.061	.272	.041	.025	.540	.587	.881	.487	.610
.020	.099	.327	.067	.051	.550	.594	.886	.494	.618
.030	.126	.366	.086	.073	.560	.600	.891	.502	.626
.040	.148	.398	.102	.092	.570	.600	.891	.502	.626
.050	.168	.426	.116	.110	.580	.613	.901	.518	.642
.060	.185	.450	.128	.127	.590	.619	.905	.526	.650
.070	.200	.473	.140	.143	.600	.625	.910	.534	.658
.080	.215	.495	.151	.157	.610	.632	.915	.542	.666
.090	.228	.515	.161	.172	.620	.638	.919	.550	.674
.100	.241	.534	.170	.185	.630	.644	.924	.559	.681
.110	.253	.553	.179	.199	.640	.651	.928	.561	.689
.120	.264	.564	.180	.211	.650	.657	.933	.575	.697
.130	.275	.575	.197	.224	.660	.663	.937	.585	.704
.140	.286	.586	.205	.236	.670	.670	.942	.595	.712
.150	.296	.596	.213	.248	.680	.676	.946	.604	.720

Tabla 22. Velocidad y caudal en tubo lleno y relaciones de los primeros dos tramos.

Tramos					
De	a	V tubo lleno (m/s)	Q tubo lleno (lps)	Q/QII	Y/φ
W.c 1	A	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 2	A	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 3	A	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 4	A	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 5	A	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 6	A	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
DO.1	A	0,6415	1,3002	0,2707	0,484
DO.2	A	0,6415	1,3002	0,2707	0,484
DO.3	A	0,6415	1,3002	0,2707	0,484
DO.4	A	0,6415	1,3002	0,2707	0,484
W.c 1	B	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 2	B	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 3	B	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 4	B	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 5	B	1,0183	8,2559	0,0300	0,153
W.c 6	B	1,0183	8,2559	0,0300	0,153

Tabla 23. Velocidad y caudal en tubo lleno y relaciones de los primeros otros dos tramos.

De	a	V tubo lleno (m/s)	Q tubo lleno (lps)	Q/QII	Y/φ
DH-1	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,347
DH-2	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,347
LVMS-1	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -2	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -3	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -4	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -5	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -6	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -7	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -8	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -9	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -10	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS s-11	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
LVMS -12	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,256
DH-3	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,347
DH-4	C	0,6415	1,3002	0,1442	0,347

Por último, después de haber hallado la relación Y/\emptyset se multiplica esa relación por el 74

diámetro de la tubería en metros para halla la altura de la lámina de agua Y_c en metros y posteriormente comparar esa altura con el 75% del diámetro y ver su cumple.

Tabla 24. Ratificación del cumplimiento de la norma.

Tramos				
De	a	Yc (m)	0.75*D comercial	CUMPLE
W.c 1	A	0,0155	0,0762	SI
W.c 2	A	0,0155	0,0762	SI
W.c 3	A	0,0155	0,0762	SI
W.c 4	A	0,0155	0,0762	SI
W.c 5	A	0,0155	0,0762	SI
W.c 6	A	0,0155	0,0762	SI
DO.1	A	0,0246	0,0381	SI
DO.2	A	0,0246	0,0381	SI
DO.3	A	0,0246	0,0381	SI
DO.4	A	0,0246	0,0381	SI
W.c 1	B	0,0155	0,0762	SI
W.c 2	B	0,0155	0,0762	SI
W.c 3	B	0,0155	0,0762	SI
W.c 4	B	0,0155	0,0762	SI
W.c 5	B	0,0155	0,0762	SI
W.c 6	B	0,0155	0,08	SI

Tabla 25. Ratificación del cumplimiento de la norma.

Tramos				
De	a	Yc (m)	0.75*D comercial	CUMPLE
DH-1	C	0,0176	0,0381	SI
DH-2	C	0,0176	0,0381	SI
LVMS-1	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -2	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -3	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -4	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -5	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -6	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -7	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -8	C	0,0130	0,0381	SI

LVMS -9	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -10	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS s-11	C	0,0130	0,0381	SI
LVMS -12	C	0,0130	0,0381	SI
DH-3	C	0,0176	0,0381	SI
DH-4	C	0,0176	0,0381	SI

Con esto garantizamos que la altura de la lámina va a estar por debajo del 75% del diámetro de la tubería con lo cual aseguramos un flujo libre y un buen trazado preliminar.

Trazado final de la red de desagüe.

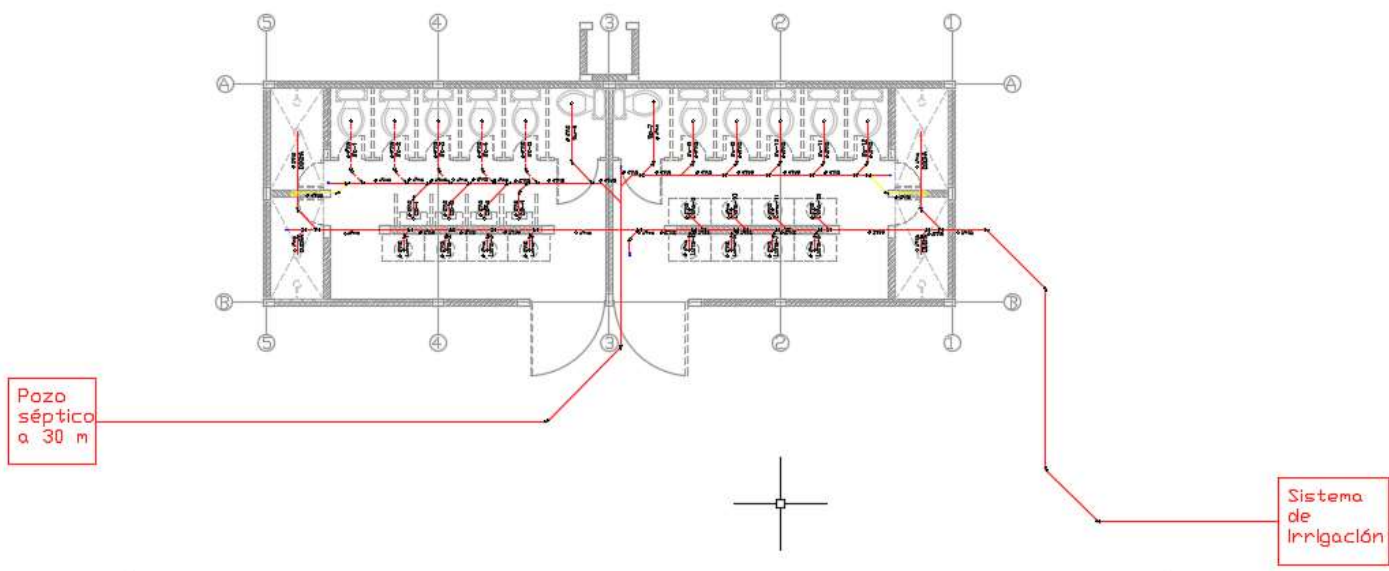


Figura 27. Plano final del sistema de evacuación.

Un tanque o un pozo séptico es una estructura rectangular que se construye mediante una excavación en suelo y se usa para almacenar las deposiciones de los aparatos sanitarios en lugares donde no se posee un sistema de alcantarillados.

El tanque tiene como función almacenar todos los desechos del sistema de evacuación y dejar que el agua se infiltre en el suelo y los sedimentos se depositen en la excavación para en un periodo establecido de uso retirarlos.

Para este proyecto la necesidad de un tanque séptico es indispensable ya que en la comunidad donde se va a realizar no se cuenta con un sistema de alcantarillado cercano, por ende, la solución más factible es la elaboración del pozo.

Según la normativa Ras 2000 en la ubicación de un pozo séptico debe estar a mínimo 30 metros de la estructura a la cual se le va a recibir los lodos, por ende, se tiene en cuenta en los planos de desagüe la ubicación del pozo y la tubería que lo suministrará, a continuación, se muestra el diseño del tanque séptico para la cantidad de personas que se tiene establecido el proyecto:

El primer paso es establece la población a la cual se va atender y el caudal en L/hab/día que va a suministrar cada persona que usa el sistema, para este caso son 500 personas con un caudal de 50 L/hab/día y un valor de 0.2 L/día de lodos frescos, estos valores se sacan de la siguiente tabla considerando que el uso de la estructura es de Escuela:

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales (C) y lodo fresco L_f (L / día)	
		C	L_f
Ocupantes permanentes			
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
Ocupantes temporales			
Fábrica en general	persona	70	0.30
Oficinas temporales	persona	50	0.20
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.20
Escuelas	persona	50	0.20
Bares	persona	6	0.10
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños públicos	tasa sanitaria	480	4.0

Luego de tener estos datos se procede a calcular el volumen útil del tanque séptico para lo cual se usa la siguiente ecuación:

$$V = 1000 + N_c * (CT + KL_f)$$

Donde:

V= Volumen útil del tanque L.

Nc= Número de contribuyentes beneficiados.

C= Valor de contribución de agua.

T= Valor correspondiente al tiempo de retención de acuerdo con la contribución diaria.

K= Tasa de acumulación de lodos.

Lb= Lodo fresco al día.

Como primera medida se tiene N=500 y C= 50 L/hab/día con lo que se calcula la estimación de la contribución diaria del sistema que es de 25000 L/día, con este resultado buscamos el rango del Tiempo de retención en la siguiente tabla:

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	días	horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
mas de 9,000	0.50	12

Para este caso el tiempo de retención seria de 0.5 días o 12 Horas ya que se tiene una evacuación diaria de 25000 L/día.

El siguiente paso es determinar la tasa de acumulación del tanque, para lo cual se necesita saber la temperatura del sitio y el intervalo de limpieza del tanque. Para el proyecto se tiene una temperatura mayor a 20° por ser en la Guajira y se plantea un intervalo de limpieza de un año por ser un sitio de salubridad pobre, con estos dos datos se saca el valor de la tasa de acumulación de la siguiente tabla:

Tabla 28. Tasa de acumulación del tanque.

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t ≥ 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Con los datos anteriores se halla que el valor de la tasa de acumulación de lodos K que es de 57 días. Ya con estos valores se procede a calcular el volumen útil del pozo séptico de la siguiente forma:

$$V = 1000 + 500 \text{ hab} * (50 \text{ L/hab/día} * 0.5\text{días} + 57\text{días} * 9 * 0.2)/1000$$

$$V = 19.20 \text{ m}^3$$

Por último, se procede a determinar las dimensiones del pozo donde dependiendo del volumen se tienen unas profundidades mínimas y máximas recomendadas mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 29. Tabla de profundidades recomendadas. (Gamarra, s.f.)

Volumen útil (m ³)	Profundidad útil mínima (m)	Profundidad útil máxima (m)
Hasta 6	1,2	2,2
De 6 a 10	1,5	2,5
Más de 10	1,8	2,8

De esta tabla se tiene que la profundidad mínima del proyecto es de 1.80 m y máxima es de 2.8, por ende, para asegurar que se pueda hacer una limpieza de manera segura y que no ocurran accidentes se propone una profundidad de 2 m.

Con esta profundidad se divide el volumen en el la profundidad para hallar el área que es de 9.60 m², y teniendo el área superficial del pozo se propone una relación de 2 veces el largo sobre el ancho en donde las medidas del tanque que se darían se muestran en la siguiente ilustración:

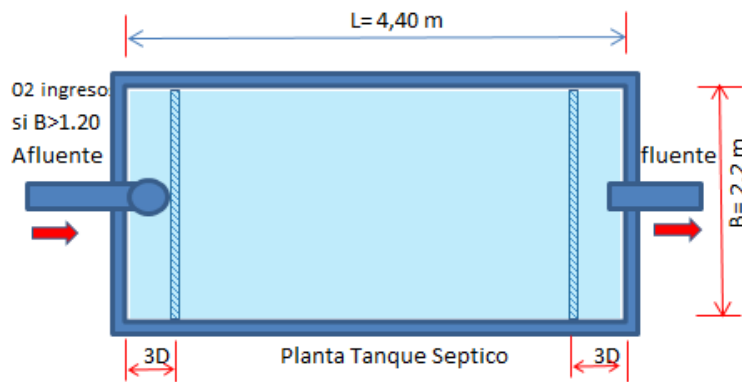


Figura 28. Dimensionamiento del Pozo.

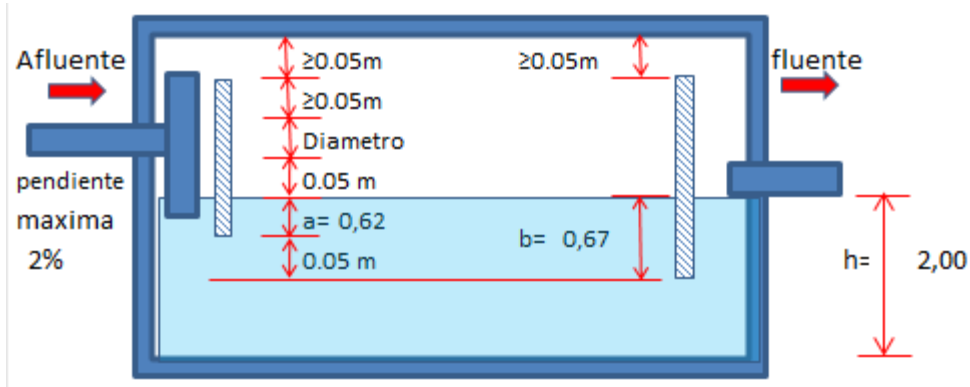


Figura 29. Profundidad del Pozo y vista de elevación.

Otra parte del tanque el proceso de sedimentación para lo cual se tienen que hacer los siguientes cálculos:

- Volumen del medio filtrante que se calcula como $V_2 = 1.6N * C * \frac{T}{1000} = 20m^3$
- Cámara de reacción que se calcula como $V_{ur} = 400 + 0.25 * N * C = 6650$
- Cámara de sedimentación que se calcula como $V_{us} = 1.5 + 0.2 * N * C = 5000$
- Área superficial de la cámara de sedimentación que se calcula como $A_s = 0.07 +$

$$\frac{N * C}{15} = 1667 m^2$$

Con estos cálculos queda concluido el dimensionamiento y diseño del pozo séptico para el proyecto.

¿Qué es mortero y cómo funciona? Tomado de <https://calidra.com/usodelacal/mortero/>

JULÍAN ALBERTO BARRIGA BARRIGA, OSCAR ANDRES PLAZAS ROLDAN, & WILSON JAVIER RIVERA GOMEZ. Diseño de alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable, programación y presupuesto de obra para el barrio villa carol ubicado en el municipio de garzón (huila). Tomado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15492/40012009.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

ConstruAprende. (2016). (). Boca Raton: Netwise Data. Retrieved from Business Premium Collection. Tomado de <https://search.proquest.com/docview/1964718179>

Deleznable | definición de deleznable en español de oxford dictionaries. Tomado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/deleznable>

Hoy.com, R. L. G. Baños y cocinas para familias pobres de riohacha. Tomado de <https://laguajirahoy.com/2013/02/banos-y-cocinas-para-familias-pobres-de.html>

Implementan baño seco en comunidad wayuu por la sequía. Tomado de <https://www.elheraldo.co/la-guajira/implementan-bano-seco-en-comunidad-wayuu-por-la-sequia-160470>

Instalaciones hidraulicas. Tomado de <https://prezi.com/dzck8y3qt1ea/instalaciones-hidraulicas/>

Mosquera, A. V. (2014, sábado, 16 de agosto de). VIAJANDO POR COLOMBIA: La guajira. Tomado de http://aventuraenruedas.blogspot.com/2014/08/la-guajira_16.html

El pueblo inteligente de colombia. Tomado de <http://especiales.semana.com/especiales/hecho-en-colombia/el-pueblo-inteligente-de-colombia.html>

Un sistema hidrosanitario. Tomado de <https://es.scribd.com/doc/207300516/Un-Sistema-Hidrosanitario>

Tipos de diseños arquitectónicos. Tomado de <https://www.arkiplus.com/tipos-de-disenos-arquitectonicos/>

Departamento Nacional de planeación. Datos básicos del proyecto Construcción de dos aulas escolares en la institución educativa sierra nevada, sede el limón en el corregimiento de las palmas del distrito de Rioacha – La Guajita. Tomado de <http://www.riohacha-laguajira.gov.co/Proyectos/Lists/HistorialProyectos/Attachments/1096/GOBIERNO%20-%20AULA%20EL%20LIM%C3%93N.pdf>

Los tipos de mampostería disponibles en una construcción | cementos cibao. (). Tomado de <https://www.cementoscibao.com/los-tipos-de-mamposteria-disponibles-en-una-construccion/>

The brick industry. Technical notes on brick construction. Tomado de <https://www.gobrick.com/docs/default-source/read-research-documents/technicalnotes/3a-brick-masonry-material-properties.pdf?sfvrsn=0>

Ministerio de desarrollo económico. Ras 2000 título d. Tomado de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_d_.pdf

Luis Rodríguez. Guía para instalaciones sanitarias en edificios. Universidad de san carlos de guatemala facultad de ingeniería escuela de ingeniería civil. Tomado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2773_C.pdf

Departamento de geografía y ordenación del territorio. Geomorfología, territorio y países en regiones volcánicas. Tomado de <https://previa.uclm.es/profesorado/egcardenas/subduccion.htm>

Epm. Losas. Tomado de <https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-04%20Losas.pdf>

Tubos Colmena. Perfil C. Tomado de <http://tuboscolmena.com/colmena/wpcontent/uploads/2015/02/PerfilC.pdf>

SCHEPKE, A. (2005). TEJAS PLASTICAS. Tomado de <https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20051019&DB=EPODOC&locale=&CC=AR&NR=045220A1>

L-AZA. (2002) Detalles, estructurales, con perfiles, & Angulo. Tomado de http://www.gerdau.cl/files/catalogos_y_manuales/Detalles_Estructurales_L-Gerdau.pdf

Eternit. CUBIERTAS DE FIBROCEMENTO. Teja ondulada perfil 7. Tomado de <https://www.eternit.com.co/documents/32456/171106/CARTILLA-TEJA-P7.pdf/ba5d0c8c-17a0-49a1-b3f6-c551862861f3>

Capítulo, 7., Caídas de presión en tuberías, & comerciales. Capítulo 7 caídas de presión en tuberías comerciales.

Alfonso Rodriguez. Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones (héctor alf... (2014). Retrieved from <https://es.slideshare.net/JoseLuisknche17/diseos-hidrulicos-sanitarios-y-de-gas-en-edificaciones-hctor-alfonso-rodriguez-daz>

MEMORIA DE CÁLCULO – DISEÑO DE, SISTEMA SEPTICO PARA EL TRATAMIENTO, DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, & VIVIENDA UNIFAMILIAR EN UNA

NTC 1500 código colombiano de fontanería (2014). Retrieved from

<https://es.slideshare.net/farnebar70/ntc-1500-codigo-colombiano-de-fontanera>

PAVCO. PRESIÓN PVC. Retrieved from www.pavco.com.co/downloads

Rodríguez, S. (2014). Sin título. Afro - Hispanic Review, 33(1), 129E. Retrieved from

http://gateway.proquest.com/openurl?ctx_ver=Z39.88-

[2003&xri:pqil:res_ver=0.2&res_id=xri:ilcs-us&rft_id=xri:ilcs.rec:abell:R05460645](http://gateway.proquest.com/openurl?ctx_ver=Z39.88-2003&xri:pqil:res_ver=0.2&res_id=xri:ilcs-us&rft_id=xri:ilcs.rec:abell:R05460645)

Edwin Gamarra. Diseño hidráulico de tanque séptico. Retrieved from

<https://www.youtube.com/watch?v=0ABoRUQords&t=90s>

UNESCO. Global Education Monitoring Report. Retrieved from

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265866/PDF/265866eng.pdf.multi>