ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO AL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL "URBANIZACIÓN TIERRA FELIZ" UBICADO EN EL CORREGIMIENTO DE CHOCHO - MUNICIPIO DE SINCELEJO

JAIME SEGUNDO GONZALEZ SUAREZ

CONVENIO DE COOPERACION
UNIVERSIDAD DE SUCRE – FONDO MUNICIPAL DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DE SINCELEJO

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
SINCELEJO – SUCRE
2010

Jaime González Suárez

ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO AL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL "URBANIZACIÓN TIERRA FELIZ" UBICADO EN EL CORREGIMIENTO DE CHOCHO - MUNICIPIO DE SINCELEJO

AUTOR:

JAIME SEGUNDO GONZALEZ SUAREZ

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

DIRECTOR INSTITUCIONAL UNIVERSIDAD DE SUCRE
GUILLERMO GUTIERREZ RIBON
INGENIERO CIVIL

CORDINADOR EMPRESARIAL FOVIS
ROBINSON CARABALLO
DIVISIÓN TECNICA

CONVENIO DE COOPERACION
UNIVERSIDAD DE SUCRE – FONDO MUNICIPAL DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DE SINCELEJO

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
SINCELEJO – SUCRE
2010

Jaime González Suárez

NOTA DE ACEPTACION

_____

_____

_____

_____

PRESIDENTE DEL JURADO _____

JURADO _____

JURADO _____

Sincelejo, Marzo de 2010

Jaime González Suárez

DEDICATORIA

Al Espíritu Santo el cual me ha dado la fuerza, la sabiduría para poder realizar este trabajo, el ha sido testigo del empeño y esfuerzo que he hecho para poder terminar mis estudios, a mi madre la cual ha trabajado arduamente para que su hijo pueda ser un gran Ingeniero Civil, a mis amigos los cuales con su voz de aliento nunca dejaron que desfalleciera en este largo camino, a Alfredo Iglesias, Daniel Chadid y Zila García, que me acompañaban con sus oraciones las cuales son como un tibio abrazo en un frio invierno.

Jaime González Suárez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sucre y docentes por brindarme la formación necesaria para ser un profesional idóneo.

Al Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo, por haberme permitido desarrollar mis conocimientos dentro de los proyectos de vivienda de interés social.

A la Fundación Colombia Tierra Feliz que con la efusión del Espíritu Santo llevaron adelante el proyecto de vivienda Urb. Tierra Feliz.

Al Ingeniero Guillermo Gutiérrez Ribon por haber aceptado dirigir este proyecto, por compartir toda la sabiduría para poder realizar este trabajo.

Jaime González Suárez

Jaime González Suárez

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION 1

CAPITULO I 3

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PASANTIA 3

1.1. FUNCIONES REALIZADAS EN LA PASANTIA 7

1.2. COMENTARIOS. 8

1.3. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO 8

1.3.1. Ubicación Geográfica y Relieve del Proyecto: 8

1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS QUE COMPONEN LA VIVIENDA 11

1.4.1. ÁREA VIVIENDA 11

1.4.2. ANTEJARDÍNTERRAZA. 11

1.4.3. SALÓN MÚLTIPLE 11

1.4.4. ALCOBA 12

1.4.5. BAÑO. 12

1.4.6. FUTURA AMPLIACIÓN 12

1.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA 12

1.5.1. PRELIMINARES 12

1.5.1.1. Descapote 12

1.5.1.2. Excavación manual 12

1.5.1.3. Relleno con material seleccionado base cimentación 13

1.5.2. CIMENTACIÓN 13

1.5.2.1. Viga cimiento de 0,40m x 0,25 m, Concreto de 3.000 PSI. reforzado 13

1.5.2.2. Sobrecimiento en bloque 0.15m,

Con dos hiladas y altura de 0.40m 13
1.5.3. ESTRUCTURA 14
1.5.3.1. Columna de 0,20m x 0,10m, concreto de 3.000 PSI. 14
1.5.3.2. Viga sobre muros horizontales de 0,20m x 0,10m, concreto de 3.000 PSI. 14
1.5.3.3. Viga cinta de 0.10m x 0.10m Sobre muros inclinados, concreto de 3.000 PSI. 15
1.5.3.4. Mesón de cocina, concreto de 3.000 PSI. 14
1.5.4. MAMPOSTERIA 15
1.5.4.1. Mampostería en bloque de cemento De 0.10m mortero 1:5 15
1.5.4.2. CALADOS 16
1.5.4.3. PAÑETES 16
1.5.5. CUBIERTAS 16
1.5.5.1. Cubierta lámina ondulada de asbesto perfil n°5 16
1.5.6. PISOS 16
1.5.6.1. Piso en plantilla de espesor 0.05m concreto de 3.000 PSI. 16
1.5.6.2. Rellenos en material seleccionado De 0.20m de espesor 17
1.5.7. INSTALACIONES HIDRÁULICAS 17
1.5.8. INSTALACIONES SANITARIAS 18
1.5.8.1. Tubería y puntos sanitarios De 2" y 4" en pvc sanitaria 18
1.5.9. CAJA DE INSPECCIÓN 18
1.5.10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 19

1.5.11. PUERTAS Y VENTANAS 19
1.5.11.1. Puertas de marcos y hojas de madera 19
1.5.11.2. Ventanas de madera de 1.00 m x 1.200 m y protección en varilla de 1/2 " 20
1.5.12. APARATOS SANITARIOS 20
1.5.13. LAVADERO 21
1.5.14. ENCHAPE ZONA HÚMEDA 21
2. CAPITULO II 22
2.1. VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA 22
2.2. ANALISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL UTILIZADO 23
2.3. ANALISIS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL 28
2.3.1. DIMENSIONES DE LOS MUROS ESTRUCTURALES 28
2.3.1.1. Altura libre 28
2.3.1.2. Longitud libre horizontal 29
2.3.1.3. Espesor mínimo de muros de carga confinados 29
2.3.1.4. Espesor mínimo de muros de rigidez 30
2.3.1.5. Longitud mínima de los muros confinados 30
2.3.2. ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 37
2.3.2.1. Análisis del sistema de columnas 37
2.3.2.2. Análisis del sistema de vigas 41
2.3.2.3. Análisis del sistema de cimentación 43
2.3.2.4. Análisis del sobrecimiento 51
2.4. RECOMENDACIONES 53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 54
ANEXOS 55

LISTA DE ORGANIGRAMAS

Organigrama 1 Estructura organizacional del Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo. Fuente FOVIS. 5
Organigrama 2. Estructura organizacional de la División Técnica del Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo. Fuente FOVIS. 6

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Plano arquitectónico para una vivienda Fuente: FOVIS..... 33
Figura 2 Plano arquitectónico para cinco viviendas pareadas Fuente: FOVIS..... 34
Figura 3 Plano arquitectónico para una vivienda con la inclusión de una nueva columna. Fuente: Propuesta del autor 35
Figura 4 Plano arquitectónico para cinco viviendas pareadas con la inclusión de una nueva columna. Fuente: Propuesta del autor 36
Figura 5 Detalle unión viga cimiento columna. Fuente: propuesta del Autor 46
Figura 6 sistema de distribución de cargas en la viga de cimentación. 48
Figura 7 Detalle cimentación escalonada. Fuente: propuesta por el autor 49

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1a y 1b Ubicación del proyecto VIS tierra feliz corregimiento de Chochó -Municipio de Sincelejo. Fuente: google earth 9
Ilustración 2 . Mampostería de Muros Confinados. Fuente AIS 23
Ilustración 3 Evolución del daño estructural en muros de mampostería confinada. Fuente: Revista de Ingeniería Sísmica No. 79 25-48 (2008)..... 24
Ilustración 4 Envolvente para mampostería confinada (Flores y Alcocer, 1995). Fuente Revista de Ingeniería Sísmica No. 79 25-48 (2008)..... 25
Ilustración 5 Transmisión de cargas en un muro confinado..... 26
Ilustración 6 Detalle viga cimiento – columna. Fuente: Fotografía tomada por autor..... 38
Ilustración 7 Detalle columna. Fuente: Fotografía tomada por autor. 38
Ilustración 8 Configuración de estribos en una columna. Fuente: AIS 39
Ilustración 9 Detalle de unión de vigas y columna. Fuente: AIS..... 40
Ilustración 10 Vivienda con problemas de longitud de desarrollo. Fuente: Fotografía tomada por autor..... 41
Ilustración 11 . Vivienda de la señora Derlys Sevilla (villa Juana). Fuente: Fotografía tomada por autor..... 42
Ilustración 12. Detalle unión columna- viga. Fuente: Fotografía tomada por el autor 43
Ilustración 13. Detalle unión columna- viga. Fuente: Fotografía tomada por el autor 44

Ilustración 14 Detalle unión de viga de cimiento tipo T. Fuente: Fotografía tomada por autor..... 45
Ilustración 15 Viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por autor. 46
Ilustración 16. Segregación en viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por autor. 50
Ilustración 17a y 15b. Segregación en viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por autor. 51
Ilustración 18 Sobre nivel y segunda viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por el autor 53
Ilustración 19 levante de muros en bloque 0.9. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -1
Ilustración 20 viviendas con cubiertas. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -1
Ilustración 21. Segunda viga de cimiento .Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -2
Ilustración 22. Sobrecimiento. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -2
Ilustración 23. Plantilla. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -3
Ilustración 24. Registro interno de aguas negras. Fuente: fotografía tomada por el autor..... A -3
Ilustración 25. Enchape del baño en zona húmeda. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -4
Ilustración 26. Mesón cocina. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -4
Ilustración 27. Viviendas terminadas, con su respectiva vía balastada. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -5
Ilustración 28. Viviendas terminadas, con sus respectivas vías balastadas y bordillos en concreto. Fuente: fotografía tomada por el autor. ..... A -5

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de mampostería utilizadas en el proyecto Urbanización Tierra Feliz 27
Tabla 2. Resistencia mínima de unidades para muros de mampostería confinada (Tabla D.10-1. NSR 98) 27
Tabla 3. Tabla E.2-1 Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casa de uno y dos pisos (mm) 29
Tabla 4. Tabla E.2-2 Coeficiente Mo para longitud mínima de muros estructurales confinados..... 31
Tabla 5 Longitud mínima de los muros de una vivienda. 32
Tabla 6 longitud mínima de muros para cinco viviendas pareadas 34
Tabla 7 revisión de las longitudes mínimas de los muros para una vivienda, con la inclusión de una nueva columna 35
Tabla 8 revisión de las longitudes mínimas de los muros para cinco viviendas pareadas, con la inclusión de una nueva columna 36

INTRODUCCION

Durante los años 50 aparecieron en Colombia programas de vivienda de bajo costo, desarrollados por instituciones gubernamentales, los cuales evolucionaron y tuvieron gran importancia a comienzos de los años 80 debido a la persistencia de la migración desde las áreas rurales hacia la ciudades principales, como consecuencia de la violencia política desatada desde los inicios de la década de los años 50 y del desequilibrio social histórico. Este fenómeno migratorio ha hecho de Colombia un país bastante urbano, que cambio su relación entre la población urbana y rural de 43/57 a 75/25 entre 1951 y 2004[1].

Los programas desarrollados recientemente a nivel rural se han construido con mamposterías de concreto, dependiendo de la disponibilidad. Pero el factor clave a favor de la mampostería de concreto MC ha sido la posibilidad de producir las unidades en el sitio o cerca de este, utilizando plantas de producción a pequeña escala.

Cuando se define un diseño de la vivienda de interés social en la oficina, esto no quiere decir que la vivienda vaya a permanecer como tal para siempre. Las viviendas de interés social tienden a crecer en todos los sentidos posibles (tamaño y comodidad), por lo cual la unidad diseñada es tan solo el comienzo. En las viviendas de un piso, los techos de fibrocemento o de tejas de arcilla cocida se cambian, tan pronto se dispone de recursos, por losas de concreto, para construir un segundo piso que, casi siempre será una vivienda diferente, para renta. Y lo mismo ocurre si se deja una parte del terreno para futuras ampliaciones.1

Por ello, es necesario tener un excelente control de calidad durante el diseño y ejecución del proyecto, en aras de garantizar la estabilidad y durabilidad de la obra, en muchas ocasiones la vivienda de interés social es menospreciada por

[1] CENSO DANE 2005

tener una baja asignación de recursos, pero ello no implica que no se tenga que hacer un control riguroso del proyecto en todas sus etapas.

El presente informe contiene la síntesis de las prácticas realizadas en el FOVIS, así como todas las vivencias que durante la supervisión al proyecto de vivienda de interés social “Urbanización Tierra Feliz” el cual fue asignado durante la práctica empresarial. En éste se analizara la parte concerniente al diseño estructural y ejecución del proyecto y a su vez se pospondrán soluciones.

Este informe consta de dos capítulos, en el capítulo I encontraremos todos los aspectos generales de la práctica empresarial, las especificaciones del proyecto. En el capítulo II encontraremos un análisis técnico al sistema estructural y algunas propuestas a nivel estructural realizadas por el autor, teniendo en cuenta las normas técnicas ce construcción vigentes.

CAPITULO I

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PASANTIA

El trabajo de grado mediante el cual se opta al título de Ingeniero Civil, consta de una pasantía entendiéndose esta como una actividad complementaria al componente académico, donde el estudiante puede desarrollar destrezas relacionadas con su campo de acción en la cual puede además describir, analizar e identificar problemas propios de la actividad inherente a su campo de formación, que le permiten confrontar la realidad del sector, con los saberes propios. A partir del convenio suscrito entre Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo (FOVIS) y la Universidad de Sucre me es permitido realizar mi trabajo de grado en modalidad pasantía.

El Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo es un ente del orden Municipal, descentralizado mediante el decreto N° 12 del 21 de Abril de 1995, con autonomía administrativa, presupuesto propio y patrimonio independiente, dedicado a desarrollar y gestionar proyectos de Vivienda de Interés Social, aprovechando las políticas de desarrollo internacional, nacional y local, contribuyendo a cubrir la demanda de vivienda existente en el Municipio de Sincelejo, soportado en un equipo humano comprometido con el mejoramiento continuo de los procesos y las capacidades técnicas para la prestación de un servicio eficiente a la comunidad, en sus quince (15) años de fundado ha realizado grandes proyectos de vivienda de interés social tanto el área rural como urbana.

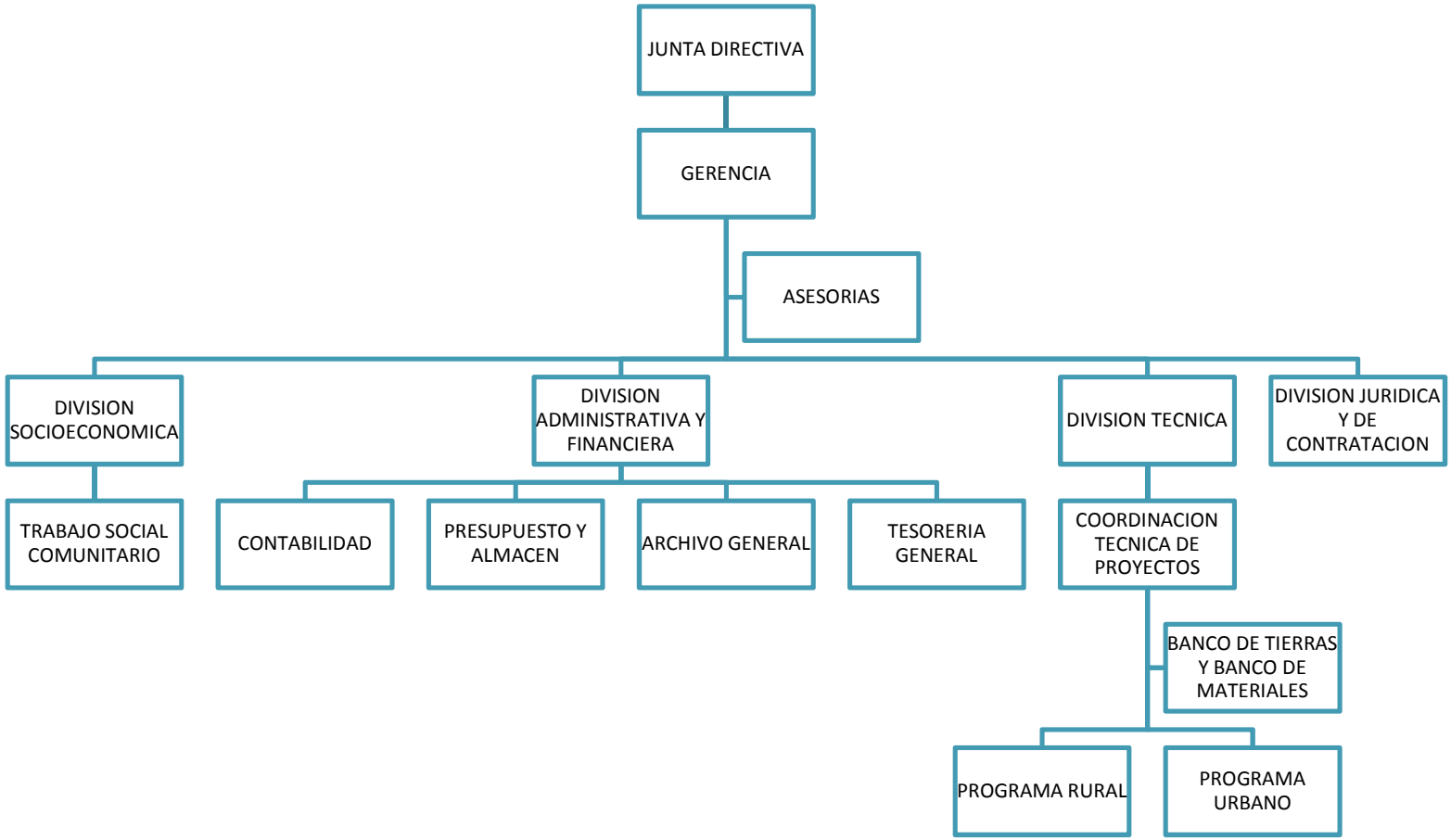
Tiene como objeto central, propender por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Sincelejo a través de la ejecución y consolidación de acciones tendientes a la gestión y construcción de vivienda que cubran las necesidades y expectativas de los beneficiarios dentro de un entorno saludable e

integral del hábitat y promover las organizaciones populares de vivienda en desarrollo de las políticas de vivienda de interés social.

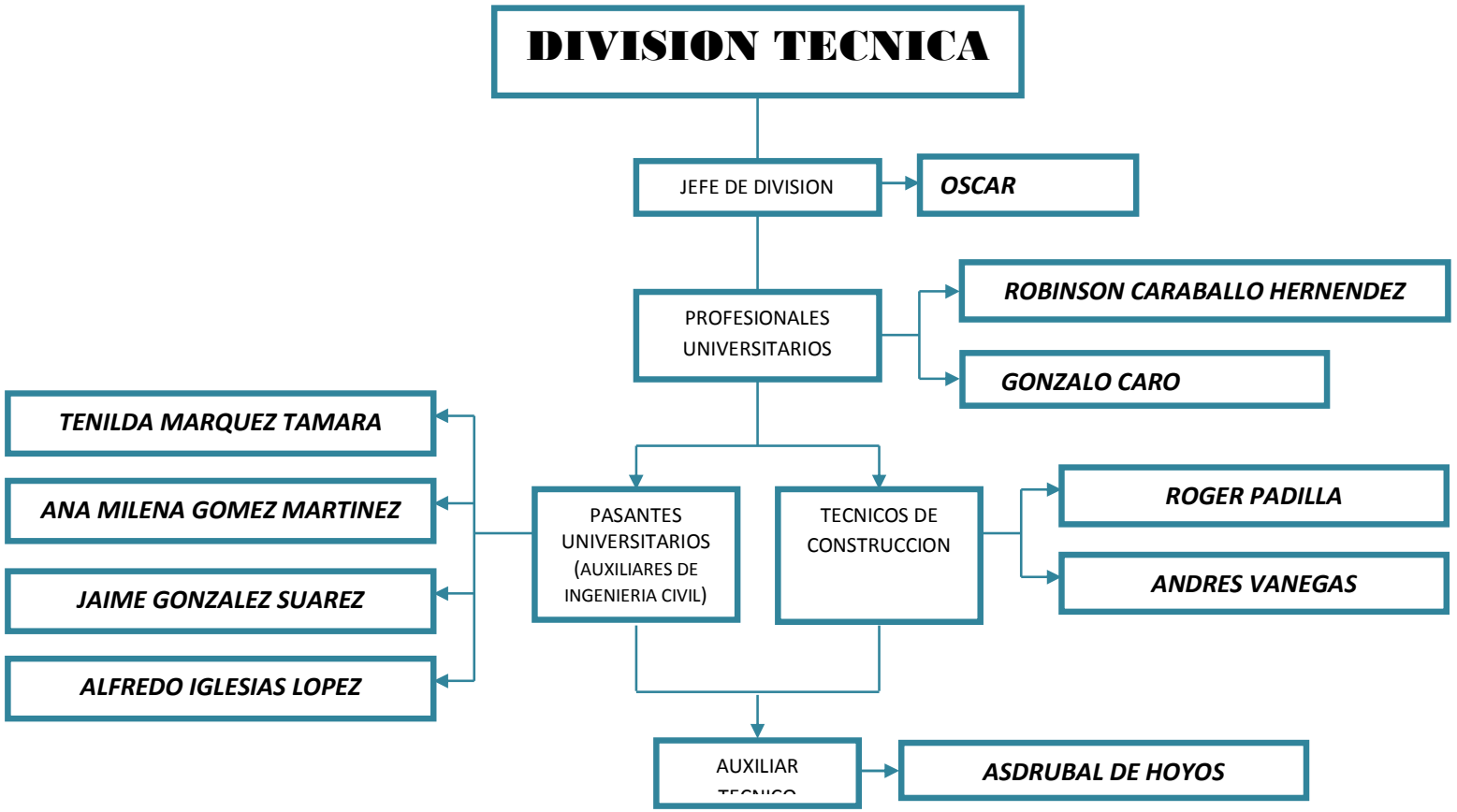
El Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo está conformado de la siguiente manera:

a) Junta Directiva.
b) Representante legal y/o gerente.
c) División jurídica y contratación.
d) División técnica.
e) División de estudios socio – económicos.
f) División administrativa y financiera.

A continuación se muestra el organigrama del FOVIS y la organización de la división técnica en la que se encuentran ubicados los pasantes de Ingeniería Civil.



Organigrama 1 Estructura organizacional del Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo. Fuente: FOVIS.



Organigrama 2. Estructura organizacional de la División Técnica del Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo. Fuente: FOVIS.

La finalidad de esta pasantía es colaborar con la supervisión técnica de los proyectos de vivienda de interés social de la ciudad de Sincelejo, con el fin de que estos tengan una excelente calidad constructiva, ya que estas viviendas van destinadas a la población vulnerable que merece una vivienda digna y en excelentes condiciones.

1.1. FUNCIONES REALIZADAS EN LA PASANTIA

El cargo desempeñado en el Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo en la división técnica, durante la realización de la pasantía, fue auxiliar de Ingeniería Civil, tiempo en el cual se realizaron diferentes tipos de trabajo en los que se podrían categorizar dos clases: trabajos de campo y trabajos de oficina.

Trabajo de campo: visitas de campo a los diferentes programas de vivienda de interés social tanto rural como urbano a cargo del FOVIS, para supervisar la realización de actividades de carácter constructivo de cada una de los proyectos, para así hacer sugerencias y eventuales correcciones al proceso constructivo, teniendo como principal objeto velar por la buena ejecución de estos proyectos, cumpliendo lo establecido en las normas colombianas vigentes (NSR 98, ley 400 de 1997 y del decreto 33 de 1998) y las especificaciones técnicas conque fueron aprobados.

Trabajo de oficina: en la oficina se puede destacar, la elaboración de informes periódicos por escrito de las visitas realizadas en donde se redacta un documento que contiene la información general del proyecto, avances de obras, y si durante la visita se encontraban anomalías, entonces, en éste se realizaba un análisis de la situación encontrada y sus respectivas recomendaciones, este informe es presentado al jefe de la división técnica del FOVIS, el cual lo analizaba y si era pertinente enviaba un oficio dirigido al oferente del proyecto.

1.2. COMENTARIOS.

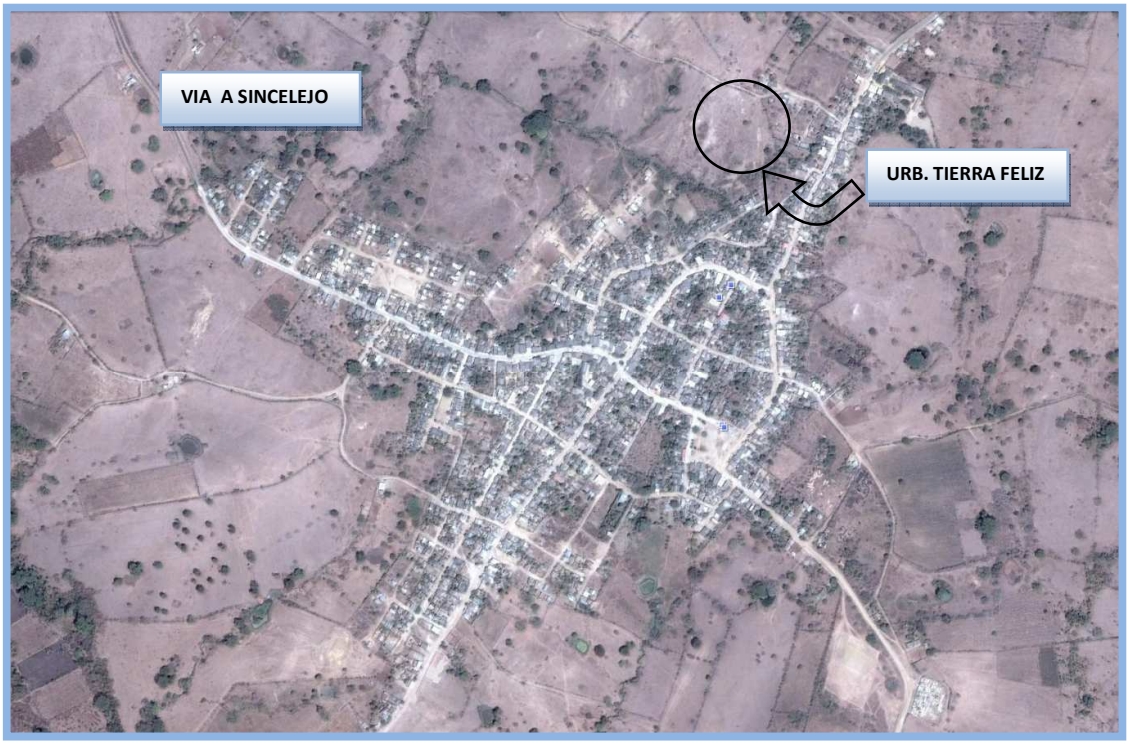
El Fondo Municipal de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana de Sincelejo, me ofreció la oportunidad de desarrollar y adquirir nuevos conocimientos en un tema tan importante como es la formulación, presentación y ejecución de proyectos de viviendas de interés social. Esta entidad no cuenta con Ingenieros Civiles en su planta de personal, los únicos con conocimiento Ingenieriles en esta rama éramos los pasantes, sin embargo, pude notar que los funcionarios de la división técnica tienen el conocimiento para realizar una buena asesoría técnica y en muchos casos aplicaron las recomendaciones hechas por los pasantes.

1.3. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto de vivienda nueva denominado Urbanización Tierra Feliz, está compuesto por 113 soluciones de vivienda de las cuales primero se adjudicaron 100 subsidios para vivienda nueva según resolución de FONVIVIENDA Nº 448 de 27/Nov./07, posteriormente se adjudicaron los 13 subsidios restantes mediante resolución Nº 626 de 29/Dic./08.

1.3.1. Ubicación Geográfica y Relieve del Proyecto:

El predio se encuentra ubicado en el corregimiento de Chochó perteneciente al municipio de Sincelejo, consta de 2,5 Ha, cuenta con las redes de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica con sus respectivas acometidas domiciliarias, además tiene las vías perfiladas balastadas con bordillos en concreto.



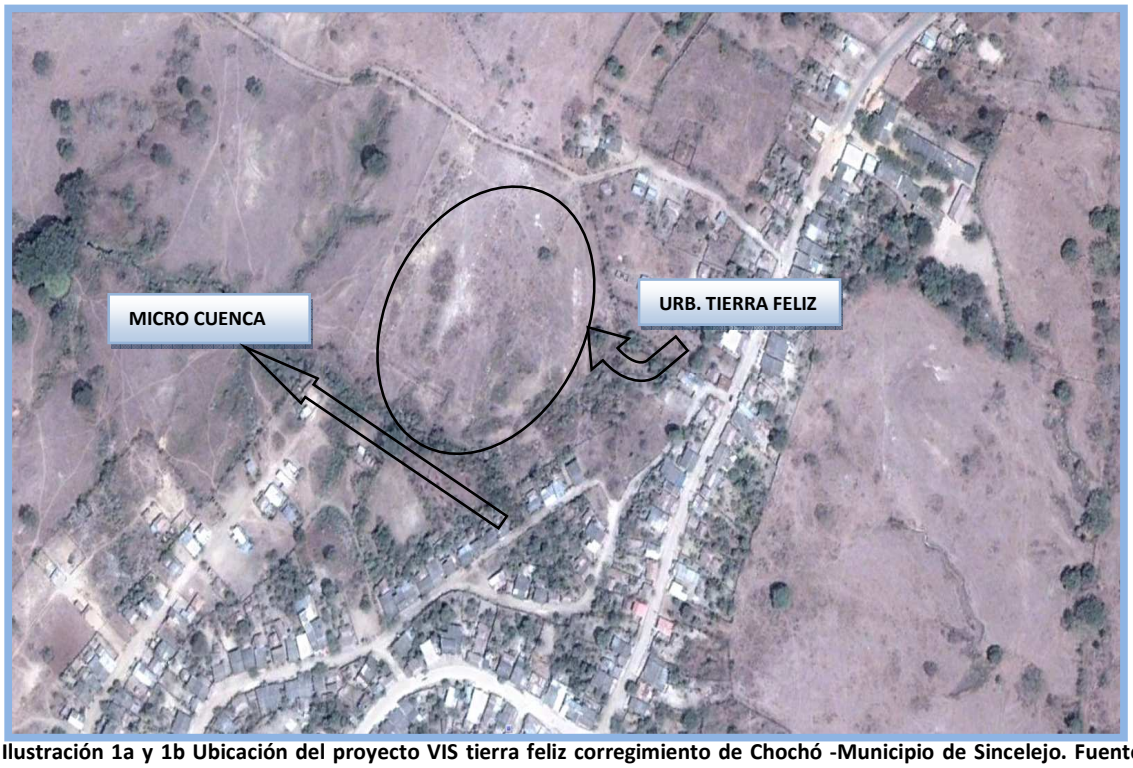


Ilustración 1a y 1b Ubicación del proyecto VIS tierra feliz corregimiento de Chochó -Municipio de Sincelejo. Fuente: google earth

El relieve del terreno es bastante uniforme, posee pendientes que oscilan entre el 13% - 18%, al sur del lote hay una zona de protección (arroyo) por donde pasa una escorrentía natural, la cual sirve de evacuación de aguas lluvias como se puede observar en la fotografía aérea (Ilustración 1b).

Para la postulación y ejecución del proyecto de vivienda nueva de interés social se conforma la UNION TEMPORAL TIERRA FELIZ integrada por las siguientes entidades, ALCALDÍA DE SINCELEJO, FUNDAFE Y HORACIO MENDOZA Y CIA.

Este proyecto se desarrolló en dos etapas. La primera etapa se desarrollo con las obras, iniciaron en Marzo de 2006 por un monto de $119.963.850 el contrato Nº - 29 -2005 con la interventoría de la secretaría de desarrollo y obras públicas del Municipio de Sincelejo, se realizaron las obras de construcción de acueducto y alcantarillado, en el predio el cual se encuentra identificado con la referencia catastral Nº 02-0004-0360-000.

Las obras de urbanismo fueron financiadas y ejecutadas por el Municipio de Sincelejo, la construcción de las viviendas estuvo a cargo de la empresa Horacio Mendoza y Cía. la cual aportaría la supervisión técnica, la gerencia del proyecto estuvo a cargo de la Fundación Colombia Tierra Feliz (FUNDAFE) la cual aportó el lote donde se ejecutó el proyecto de vivienda.

El gobierno nacional a través de FONVIVIENDA, aportó los recursos económicos en la modalidad de subsidios para la construcción de vivienda nueva, la parte financiera por medio de la cual el proyecto se lleva a cabo se manejó a través de un fideicomiso, en el cual el Estado en aras de garantizar el buen uso de los recursos otorgados a través de resoluciones administrativas a las familias Colombianas para la adquisición de vivienda nueva, le exige al oferente que se haga un encargo fiduciario donde el estado gira el 100% del valor del subsidio, y

mediante contrato celebrado entre el oferente y la fiduciaria (FIDUOCCIDENTE) se establece que la fiduciaria girará inicialmente el 40% del valor total del proyecto para que se den inicio a las obras, otro 40% se girará según avances de obras certificados por el interventor del proyecto y previa autorización del oferente y el supervisor de FONADE, y el 20% restante se girará solo y únicamente cuando el proyecto esté totalmente terminado en todas sus etapas y sean entregadas las viviendas a satisfacción. El encargo fiduciario fue realizado con FIDUOCCIDENTE (negocio 20-22 del 2008) para 100 subsidios de vivienda otorgados según resolución N°448 de 2007, por un valor de $853.000 .000.

1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS QUE COMPONEN LA VIVIENDA

1.4.1. ÁREA VIVIENDA: 30.60m^2

1.4.2. ANTEJARDÍN: Zona verde con las siguientes dimensiones: 1.50m x 6.00m, para un área de 9 m^2. La componen arena y pasto

1.4.3. TERRAZA: Representa el acceso a la vivienda. Cuenta con las siguientes dimensiones 1.0m x 3.00m para un área de 3.00m^2.

1.4.4. SALÓN MÚLTIPLE: Espacio donde funcionará la sala, el comedor y la cocina. Al ingresar a la vivienda la sala recibirá al visitante, seguido del comedor que se encuentra contiguo al espacio de la cocina; este salón múltiple cuenta con las siguientes dimensiones 2.80m x 4.90m para un área de 13.72 m^2.

El área de la cocina contara con salida al patio. Dispondrá de un mesón de cocina de 0.6m x 1.5m con su respectivo lavaplatos.

1.4.5. ALCOBA: Al transitar del salón múltiple se pasa a un hall que conduce a la alcoba de la vivienda que tiene las siguientes dimensiones 2.90m x 2.80m para un área total de 8.12 m^2.

1.4.6. BAÑO: del hall y contiguo a la alcoba se pasa al baño, el cual cuenta con su respectivo sanitario, lavamanos, zona de ducha o zona húmeda la cual se enchapará a una altura de 1.6m. El baño tendrá las siguientes dimensiones 1.0m x 2.0m para un área de 2.0m^2.

1.4.7. FUTURA AMPLIACIÓN: La ampliación se va a desarrollar en la parte posterior de la vivienda y contigua al baño, estará conformada por una (1) alcoba, las dimensiones totales para esta ampliación son 2.90m x 3.00m para un área total de 8.70 m^2. Este espacio lo irá desarrollando el beneficiario en la medida que sus recursos lo permitan.

1.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1.5.1. PRELIMINARES

1.5.1.1. Descapote- m^2: El descapote consistente en quitar la capa vegetal del terreno, en sitio específico donde se levantara la vivienda en el lote.

1.5.1.2. Excavación manual - m^3: Las excavaciones manuales para los cimientos, comprenden todas las operaciones destinadas a la remoción y extracción de material que por naturaleza del terreno y

características de la cimentación, deben ejecutarse con la ayuda de picos y palas.

Las excavaciones tendrán una profundidad de 0.70m de altura por un ancho de 0.25m a todo lo largo de la cimentación a ejecutar.

1.5.1.3. Relleno con material seleccionado base cimentación - m^3

Se efectuará un relleno o solado con material seleccionado en el fondo de la zanja donde se asentara la cimentación. Tendrá un espesor de 5cm por el ancho de la zanja. Se compactara de forma manual.

1.5.2. CIMENTACIÓN

1.5.2.1. Viga cimiento de 0,40m x 0,25 m, concreto de 3.000 PSI. reforzado - ml.

Los cimientos se ejecutarán con las dimensiones indicadas, resultado de los estudios de suelos y los cálculos estructurales.

Para los cimientos se armará una estructura en viga cimiento de 0,40 m x 0,25 m, en concreto de 3.000 PSI. Reforzado, la estructura se armará longitudinalmente con cuatro (4) barras de acero de 1/2" y Aros de 1/4" cada 0,20 m en el centro y cada 0.10m a 0.50m de los apoyos.

1.5.2.2. Sobrecimiento en bloque 0.15m, con dos hiladas y altura de 0.40m - ml.

El sobrecimiento se ejecutará con máximo dos hiladas de bloque N° 6 de altura y variara de acuerdo a la topografía presentada en el lote.

El sobrecimiento estará conformado máximo con dos hiladas de altura de bloque de cemento de 0.15m x0.20m x0.40m relleno en concreto pobre 1:3:5 y con pega en mortero 1:5.

1.5.3. ESTRUCTURA

1.5.3.1. Columna de 0,20m x 0,10m, concreto de 3.000 PSI. -ml

Ubicadas en los sitios indicados en los planos. Se construirán en total nueve (9) unidades de columnas con sección de 0.20m x 0.10m en concreto de 3.000 PSI. Las cuales se inician desde la cimentación, atraviesan la viga de amarre y termina unida finalmente a la viga sobre muro inclinado o viga cinta, lográndose así un confinamiento total de los muros.

Las columnas se harán empotradas en los muros y para su fundida se utilizará tabla como formaleta.

La estructura o refuerzo en Acero se armara longitudinalmente con cuatro (4) barras de Acero de 3/8" y Aros de 1/4" a cada 0,20 m en el centro y cada 0.10m a 0.50m en los extremos.

1.5.3.2. Viga sobre muros horizontales de 0,20m x 0,10m, concreto de 3.000 PSI. - ml

Serán fundidas cuando los muros alcancen una altura de 2.00m. La viga sobre muros horizontales se hará empotrada en los muros y para su fundida se utilizará tabla como formaleta. Estará ubicada en los sitios indicados en los planos.

La estructura o refuerzo en Acero se armara longitudinalmente con cuatro (4) barras de Acero de 3/8" y los Aros de 1/4" a cada 0,20

m en el centro y cada 0.10m a 0.50m en la cercanía de los apoyos o columnas.

1.5.3.3. Viga cinta de 0.10m x 0.10m sobre muros inclinados, concreto de 3.000 PSI. -ml

Serán fundidas sobre los muros inclinados o cuchillas. Para su fundición, se utilizará tabla como formaleta. Confinaran los muros a altura superior a 2.00m en los sitios indicados en los planos.

La estructura o refuerzo en Acero se armara longitudinalmente con dos (2) barras de Acero de 3/8" y Aros de 1/4" en forma de zeta a cada 0,20 m.

1.5.3.4. Mesón de cocina, concreto de 3.000 PSI. - un

En concreto de 3.000 PSI. De 1.50m de largo y un ancho de 0.60m, con un espesor de 7 cm. Reforzado longitudinalmente con Acero de 3/8", apoyado sobre un levante en bloque N° 4. Para su fundición se utilizará tabla como formaleta.

1.5.4. MAMPOSTERIA

1.5.4.1. Mampostería en bloque de cemento N°4; mort ero 1:5 - m2

Los muros de las viviendas se construirán de acuerdo con los anchos y espesores indicados en los planos, utilizado bloques de concreto N°4, se pegarán con mortero de pega 1:5. L as trabas se ejecutarán en tal forma que la junta vertical de dos bloques coincida con la parte central del bloque colocado en la hilera inferior.

1.5.4.2. CALADOS-M^2

Calados en cemento tipo persiana, pegados con mortero de pega 1:5. Se colocaran para dar iluminación a la cocina y el baño.

1.5.4.3. PAÑETES-m^2

Se pañetara la zona húmeda del baño correspondiente a la ducha a una altura de 1.60m y la parte posterior del mesón de la cocina a una altura de 0.60m. El pañete tendrá un espesor de 2 cm y se hará con mortero 1:5 impermeabilizados con Sika 1.

1.5.5. CUBIERTA

1.5.5.1. Cubierta lámina ondulada de asbesto perfil n°5- m^2

Las cubiertas se construirán ciñéndose en un todo a los desniveles y demás normas indicadas en los planos arquitectónicos.

Las tejas de asbesto – cemento, se colocarán según la distribución y pendientes indicadas en los planos, e irán fijas a las correas por medio de ganchos de Acero galvanizado, dos por cada unidad y amarres para techos dos por unidad. A su vez, se fijara a los muros con alambre negro fijados a clavos. En general, la instalación de las tejas se ceñirá a las especificaciones de la casa fabricante.

1.5.6. PISOS

1.5.6.1. Piso en plantilla de espesor 0.05m concreto de 3.000 PSI. - m^2

Sobre la base de material seleccionado, se fundirá una placa de concreto simple de 5 cm de espesor en concreto de 3.000 PSI. reforzada con una malla en varilla de 1/4". La placa se afinará con llana de madera.

1.5.6.2. Rellenos en material seleccionado de 0.20m de espesor - m^3

Los pisos se construirán sobre una base de recebo de 0,20m de espesor. El recebo, se extenderá sobre el terreno previamente descapotado en las zonas confinadas por los sobrecimientos y se compactará manualmente en capas de 20cm.

1.5.7. INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Las instalaciones hidráulicas, serán ejecutadas en un todo, de acuerdo con diámetro, distribución y clase de tubería indicada en los planos de instalaciones hidráulicas.

La tubería que se utilizará será de cloruro de polivinilo (pvc) de 1/2" y en su instalación seguirá las normas establecidas por las casas fabricantes utilizando personal calificado en el ramo

Las tuberías que sean tendidas en el piso, se colocarán entre la base de recebo y la placa de concreto de alistado de piso, en ningún caso se deberán incrustar en el concreto. En los muros, las

tuberías se incrustarán en ellos y se asegurarán convenientemente.

Toda la red antes de ser tapadas las tuberías, se someterá a prueba de funcionamiento.

Los puntos hidráulicos corresponden a: lavamanos, sanitario, ducha, lavaplatos y lavadero.

1.5.8. INSTALACIONES SANITARIAS

1.5.8.1. Tubería y puntos sanitarios de 2" y 4" en tubería PVC sanitaria

Todos los desagües de aguas negras se construirán en tubería PVC sanitaria de 4" y 2", de acuerdo con diámetros y pendiente estipulado en los planos.

La tubería en su instalación seguirá las normas establecidas por las casas fabricantes, utilizando personal calificado en el ramo

Las tuberías que serán enterradas en el terreno, en ningún caso se deberán incrustar en el concreto. En los muros, las tuberías se incrustarán en ellos y se asegurarán convenientemente.

Los puntos sanitarios de 2" corresponden a: Lavamanos, lavaplatos, lavadero y sifón de ducha. El punto sanitario de 4" corresponde al punto del sanitario.

La tubería de corrida de 4" corresponde a la tubería que va desde el registro interior a la acometida existente.

1.5.9. CAJA DE INSPECCIÓN -UN

Caja de inspección de 0.60m x 0.60m x 0.40m en bloque N° 4 pegado con mortero de pega 1:5, con base y tapa en concreto de 3.000 PSI.. La tapa reforzada con Acero de 3/8".

1.5.10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los materiales que se utilizarán en las instalaciones eléctricas serán nuevos, de primera calidad y producidos por acreditados fabricantes.

En los sitios indicados en los planos eléctricos y aprobados se instalaran los interruptores, tomacorriente, sócalos de lozas y el tablero. Los conductores en alambre N° 12 y 14 irán empotrados en los muros en tubería conduit de cloruro de polivinilo (PVC) de ½'' y serán de cobre electrolítico con aislamiento plástico tw para 600 voltios. Además, de la tubería conduit de 1/2" se utilizarán accesorios como curvas y terminales del mismo diámetro.

El tablero con capacidad para dos circuitos, con conductores en alambre N° 12 y 14 irán empotrados en los muros en tubería conduit de cloruro de polivinilo (PVC) de 3/4" y serán de cobre electrolítico con aislamiento plástico tw para 600 voltios. Estará dotado de dos multibreaker de 20 amperios y su ubicación en la vivienda corresponde a la cercanía a la acometida y el contador y un sitio de fácil acceso a la hora de una emergencia.

En general, la instalación eléctrica estará conformada por cinco (5) puntos de alumbrado y tres (3) puntos de tomacorriente. Acompañado de su respectivo tablero con dos circuitos.

1.5.11. PUERTAS Y VENTANAS

1.5.11.1. Puertas de marcos y hojas de madera -un

En los vanos de la puerta de acceso y posterior, se instalaran puertas con marco y hojas de madera de 2.0m x 0,90m. Estarán provistas de bisagras chorizadas de 3" y cerrojos para su instalación y correcto funcionamiento.

Las superficies en madera deberán presentar un acabado completamente liso y parejo, sin abolladuras ni presencia de nudos.

1.5.11.2. Ventanas de madera de 1.00 m x 2.00 m y protección en varilla de 1/2 " - un

Las ventanas (2) indicadas en los planos arquitectónicos se ejecutaran en marcos de madera de 1.00 m x 1.20 m con protección en varilla de 1/2", se colocan en la fachada tal como está establecido en los planos.

Las ventanas se cotizarán y pagarán en unidades instaladas, de acuerdo con las dimensiones de los planos para los efectos de la fabricación y pago, el contratista comprobará las dimensiones reales de las ventanas antes de su instalación.

1.5.12. APARATOS SANITARIOS -GL

En el mesón de la cocina se empotrará un lavaplatos en acero inoxidable con su respectiva llave de chorro de 1/2 " e irán conectados a la red de agua potable y a los desagües sanitarios.

En el sitio indicado en los planos arquitectónicos, se instalará un lavamanos de porcelana blanco, con su respectiva grifería conectada a la red de agua potable y los desagües sanitarios.

En el sitio indicado en los planos arquitectónicos se instalará un sanitario de porcelana blanco, con sus respectivos accesorios conectados a la red de aguas potable y los desagües sanitarios, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.

En el sitio indicado en los planos arquitectónicos, se instalará llave de ducha y una ducha económica, conectados a la red de agua potable. En el sifón de la ducha de baño, se colocara una rejilla con sosco. La cual se emboquillara con masilla de cemento blanco.

1.5.13. LAVADERO- UN

En el sitio indicado en los planos arquitectónicos, se instalará un lavadero de prefabricado de granito con su respectiva llave de chorro de 1/2" conectado a la red de agua potable y los desagües sanitarios.

1.5.14. ENCHAPE ZONA HÚMEDA -m^2

Se enchapará con enchape económico, color blanco la zona húmeda de baño correspondiente a la ducha a una altura de 1.60m y la parte posterior del mesón de la cocina a una altura de 0.6m.

2. CAPITULO II

2.1. VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA

La Vivienda de Interés Social (V.I.S.) es aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, y cumplen los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de 135 salarios mínimos legales mensuales vigentes (S.M.L.M.V.). Dentro de la vivienda de interés social encontramos la vivienda de interés prioritario (V.I.P.) que tiene como valor máximo 70 S.M.L.M.V., a este tipo de vivienda el gobierno nacional otorga un subsidio de vivienda en las modalidades de adquisición de vivienda nueva, mejoramiento de vivienda, construcción de sitio propio.

En los proyectos de vivienda de interés social en Colombia, el uso de la mampostería de concreto (MC), se ha visto influenciada por las condiciones locales en los campos físicos, técnicos, económicos y sociales, algunos de los cuales se pueden presentar en otros lugares de manera individual o en diversas combinaciones.

Aunque se hace difícil hablar de logros nacionales específicos en esta tecnología, ha sido posible, con el tiempo, definir unos parámetros para las características físicas de la vivienda de interés social y para la construcción de esta, utilizando bloques de cemento (BC).

En este capítulo dentro del universo de complejidades de la ingeniería, destacó las actividades desarrolladas en la construcción del proyecto de vivienda de interés social denominado Tierra Feliz ubicado en el Corregimiento de Chochó – Sincelejo.

Además, se realizarán recomendaciones en algunos aspectos constructivos y de diseño.

2.2. ANALISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL UTILIZADO

El sistema estructural usado en el proyecto fue el de mampostería de muros confinados, y los elementos de confinamientos utilizados columnas y vigas.

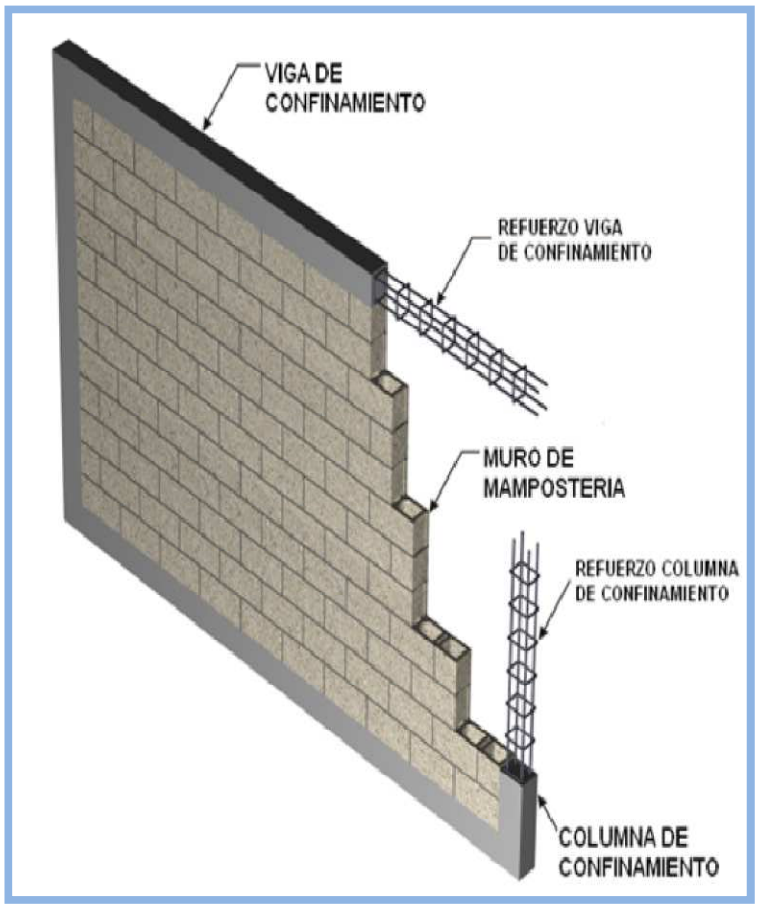


Ilustración 2 . Mampostería de Muros Confinados. Fuente AIS

Mampostería de muros confinados: este sistema de construcción de muros estructurales, se caracteriza por ensamblar piezas o unidades de perforación vertical u horizontal o macizas, por medio de un mortero. Se refuerza de manera

principal con vigas y columnas de concreto reforzado fundidas en sitio, a lo largo de todo el perímetro del muro, de esta manera se le da confinamiento al mismo y se logra una integración monolítica de estos elementos, lo cual es la esencia del buen comportamiento estructural de este sistema.

Es importante precisar que los elementos de confinamiento deberán ser bien construidos para garantizar el éxito del sistema estructural.

Se han realizado diferentes ensayos a los muros de mampostería confinada para determinar el comportamiento de estos ante cargas laterales, uno de ellos consiste en ensayar muros con dimensiones reales y a través de deformimetros hacer lecturas a diferentes lapsos para así poder obtener la curva esfuerzo deformación de los muros de mampostería confinada del cual obtuvo el siguiente análisis: (Flores y Alcocer, 1995)

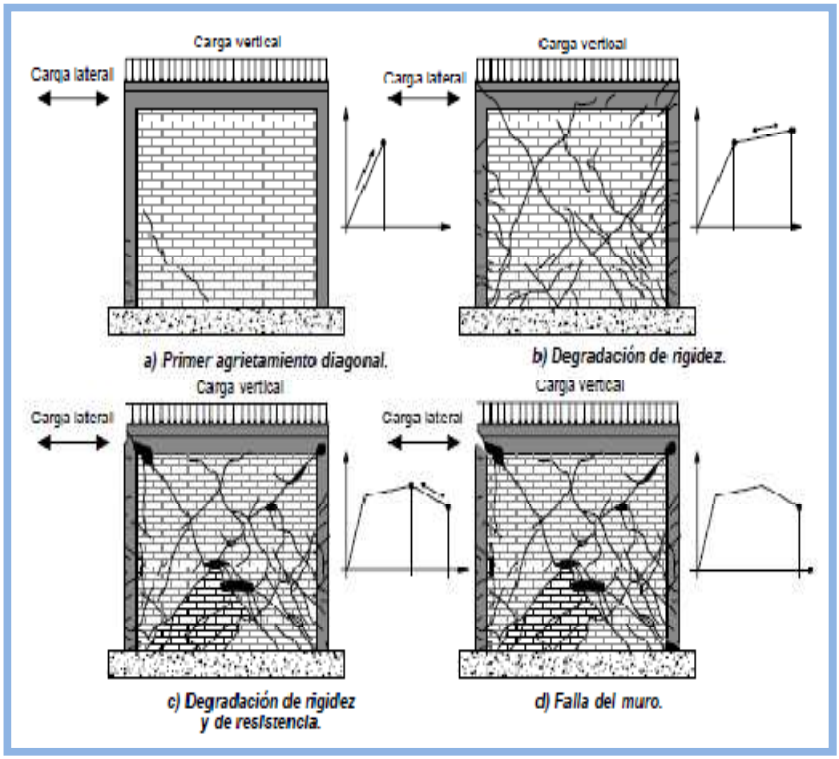


Ilustración 3 Evolución del daño estructural en muros de mampostería confinada. Fuente: Revista de Ingeniería Sísmica No. 79 25-48 (2008)

a) Comportamiento elástico. los muros exhiben un comportamiento prácticamente elástico a niveles pequeños de desplazamiento y esfuerzo, caracterizado por la presencia de agrietamiento horizontal en las vigas y columnas que confinan al muro y de un mínimo agrietamiento en el panel de mampostería.
b) Degradación de rigidez. Después de que se presenta el agrietamiento diagonal, los muros de mampostería exhiben una pendiente post-elástica positiva que es sustancialmente menor a la rigidez elástica inicial, lo que les permite alcanzar una resistencia máxima mayor que la que corresponde al primer agrietamiento.
c) Degradación de rigidez y resistencia. Una vez que alcanza su resistencia máxima, la mampostería exhibe una pendiente negativa asociada a pérdidas de resistencia y rigidez que evolucionan hasta la falla del muro. Ilustración 4.

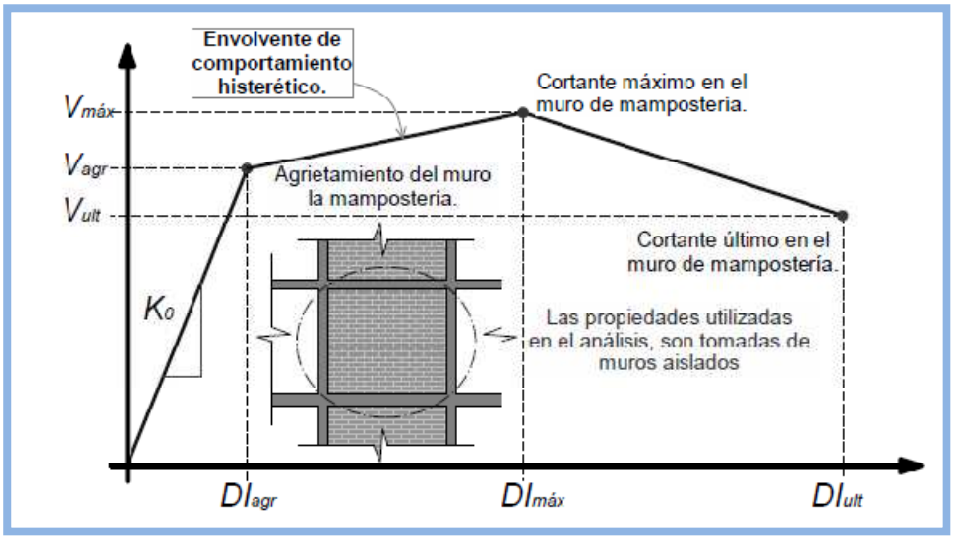


Ilustración 4 Envolvente para mampostería confinada (Flores y Alcocer, 1995). Fuente Revista de Ingeniería Sísmica No. 79 25-48 (2008)

De manera general, en el aspecto estructural, se considera que el trabajo conjunto de estos dos elementos (mampostería y elementos de confinamiento) consiste en que la mampostería absorbe los esfuerzos cortantes producidos por las fuerzas horizontales y los elementos confinantes los esfuerzos de tracción y compresión producidos por fuerzas laterales, y el cortante producido por la interacción con la

mampostería, además estos mantienen la integridad del muro evitando su colapso y proporcionándole capacidad de deformación y reserva de carga más allá del agrietamiento diagonal, lo cual ha sido verificado experimentalmente.

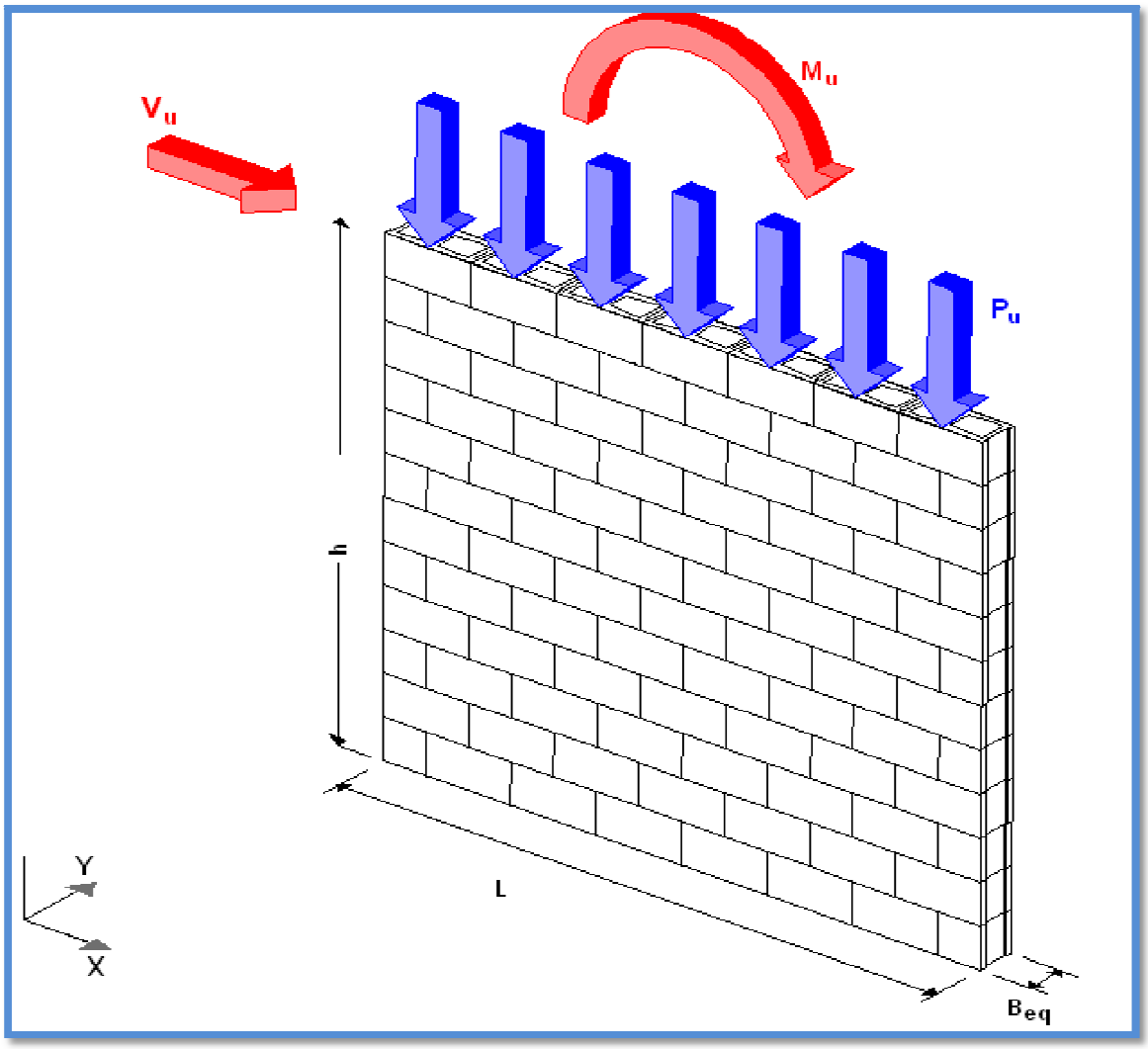


Ilustración 5 Transmisión de cargas en un muro confinado. Fuente, relazada por el autor

Los muros de mampostería utilizados en el proyecto fueron realizados en bloque vibrado de concreto 0,9. La norma establece unos requisitos mínimos que deben cumplir las unidades de mampostería, y para ello requiere que se le hagan unos ensayos a estos.

Después de realizado el ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de mampostería utilizadas en el proyecto Urbanización Tierra Feliz, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de mampostería utilizadas en el proyecto Urbanización Tierra Feliz

Nº	Fecha Rotura	Lectura Libras	P.S.I	Kg/cm2	Área neta	Humedad	%de Absorción	Peso Seco	Saturado
0.15	02/07/09	10.000	194,0	13,58	51,63	1,1	8,0	14,400	15,228
0.9	02/07/09	7.500	197,4	13,80	38,0	1,3	6,4	10,350	14,012

El bloque 0.15 tiene una resistencia ultima a la compresión de $f_{cu}^{'} = 13.58 \, Kg/Cm^2 \approx 1.36 Mpa$

Y el bloque 0.9: $f_{cu}^{'} = 13.0 \, Kg/Cm^2 \approx 1.3 Mpa$

En el Titulo D.10.3 (requisitos para los muros de mampostería de confinada), se encuentran las especificaciones mínimas que se deben tener para la construcción de muros de confinamiento en mampostería:

Tabla 2. Resistencia mínima de unidades para muros de mampostería confinada (Tabla D.10-1. NSR 98)

TIPO DE UNIDAD	$f_{cu}^{'}$ *Mpa*
Tolete de arcilla	15
Bloque de perforación horizontal de arcilla	3
Bloque de perforación vertical de concreto o de arcilla (sobre área neta)	*5*

Lo que quiere decir que las unidades ensayadas estuvieron muy por debajo de la resistencia mínima lo cual es inaceptable.

Aunque puedo decir que en la ciudad de Sincelejo el bloque vibrado que se consigue en el mercado es de una resistencia aproximada de 15 kg/cm^2 lo que estaría muy por debajo de lo estipulado en la NSR del 98 el cual es de 50 kg/cm^2, sin embargo la resistencia obtenida en Sincelejo es capaz de absorber las solicitaciones de cargas verticales propias de la vivienda aunque si se presentara un sismo su baja resistencia incidiría en daños significativos.

.

2.3. ANALISIS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

Ahora miraremos el sistema de mampostería de muros confinados, en el cual analizaremos las dimensiones de los muros estructurales (altura libre, longitud libre horizontal, espesor mínimo de muros de carga confinados, espesor mínimo de muros de rigidez, longitud de los muros confinados), para luego hacer un análisis minucioso del sistema

2.3.1. DIMENSIONES DE LOS MUROS ESTRUCTURALES

2.3.1.1. Altura libre: Para muros estructurales la distancia libre vertical entre diafragmas no puede exceder 25 veces el espesor efectivo del muro. (NSR 98. E.2.4.1).

$$H \leq 25e; H \leq 2{,}5m \Rightarrow EC.1$$

En este aspecto se encontró que el sobrecimiento sobre pasaba las dos hiladas en algunos bloques de viviendas lo cual traería consigo el incumplimiento de este aspecto, se decidió en comité de obra el cual estuvo conformado por el interventor del proyecto,

la residente de obra, el delegado del constructor y el delegado del fondo municipal de vivienda y reforma urbana de Sincelejo, en cual se llevo a la conclusión que por exigencia de FONADE se tuvo que incluir una segunda viga de cimentación el cual tendría las siguientes dimensiones 0,15 x 0,3m reforzada longitudinalmente con 4 barras N° 4 y transversalme nte con acero N° 2, y así poder cumplir lo dispuesto en la NSR 98 . E.2.4.1.

2.3.1.2. Longitud libre horizontal: Para los muros estructurales la distancia libre horizontal no puede exceder 35 veces el espesor efectivo del muro. Se debe tomar como distancia libre horizontal la existente entre columnas de amarre o entre muros transversales trabados con el muro bajo consideración. (NSR 98. E.2.4.2).

$L_h \leq 35e; H \leq 3{,}5m \Rightarrow EC.2$

Al revisar los planos de la vivienda se puede apreciar que el muro C 2 - 5 no cumple esta consideración, sin embargo al momento de construir las viviendas se hicieron en módulos de 5, trayendo consigo que los muros del eje A sean compartidos y solo el eje C será construido en el adosamiento o casas esquineras.

2.3.1.3. Espesor mínimo de muros de carga confinados: En ningún caso, el espesor nominal de los muros estructurales de carga puede ser inferior al establecido en la tabla E.2-1.

Tabla 3. Tabla E.2-1 Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casa de uno y dos pisos (mm)

ZONA DE AMENAZA SISMICA	NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCION		
	UN PISO	DOS PISOS	
		1° NIVEL	2° NIVEL
ALTA	110	110	100
INTERMEDIA	100	110	95
BAJA	95	110	95

La cual dice que para zona sísmica intermedia y vivienda de un solo piso el espesor del muro deberá ser de 100mm. (NSR 98. E.2.4.3).

2.3.1.4. Espesor mínimo de muros de rigidez: La distancia libre horizontal o vertical, entre apoyos o amarres no puede exceder a 30 veces el espesor del muro. Para esta limitación debe considerarse verticalmente la distancia entre la cimentación y la losa de entrepiso o viga de amarre, o entre la cimentación y la losa de entrepiso y la viga de amarre de la cubierta, y horizontalmente la distancia entre columnas de amarre o muros de carga trabados. En ningún caso el muro puede tener un espesor menor de 100 mm. (NSR 98. E.2.4.4).

$L_h \leq 35e; H \leq 3{,}0m$ **OK**

2.3.1.5. Longitud mínima de los muros confinados

Según los planos del proyecto la longitud de los muros confinados en la dirección Y es de L = 10,8 m y en X es de L = 2,8 m.

Para poder garantizar que la edificación tenga capacidad de disipación de energía en el rango inelástico, debe proveerse una longitud mínima de muros confinados en cada una de las direcciones principales en planta. Los muros confinados pueden ser muros de carga o muros transversales de rigidez. (NSR 98. E.2.5.1).

Longitud Mínima De Los Muros (NSR 98. E.2.5.4).

$$L_{\min} = \frac{M_o A_p}{t}$$

Donde:

$\mathbf{L_{min}}$ = longitud mínima de muros estructurales en cada dirección (m)

$\mathbf{M_o}$ = coeficiente que se lee en la tabla E.2-2

Tabla 4. Tabla E.2-2 Coeficiente Mo para longitud mínima de muros estructurales confinados

Zona de Amenaza Sísmica	Valores A_a	Valores M_o
ALTA	0.40	33.0
	0.35	30.0
	0.30	25.0
	0.25	21.0
INTERMEDIA	0.20	17.0
	0.15	13.0
BAJA	0.10	8.0
	0.05	4.0

t = espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm)

$\mathbf{A_p}$ = se considera en m2 como sigue:

(a) Igual al área de la cubierta en construcciones de un piso con cubierta en losa de concreto.

(b) Igual al área de cubierta para muros del segundo nivel en construcciones de dos pisos, cuando la cubierta es una losa de concreto.

(c) Igual al área de cubierta más el área de entrepiso para muros de primer nivel en construcciones de dos pisos con cubierta consistente en una losa de concreto.

(d) Cuando se emplee una cubierta liviana, los valores del área determinados para cubiertas de losa de concreto según (a), (b), o (c), pueden multiplicarse por **2/3**.

Tenemos que:

$$A_p = 32{,}4m^2; t = 100$$

Sincelejo se encuentra en zona sísmica intermedia para lo cual el A_a = 0,15 (NSR 98 Apéndice A-3), con este valor entramos a la tabla E2-2 de la NSR 98 y tenemos que M_o = 13.

$$L_{\min} = \frac{M_o A_p}{t} = \frac{13 * 33}{100} = 4{,}29m$$

Pero como la cubierta de la vivienda es de asbesto cemento hay que multiplicarlo por un factor de reducción (0,67). (NSR 98. E.2.5.4 inciso d).

$$L_{\min} = 4{,}29m * 0{,}67 = 2{,}87m \approx 2{,}9m$$

Entonces tenemos que tanto para la dirección X, Y la longitud mínima de muros confinados es de 2,9 m.

Tabla 5 Longitud mínima de los muros de una vivienda.

Eje	Long. total de muros confinados	Cumple
X	2,8 m	NO
Y	10,8 m	SI

Como se puede observar en el siguiente plano.

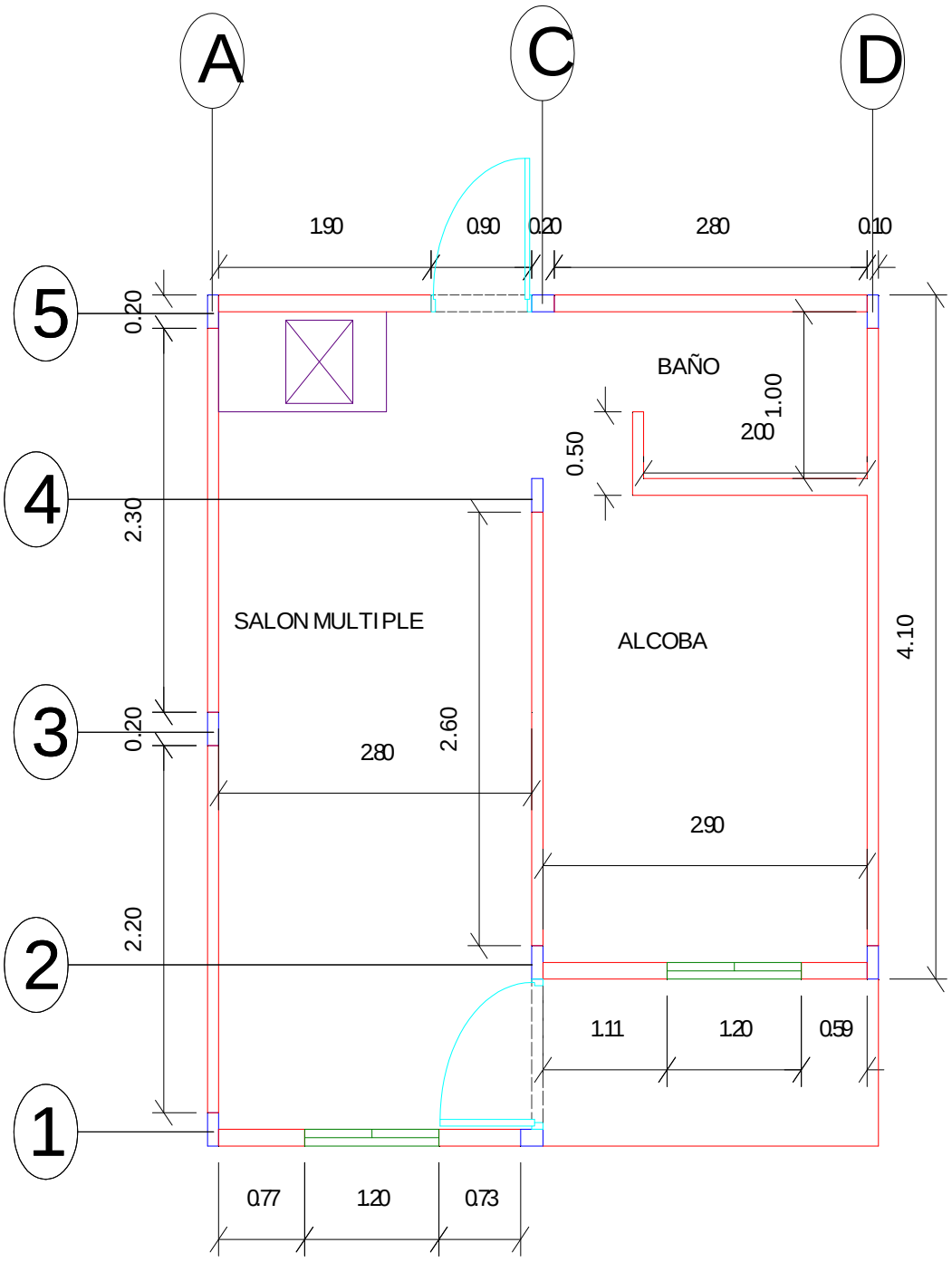


Figura 1 Plano arquitectónico para una vivienda Fuente: FOVIS

Este análisis se realizo para una vivienda; sin embargo, al momento de construir usaron viviendas pareadas en bloque de 5, para lo cual se tiene que hacer el chequeo tanto en la dirección X, Y.

$$L_{\min} = \frac{M_o A_p}{t} = \frac{13*33*5*0.67}{100} = 14.37m$$

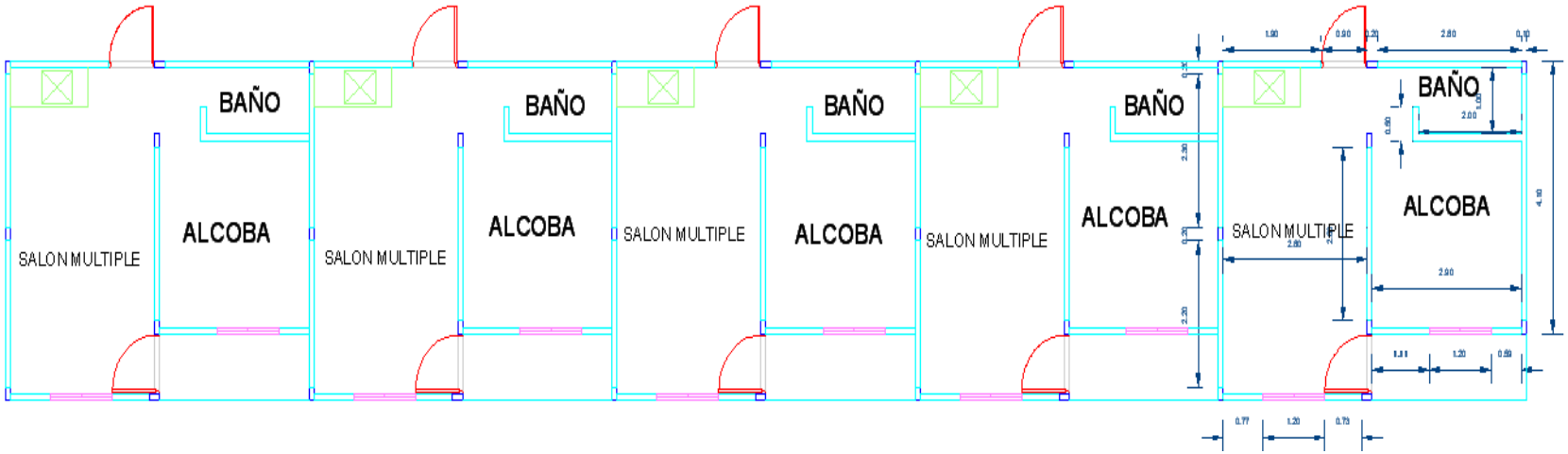


Figura 2 Plano arquitectónico para cinco viviendas pareadas Fuente: FOVIS

Tabla 6 longitud mínima de muros para cinco viviendas pareadas

Eje	Long. total de muros confinados	Cumple
X	14.0 m	NO
Y	39.6 m	SI

Todavía en la dirección X no se cumple, entonces se tendrá que incluir una nueva columna en el muro 5 A-B para poder confinar ese muro y así cumplir con la longitud mínima. (Para una vivienda)

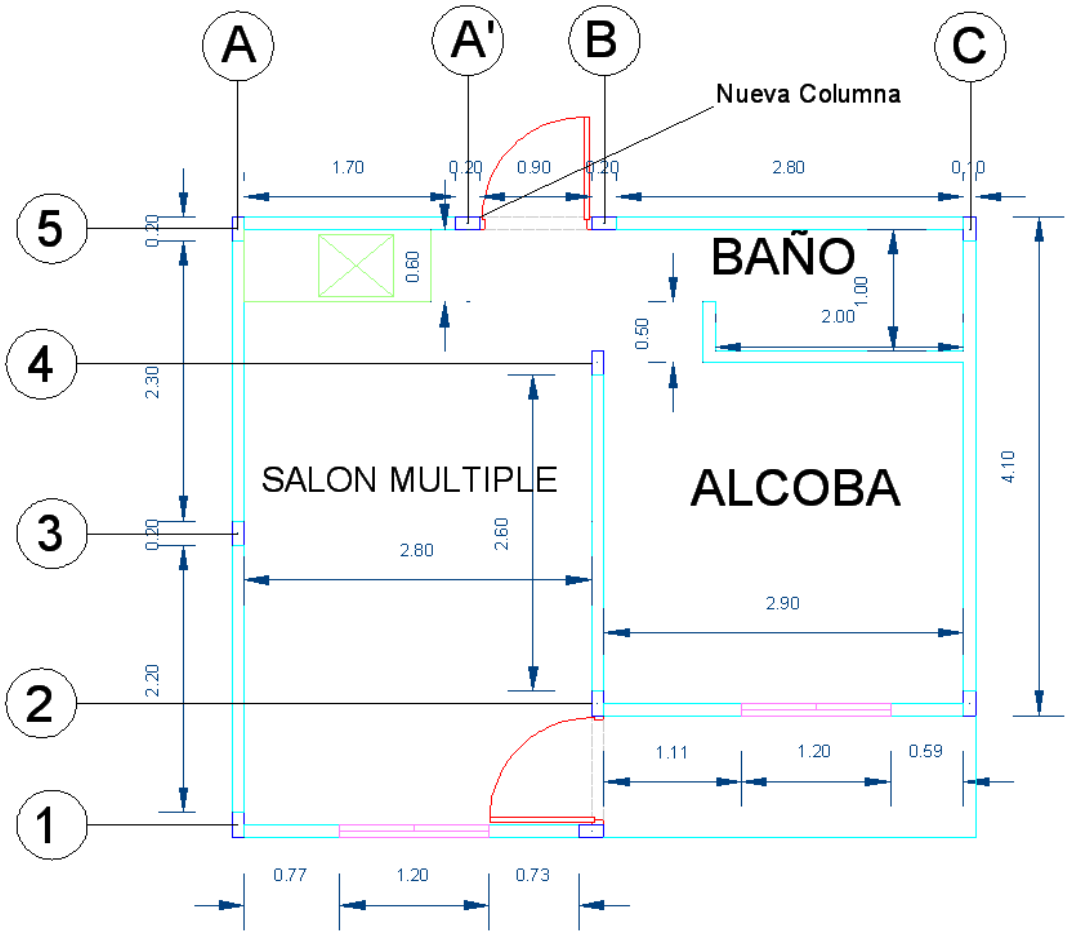


Figura 3 Plano arquitectónico para una vivienda con la inclusión de una nueva columna. Fuente: Propuesta del autor

$$L_{\min} = \frac{M_o A_p}{t} = \frac{13 * 33 * 0.67}{100} = 2.9m$$

Tabla 7 revisión de las longitudes mínimas de los muros para una vivienda, con la inclusión de una nueva columna

Eje	Long. total de muros confinados	Cumple
X	4.5 m	SI
Y	10,8 m	SI

Para 5 viviendas $L_{\min} = \frac{M_o A_p}{t} = \frac{13*33*5*0.67}{100} = 14.37m$

Tabla 8 revisión de las longitudes mínimas de los muros para cinco viviendas pareadas, con la inclusión de una nueva columna

Eje	Long. total de muros confinados	Cumple
X	22.5 m	SI
Y	39.6 m	SI

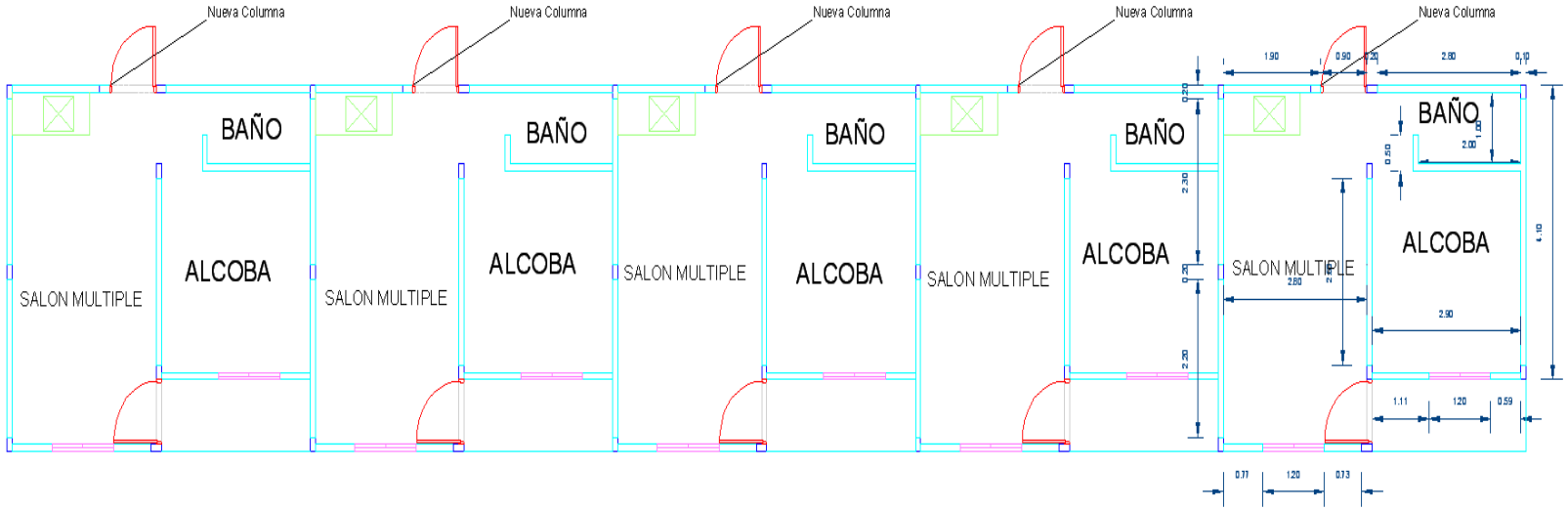


Figura 4 Plano arquitectónico para cinco viviendas pareadas con la inclusión de una nueva columna. Fuente: Propuesta del autor

Se puede decir que es necesario incluir esta nueva columna para cumplir con lo estipulado en la norma pese a esto si revisamos bien los nuevos planos donde se incluye la columna se puede observar que solo los muros de rigidez confinados solo están ubicados en el eje 5, lo cual no garantiza que la configuración de los muros sea la más eficiente debido a que no hay simetría en los muros. Habría una alta probabilidad que se presenten efectos torsiones en la vivienda, sin embargo el hecho de que un edificio sea simétrico en planta o en altura no implica que esté exento de los efectos torsionales.

Como se dijo al principio del capítulo, el sistema de muros confinados se refuerza de manera principal con vigas y columnas de concreto reforzado fundidas en sitio, a lo largo de todo el perímetro del muro, de esta manera se le da confinamiento al mismo y se logra una integración monolítica de estos elementos, lo cual es la esencia del buen comportamiento estructural de este sistema.

2.3.2. ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.3.2.1. Análisis del sistema de columnas

Las especificaciones técnicas de las columnas cumplen tanto con las dimensiones como con el acero de refuerzo establecido en la NSR 98 en el titulo D.

Sin embargo, se encontraron algunos inconvenientes constructivos, para lo cual se hará un breve recuento de lo sucedido y lo que esto traerá como consecuencias a futuro.

Cuando se estaba figurando el Acero en lo que respecta a los ganchos se encontró que estaban dejando los ganchos de 5 cm y la NSR 98 en

el titulo C.12.2 contempla que la longitud de desarrollo no debe ser menor que 300mm; además, se encontró que la configuración de los aros no era la correcta.

Ilustración 6 Detalle viga cimiento – columna. Fuente: Fotografía tomada por autor.

Ilustración 7 Detalle columna. Fuente: Fotografía tomada por autor.

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), los aros deberán ser doblados de la siguiente manera:

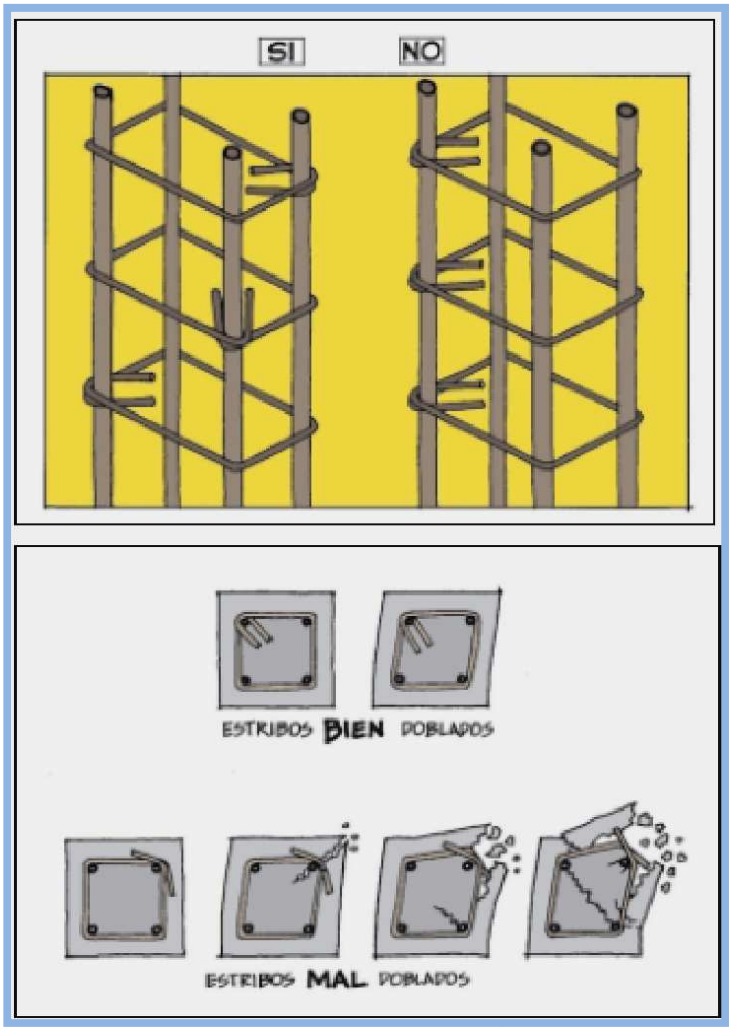


Ilustración 8 Configuración de estribos en una columna. Fuente: AIS

Los estribos deben estar bien amarrados para garantizar la correcta colocación o que no se muevan en un eventual sismo, además para lograr un buen confinamiento del concreto al interior de la columna o la viga de amarre.

Si los estribos quedan mal doblados o anclados, pueden perder su configuración durante un sismo y su función de confinamiento se perderá. De esta manera, el elemento estructural puede perder su capacidad de carga.

En cuanto a los ganchos, la norma Sismo Resistente Colombiana NSR del 98 y según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica estipula que la longitud mínima del gancho debe ser entre 20 y 50 cm para edificaciones de uno o dos pisos en mampostería.

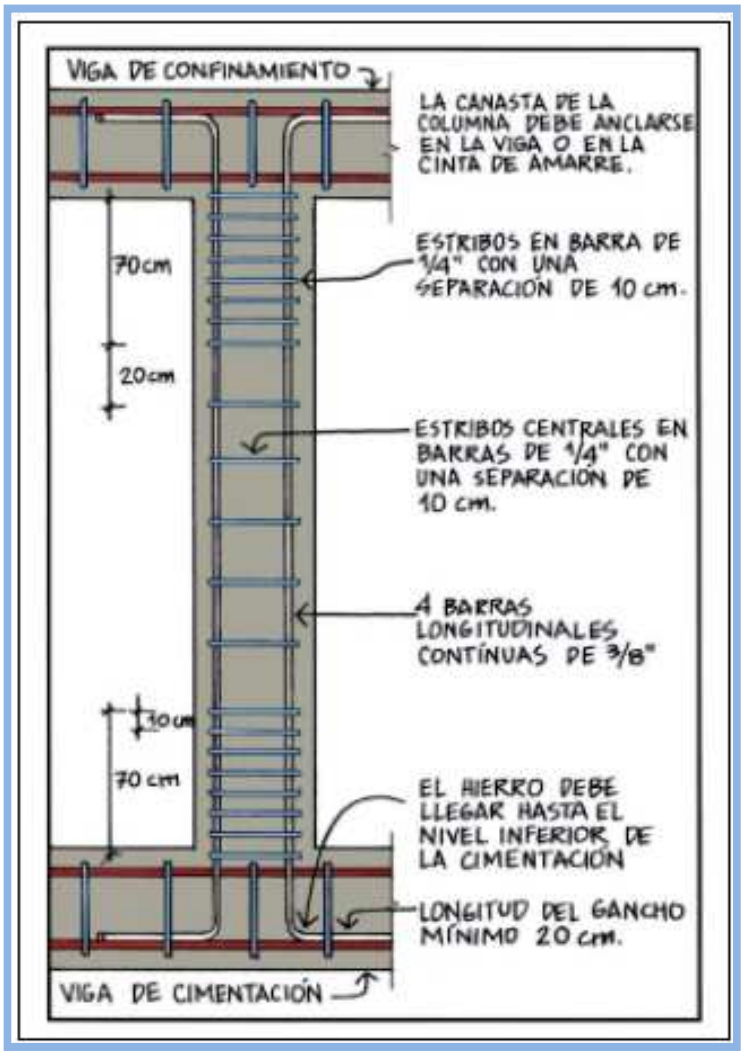


Ilustración 9 Detalle de unión de vigas y columna. Fuente: AIS

Se encontró en algunos casos que no se estaba dejando la longitud necesaria para amarrar las canastas de acero de las columnas, como se puede apreciar en la figura 11.

Ilustración 10 Vivienda con problemas de longitud de desarrollo. Fuente: Fotografía tomada por autor.

2.3.2.2. Análisis del sistema de vigas

En las viga de confinamiento se encontró que al igual que en las columnas se presentó el mismo inconveniente en cuanto a los ganchos.

A nivel de estructura, el diseño cumple con lo establecido en el titulo E de la norma sismo resistente del 98, sin embargo en la parte constructiva se cometieron los mismos errores que con las columnas ya mencionados anteriormente, los cuales podrían ocasionar un mal confinamiento de los muros y traer consigo que

al momento de presentarse un sismo este perderá su función de confinamiento, y perder su capacidad de absorber los esfuerzos de tracción y compresión producidos por fuerzas laterales, y el cortante producido por la interacción con la mampostería, y su colapso sería inminente.

Después de analizar la parte constructiva de los muros de confinamiento con sus respectivos elementos (columnas y vigas), se puede afirmar que el sistema no se aplico de la manera correcta, lo cual podría traer algunas consecuencias a corto y largo plazo, como agrietamiento prematuro de los muros, en los casos en que los empalmes no se hicieron como lo contempla el titulo C de la NSR98 (capitulo C.12), se presentaría la separación de los elementos estructurales como ocurrió en proyecto denominado Urbanización Villa Juana de la ciudad de Sincelejo como se puede apreciar en la Ilustración 11:

Ilustración 11 . Vivienda de la señora Derlys Sevilla (villa Juana). Fuente: Fotografía tomada por autor.

En ese proyecto, ocurrieron varios errores constructivos los cuales llevaron a que este presentara múltiples fallas de los elementos de confinamientos, mucho de los errores constructivos encontrados se deben a una baja supervisión de la mano obra, los obreros se les paga quincenalmente según las actividades que desarrollen, estos por el afán de obtener una buena quincena y aprovechando los descuido del residente de obra comenten todo tipo de errores constructivos poniendo así en riesgo la calidad del proyecto. Para lo cual se sugiere que se tenga un control más riguroso en cada etapa de construcción y que no se funda ningún elemento sin la previa aprobación del personal encargado del proyecto.

Después de analizado la parte del sistema de muros confinados, miraremos la cimentación la cual juega un papel fundamental en la estructura, debido a que esta es la que trasmite todas las cargas de la vivienda al suelo y por eso se le hará un análisis minucioso tanto constructivamente como revisión de diseño.

Ilustración 12. Detalle unión columna- viga. Fuente: Fotografía tomada por el autor

Ilustración 13. Detalle unión columna- viga. Fuente: Fotografía tomada por el autor

2.3.2.3. Análisis del sistema de cimentación

Tanto las dimensiones, como el acero de refuerzo usado cumplen con lo dispuesto en el titulo E de la NSR 98. Pero en la parte constructiva se encontraron los siguientes aspectos.

Uno de los aspectos que con mayor frecuencia se encontraba en la cuadrilla de herrería, era que al momento de la figuración del Acero los ganchos los dejaban de una longitud aproximada de 5cm., y cuando se colocaban las canastas en las excavaciones los traslapos los estaban realizando de 10cm y se hacían justo en los nudos, como se puede apreciar en la figura 15.

Ilustración 14 Detalle unión de viga de cimiento tipo T. Fuente: Fotografía tomada por autor.

Además, cabe anotar que al momento de fundir la cimentación no lo hicieron como lo contemplan los cálculos estructurales, de manera horizontal, si no que esta fue fundida paralelamente al terreno como se puede apreciar en la ilustración 15.

Ilustración 15 Viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por autor.

En la siguiente figura se puede apreciar el diseño de la cimentación contemplada en el proyecto.

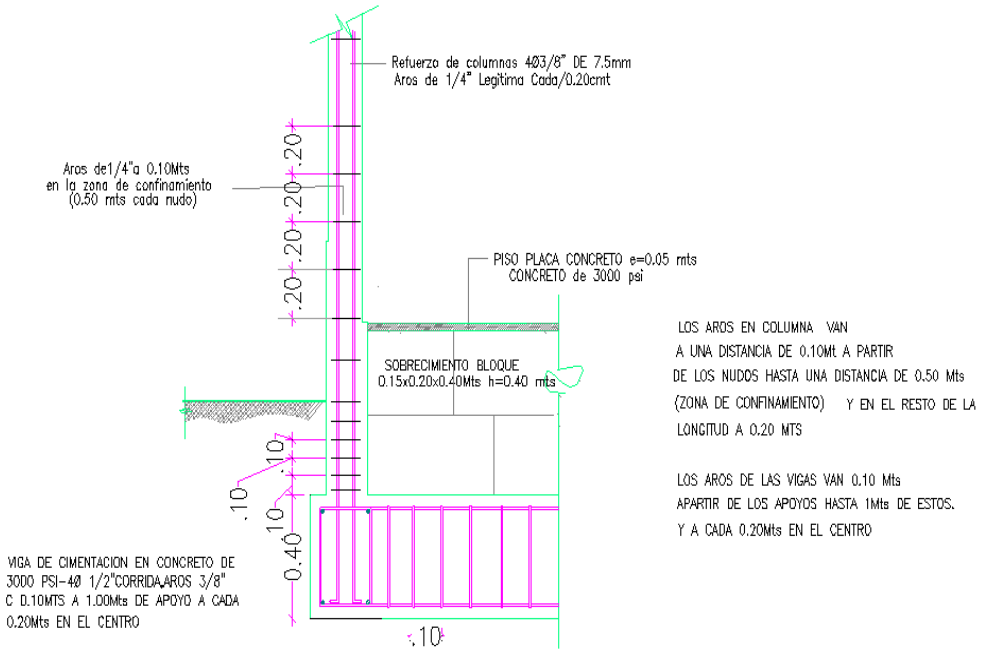


Figura 5 Detalle unión viga cimiento columna. Fuente: propuesta del Autor

La norma no contempla que la cimentación pueda ser construida de manera paralela al terreno inclinado, por lo general la cimentación se diseña y se construye de manera horizontal como pudimos ver en el diseño anterior. Además solo en el año 2002 según decreto 052 del 18 de enero, por medio del cual se modifica el titulo E del decreto 33 de 1998, donde incluyen el capitulo E7 CASAS DE UNO Y DOS PISOS EN BAHAREQUE CEMENTATADO. Cuando el terreno es inclinado, con una pendiente mayor del 5%, el sobrecimiento se debe construir con sistemas de muros estructurales, en mampostería (…). No se deben construirse vigas de cimentación que tengan superficies inclinas en contacto con el suelo. (NSR 98 E.7.8.6.1).

Gran parte del suelo del predio, está constituido por una arenisca bien consolidada, y de pendiente bastante considerable entre (13% al 18%), aunque el suelo es bastante bueno la cimentación no se debió construir de manera paralela al terreno inclinado debido a que estas pendientes superan lo establecido en la norma, además si lo miramos desde el punto de vista de trasmisión de carga en una cimentación dispuesta de manera horizontal la carga P es perpendicular o normal a la viga, pero en el caso de una viga paralela al terreno inclinado la carga P se descompondría en sus componentes verticales y horizontales, como se puede apreciar en el siguiente esquema. Sometiendo a la cimentación a esfuerzos para los cuales no ha sido diseñada:

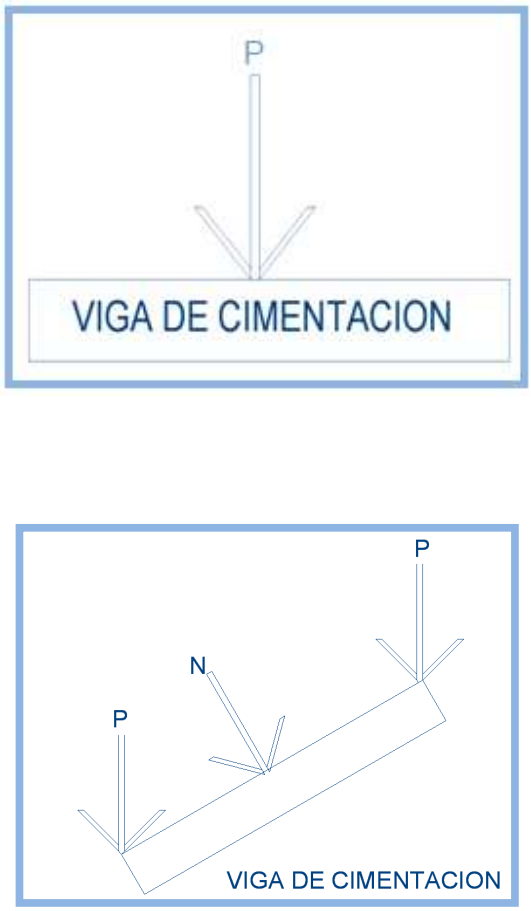


Figura 6 sistema de distribución de cargas en la viga de cimentación.

Aunque la norma sismo resistente colombiana no contempla en el titulo E en viviendas de uno y dos pisos en mampostería, no habla de la cimentación paralela al terreno inclinado, sería interesante hacerle un seguimiento más prolongado a estas viviendas para comparar las que fueron construidas con cementación paralela al terreno inclinado versus las que tienen la cimentación totalmente horizontal para ver cuál de ellas tiene una mejor trasmisión de carga al suelo sin presentar sobreesfuerzos en la mampostería.

Sin embargo la NSR - 98 en el titulo E, contempla cimentaciones escalonadas, y para lo cual propondré para proyectos futuros y cuyos

terrenos presenten pendientes menores al 20% un cimentación escalonada con sus respectivos detalles constructivos. Y si estos presentaran una pendiente mayor se podría implementar este sistema pero adicionando unos elementos estructurales como pilares circulares en concreto reforzado.

Sería más recomendable realizar la cimentación de esta manera.

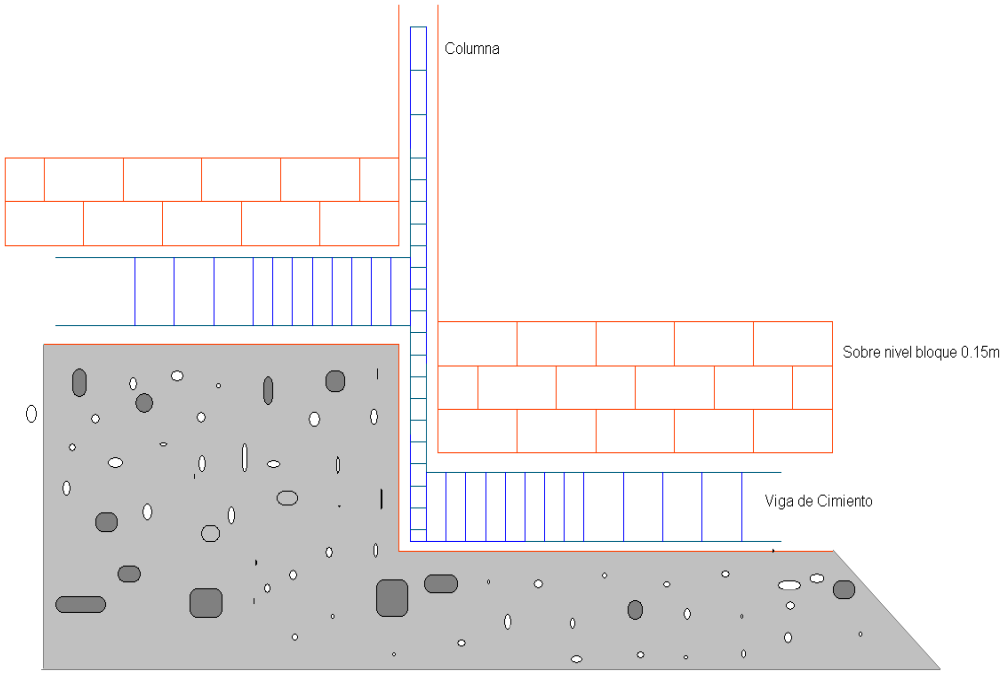
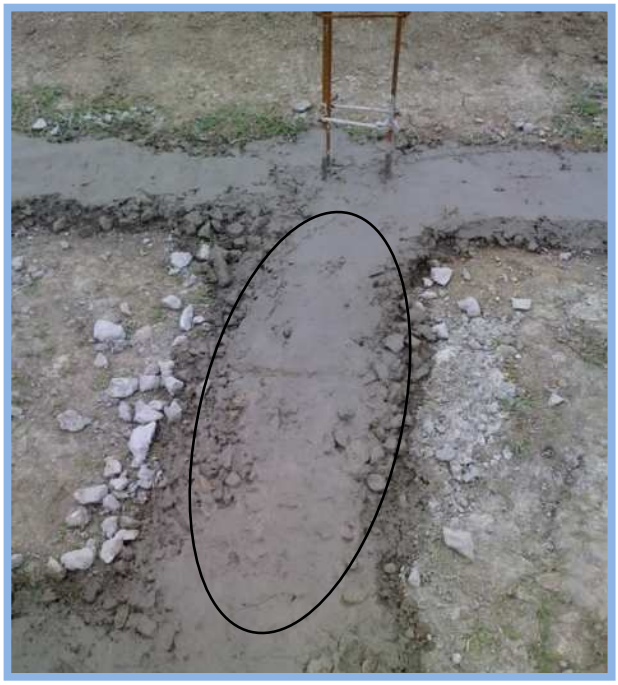


Figura 7 Detalle cimentación escalonada. Fuente: propuesta por el autor

Las pendientes del terreno son bastantes considerables (13% - 18%), lo cual trajo consigo que al momento de fundir la cimentación, esta presentara segregación tal como se puede apreciar:

Ilustración 16. Segregación en viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por autor.

En comunicación enviada a la residente de obra, CC al Interventor y residente de obra, se dejo bien claro que como la viga de cimentación esta paralela al terreno como se pudo apreciar anteriormente había que tener mucho cuidado al momento de fundir porque se podía presentar segregación del material, además se encontró que se estaba vertiendo el concreto y no se estaba vibrando, y se le hizo recomendación de tener más control con la mano de obra.



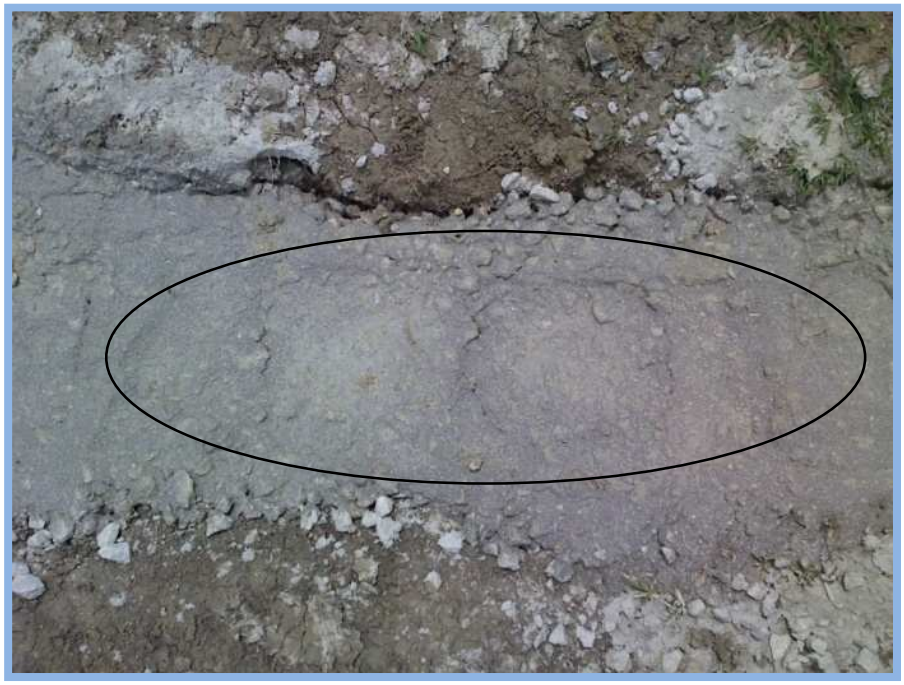


Ilustración 17a y 15b. Segregación en viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por autor.

Como producto de una mala manipulación del concreto se puede observar que el acero de la cimentación se encuentra a la vista, lo cual

estructuralmente es inaceptable, para este caso se solicito tomar medidas debido a que el muro lo estaban levantando directamente sobre el acero.

El proyecto tiene manzanas de 20 viviendas divididas en dos módulos de 10, para lo cual se tiene que dejar una dilatación cada 5 viviendas equivalentes a 30 m, se noto que no se estaba dejando el adosamiento requerido en las Norma Sismo Resistente del 98 (NSR - 98), para lo cual se hizo un llamado al constructor y al interventor para que no se permitiera esto y se tomaran los correctivos del caso.

El constructor aceptó la sugerencia y empezó a dejar las juntas de construcción a cada 30m. Utilizando icopor en la junta. El estudio geotécnico debe indicar la localización de las juntas en la cimentación. En ausencia de estudio geotécnico, las juntas entre casas deben hacerse a distancias no mayores de 30m. La separación neta de la junta no debe ser inferior a 25mm por cada piso de construcción. (NSR - 98. E.5.6.1).

2.3.2.4. Análisis del sobrecimiento

Luego de haber realizado un análisis del sistema de muros confinados y a la cimentación, cabe anotar las modificaciones que se tuvo que hacer al sobrecimiento para poder cumplir el titulo E de la NSR - 98.
En el campo se observo que como la cimentación se había dispuesto de manera paralela al terreno, se busco el nivel de la vivienda con el sobrecimiento, trayendo esto que algunas viviendas empezaban en la parte delantera con dos hiladas y en la parte posterior de la misma con 6 hiladas.

En un comité de obra donde participaron: el Interventor del proyecto,

Constructor, Residente, Interventor de FONADE y Delegado del FOVIS, se tomo la siguiente determinación que las viviendas que sobrepasen la altura entre vigas H <= 25t donde t es el ancho del muro (NSR - 98 titulo E.2.4), se tenía que hacer una segunda viga con las siguientes especificaciones concreto reforzado de 3000 PSI con sección de 0.15 X 0.25m, reforzada con 4 varillas Nº 4 y aros Nº 2 @ 10 cm a 50 cm de los extremos y 20 cm en el centro de la luz, como se puede observar en la ilustración 16.

Ilustración 18 Sobre nivel y segunda viga de cimentación. Fuente: Fotografía tomada por el autor

Esta viga se fundía al momento de encontrar el nivel deseado con el bloque N℃6.

2.4. RECOMENDACIONES

Nosotros los ingenieros, tenemos una gran responsabilidad al momento de construir vivienda de interés social, debido a que estas se construyen para mejorar la calidad de vivida del muchos ciudadanos, el gobierno nacional otorga un subsidio de aproximadamente 22 salarios mínimos mensuales vigentes el cual es muy bajo, a pesar de ello, se puede construir una vivienda de muy buena calidad a las familias beneficiadas.

Es recomendable que la Universidad de Sucre, a través de la Facultad de Ingeniería con acompañamiento del Departamento de Ingeniería Civil, adelante un estudio con los docentes y estudiantes de pregrado acerca de posibles dosificaciones y combinaciones de agregados y cemento con el fin de obtener la mayor resistencia de unidades de mampostería.

Que la Universidad de Sucre, a través de la Facultad de Ingeniería con acompañamiento del Departamento de Ingeniería Civil le haga un seguimiento a la Urbanización Tierra Feliz, ya que esta realizó la cimentación de manera inclinada, a demás, es poco lo que sabe acerca de esta disposición para lo cual sería importante que la universidad a través de la proyección social hiciera este tipo de seguimiento.

Queda muy claro que la Norma Sismo Resistente de 1998 no contempla ni establece que la cimentación se pueda realizar de forma inclinada, por ello se sugiere que se haga un recalco de esto en la academia.

Que el FOVIS ejerza un mayor control en cuanto a los diseños arquitectónicos y estructurales de las viviendas, para que no se presenten incumplimientos de las normas de construcción colombianas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS, Manual de evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería, Editorial La Red, América Latina, 2001.
- FLORES, Alfredo. Mampostería Estructural. Revista de Ingeniería Sísmica No. 79 25-48. Santafé de Bogotá. 2008.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO. La Mampostería de concreto en la vivienda de interés social en Colombia. (en línea). <www.icpc.org.co/site/index2.html > (citado el 25 de Febrero de 2010).
- MENDOZA, Remberto; Rodelo, Jorge. Fundamentos de la Mampostería Estructural y su aplicación en el análisis de diseño de edificios, Sincelejo, 2007. Trabajo de grado. Universidad de Sucre. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil.
- MULET Emel. Notas de clases de Mampostería Estructural, Universidad de Sucre, Sincelejo, 2008.
- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, Ley 400 de 1997, Decreto 33 1998, Decreto 034 de 1999, Santafé de Bogotá, 1999.
- ROCHEL AWAD, Roberto. Hormigón reforzado, Primera parte, Editorial Digital Express, Medellín, 1999. ISBN 958-9041-24-8.
- ROCHEL AWAD, Roberto. Hormigón reforzado, Segunda parte, Editorial Digital Express, Medellín, 1999. ISBN 958-9041-24-8.

ANEXOS

2.5. REGISTRO FOTOGRAFICO

Ilustración 19 levante de muros en bloque 0.9. Fuente: fotografía tomada por el autor.

Ilustración 20 viviendas con cubiertas. Fuente: fotografía tomada por el autor.

Ilustración 21. Segunda viga de cimiento .Fuente: fotografía tomada por el autor.

Ilustración 22. Sobrecimiento. Fuente: fotografía tomada por el autor.

Ilustración 23. Plantilla. Fuente: fotografía tomada por el autor.

Ilustración 24. Registro interno de aguas negras. Fuente: fotografía tomada por el autor.

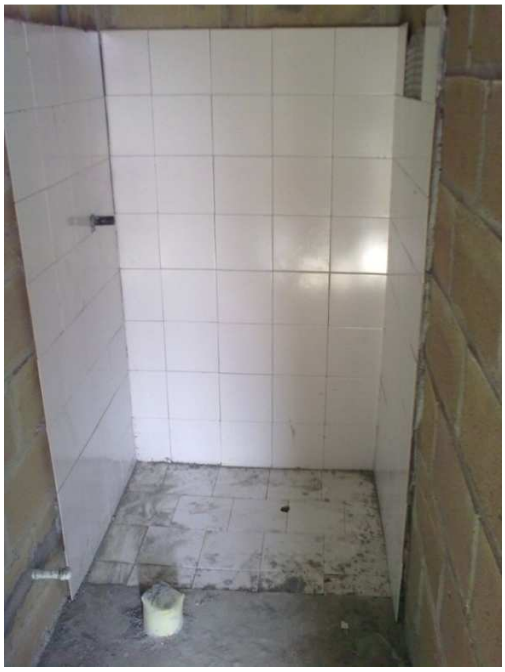


Ilustración 25. Enchape del baño en zona húmeda. Fuente: fotografía tomada por el autor.

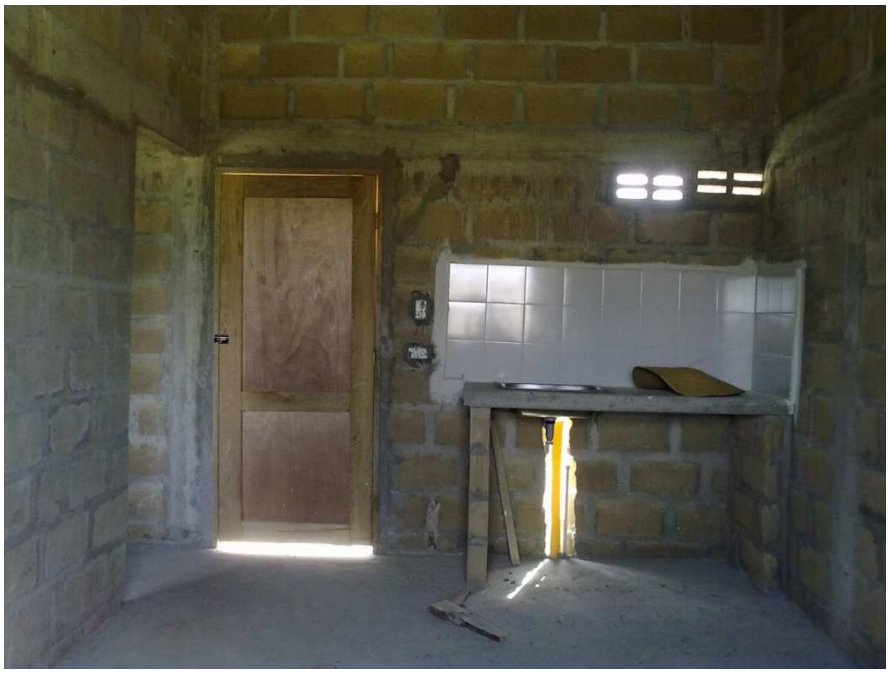


Ilustración 26. Mesón cocina. Fuente: fotografía tomada por el autor.

Ilustración 27. Viviendas terminadas, con su respectiva vía balastada. Fuente: fotografía tomada por el autor.

Ilustración 28. Viviendas terminadas, con sus respectivas vías balastadas y bordillos en concreto. Fuente: fotografía tomada por el autor.