

**ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN  
LA CIUDAD DE BUCARAMANGA UTILIZANDO ESTRUCTURAS DE ACERO  
EN LÁMINA DELGADA**

**Investigadora del proyecto:**

**JUDITH MARCELA DÍAZ REYES**

**Director de Proyecto:**

**Ing. M.Sc. GUILLERMO MEJÍA AGUILAR**

**Co Director de Proyecto:**

**Ing. EDINSON JAMES PEÑA PIZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2007**

**ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN  
LA CIUDAD DE BUCARAMANGA UTILIZANDO ESTRUCTURAS DE ACERO  
EN LÁMINA DELGADA**

**Investigadora del proyecto:  
JUDITH MARCELA DÍAZ REYES**

**Plan de Proyecto**

**Director de Proyecto:  
Ing. M.Sc. GUILLERMO MEJÍA AGUILAR**

**Co Director de Proyecto:  
Ing. EDINSON JAMES PEÑA PIZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2007**

*Gracias Dios por estar a mi lado en busca de un sueño hecho ahora realidad, en esta gran travesía que parecía imposible alcanzar, gracias por darme la oportunidad de tener la satisfacción de haber dado un gran paso en mi vida, gracias Madre del Cielo por tu amor e intercesión.*

*Gracias a mi padre Emeterio Díaz, por sus sabios consejos, apoyo que día a día se fueron reflejando en lo que hoy día soy yo, no perdiste el tiempo papá.  
Te quiero mucho.*

*Gracias a mi madre Esperanza Reyes, por su amor, comprensión, dedicación, entrega, sacrificio, en su continua lucha por sacarnos adelante, recuerda que puedes contar conmigo  
Te quiero mucho.*

*Gracias a mi hermana Sandra Esperanza, por su apoyo, ayuda incondicional, cariño, viendo en ella un gran ejemplo de superación que con su gran valentía, perseverancia, empuje para sacar a su hijo y sus sueños adelante,  
No olvides que siempre contarás conmigo  
Te quiero mucho.*

*Gracias a mi sobrino Emerson Ballesteros Díaz “mi churruto”, que con su ternura, sonrisa, cariño, travesuras, inteligencia, hace que los días más estresantes se hagan aún más tolerantes,  
estaré siempre contigo, gracias por llegar a nuestras vidas  
Te quiero mucho.*

*Gracias a mi novio Edinson Peña, por su apoyo incondicional, colaboración, paciencia, dedicación, esfuerzo, tolerancia y sobretodo por su gran amor demostrándome que nunca me debo dar por vencida a pesar de las circunstancias  
Te amo.*

*A todos ellos les dedico mi triunfo y éxito como futura profesional  
De verdad los quiere mucho y gracias los digo con todo el corazón y no olviden que pueden contar conmigo.*

*JUDITH MARCELA DÍAZ REYES*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

Ing. M.Sc. Guillermo Mejía Aguilar mi director del proyecto por su colaboración, motivación, sus valiosos aportes para culminar con éxito mi trabajo de grado.

Ing. Ph.D Hernando Vargas Caicedo que gracias a sus valiosos aportes que ayudaron a resolver las inquietudes e interrogantes que se presentaron dándole así un rumbo más claro a este proyecto.

A mis padres, hermana, sobrino por estar en los momentos más difíciles y por esas palabras de aliento en las situaciones menos esperadas.

A mi novio Edinson por el apoyo en este trabajo de grado ya que con su ayuda se pudo lograr los objetivos propuestos pasando días y noches enteras en vela para sacar adelante este proyecto de grado.

A mis amigos Liz Maydolly y Fredy Alberto que demostraron en realidad cuán tan importante es la verdadera amistad a ellos les brindo todo mi apoyo realmente considerándolos como mis verdadero y mejores amigos.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. METODOLOGÍA Y ALCANCE	19
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y MARCO TEÓRICO	20
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
3.2 OTRAS ESTADÍSTICAS DE VIS	22
3.2.1 Resultados por estratos socioeconómicos	22
3.2.2. Resultados según áreas urbanas y metropolitanas	24
3.2.3. Resultados según sistemas constructivos	25
3.3 EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA DE VIVIENDA SOCIAL	26
3.3.1 Creación del Sistema de Subsidio Familiar de Vivienda (SFV)	26
3.3.2 Ajustes a la política de subsidios	27
3.3.3 Marco institucional del sector	27
3.3.4 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)	28
3.3.5 Fondo Nacional de Vivienda (FNV)	28
3.3.6 Cajas de Compensación Familiar (CCF)	28
3.3.7 Entidades territoriales	29
3.4 POLÍTICA DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL; EXPERIENCIA EN OTROS PAISES	30
3.4.1 Política de vivienda para familias y personas de bajos ingresos	30
3.4.2 Política de vivienda de interés social en Colombia	31
3.5 PANORAMA DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN BUCARAMANGA	32
3.5.1 Requisitos para el proceso de asignación del subsidio familiar de vivienda	34

4. ALGUNOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ACTUALMENTE USADOS EN COLOMBIA	39
4.1 MAMPOSTERIA REFORZADA	41
4.2 MAMPOSTERIA CONFINADA	43
4.3 VIVIENDA CELULAR ETERNIT	44
4.4 3D PANEL	46
4.5 SPEEDCO	48
4.6 COLDITEC	50
4.7 CORPACASA	52
5. SISTEMA APORTICADO EN ACERO DE LAMINA DELGADA VS. SISTEMA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA	57
5.1 ASPECTOS GENERALES DE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOCIALES	58
5.2 SISTEMA APORTICADO EN ACERO DE LÁMINA DELGADA	60
5.2.1 Steel deck	61
5.2.2 Sistema constructivo	67
5.3 PERFILES EN ACERO DE LÁMINA DELGADA	69
5.3.1 Ventajas del acero en lámina delgada como material estructural	69
5.3.2 Desventajas del acero en lámina delgada como material estructural	69
5.4 MAMPOSTERÍA CONFINADA	70
5.4.1 Sistema constructivo	72
6. DISEÑO DE ALTERNATIVA ESTRUCTURAL CON ACERO DE LÁMINA DELGADA	74
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD BÁSICA DE VIVIENDA. PROYECTO ARQUITECTÓNICO	74
6.2 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA ESTRUCTURAL UTILIZANDO ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA	75
6.2.1 Descripción del sistema estructural	75
6.2.2 Normativa de diseño	76
6.2.3 Especificaciones de materiales:	76
6.2.4 Procedimiento de diseño	76

6.2.5 Espesor de la placa de entrepiso y cálculo de deflexiones	83
6.2.6 Modelamiento de la estructura	87
7. TIEMPOS Y COSTOS	91
7.1 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE UNA PROGRAMACIÓN	92
7.2 ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN EN EL SOFTWARE PROJECT	93
7.3 TIEMPOS	94
7.4 COSTOS	98
8. ANALISIS COSTO – BENEFICIO	103
8.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES CEPAL	103
8.2 EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES	104
8.3 BENEFICIOS DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES	104
8.4 COSTOS DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES	104
8.5 COSTO DIRECTO DE VIVIENDAS	104
8.6 CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	105
8.7 EVALUACIÓN COSTO / BENEFICIO	105
8.8 COSTOS DEL PROYECTO	105
8.9 BENEFICIOS DEL PROYECTO	106
9. CONCLUSIONES	108
10. RECOMENDACIONES	110
11. BIBLIOGRAFÍA	111

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Déficit de vivienda vs. no de hogares en algunas ciudades de Colombia	21
Gráfica 2. Déficit de vivienda en algunos países de Latinoamérica	22
Gráfica 3. Distribución del área para VIS, por estratos socioeconómicos <sup>1</sup>	23
Gráfica 4. Distribución del área para NO VIS, por estratos socioeconómicos <sup>1</sup>	23
Gráfica 5. Distribución por tipos de vivienda, según áreas urbanas y metropolitanas <sup>2</sup>	24
Gráfica 6. Distribución del área para VIS por sistemas constructivos <sup>3</sup>	25
Gráfica 7. Distribución del área para NO VIS por sistemas constructivos <sup>3</sup>	25
Gráfica 8. La política de vivienda está en manos de algunas entidades <sup>5</sup>	29
Gráfica 9. Evolución de la política de vivienda	30
Gráfica 10. Esquema de programas de vivienda de interés social <sup>9</sup>	35
Gráfica 11. Esquema general del sistema	62
Gráfica 12. Proceso en la definición de la alternativa constructiva	63
Gráfica 13. Esquema del sistema constructivo en estructura de acero en lámina delgada	64
Gráfica 14. Ilustración del proceso constructivo sistema aporticado en acero de lamina delgada	66
Gráfica 15. Ilustración del proceso del sistema constructivo mampostería confinada y estructural	70
Gráfica 16. Esquema del sistema constructivo en mampostería confinada y estructural	71
Gráfica 17. Plantas arquitectónicas unidad básica de vivienda proyecto Paseo La Ferial	74
Gráfica 18. Plantas estructurales unidad básica de vivienda proyecto Paseo La Ferial. Alternativa en estructura metálica	75
Gráfica 19 Aplicación de cargas externas pórticos A y D	77
Gráfica 20 Desplazamiento en cada piso pórticos A y D	77

Gráfica 21 Aplicación de cargas externas pórticos B y C	78
Gráfica 22 Desplazamiento en cada piso pórticos B y C	78
Gráfica 23 Aplicación de cargas externas pórtico 1	80
Gráfica 24 Desplazamiento en cada piso pórtico 1	80
Gráfica 25 Aplicación de cargas externas pórticos 2 y 3	81
Gráfica 26 Desplazamiento en cada piso pórticos 2 y 3	81
Gráfica 27 Franja de placa	84
Gráfica 28 Análisis de franjas de placa	85
Gráfica 29 Cargas en la estructura	87
Gráfica 30 Primera iteración	88
Gráfica 31 Segunda iteración	89
Gráfica 32 Selección de perfiles para la estructura	89
Gráfica 33 Grafica de duraciones	96
Gráfica 34 Variación de la cantidad de personal en obra	97
Gráfica 35 Costo total por capítulos en estructuras de lamina delgada	100
Gráfica 36 Costo total por capítulos en sistema de mampostería confinada	101
Gráfica 37 Variación del costo de mano de obra	101
Gráfica 38 Resumen de comparación de costos de mano de obra vs. costo total	102

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de vivienda-año 2007 <sup>8</sup>	34
Tabla 2. Etapas ejecutadas del proyecto paseo la feria	37
Tabla 3. Resumen de características de clasificación consideraciones estructurales y arquitectónicas	55
Tabla 4. Elementos del sistema para el sistema de acero en lámina delgada	62
Tabla 5 Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórtico A y D	78
Tabla 6 Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórtico B y C	78
Tabla 7 Porcentaje de rigidez que le corresponde al primer piso pórticos A y D, B y C	79
Tabla 8 Porcentaje de rigidez que le corresponde al segundo piso pórticos A y D, B y C	79
Tabla 9 Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórtico	80
Tabla 10. Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórticos 2 y 3	81
Tabla 11 Porcentaje de rigidez que le corresponde al primer piso pórticos 1, 2 y 3	82
Tabla 12 Porcentaje de rigidez que le corresponde al segundo piso pórticos 1, 2 y 3	82
Tabla 13 Distribución de la fuerza sísmica en la altura	86
Tabla 14 Determinación del peso de la estructura	90
Tabla 15 Factor de colindancia	94
Tabla 16 Duraciones de obra según cantidad de casas	95
Tabla 17 Proyección de duraciones de obra según cantidad de casas	96
Tabla 18 Costo directo total y por m <sup>2</sup> de los dos sistemas	102

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Localización del proyecto paseo la feria <sup>8</sup>	37
Fotografía 2. Fases del proyecto paseo la feria	38
Fotografía 3. Sistema en Mampostería reforzada	41
Fotografía 4. Sistema en Mampostería confinada	43
Fotografía 5. Vivienda celular eternit	44
Fotografía 6. Sistema 3D panel	46
Fotografía 7. Sistema Speedco	48
Fotografía 8. Sistema colditec	50
Fotografía 9. Sistema corpacasa	52
Fotografía 10. Conexión apernada	54
Fotografía 11. Urbanización San Ramón-San Carlos Venezuela	54
<sup>18</sup> Fotografía 12	57
<sup>8</sup> Fotografía 13	57
Fotografía 14. Urbanización San Ramón-San Carlos Venezuela	60
Fotografía 15. Centro educativo Utao-Perú	69

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. WBS EN MAMPOSTERÍA CONFIANADA Y ESTRUCTURAL	114
ANEXO 2. WBS SISTEMA EN ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA	118
ANEXO 3. PRESUPUESTO SISTEMA EN MAMPOSTERÍA CONFIANADA Y ESTRUCTURAL	122
ANEXO 4. PRESUPUESTO SISTEMA EN ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA	126
ANEXO 5. PLANO ARQUITECTÓNICO DEL PROYECTO PASEO LA FERIA	130
ANEXO 6. PLANO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA Y ESTRUCTURAL PASEO LA FERIA	131
ANEXO 7. PLANO ESTRUCTURAL DE LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA EN ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA PASEO LA FERIA	132

## RESUMEN

### TÍTULO

ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA UTILIZANDO ESTRUCTURAS DE ACERO EN LÁMINA DELGADA.\*

### AUTOR

DÍAZ REYES JUDITH MARCELA\*\*

### PALABRAS CLAVES

Vivienda, Social, Alternativa, Construcción, Acero, Comparación, Tiempos, Costos.

### DESCRIPCIÓN

El objetivo de este trabajos es desarrollar una propuesta alternativa de construcción de vivienda de interés social para el área metropolitana de Bucaramanga utilizando estructuras de acero en lámina delgada; por tanto se busca reducir los tiempos de entrega y costos de los proyectos para este tipo de viviendas, realizándose generalmente en sistemas artesanales; por tal motivo se plantea incorporar un sistema estructural que se más rápido y eficiente en la construcción pero manteniendo la configuración arquitectónica de la vivienda, la cual se define a partir de parámetros habitacionales de la comunidad beneficiaria.

Se espera que el desarrollo de este trabajo permita ampliar el universo de posibilidades en el desarrollo de proyectos de viviendas de interés social a los proyectistas de las entidades del estado en la búsqueda de soluciones óptimas y oportunas a esta problemática, ya que encontrar una forma de solución eficiente y al alcance de las posibilidades económicas se ha convertido en una meta difícil de alcanzar viéndose afectados los sectores de más pobreza que a su vez son los más vulnerable.

La investigación realizada describe en primer lugar la problemática del déficit de vivienda comparado con algunas ciudades del país y otros países de Latinoamérica, en segundo lugar se dio a conocer algunos sistemas constructivos usados actualmente en Colombia, posteriormente se hizo un esquema constructivo para los dos sistemas estudiados como son el sistema en acero de lámina delgada y el sistema en mampostería confinada y estructural, seguidamente se desarrolló un proceso de diseño de la alternativa estudiada haciendo los respectivos análisis, además la comparación de duraciones, costos de mano de obra, presupuesto para los dos sistemas resulta importante estudiar, finalmente cabe resaltar un pequeño análisis de costo/beneficio analizando las variables para obtener esta relación.

---

\* Proyecto de Grado.

\*\* Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, MEJÍA A. Guillermo.

## ABSTRACT

### TITLE

ALTERNATIVE OF CONSTRUCTION OF HOUSES OF SOCIAL INTEREST IN THE CITY OF BUCARAMANGA USING STRUCTURES OF STEEL IN THIN METAL PLATE.\*

### AUTHOR

DÍAZ REYES JUDITH MARCELA\*\*

### KEY WORDS

Houses, Social, Alternative, Construction, Steel, Comparison, Time, Price.

### DESCRIPTION

The main objective in this work is develop an alternative offer about construction in houses of social interest for metropolitan zone of Bucaramanga using structures of steel in thin metal plate; there fore, I look for reduce the time to deliver, and price about the project for this type of houses generally working in artisan system, for this reason my idea is to include a structure system, because It will be faster and efficient in the construction but maintaining the architectural construction of the houses, which is defined through parameters of the profit community.

I hope that the development of this labor permit to enlarge the universe of possibilities in the development about projects of social interest to people that works for the government in order to look for the best solutions to this problem. If I find a way of solution, for although our economic possibilities it will be better, because it has been through the time a very difficult goal to achieve, so the poor people are being affected.

The investigation made describes, first our problem about shortage houses doing comparison with some cities in our country and other countries in Latinoamerica, secondly, I give you to know some constructive systems used actually in Colombia, and finally I did my constructive scheme for both system studied, such as steel system in thin metal plate and confined masonry and structure, after I developed a process about a designee of alternative studied, It making all things of analysis, besides the comparison among time and price, about the workmanship, and the budget, for both systems, on the other hand It is very important to analyze about price/profit, taking into account the variable to get this relationship.

---

\* Grade Project.

\*\* Physics-Mechanics Engineering Faculty, Civil Engineering School, MEJÍA A. Guillermo.

## INTRODUCCIÓN

La población Colombiana ha estado sometida por muchos años al déficit de vivienda, aún más cuando los entes gubernamentales no tienen una orientación coherente en los programas de vivienda, especialmente en los sectores de más pobres que a su vez son los más vulnerables.

Encontrar una forma de solución eficiente y al alcance de las posibilidades económicas de la población se ha convertido en un derrotero difícil de alcanzar; esta es una gran razón para haber dedicado las paginas de este libro al estudio de este tema tan importante para el desarrollo socioeconómico del país.

Se espera que el desarrollo de este trabajo permita ampliar el universo de posibilidades en el desarrollo de proyectos de vivienda de interés social a los proyectistas de las entidades del estado en la búsqueda de soluciones óptimas y oportunas a esta problemática.

Para el desarrollo de esta tesis se contó con la orientación del Instituto de vivienda de interés social y reforma urbana del municipio de Bucaramanga "Invisbu", quienes establecieron los lineamientos principales a nivel técnico y social que fueron indispensables para direccionar la ejecución del proyecto hacia un escenario que va mas haya de lo académico y toca las fibras sensibles de la sociedad.

La presente investigación se divide en siete capítulos principalmente, el primer capítulo aborda la descripción del problema y marco teórico, en este capítulo se describirá la problemática del déficit de vivienda comparado con algunas ciudades del país y otros países latinoamericanos, además de la evolución de las políticas de vivienda de interés social, entre otros temas.

El segundo capítulo se describe algunos sistemas constructivos actualmente usados en Colombia, indispensables para tener criterios de comparación.

En el tercer capítulo llamado "Sistema Aporticado en Acero de Lámina Delgada Vs. Sistema en Mampostería Confinada", se estudiará los dos sistemas, además de ilustrar mediante un esquema el sistema constructivo de cada uno ellos.

En el cuarto capítulo se desarrolla el proceso de diseño de la alternativa estructural con acero de lámina delgada", se hará el respectivo análisis y diseño para esta alternativa para viviendas de interés social.

La comparación de duraciones, costos de mano de obra, presupuesto de los dos sistemas estudiados el sistema en estructura de lámina delgada y el sistema en mampostería confinada se trata en el quinto capítulo.

El sexto capítulo llamado “Análisis costo beneficio”, se hará una relación del costo y beneficio de la alternativa en lamina delgada y el sistema en mampostería confinada analizando las variables para obtener dicha relación.

Por último en el séptimo capítulo, se dará algunas conclusiones, con respecto al proyecto de grado desarrollado.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta alternativa de construcción de vivienda de interés social para el área metropolitana de Bucaramanga utilizando estructuras de acero en lámina delgada.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obtener una comparación de costos para un proyecto desarrollado en la ciudad de Bucaramanga en mampostería confinada con una alternativa de construcción metálica para viviendas de interés social.
- Realizar las programaciones de obra que permitan comparar los plazos de ejecución de las obras entre el sistema de mampostería confinada y el sistema de construcción de acero en lámina delgada.
- Determinar una alternativa que permita reducir el tiempo en la construcción de proyectos de vivienda de interés social.
- Realizar un estudio de beneficio / costo, de acuerdo con las necesidades de la población afectada y la alternativa de la solución planteada.

## 2. METODOLOGÍA Y ALCANCE

En búsqueda de reducir los tiempos de entrega y costos de los proyectos de VIS de la ciudad que generalmente se realizan en sistemas artesanales; se plantea la opción incorporar un sistema estructural que sea más rápido y eficiente en la construcción pero manteniendo la configuración arquitectónica original de la vivienda, la cual se define a partir de parámetros habitacionales de la comunidad beneficiaria.

- Se toma como patrón de comparación las viviendas del proyecto la feria las cuales se construyen en un híbrido de mampostería confinada y estructural.
- Se realiza la programación para una manzana de doce casas teniendo en cuenta la reducción en las cantidades por los muros y vigas compartidos.
- Para la comparación de costos se tiene en cuenta solo los costos directos, pues los costos indirectos tales como diseños, costo de lote, trámites etc, se asumen similares.
- Los precios y rendimientos se establecieron basándose en información obtenida de empresas constructoras de la ciudad.

Es importante resaltar que en este proyecto de grado no se tiene en cuenta el estudio financiero.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los principales problemas que se presentan para poder adquirir las viviendas son:

- Crecimiento progresivo de la población por aumento de la tasa de natalidad.
- Problemas de desplazamiento.
- Viviendas vulnerables ante eventos naturales.
- Demora en la construcción de las soluciones de vivienda.

En el área metropolitana de Bucaramanga habitan alrededor de 1'014.657 habitantes, con los problemas propios de las zonas urbanas de un país en desarrollo; entre ellos el déficit de vivienda y su incremento progresivo, acompañado además del crecimiento de la población en zonas subnormales. Este crecimiento sin control y la mala orientación de las políticas gubernamentales frente al tema, ha impedido la satisfacción adecuada de una necesidad fundamental como es el derecho a una vivienda digna.

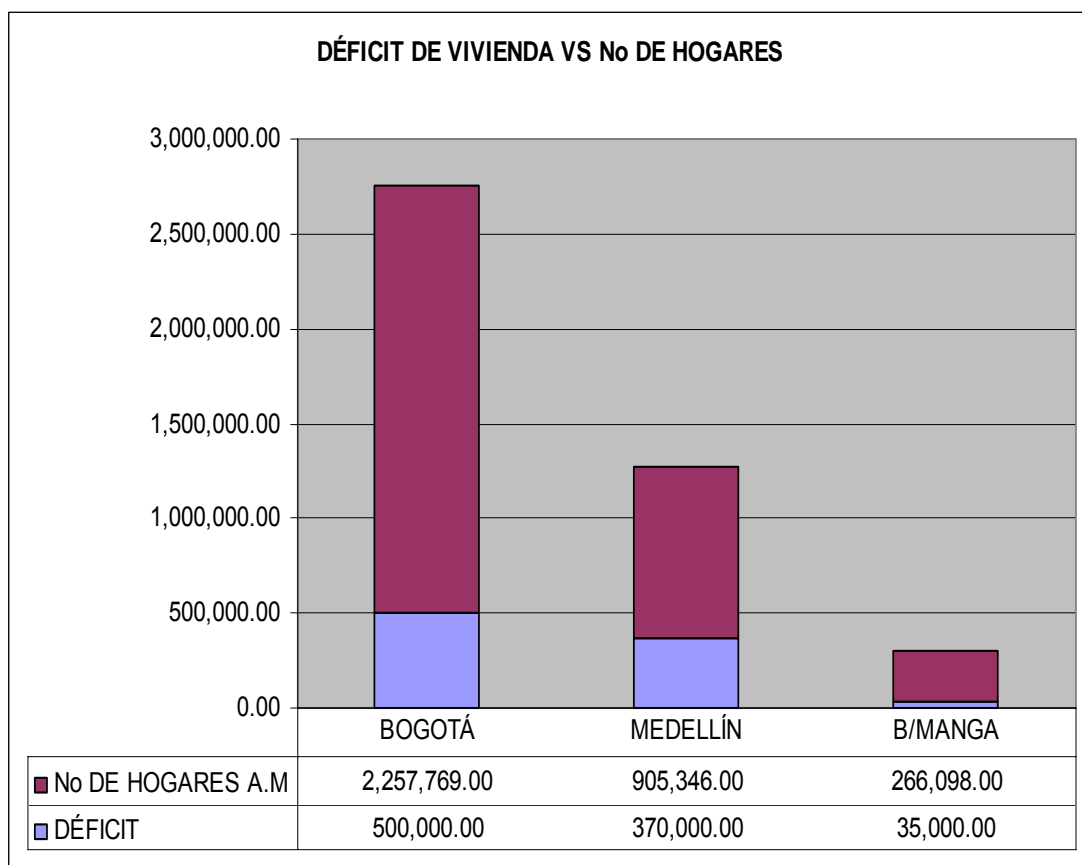
Además del incremento normal por la tasa de natalidad, la ciudad se ha visto afectada por problemas de desplazamiento desde las zonas rurales, ya sea por problemas de violencia o por la búsqueda de oportunidades en una ciudad capital. De otra parte, los desastres naturales en especial en temporada de lluvias han ocasionado un hacinamiento de familias que quedaron sin un techo dónde vivir. De allí que aumentó la ocupación ilegal de predios en los cuales se carece de condiciones de calidad, acceso adecuado a servicios, confiabilidad, aseguramiento ante el riesgo, acceso a educación, favorecimiento del esparcimiento, accesibilidad, entre otras; por lo cual se aumentó la magnitud del problema y la dificultad de solucionarlo.

Entre los factores que más influyen en la oferta y la demanda de VIS reflejados en las condiciones del mercado con la carencia de vivienda, se pueden mencionar:

- Agotamiento de tierras dentro del perímetro de servicios públicos disponibles.
- Altos costos de urbanización y construcción.
- Demora en la legalización de predios.
- Demora en la construcción.
- Costos adicionales por parte del urbanizador para entregar servicios públicos.
- Falta de sistemas adecuados de créditos de vivienda a largo plazo.

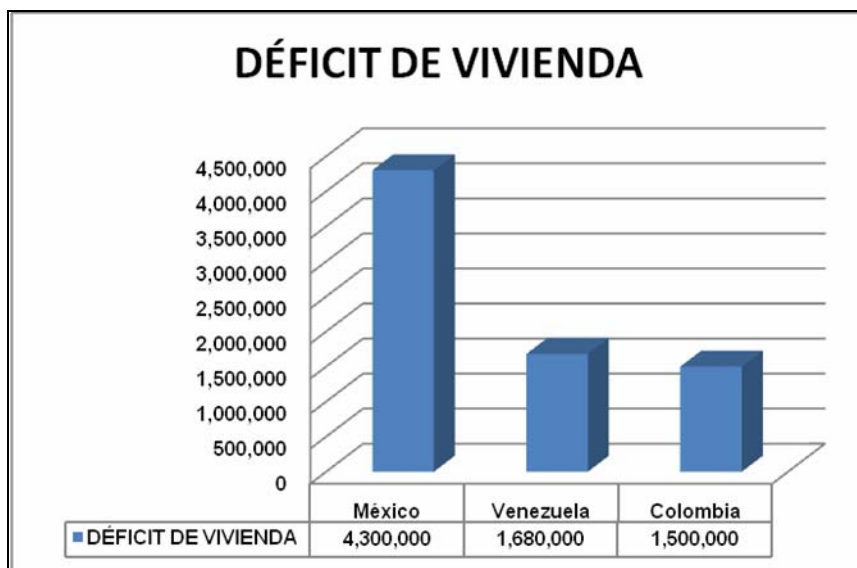
Para ampliar el panorama sobre esta problemática se presenta la evolución en los últimos años del déficit de vivienda en el área metropolitana de Bucaramanga y además se aborda el problema no solo desde el entorno local sino desde la experiencia nacional y latinoamericana. Procurando conocer los planes y el desarrollo de las alternativas constructivas que han planteado para disminuir el déficit y que posiblemente puedan funcionar también en la ciudad.

Observando el panorama de déficit de vivienda del área metropolitana de Bucaramanga con respecto al panorama nacional en ciudades como Bogotá y Medellín, es notoria la falta de vivienda en Bogotá, esto se debe a que en la ciudad capital hay 6,735,212 de habitantes, comparado con Medellín 2,093.624 habitantes y el área metropolitana de Bucaramanga de 1'014.657 de habitantes.



**Gráfica 1. Déficit de vivienda vs. no de hogares en algunas ciudades de Colombia**

A continuación se muestra en la gráfica 2 el déficit de vivienda en países tales como México, Venezuela y Colombia, observando que el mayor déficit de vivienda se encuentra en México con 105'260,000 habitantes, Venezuela con 25'000,000 de habitantes y Colombia con 45'000,000 de habitantes.



Gráfica 2. Déficit de vivienda en algunos países de Latinoamérica

### 3.2 OTRAS ESTADÍSTICAS DE VIS

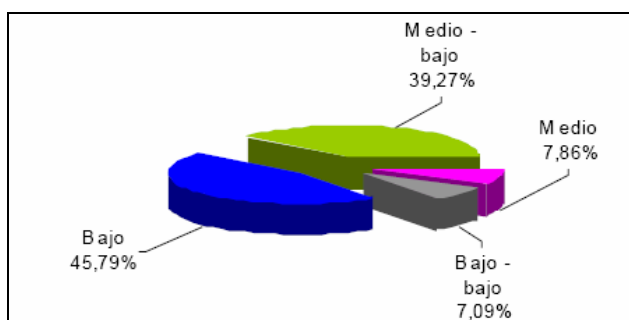
A continuación se muestra una serie de estadísticas importantes para tener una idea más clara y global con respecto a las VIS comparada con las viviendas de no interés social, en cuanto a estratos socioeconómicos, según áreas urbanas y sistemas constructivos por tanto la información a continuación mostrada, fue de fuente del DANE mostrándose una serie de estadísticas globales en el cual se encuentra incluida la VIS y la vivienda de No VIS, proporcionando información importante, por lo cual los datos estadísticos mostrados posteriormente son del Departamento Nacional de Estadística.

#### 3.2.1 Resultados por estratos socioeconómicos

Según una encuesta nacional de hogares realizada por el DANE, el 93% del déficit cuantitativo de vivienda en las ocho principales ciudades del país Bucaramanga, Bogotá, Barranquilla, Manizales, Medellín, Cali, Pasto, Cartagena, se concentra en los tres estratos más bajos de ingresos (Bajo-Bajo, Bajo, Medio-Bajo). Para aumentar la cobertura de los programas de dotación de vivienda en este último rango de ingresos se requieren esfuerzos tendientes a reducir los costos de construcción.

### 3.2.1.1 Para VIS:

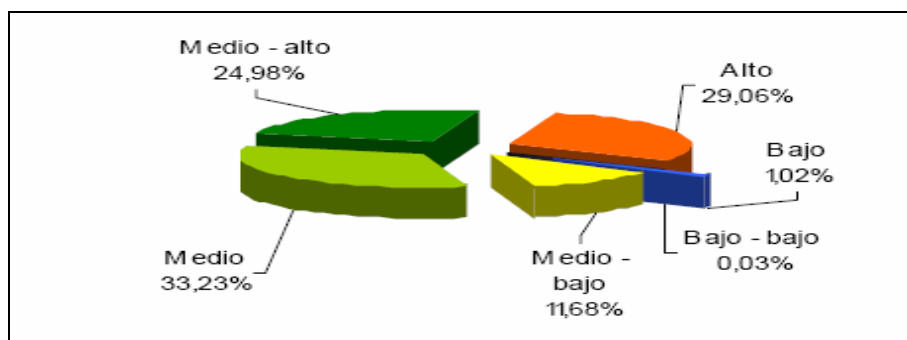
Al analizar el comportamiento de la VIS por estratos socioeconómicos, se observa cómo la mayor concentración del área para VIS se ubicó en el estrato bajo con el 45,79%, seguido del estrato medio - bajo con el 39,27%, el estrato medio con el 7,86% y el estrato bajo - bajo con el 7,09%, con lo cual quiere decir que el estrato de menos área para vivienda es el Bajo-bajo mientras que el bajo tiene el porcentaje de área para vivienda más alto que el de los demás estratos, esto se ilustra mejor a continuación:



Gráfica 3. Distribución del área para VIS, por estratos socioeconómicos<sup>1</sup>

### 3.2.1.2 Para No VIS:

Por otra parte, la vivienda diferente de VIS presentó la mayor área, en los estratos medio, alto, y medio - alto, con el 33,23%, el 29,06% y el 24,98%, respectivamente. Los estratos bajo y bajo - bajo presentaron la menor concentración del área, como se puede apreciar a continuación el estrato medio tiene el mayor área de distribución (33.23%), por el contrario el estrato bajo-bajo con un porcentaje prácticamente nulo de (1.02%).



Gráfica 4. Distribución del área para NO VIS, por estratos socioeconómicos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> DANE. Censo de edificaciones III trimestre de 2006. Boletín de prensa Bogotá D.C, 02 de enero de 2007. Pág. 9.

### 3.2.2. Resultados según áreas urbanas y metropolitanas

A continuación se especifica e ilustra cómo es la situación para las VIS y para las viviendas de No VIS, en siete ciudades importantes de Colombia, ya que es fundamental tener un panorama global de las viviendas en diferentes ciudades del país.

Descomponiendo los resultados el área urbanas y metropolitanas,

Bogotá presentó una participación del 47,48%, el 10,06% correspondió a VIS y el 37,42%, a vivienda diferente de VIS.

Medellín con 22,15%, el 2,79% para Vivienda de interés social y el 19,36% para vivienda diferente de VIS.

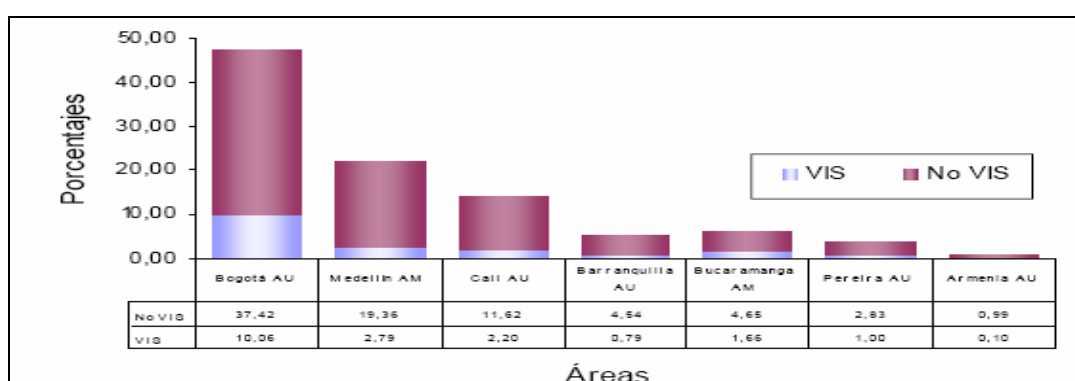
Cali, con 13,72%, el 4,32% para Vivienda de interés social y el 9,40% para vivienda diferente de VIS.

Bucaramanga, con 6,17%, el 2,58% para Vivienda de interés social y el 3,89% para Vivienda diferentes de VIS.

Barranquilla, con 4,55%, el 1,29% para vivienda de interés social y el 3,26% para vivienda diferente de VIS.

Pereira y Armenia sumaron, en conjunto, una participación del 5,73%, el 2,55% para VIS y el 3,18%, para vivienda diferente de VIS.

A continuación se ilustra gráficamente los resultados:



Gráfica 5. Distribución por tipos de vivienda, según áreas urbanas y metropolitanas<sup>2</sup>

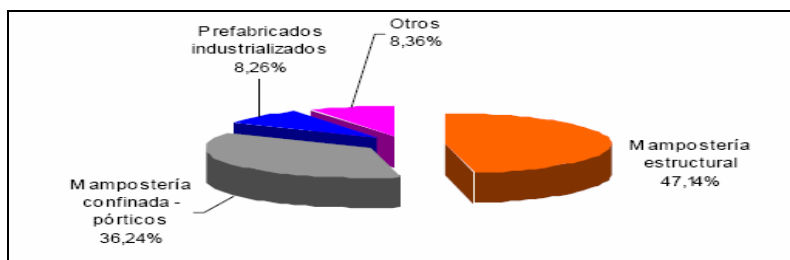
2 DANE. Censo de edificaciones III trimestre de 2006. Boletín de prensa Bogotá D.C, 02 de enero de 2007. Pág. 12.

### 3.2.3. Resultados según sistemas constructivos

En cuanto a sistemas constructivos tales como mampostería confinada, mampostería estructural, prefabricados, entre otros se ilustra cuál es el que más se utiliza en Colombia tanto para VIS como para vivienda diferente de interés social.

#### 3.2.3.1. Para VIS

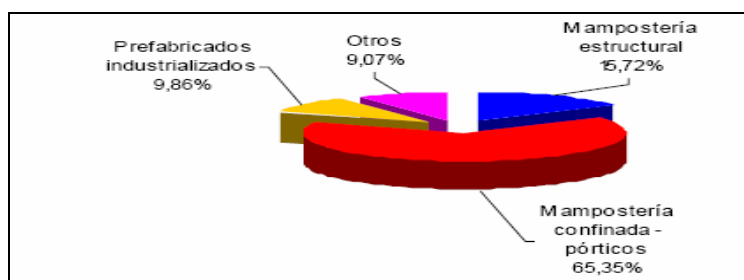
Al analizar los resultados de área y número de unidades por sistemas constructivos, se observa el siguiente comportamiento: El sistema constructivo más utilizado por metros cuadrados iniciados para VIS, fue **la mampostería estructural con el 47,14%**, seguido por la mampostería confinada - pórticos con el 36,24%, otros sistemas constructivos con el 8,36% y prefabricados industrializados con el 8,26%. Para la vivienda diferente de VIS, el sistema constructivo más relevante fue la mampostería confinada.



Gráfica 6. Distribución del área para VIS por sistemas constructivos<sup>3</sup>

#### 3.2.3.2. Para No VIS

Para la vivienda diferente de VIS, el sistema constructivo más relevante fue la mampostería confinada - pórticos con el 65,35%.



Gráfica 7. Distribución del área para NO VIS por sistemas constructivos<sup>3</sup>

<sup>3</sup> DANE. Censo de edificaciones III trimestre de 2006. Boletín de prensa Bogotá D.C, 02 de enero de 2007. Pág. 25.

### **3.3 EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA DE VIVIENDA SOCIAL<sup>4</sup>**

Entre los años 1939 y 1991, el Instituto de Crédito Territorial (ICT) fue el ente estatal encargado de atender las necesidades habitacionales de la población de bajos ingresos. El ICT desarrollaba directamente todas las acciones que conforman el ciclo de producir una vivienda, es decir, se encargaba de la planificación, diseño, construcción, asignación, y finalmente del financiamiento de largo plazo que requerían los beneficiarios, entregando créditos con tasas fuertemente subsidiadas. Con el tiempo el ICT evidenció altos grados de ineficiencia administrativa y morosidad de su cartera hipotecaria. Esta, entre otras causas, llevaron a que el Gobierno Nacional decidiera, a comienzos de los años noventa, proceder a su liquidación y a redefinir la política y sistemas de subsidio para vivienda social, enmarcándolos dentro de un nuevo marco del gobierno como facilitador de oferta privada junto con el uso de subsidios directos a la demanda, haciendo de Colombia uno de los países pioneros en la modernización de su política de vivienda social.

#### **3.3.1 Creación del Sistema de Subsidio Familiar de Vivienda (SFV)**

En el año 1991 se creó el sistema de SFV (subsidio familiar de vivienda). Este consiste en un aporte del Estado o una CCF (caja de compensación familiar) a hogares de menores ingresos para que, junto con su ahorro previo y, si fuera el caso, un crédito complementario, pueda adquirir o construir una solución de vivienda directamente del mercado.

En la primera fase de aplicación del SFV, hasta 1998, el sistema pasó por una larga curva de aprendizaje, demorando en consolidarse lo suficiente para crear un clima de confianza por parte de beneficiarios y oferentes. Con el tiempo el sistema fue adquiriendo estabilidad, alcanzando finalmente atender las necesidades habitacionales de un número importante de familias cada año.

No obstante, algunos aspectos del sistema continuaban problemáticos, tales como:

- El bajo monto del subsidio, que cubría en promedio sólo un 30% del valor total de la vivienda, limitó fuertemente el acceso al sistema de familias con baja capacidad de ahorro y limitado acceso al sistema crediticio, lo que se agravó al eliminar el ahorro previo programado como requisito para optar al SFV.
- Las continuas variaciones en las reglas del sistema, particularmente respecto a los tipos de soluciones de vivienda elegibles y los montos asignados al sistema por el presupuesto nacional dificultaron la participación y credibilidad en el sistema por parte de oferentes del sector privado.

<sup>4</sup> Documento del Banco Interamericano de Desarrollo. Programa de Vivienda de Interés social urbana Colombia. CO-0241. Pág. 4-8.

### **3.3.2 Ajustes a la política de subsidios**

Para atender a estas falencias, y con apoyo de una cooperación técnica del Banco, el gobierno realizó un estudio sistemático de su política de vivienda social, a raíz de lo cual resolvió poner en vigencia, a fines de 1999, una nueva normatividad para el sistema SFV, los principales aspectos de lo cual se refieren a

- Aumentar el monto del subsidio para cubrir, en promedio, un 60% del valor total de la vivienda.
- La aplicación del sistema de ahorro programado como requisito para optar al subsidio.
- Mejoramiento de la eficacia y transparencia del sistema mediante la unificación de los procedimientos de elegibilidad, promoción, asignación y pago del subsidio a las familias.

Para mejorar la estabilidad presupuestaria del sistema, la misma ley estableció que, durante un periodo de cinco años a partir del año 2000, el Presupuesto Nacional deberá asignar, como mínimo, el equivalente a US\$55 millones, destinados a financiar VIS.

### **3.3.3 Marco institucional del sector**

La misma norma jurídica que creó el SFV en 1991 reemplazó al ICT con una nueva entidad, el Instituto de Vivienda y Reforma Urbana (INURBE), encargada de administrar subsidios de vivienda urbana fundamentalmente para hogares con ingresos de cero a dos SMMLV. A pesar de un desempeño cuantitativo relativamente satisfactorio – alcanzando colocar un promedio de 20.000 subsidios por año – la institución recibió severas críticas, por razones de ineficiencia y falta de transparencia. Una de las deficiencias claves era la tecnología de información utilizada por INURBE para la administración de subsidios. En primer lugar, no se disponía de una tecnología de seguridad de acceso al sistema – por vía de bitácoras transaccionales – que permitiera monitorear y controlar intervenciones no autorizadas. Debido a esto, el sistema estaba expuesto a riesgos de alteración de información – sobre postulantes y proyectos de vivienda – y la consiguiente manipulación del proceso de selección de beneficiarios y de proyectos elegibles.

En segundo lugar, al no contar con bancos de datos completos y tecnología de procesamiento en línea, el sistema de INURBE no permitía una adecuada verificación de los datos presentados por hogares postulantes y firmas constructoras en la asignación de subsidios. Como resultado, después de un periodo de estudio de alternativas, a comienzos de 2003 el nuevo Gobierno encaró un plan de reforma y reestructuración institucional del sector habitacional que está siendo apoyado por el presente programa.

Una de las primeras medidas de reforma fue reforzar la función de entidad rectora del sector, creando el Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial (VMVDT), dentro de un nuevo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Paralelamente, se decretó la eliminación del INURBE, creando una nueva entidad, el Fondo Nacional de Vivienda (FNV), adscrita al VMVDT, para orquestar el sistema.

### **3.3.4 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)**

En lo que hace al sector vivienda, este Ministerio, a través del VMVDT (viceministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial), tiene como funciones la formulación y la coordinación de las políticas, planes y programas en materia habitacional integral y ordenamiento territorial. Para consolidarse en sus nuevas funciones rectoras el VMVDT requerirá de apoyo técnico y logístico del programa en su proceso de arranque.

### **3.3.5 Fondo Nacional de Vivienda (FNV)**

Esta entidad, cuyo Director Ejecutivo es a su vez el Director de la Dirección del Sistema Habitacional del VMVDT, sustituyó al INURBE. A diferencia del sistema administrado por el INURBE, que era altamente centralizada, bajo el nuevo sistema se utilizarán terceros, tanto desde la publicidad y promoción del SFV hasta el desembolso final de los subsidios y el control de cada una de las etapas del proceso. En lo que respecta a los procesos financieros, se contratará una entidad fiduciaria para el desembolso de subsidios a los beneficiarios. En el nuevo esquema adoptado para la tramitación de los subsidios de vivienda, el FNV establecerá un nuevo sistema de información y monitoreo que asegure seguridad y un mayor control y eficiencia de las operaciones. El programa apoyará en el diseño e implantación de estos sistemas.

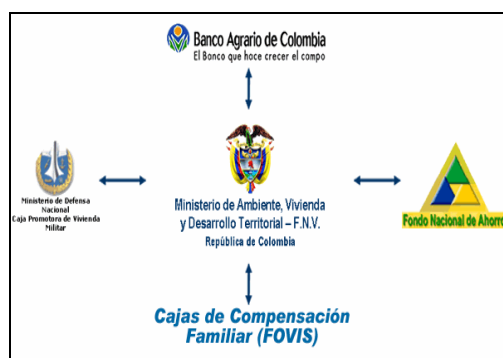
### **3.3.6 Cajas de Compensación Familiar (CCF)**

Las CCF son las principales entidades privadas que participan del sistema de SFV, y como tal, las únicas que junto con el FNV (EX-INURBE), desarrollan todo el proceso de postulación, asignación y pago del subsidio a la vivienda. Creadas en 1954 con el objetivo de proveer servicios sociales y subsidios familiares a trabajadores de empresas asociadas, sus servicios sociales se han expandido considerablemente y, desde 1990, incluyen el financiamiento del SFV. Su base original de ingresos proviene de un aporte patronal equivalente al 4% de la nómina de las empresas asociadas. Este aporte, que hoy alcanza aproximadamente US\$500 millones para el total de 55 Cajas en el país, se ha venido ampliando cada año con ingresos adicionales, principalmente de negocios conexos en salud, educación y mercados. Dependiendo del tamaño de la Caja, éstas dedican entre el 5% y el 27% al financiamiento del SFV.

Las Cajas cuentan con una buena capacidad de gestión en el área de subsidios de vivienda de interés social. Estadísticas para el año 2001 y 2002 muestran un promedio anual de aproximadamente 25.600 subsidios entregados con un valor promedio de US\$67 millones. Alrededor del 42% de estos subsidios fueron a beneficiarios de hasta dos SMMLV y el resto a beneficiarios de dos a cuatro SMMLV. Además de los subsidios administrados con sus propios recursos, bajo el nuevo sistema de administración de subsidios del FNV, a partir de diciembre del 2002 las Cajas comenzaron a asumir responsabilidad sobre el procesamiento de postulaciones a subsidios del FNV también. En lo que va de este año, las Cajas ya han procesado 10.500 asignaciones de subsidios del FNV y se espera el procesamiento adicional de otras 4.500 en lo que resta del año. La inspección, vigilancia y control de las CCF está a cargo de la Superintendencia de Subsidio Familiar la que emite los estándares y regula la periodicidad de informes que las CCF deben presentar. Todos estos informes están abiertos y disponibles al público en general.

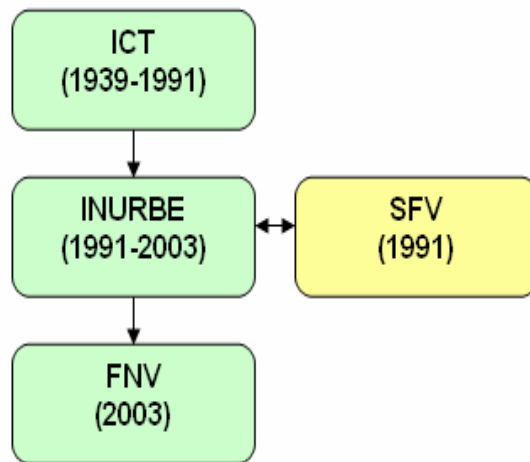
### 3.3.7 Entidades territoriales

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes, a las entidades territoriales les corresponde un rol cada vez más importante en el sector habitacional, sea en el financiamiento directo de proyectos de vivienda social y de mejoramiento de barrios, sea más indirectamente mediante la provisión de infraestructura básica y la regulación del uso de suelos. Del total de subsidios urbanos que otorga el gobierno central anualmente, aproximadamente un 40% reciben subsidios complementarios de gobiernos municipales para aumentar el subsidio total al hogar. Mediante este mecanismo, denominado de *esfuerzo municipal*, las entidades locales complementan el subsidio del gobierno central con recursos propios, generalmente en forma de terrenos y/o infraestructura. Asimismo, los municipios controlan la creación de nuevas urbanizaciones – mediante instrumentos legales, como los Planes de Ordenamiento Territorial (POTs), o la inversión directa en nuevas redes de infraestructura sanitaria y vial – y velando por la calidad de construcción de nuevos proyectos de vivienda, mediante licencias de construcción e inspección de obras.



Gráfica 8. La política de vivienda está en manos de algunas entidades<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia.



Gráfica 9. Evolución de la política de vivienda

### 3.4 POLÍTICA DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL; EXPERIENCIA EN OTROS PAISES

En los países de América Latina y el Caribe el 45% de los hogares está afectado por déficit habitacional, el que se incrementa a un ritmo superior a la cantidad de viviendas que se construyen anualmente en la Región. Sin embargo, un estudio reciente de CEPAL ha llegado a la conclusión que es posible en la región realizar inversiones que permitan plantearse la meta de frenar el crecimiento del déficit.

Existen dos clases de déficit en viviendas de interés social; el déficit cuantitativo, se refiere a la población de un país y a las viviendas que puedan existir en él, mientras que el déficit cualitativo se refiere a la calidad de vida esta se refiere exclusivamente a los servicios públicos, hacinamiento y los materiales que son o fueron construidas las viviendas; estas variables indican el estado en el cual viven las personas, si tienen una sana y adecuada manera de vivir o si su situación es precaria. Por otra parte es importante resaltar que con el transcurso del tiempo personas de bajos recursos tengan fácil acceso en la adquisición de vivienda propia, para así poder reducir el déficit habitacional.

#### 3.4.1 Política de vivienda para familias y personas de bajos ingresos

La definición de vivienda social es una convención en cada país. Depende de condiciones particulares, principalmente geográficas y climáticas del país, así como de factores culturales, hábitos y costumbres de sus habitantes. También puede depender del grado de insatisfacción o carencia que presenta la situación habitacional (intensidad del problema), de la cobertura (extensión del problema) y de la prioridad que la autoridad política le asigna, factores que inciden en la disposición de los gobiernos a destinar recursos a su solución.

En cuanto a la política para viviendas de interés social en Chile su principal propósito es focalizar o concentrar los subsidios en personas de bajos ingresos esta política habitacional se encuentra en el marco de la política social, en la que la superación de la pobreza es una prioridad, con lo cual se establece que el acceso a la vivienda y entorno digno es una necesidad, respecto a la cual el Estado y la sociedad asumen el compromiso de una solución eficaz y decidida en el tiempo; en Costa Rica la política tradicional de vivienda tienen en cuenta el ingreso familiar de acuerdo a cuatro estratos salariales. El primer estrato corresponde al salario mínimo de un obrero no calificado de la construcción, y los siguientes estratos son múltiplos del primero.<sup>6</sup>

El hacinamiento se define relacionando dos variables: el número de habitaciones (cuartos o dormitorios) y el número de personas que las ocupan. Se considera que viven en condiciones de hacinamiento los hogares donde hay más de dos personas por cuarto<sup>7</sup>.

### **3.4.2 Política de vivienda de interés social en Colombia**

La constitución contempla como derecho fundamental que los colombianos tengan vivienda propia. De aquí la importancia que el gobierno de subsidios a las familias más pobres para la adquisición de la vivienda.

El anhelo más grande que tienen las personas es poder tener casa propia, sintiendo una gran seguridad y bienestar; desafortunadamente algunas personas no pueden adquirir tan apreciado bien ya que las situaciones económicas no les permiten poder adquirirlas debido a diferentes factores como son el salario, el cual no les alcanza para poder hacer un préstamo a una entidad bancaria debido a los gastos que puede tener una familia tales como alimentación, educación a los hijos, entre otros.

La vivienda de interés social se asigna a personas de bajos recursos económicos con el fin de que éstas puedan vivir en un lugar digno, tengan una calidad de vida adecuada, además de bienestar y tranquilidad para toda una familia.

Sin embargo con el crecimiento continuo de una población es difícil adquirir viviendas de este tipo ya que la inversión del gobierno es limitado con lo cual hace que éstas personas deban cumplir algunos requisitos para poder obtener tan preciado bien.

<sup>6</sup> HELD, Günther. Políticas de vivienda de interés social orientadas al mercado: experiencias recientes con subsidios a la demanda en Chile, Costa Rica y Colombia. CEPAL. Santiago de Chile, Junio de 2000. Pág. 5-46.

<sup>7</sup> SZALACHMAN, Raquel. Perfil de déficit y políticas de vivienda de interés social: situación de algunos países en la región en los noventa. CEPAL. Santiago de Chile, Septiembre de 2000. Pág. 7-60.

## Objetivos<sup>5</sup>

- Mejorar la calidad de vida para los sectores más pobres.
- Reactivar la economía.
- Generar empleo.

Para que el éxito sea total se requiere principalmente del gobierno nacional en conjunto con las administraciones departamentales y municipales, además del sector privado de tal manera que la comunidad sea la beneficiada.

Lo importante de la política de vivienda de interés social es poder dar viviendas que cumplan con los servicios fundamentales, es decir se debe notar el mejoramiento en la calidad de vida de cada una de las personas que vivan allí.

### 3.5 PANORAMA DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN BUCARAMANGA

#### **INVISBU (Instituto de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana)<sup>8</sup>**

En la ciudad de Bucaramanga el ente encargado de las Viviendas de interés social es el **INVISBU**, (Instituto de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga), el cual vigila que las viviendas construidas por entes privados tengan las especificaciones y normativas respectivas, es el veedor de que se pueda cumplir con el objetivo principal de la política de vivienda de interés social como es el de mejorar la calidad de vida de los sectores menos favorecidos, son los responsables directamente de que las personas que adquieran estas viviendas estén satisfechas en su recinto familiar.

El Instituto de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga, fue creado el 25 de agosto de 1995 bajo el acuerdo 048, por el Concejo de Bucaramanga, como un establecimiento público del orden municipal con autonomía administrativa, presupuesto propio y patrimonio independiente.

Misión: Liderar, orientar, coordinar y concertar todas las acciones de los sectores público y privado en la solución de necesidades de vivienda, utilizando para ello los instrumentos establecidos por la ley.

Visión: Ser el alivio a los hogares menos favorecidos y mejorar su calidad de vida supliendo necesidades básicas de vivienda.

---

<sup>8</sup> **INVISBU. Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga. NIT. 804.001.897-0.**

Todos los proyectos de vivienda nueva tienen inmerso un plan social que los desarrolla la subdirección operativa y que apuntan a su sostenibilidad y desarrollo socioeconómico, el cual contiene los siguientes puntos:

- Desarrollo alternativo
- Organización y participación
- Educación Ambiental
- Acompañamiento a las familias vulnerables para su relocalización.
- Información y participación comunitaria.
- Proceso de contratación de mano de obra no calificada
- Salud.
- Recreación
- Recuperación de valores.

Además el INVISBU desarrolla programas de mejoramiento de vivienda para los estratos 1 y 2, este programa de mejoramiento de vivienda y saneamiento básico se lleva a cabo en la zona urbana y rural de la ciudad de Bucaramanga y consiste en atender las carencias básicas en la vivienda de los propietarios residentes en los diferentes barrios de los estratos 1 y 2 del Municipio de Bucaramanga y en los corregimientos I, II y III con la finalidad de superarlas.

La vivienda a mejorar debe presentar al menos una de las siguientes situaciones:

- Deficiencias en la estructura principal, cimientos, muros o cubierta.
- Carencia y antigüedad de acometidas domiciliarias de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica.
- Carencia o antigüedad de baños y/o cocina.
- Existencia de pisos en tierra o en materiales inapropiados.
- Construcción en materiales provisionales tales como latas, tela asfáltica y madera de desecho.
- Existencia de hacinamiento crítico, cuando el hogar habita en una vivienda con más de tres personas por cuarto, incluyendo sala, comedor y dormitorios

Tiene como objetivo brindar una mejor calidad de vida a la familia principalmente en la parte de higiene. Para acceder a los proyectos de mejoramiento de vivienda urbano y rural es necesario cumplir con los siguientes requisitos:

- Conformar un hogar
- El hogar postulante debe habitar de manera permanente la vivienda que será objeto de las acciones de mejoramiento.
- En los casos de mejoramiento el subsidio familiar de vivienda de interés social sólo se podrá destinar a viviendas tipo 1 y 2".

- Ninguno de los miembros de hogar beneficiario podrá ser poseedor o propietario de otro lote de terreno y/o otra solución de vivienda diferente a aquella que se va a mejorar.
- Que la vivienda a mejorar tenga por lo menos una de las carencias básicas.
- Estar al día en el pago del impuesto predial.
- Que acredite propiedad a través del certificado de libertad y tradición para la zona urbana y para la zona rural si no lo posee debe presentar certificación de la alcaldía de sana posesión.
- Que la vivienda no tengan ningún gravamen o hipoteca.
- Que la vivienda objeto de mejoramiento no se encuentre en zona de alto riesgo, mediante concepto geotécnico del uso del suelo expedido por la Oficina de Planeación Municipal.
- Que el barrio donde se encuentran las viviendas que desean ingresar al programa esté debidamente legalizado.
- En ningún caso se podrá atender viviendas o zonas de la vivienda que se encuentren en arriendo.

### 3.5.1 Requisitos para el proceso de asignación del subsidio familiar de vivienda

- Tener conformado un hogar. (cónyuges, hijos, padres, hermanos, tíos, sobrinos, nietos, abuelos).
- Tener ahorro programado con mínimo el 10% del valor de la vivienda que va a postular.
- Los ingresos del grupo familiar deben ser iguales o inferiores a cuatro salarios mínimos legales vigentes, es decir \$1.734.800.
- Ninguna de las personas que conforma el hogar puede ser propietario de inmueble alguno.
- Tener capacidad de endeudamiento por parte de una entidad que otorgue préstamos de vivienda.
- 

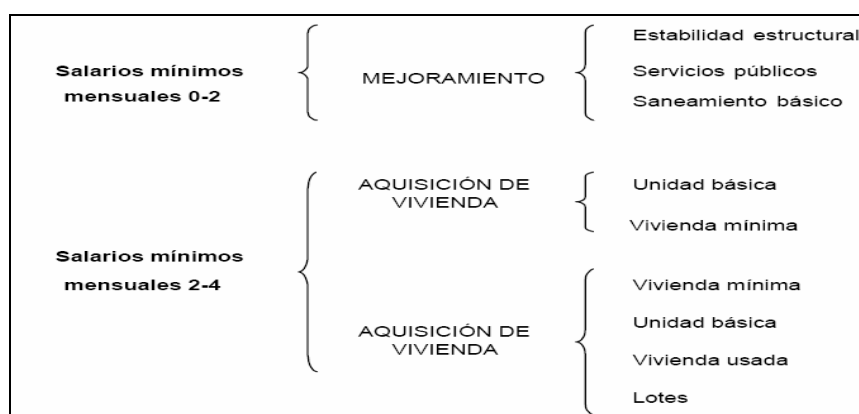
Tipo	Valor Vivienda en SMLV	Valor de las viviendas	Valor del Subsidio
1	50 Salarios Mínimos	\$21.685.000	\$9.107.700
2	70 Salarios Mínimos	\$30.359.000	\$6.071.800
3	100 Salarios Mínimos	\$43.370.000	\$3.035.900
4	135 Salarios Mínimos	\$58.549.500	\$433.700

Tabla 1. Tipos de vivienda-año 2007<sup>8</sup>

<sup>8</sup> INVISBU. Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga. NIT. 804.001.897-0.

Existen dos alternativas de vivienda:

- ✚ Nueva existen dos alternativas, la unidad básica, consistente en un espacio de uso múltiple con cocina, baño y lavadero y la vivienda mínima que tiene habitaciones separadas y otros desarrollos adicionales.
- ✚ El mejoramiento de vivienda y entorno consiste en subsanar problemas de estabilidad estructural, servicios públicos y saneamiento básico y se desarrolla dentro de programas integrales de mejoramiento de la infraestructura comunitaria.



Gráfica 10. Esquema de programas de vivienda de interés social<sup>9</sup>

Las viviendas de interés social deben contar con servicios tales como:

**Servicio de agua potable:** Debe tener una excelente calidad de agua, además de abastecimiento, distribución a cada una de las viviendas en las cuales se encuentran las personas beneficiadas y que se les ofrece una excelente calidad de vida.

**Servicio de alcantarillado:** Se debe evacuar las aguas desde el interior de la casa hacia las redes públicas para que estas sean llevadas a una planta de tratamiento especial para este tipo de agua.

**Servicio de electricidad:** Se debe suministrar a cada una de las viviendas luz interiormente así como garantizar el alumbrado público en calles, vías.

<sup>9</sup> **CHIAPPE DE VILLA, María Luisa.** La política de vivienda de interés social en Colombia en los noventa. CEPAL. Santiago de Chile, Junio de 1999. Pág. 13.

El INVISBU viene desarrollando diferentes programas de vivienda nueva a través de los subsidios familiares de vivienda que otorga el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Estos son<sup>8</sup>:

- **CIUDADELA CAFÉ MADRID:** Este proyecto consta de 405 unidades de vivienda destinadas para las familias que durante muchos años ocuparon este sector del Café Madrid y que está conformado en mayor parte por familias desplazadas por la violencia, mujeres cabezas de hogar y familias completas que vinieron a esta ciudad a buscar mejores oportunidades de vida.
- **CLAVERIANO:** Dirigido exclusivamente a 275 familias que durante mucho tiempo estuvieron asentadas en una vía vehicular denominada Altos de Transición en calidad de invasores.
- **HAMACAS VILLA ALEGRÍA:** Destinado para 136 familias provenientes del sector barrio Mirador del Norte, proyecto en ejecución mediante convenio de la CDMB.
- **LA ESTACIÓN:** Consta de 640 apartamentos cuyos beneficiarios son las familias desplazadas, destechadas y emigrantes económicos que ocupan actualmente la antigua zona de los ferrocarriles nacionales.
- **VILLAS DE SAN IGNACIO:** Los beneficiarios de este proyecto son las familias beneficiarias del Subsidio a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial que se encuentran en el censo que realizó la Oficina de Atención y Desastres de la Alcaldía de Bucaramanga y que fueron víctimas de la ola invernal del pasado 12 de febrero del 2005, En total son 2222 soluciones de vivienda para igual número de familias.
- **PASEO LA FERIA:** Los beneficiarios de este proyecto son todas aquellas familias que cumplen con los requisitos que se encuentran en el Decreto 975 del 31/03/2004 en relación con el Subsidio Familiar de Vivienda de interés social.

Uno de los objetivos de este proyecto es obtener una comparación de costos para un proyecto desarrollado en la ciudad de Bucaramanga en mampostería confinada con una alternativa de construcción metálica. Para tal efecto se escogió el proyecto La Feria. De tal manera que a continuación se extiende la descripción de dicho proyecto. El proyecto consta de 5 etapas distribuidas así:

---

<sup>8</sup> INVISBU. Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga. NIT. 804.001.897-0.

**A. EJECUTADOS**

<b>ETAPA</b>	<b>No DE VIVIENDAS</b>
1	96
2	56
3	120
<b>. VIVIENDAS EJECUTADAS</b>	<b>272</b>

**B. PARA POSTULACIÓN**

<b>ETAPA</b>	<b>No DE VIVIENDAS</b>
4	116
5	92
<b>VIVIENDAS PARA POSTULACIÓN</b>	<b>208</b>

<b>VIVIENDAS EJECUTADAS Y PARA POSTULACIÓN</b>	<b>480</b>
<b>PASEO LA FERIA</b>	

Tabla 2. Etapas ejecutadas del proyecto paseo la feria

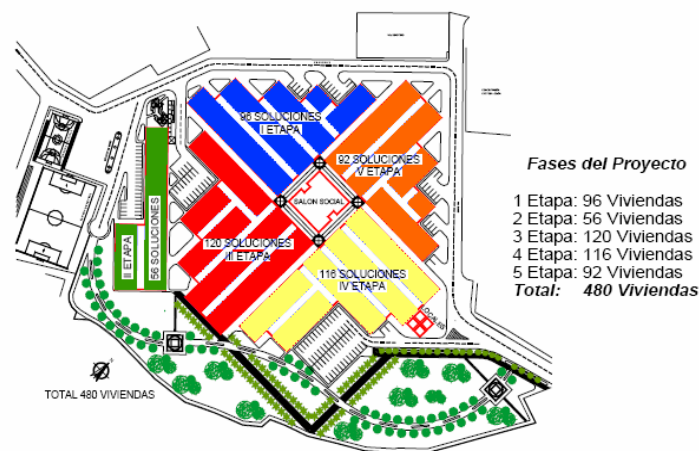


Fotografía 1. Localización del proyecto paseo la feria<sup>8</sup>

<sup>8</sup> INVISBU. Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga. NIT. 804.001.897-0.

Esta urbanización se encuentra ubicada en el sector oriental de la comuna 4 de la ciudad de Bucaramanga, Santander, cerca al parque Girardot en donde antes se realizaban exposiciones ganaderas. Para este proyecto contemplaron áreas de desarrollo urbano. El proyecto total consta de un área de lote de aproximadamente 40041 m<sup>2</sup>.

En cuanto al modelo urbanístico, se cuenta con 480 soluciones de viviendas de interés social, existiendo vías internas peatonal proporcionando seguridad a las personas que allí habiten. Cada manzana tiene entre 12 y 16 viviendas, las 480 soluciones de vivienda se encuentran divididas en 5 etapas respectivamente, como se muestra a continuación:



Fotografía 2. Fases del proyecto paseo la feria

Arquitectónicamente es una vivienda de dos niveles, el cual consta de cocina, baño, y patio de ropa, en el segundo piso hay dos habitaciones y un baño. El área total bajo cubierta es de 45.49 m<sup>2</sup>.

#### 4. ALGUNOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ACTUALMENTE USADOS EN COLOMBIA

En este capítulo se da un vistazo a los sistemas constructivos que se están usando en Colombia o que de alguna manera están tratando de entrar al mercado de la construcción. En general se observa que las alternativas presentadas en este capítulo tienen puntos a favor que en determinada situación y con las condiciones apropiadas resultan una alternativa viable para un proyecto de construcción de vivienda.

<sup>10</sup> Antes de entrar en definiciones es importante aclarar que para cualquier material o sistema constructivo, no existe un nicho único en el que sea dominante o claramente superior a otros. Se trata de una situación dinámica que depende, entre otros, de factores como:

- a) El diseño general del proyecto (configuración arquitectónica, luces, alturas).
- b) Soluciones estructurales aplicadas (sin duda, aparte de algunos sistemas que son los más favorables para un caso determinado, también se reconoce que en muchas situaciones lo más favorable son combinaciones de sistemas, estructuras mixtas que aprovechan diversas características favorables de distintos sistemas y materiales). No hay duda de que, además, dentro de las grandes familias de soluciones (por ejemplo en concreto los sistemas aporricados, o en metal sistemas de entramados tanto en muros portantes como entrepisos) hay también subconjuntos o alternativas de detalle de configuración de elementos específicos dentro de tales sistemas que generan a su vez más opciones por validar (por ejemplo, clases de entrepisos, clases de columnas, clases de muros pantalla).
- c) Evaluación integral de las soluciones, que comprende no solamente los vectores costo y tiempo sino también una serie sistemática de características para puntuar el conjunto completo de un sistema versus otros, de manera que se ponderen aspectos cualitativos muy importantes como su constructibilidad (termino que se usa para referirse a facilidad y conveniencia constructiva), su inversión inicial (muy importante, como se sabe en algunos sistemas industrializados en concreto con efectos sobre la escala mínima de unidades de los proyectos para hacerlos viables, competitivos o superiores).
- d) Precios de mercado puntuales.

---

<sup>10</sup> VARGAS CAICEDO, Hernando. Comentarios. 2007

El diseño influye sustancialmente en la competitividad: por ejemplo, una planta arquitectónica óptima para torre de apartamentos en mampostería estructural o sistemas de túnel, o de grandes paneles, o de pórticos en concreto puede tener diferencias en configuración y dimensiones espaciales que hacen que no podamos comparar peras con manzanas.

Dentro de las familias de construcción metálica y de estructura metálica hay muchas combinaciones y variantes también: pórticos rígidos con diversas clases de entrepisos y diversas clases de columnas; pórticos semirígidos con ayuda de cortinas de rigidez localizadas apropiadamente, otra vez con alternativas en columnas y entrepisos; sistemas de entramados (muros con elementos que conforman paneles resistentes a carga vertical y fuerzas horizontales), con alternativas en entrepisos.








Existe diversidad de sistemas constructivos de los cuales unos son más utilizados unos que otros cada sistema tiene su propia clasificación con condiciones estructurales y arquitectónicas completamente diferentes<sup>10</sup>.

En este capítulo es importante resaltar que el estudio mostrado a continuación es un resumen de la investigación realizada por la Universidad de los Andes por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental en el Área de Ingeniería Gerencia y Construcción en Abril del año 2000 para la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá llamado Metrovivienda “Inventario de Sistemas Constructivos”.

Metrovivienda es un estudio para solución de problemas de Vivienda de Interés Social (VIS) en Santa Fe de Bogotá. El objetivo específico que persiguió fue el de realizar un inventario de los principales sistemas constructivos para VIS.

Este estudio se fundamentó únicamente en información existente obtenida de proveedores, constructores y fabricantes de los diferentes sistemas constructivos inventariados. Para su elaboración no se realizaron ensayos ni mediciones directas. Se realizó un análisis y una síntesis de la información obtenida.

Algunos de los diferentes sistemas constructivos para VIS que fueron estudiados son:

-  Mampostería reforzada
-  Mampostería Confinada
-  Eternit
-  3D Panel
-  Speed co
-  Colditec
-  Corpacasa

#### 4.1 MAMPOSTERIA REFORZADA<sup>11</sup>

La mampostería reforzada conduce a edificaciones poco aptas para lograr una amplia variedad de estilos desde el punto de vista arquitectónico, al mismo tiempo que no es flexible para hacer modificaciones una vez habitada puesto que la mayoría de los muros son estructurales.



Fotografía 3. Sistema en Mampostería reforzada

El sistema de mampostería reforzada se fundamenta en la construcción de muros con piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzadas internamente con barras y alambres de acero, cumpliendo los requisitos de análisis, diseño y construcción apropiados, como los establecidos en el capítulo D.7 del NSR-98. Este sistema permite la inyección de todas sus celdas con mortero de relleno, o inyectar solo las celdas verticales que llevan refuerzo, dependiendo de la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico definida para el diseño sismo resistente de la edificación. La construcción se realiza por medio de procedimientos y actividades tradicionales de mampostería, aunque los muros pueden prefabricarse formando paneles.

El sistema de muros de mampostería reforzada conforma la estructura vertical de soporte de las edificaciones construidas con este método. Por lo cual los demás subsistemas deben ser integrados a la mampostería, diseñándolos para este fin desde el inicio del proyecto.

El desarrollo de la mampostería reforzada aprovecha el comportamiento del concreto reforzado situado en las celdas de las unidades y la resistencia a esfuerzos cortantes de la mampostería dispuesta en el muro. La mampostería reforzada consiste en un sistema en el cual el ensamble de las unidades con los demás componentes, permite la conformación de una estructura monolítica que responde estructuralmente ante requerimientos sísmicos. Este sistema constructivo cumple funciones estructurales y arquitectónicas.

<sup>11</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. Mampostería reforzada. Pág. 23-43.

## **VENTAJAS**

- Disminución de desperdicios de material de muros y acabados dada la modulación de las unidades de mampostería, permitiendo aplicar directamente sobre los muros, estucos delgados o pinturas, o aprovechar la textura y colores propios de las unidades corrientes o de las que tienen características arquitectónicas.
- Los elementos de la fachada pueden ser portantes, brindando la doble función estructural y arquitectónica.
- Dentro de las celdas verticales de los muros elaborados con bloques, se pueden colocar las conducciones eléctricas, hidrosanitarias y de telecomunicaciones. Además se eliminan, en gran cantidad las perforaciones de los muros, las reparaciones y los desperdicios, reduciendo la mano de obra, fijaciones y materiales de reparación.
- Se elimina la utilización de formaletería y obra falsa de la estructura vertical, ya que el refuerzo en esta dirección se coloca dentro de las celdas de las unidades de mampostería.
- Permite utilizar entrepisos totales o parcialmente prefabricados dando mayor velocidad al proceso constructivo.
- Por las características físicas de las unidades, la mampostería reforzada provee al sistema un buen aislamiento térmico y acústico.
- Es un método tradicional que se encuentra contemplado en la Norma NSR-98.

## **DESVANTAJAS**

- Por ser un sistema estructural diferente al de pórticos y otros sistemas de muros, se hace indispensable un riguroso control sobre los procedimientos de manejo y colocación de sus materiales.
- Requiere de un diseño arquitectónico riguroso que permita la adecuada modulación vertical y horizontal de los muros.
- Dado que la mampostería construida con este método es estructural, no se pueden modificar indiscriminadamente los espacios interiores de las edificaciones.
- Por la novedad del sistema constructivo se requiere del entrenamiento inicial de la mano de obra no conocedora del sistema.
- Tiene un peso ligeramente mayor que las edificaciones de pórticos de concreto con particiones livianas.
- Por las características del relleno de las celdas de las unidades, su dureza dificulta la modificación o que se perfore o se clave en ellos.
- Se deben especificar las celdas por las cuales van colocadas las redes y la altura a la cual quedarán las cajas y orificios de las mismas, lo cual implica cortar las unidades con anterioridad a su colocación en el muro, o pedir las al proveedor si se encuentran disponibles comercialmente.

## 4.2 MAMPOSTERIA CONFINADA<sup>12</sup>

Está conformada por muros construidos con ladrillos pegados con mortero confinados por sistemas de concreto reforzado tradicionales como columnas. Es un sistema sobre el cual existe amplia experiencia constructiva en Colombia y cuenta con un buen soporte experimental y analítico. La mayor parte de las ventajas y desventajas relativas frente a sistemas constructivos diferentes, son compartidas con la mampostería estructural. Es apta para construcciones en altura hasta unos seis pisos.



Fotografía 4. Sistema en Mampostería confinada

Entre los dos sistemas de mampostería, reforzada y de muros confinados, diferentes características y apreciaciones de constructores y diseñadores han terminado favoreciendo la estructural sobre la de muros confinados.

<sup>12</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. Mampostería confinada.

### 4.3 VIVIENDA CELULAR ETERNIT<sup>13</sup>

El poco peso y la mayor parte de la obra en seco, le confieren ventajas. La calidad de los componentes corresponde a las de fábrica, lo cual asegura un buen producto. El sistema permite el empleo de diferentes tipos de acabado y logra una aproximación arquitectónica que parece satisfactoria con procesos constructivos simples. El sistema no permite construcciones de más de dos pisos.

La durabilidad de acabados y componentes en el largo plazo no cuenta con una experiencia local. Viviendas de dos pisos requieren una estructura metálica que tiene incidencias en la celeridad de la construcción y en su costo. No hay experiencias a escala natural sobre estas posibilidades. El aislamiento térmico y acústico requiere una doble lámina y no se conoce la reacción de los potenciales usuarios a un sistema constructivo como este. La vivienda celular Eternit es una nueva alternativa conformada por muros estructurales de fibrocemento. Las células de fibrocemento que conforman el sistema son prefabricadas en planta y transportadas al sitio de destino final para ser ensambladas de acuerdo con el diseño arquitectónico.



Fotografía 5. Vivienda celular eternit

La técnica de edificación utilizada es relativamente nueva. Los primeros estudios llevados a cabo para la construcción de vivienda a través de este sistema se realizaron hace aproximadamente dos años en la planta de producción de la empresa Eternit. Estos estudios arrojaron como resultado un sistema de vivienda celular con propiedades sismo-resistentes. El sistema de vivienda celular es una técnica para construir módulos tridimensionales, utilizando elementos laminares planos y esquineras curvas de cemento reforzado, ensamblados entre sí mediante uniones mecánicas como: tornillos, remaches y pegantes epóxicos; y reforzados por medio de cintas de amarre verticales y horizontales. Las cintas de refuerzo pueden ir a la vista, ocultarse con pañete, o con otras placas.

<sup>13</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. Vivienda celular eternit. Pág. 71-85.

## **VENTAJAS**

- Por las características físicas, como el peso y cantidad de material empleado para la fabricación de los elementos que conforman las células, el sistema de construcción es ágil, versátil y económico.
- Los procedimientos de aseguramiento de calidad, norma NTC-ISO 9002/94, implantados por Eternit garantizan las propiedades de los elementos que conforman el sistema.
- A partir de las placas planas se derivan elementos de los cuales se obtienen paneles para puertas, ventanas, vanos de paso entre otros. Los tramos de las partes cortadas se retiran y usan posteriormente.
- Fuerzas inerciales, generadas por sismo, mínimas, debido al bajo peso de la célula (aprox. 1200 Kg.), y su área total de acción (9.00 m<sup>2</sup>). Además, la disposición ortogonal de los muros en las dos direcciones en planta permite que exista simetría que evita torsiones en la edificación ante sismos. Además la conformación curva de sus esquinas ayuda a la orientación de las fuerzas horizontales originadas por viento.
- El sistema permite la aplicación de diferentes tipos de acabados tanto en muros exteriores como en los interiores, al igual que en los pisos.
- El sistema tiene una ocupación espacial de solo el 2 % en muros, lo cual hace que se aprovechen al máximo los espacios de la vivienda, y se pierda la sensación del espacio reducido de las células.

## **DESVENTAJAS**

- El bajo peso de la célula (aprox. 1200 Kg.) y el espesor de sus muros (12 mm), generan una inercia despreciable con relación a la inercia del suelo. Por lo cual se requiere un elemento de transición que absorba los esfuerzos inerciales producidos por el sismo.
- En terrenos con alto grado de permeabilidad, se debe impermeabilizar la base construida con láminas de polietileno, que además funcionen como una barrera de vapor entre capas.
- Para casas de dos pisos el sistema de vivienda celular debe utilizar una estructura metálica que soporte las cargas del segundo piso (paredes y placa).
- Debe aplicarse una capa para evitar las manchas y la condensación de las láminas.
- Reacción cultural a los acabados y textura finales de las paredes con poco espesor.
- El sistema de construcción se encuentra en estudio, al igual que el comportamiento estructural. El sistema de construcción celular no se encuentra descrito en la Norma NSR-98.

#### 4.4 3D PANEL<sup>14</sup>

El sistema constructivo permite el empleo de mano de obra no calificada y puede suministrar una buena calidad de vida a los ocupantes. Como la edificación emplea paneles que se pueden combinar con otros sistemas, el rendimiento obtenido puede ser sobresaliente. El sistema no permite construcciones en altura.

El sistema constructivo 3D Panel es un sistema de construcción basado en la utilización de paneles. Los paneles son prefabricados a escala industrial con los equipos y la asistencia técnica de Austria. Por medio de esta línea, totalmente industrializada, es posible producir paneles en serie para proyectos de construcción de cualquier tamaño. Los paneles de 3D son fabricados en una línea de soldadura totalmente automática que ensambla los tres componentes: malla electrosoldada, aceros espaciadores y el núcleo aislante (poliestireno), conformando un elemento tridimensional. Una vez son colocados en posición los paneles en la obra se les aplica concreto por las dos caras.



Fotografía 6. Sistema 3D panel

Este es un sistema constructivo que comprende la construcción de la estructura vertical, la estructura horizontal, las fachadas, las cubiertas y la tabiquería. Se debe incorporar en obra la cimentación de acuerdo con el tipo de suelo, las puertas, las ventanas, los acabados en pisos, paredes, techos y exteriores, y las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas natural. Una de las características del sistema es que se puede combinar con otros sistemas constructivos como por ejemplo la mampostería. Esta característica favorece un gran número de posibilidades tanto desde el punto de vista estructural, como desde el punto de vista de acabados.

<sup>14</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. 3D panel. Pág. 105-120.

## **VENTAJAS**

De acuerdo con las guías facilitadas por los proveedores del sistema 3D en Colombia, las ventajas más importantes que presenta este sistema son:

- Se adapta a las condiciones de mano de obra y materiales de la zona en la que se realice el proyecto.
- Brinda una muy buena calidad de vida a sus ocupantes. Tiene un excelente aislamiento térmico y acústico y sus paredes en concreto impiden que puedan ser perforadas fácilmente en caso de vandalismo o robo.
- Usa elementos prefabricados producidos a escala industrial. Esta condición permite realizar obras de grandes volúmenes a relativo bajo costo.
- Ofrece gran rapidez constructiva con ahorros de hasta 60% en tiempos de ejecución de la estructura básica del sistema.
- Se pueden lograr ahorros en costos, ya que reduce los costos tradicionales de encofrados, estructuras independientes de concreto u otras, maquinarias especiales para elevación, colocación, etc. y mano de obra especializada.
- Se adapta fácilmente a cualquier detalle de diseño y arquitectura. Los paneles se pueden cortar de acuerdo con las necesidades del proyecto con herramientas de mano convencionales o con sierras eléctricas.
- Cumple con las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 que rige desde febrero de 1998. Sin embargo, el sistema constructivo como tal no se encuentra contemplado explícitamente en las normas NSR-98.

## **DESVENTAJAS**

Dentro de los aspectos que se consideran pueden acarrear algún tipo de inconveniente con la utilización de este sistema se encuentran:

- Los paneles 3D tienen que ser importados desde Venezuela. Esto implica unos sobrecostos de alrededor del 25% en transporte. Además se está supeditado a las relaciones comerciales entre los dos países.
- A pesar de que el sistema no requiere de mano de obra especializada es necesario proporcionarle un entrenamiento previo, puesto que se trata de un sistema novedoso que muchos desconocen.
- Si no se tiene el control y cuidado necesario se pueden generar desperdicios considerables en concreto.
- Es un sistema muy rígido que dificulta realizar ampliaciones o algún tipo de modificación que no se tengan previstas.

## 4.5 SPEEDCO<sup>15</sup>

El sistema permite una construcción rápida a partir de elementos prefabricados que cuentan con el control de calidad de fábrica. La durabilidad de los materiales es notable frente a agentes naturales y se pueden suministrar con texturas diferentes, pero no permite construcciones en altura.



Fotografía 7. Sistema Speedco

El sistema requiere una estructura metálica para edificaciones de dos pisos y además impone la participación del fabricante en puntos clave de su desarrollo. Como en los casos anteriores, no hay experiencia sobre la actitud del comprador potencial del sistema.

### VENTAJAS

- El sistema constructivo tiene características de rapidez y eficiencia en los materiales. La rapidez de la construcción se logra ya que se cuenta con elementos pre-diseñados, no se necesitan herramientas, equipos especializados ni requieren mano de obra calificada.
- El sistema constructivo SpeedCo es un método industrializado de obra seca, que se fundamenta en la tecnología de producción de paneles Termo Wall buscando la economía de la construcción con la eficiencia del proceso.
- Los materiales de construcción son entregados en las cantidades y medidas precisas sin generar escombros ni material de desperdicio y permitiendo la planeación estricta de la obra. Para facilitar el montaje y transporte SpeedCo ha desarrollado soluciones integrales con paneles preensamblados y perfilera cortada, a través de diseños modulares y flexibles que se adaptan a cualquier montaje.
- 

<sup>15</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. Speedco. Pág. 135-146.

- Termo Wall ofrece características de durabilidad, resistencia y confort como: aislamiento térmico, conductividad eléctrica casi nula, comportamiento dinámico elástico, inmunidad biológica, baja retención de humedad, incombustible y auto extinguido, aislamiento acústico.
- Los requerimientos de la estructura de fundación son bajos, proporcionales al peso de la edificación.
- El equipo requerido para la instalación de los paneles consta de una dotación personal de herramientas comunes para el instalador.
- Los volúmenes de construcción en proyectos grandes proporcionan economía en escala, ya que el mayor número de unidades producidas reduce los costos de fabricación.

## **DESVENTAJAS**

- El sistema no se encuentra explícito en la Norma NSR-98. Por lo cual las memorias estructurales que acompañan cada proyecto deben estar acompañadas por los estudios realizados por el productor.
- Termo Wall (35 mm) no puede sobrepasar luces mayores de 6 m entre elementos sin refuerzo estructural adicional. No se debe utilizar como muro portante de una segunda planta o de apoyo de techos con pendientes muy pronunciadas (dependiendo de la longitud de la pendiente). Con paneles con espesores mayores (65, 120 mm), se pueden alcanzar luces más grandes, sin embargo debe evaluarse económicamente su viabilidad en VIS.
- Las edificaciones de dos pisos deben tener una estructura metálica que cargue la placa y le den consistencia a la construcción.
- Existen limitaciones en el desarrollo arquitectónico de espacios, asociadas a las impuestas por las características estructurales del sistema de construcción SpeedCo.
- La progresividad de la construcción requiere la asistencia técnica del fabricante.
- La aceptación socio económica de los paneles de poco espesor todavía no es reconocida en algunos sectores de la población.

#### 4.6 COLDITEC<sup>16</sup>

Es un sistema prefabricado e industrializado 'in situ'. Emplea perfiles de acero galvanizado, paneles de fibrocemento y yeso, elementos de fijación y teja de lámina delgada. Se origina en el sistema "dry wall" muy conocido en Norteamérica, en la cual se emplean láminas delgadas adosadas a una estructura metálica. Se pueden construir viviendas de manera eficiente y limpia. El sistema constructivo conduce a edificaciones muy livianas que generan bajas fuerzas de inercia durante los sismos intensos. Tiene en trámite la certificación frente a la NSR-98.

La modulación permite diseños sencillos y relativamente flexibles que pueden ser construidos por operarios que adquieren el conocimiento rápidamente a partir de un cursillo de entrenamiento. La edificación terminada ofrece muy buena apariencia, pero no permite desarrollos en altura.



Fotografía 8. Sistema colditec

En este, como en la mayoría de los casos antes mencionados, la tradición cultural del potencial comprador puede ser determinante en la decisión de adquirir o rechazar el sistema constructivo que le ofrecen.

<sup>16</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. Colditec. Pág. 159-169.

## **VENTAJAS**

- La modulación del sistema permite que el diseño sea muy sencillo.
- Una cuadrilla de 16 personas pueden construir 100 unidades en un mes, prácticamente, el montaje de una casa se logra en 5 a 7 días.
- El personal no requiere más que un entrenamiento sencillo y el empleo de herramientas menores.
- La reducción sustancial en el tiempo total de construcción permite un mayor control y una alta eficiencia en personal administrativo, de supervisión y construcción. Esta misma reducción propicia una rápida recuperación de la inversión y de los costos financieros.
- La imagen que dan las viviendas al ser terminadas es agradable y estética.

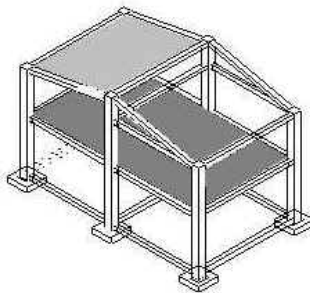
## **DESVENTAJAS**

- Los paneles de fibrocemento vienen listos con la aplicación de estuco en su superficie lo que puede determinar la aplicación de pintura. Queda la posibilidad para el usuario de aplicar la pintura del color que desee, pero igualmente esto trae los inconvenientes de estar practicando un mantenimiento periódico sobre la superficie de muros y fachadas.
- El sistema está compuesto por materiales prefabricados que deben ser transportados desde la planta hasta el sitio de obra, por lo tanto esto conlleva a sobrecostos y un riesgo adicional que es el de mantener la integridad de los elementos.
- La tradición cultural de la población y el sector de la construcción en Colombia, es la de construir bajo materiales y procedimientos tradicionales como concreto y ladrillo. Ese cambio hacia otras alternativas diferentes puede tornarse en un proceso lento y de difícil comprensión por parte de los involucrados.
- Por el bajo volumen de mercado atendido por este sistema, las economías de escala no son suficientes para hacerlo verdaderamente competitivo en costos de VIS.

## 4.7 CORPACASA<sup>17</sup>

El sistema de construcción de vivienda CORPACASA es industrializado, ya que el proceso de fabricación de sus elementos componentes es realizado en planta, en línea, por la Corporación de Acero Corpacero. Los pórticos metálicos y la losa de entrepiso hacen que el sistema provea toda la estructura vertical y horizontal de la vivienda. La cimentación, las instalaciones y el cerramiento deben ser incorporados en obra al sistema. Corpacero ha diseñado el sistema de construcción de vivienda Corpacasa que fusiona estos tres elementos (Corpалosa + Perlines + Corpatecho), para conformar la estructura vertical y horizontal requerida para edificar casas con especificaciones sismo resistentes que cumplen con las exigencias de la Norma NSR-98.

Así, la vivienda Corpacasa está conformada por una estructura liviana de vigas y columnas elaboradas en perlines, placas de entrepiso construidas con lámina colaborante y una cubierta metálica. Elementos que dan rapidez al proceso de construcción. Constructivamente el sistema implementa accesorios adosados a las columnas, de tal manera que en obra se encajan las vigas en los accesorios y luego simplemente son **apernados**, por lo tanto no se requiere de mano de obra especializada y no se necesitan equipos especializados para el izaje y montaje individual de los elementos. El sistema de construcción da libertad en el manejo de los materiales para los muros exteriores y divisorios. Generalmente se han manejado materiales tradicionales como el forro en ladrillo a la vista, pero puede implementarse también el sistema de paneles. Para el acabado de la estructura metálica esta puede ocultarse o ser dejada a la vista, según las consideraciones arquitectónicas. La cubierta de corpatecho también puede ocultarse o no con teja de barro. Existen diseños para edificaciones hasta de 3 pisos de altura, y actualmente se desarrollan estudios estructurales para llegar a 4 y 5 pisos.



Fotografía 9. Sistema corpacasa

<sup>17</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. Corpacasa. Pág. 225-235.

## VENTAJAS

- El sistema de construcción es industrializado con elementos realizados en fábrica en línea. Lo que favorece el rendimiento en obra.
- El sistema de construcción de vivienda Corpacasa fusiona tres elementos (Corpалosa + Perlines + Corpatecho), para conformar la estructura vertical y horizontal con especificaciones sismo resistentes que cumplen con las exigencias de la Norma NSR-98.
- No se requiere de mano de obra especializada y no se necesitan equipos especializados para el izaje y montaje individual de los elementos.
- El sistema de construcción Corpacasa da libertad en el manejo de los materiales de cerramiento, por lo cual se puede utilizar cualquier método compatible que se fusione con la estructura.
- La estructura obtenida por medio del sistema de construcción de vivienda Corpacasa es liviana por lo cual no necesita estructuras de cimentación especial, ni de altas especificaciones.
- Este sistema de construcción de vivienda es en esencia un sistema estructural, por lo cual no tiene requerimientos arquitectónicos especiales que limiten el desarrollo de los espacios dentro de la edificación.
- Corpacero ofrece los elementos cortados a la medida, por lo cual se garantiza el ajuste perfecto de los componentes del sistema. Lo anterior proporciona una obra limpia con un nivel de desperdicio nulo.
- El sistema Corpacasa no requiere la capacitación de personal para la construcción. Corpacero brinda la asesoría técnica al constructor y realiza la dirección del montaje en obra.
- Los Perlines formados en lámina delgada fabricados por Corpacero tienen las siguientes ventajas: Se pueden fabricar estructuras sencillas de muy bajo peso con características adecuadas de resistencia, por su bajo peso se presenta una gran facilidad de manipulación en obra, hay gran versatilidad en el uso porque pueden empalmar en varias formas y tamaños, presentando la respuesta más adecuada a cada solicitud de resistencia y presentan un agradable acabado arquitectónico.
- La lámina colaborante Corpалosa que conforma la placa de entepiso tiene las siguientes ventajas: alta relación Resistencia / Peso, estéticamente agradable cuando la lámina es dejada a la vista, facilidad de manejo y rápida instalación y sirve de formaleta y refuerzo principal de la losa.

## DESVENTAJAS

- El comportamiento dúctil de la estructura metálica debe ser manejado con los materiales y elementos de cerramiento a través de dilataciones que permitan el desplazamiento libre de la estructura.
- La placa de entrepiso Corpalosa hace parte integral del sistema estructural de la vivienda.
- Las edificaciones construidas por este sistema tienen apariencia pesada, debido a la conformación estructural de sus elementos de lámina delgada, por lo cual las columnas pueden quedar por fuera de la superficie de los muros divisorios formando aristas que sobresalen.
- Para que el sistema de construcción Corpacasa sea competitivo se requieren proyectos con un volumen considerable de viviendas.
- Los elementos Corpacero hacen parte integral del sistema Corpacasa. La ausencia de alguno de estos componentes en la construcción disminuye los rendimientos característicos del método industrializado Corpacasa.
- La inclusión de componentes diferentes o de alternativas arquitectónicas especiales ofrecidas por la flexibilidad del sistema eleva los costos finales de la vivienda.

Fotografía 10. Conexión apernada <sup>18</sup>



Fotografía 11. Urbanización San Ramón-San Carlos Venezuela <sup>18</sup>

<sup>18</sup>CORPACERO. Corporación de acero. “[www.corpacero.com](http://www.corpacero.com)”

SISTEMA CONSTRUCTIVO	CLASIFICACIÓN	ELEMENTOS	CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES	CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS
<b>Mampostería reforzada</b>	Artesanal	-Unidades de mampostería -Mortero de pega -Mortero de inyección -Refuerzo	Puede ser de capacidad de disipación de energía en el rango inelástico o de capacidad moderada de disipación de energía	Los muros son modulados según energía las dimensiones de la unidad de mampostería
<b>Mampostería confinada</b>		-Unidades de mampostería -Mortero de pega -Vigas y columnas en concreto reforzado	Se considera de capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico. Para que se comporte como un muro estructural debe ser continuo desde la cimentación hasta el nivel superior, sin ninguna abertura.	Los muros son modulados según las dimensiones de la unidad de mampostería
<b>Etemit</b>	Industrializado Prefabricado	Elementos de fibrocemento (láminas y cintas) Perfilaría metálica Teja de fibrocemento Anclajes, pegantes selladores	Aprovecha el comportamiento de las láminas cuando trabajan a compresión. Las fuerzas de inercia Generadas por sismos son mínimas debido al bajo peso. Disposición ortogonal de los muros en las dos direcciones. Simetría en planta que evita torsiones en la edificación.	El sistema está conformado por celdas cuya unidad básica tiene 3x3m. Por esta razón el diseño arquitectónico está limitado y es un diseño celular.
<b>3D Panel</b>	Industrializado prefabricado	Paneles 3D  Concreto Malla de acero electrosoldada	El sistema hace posible tener muros de carga y divisorios con los paneles 3D. También se pueden utilizar en losas de entrepiso.	La flexibilidad de los paneles 3D permite responder fácilmente a las exigencias de cualquier diseño. Puede llegar a manejar luces de hasta 8 metros con refuerzo especial.

Tabla 3. Resumen de características de clasificación consideraciones estructurales y arquitectónicas<sup>19</sup>

SISTEMA CONSTRUCTIVO	CLASIFICACIÓN	ELEMENTOS	CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES	CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS
Speed Co	Industrializado prefabricado	Paneles termo wall Perfilería en aluminio Estructura metálica Cubierta liviana fibrocemento	No puede sobre pasar luces mayores de 6m sin adicional. No se debe utilizar como muro portante de una segunda planta.  en los pisos debe tener estructura metálica	Se ajusta al diseño de cualquier tipo de proyecto
Colditec	Industrializado prefabricado	Perfiles de acero galvanizado Paneles de fibrocemento Paneles de yeso Elementos de fijación Teja lamina delgada	Es una estructura liviana y flexible basada en perfiles de acero trabajando en conjunto con paneles prefabricados	Es un sistema muy versátil que se adapta fácilmente a cualquier detalle diseño arquitectónico. Con este sistema no vienen acabados de ninguna naturaleza pero pueden ser incorporados en obra mediante el uso de productos especiales.
Corpacasa	Híbrido	Perfiles estructurales Placa en concreto con Lamina colaborante Cubierta metálica Cerramiento en ladrillo o paneles	Es una estructura liviana conformada por pórticos estructurales metálicos que se rige por las sistema disposiciones de la norma NSR.98	Está limitado a alturas de hasta 3 pisos. El sistema se adapta fácilmente a cualquier diseño arquitectónico

**Tabla 3. Resumen de características de clasificación consideraciones estructurales y arquitectónicas<sup>19</sup>**

<sup>19</sup> **METROVIVIENDA.** Alcaldía Mayor Santa Fe de Bogotá. Vivienda de interés social, Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería civil y ambiental área de ingeniería y gerencia de la construcción. Abril 2000. Resumen de características de clasificación, consideraciones estructurales y arquitectónicas. Pág. 252-253.

## 5. SISTEMA APORTICADO EN ACERO DE LAMINA DELGADA VS. SISTEMA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA

Uno de los aprendizajes más importantes en el desarrollo del presente estudio fue conocer de cerca las múltiples variables que se deben tener en cuenta cuando se quiere desarrollar un proyecto de vivienda de interés social. Es así como el factor sociológico y a partir de ahí el arquitectónico resultan primarios cuando se tiene la necesidad de solucionar el problema de la falta de vivienda especialmente de la población desprotegida. La solución estructural viene después y sin embargo trae consigo las limitantes establecidas para la realización de un proyecto social. De acuerdo con el proyecto arquitectónico ya definido, en primera instancia se pensó en utilizar un sistema totalmente industrializado, sin embargo es aquí donde el factor sociológico y cultural afecta las posibles alternativas de solución estructural. Entre los lineamientos establecidos por la población a ser beneficiada se encontró que se sienten más seguras al estar rodeados del ladrillo como material de su vivienda, prefieren placa como techo y no hay confianza en soluciones con uniones apernadas. Es así como se optó por utilizar un sistema híbrido semi-industrializado con estructura aporticada capaz de resistir las cargas verticales y las fuerzas sísmicas de diseño conformada por perfiles de acero en lamina delgada y unidas mediante conexión soldada. La placa de entepiso en sistema de lámina preformada de acero y losa en concreto. Los muros divisorios y fachada se mantuvieron en mampostería tradicional. Este sistema es parecido al Corpacasa pero con las diferencias en el tipo de conexión y en la estructura de cubierta.

**ALTERNATIVA - SISTEMA APORTICADO EN ACERO DE LÁMINA DELGADA.**

**ACTUAL-SISTEMA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA Y ESTRUCTURAL.**

<sup>18</sup> Fotografía 12



<sup>8</sup> Fotografía 13

**Sistema híbrido  
Semi-industrializado**

**Sistema híbrido  
Artesanal**

<sup>18</sup> CORPACERO. Corporación de acero. "www.corpacero.com"

<sup>8</sup> INVISBU. Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga. NIT. 804.001.897-0.

## **5.1 ASPECTOS GENERALES DE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOCIALES**

Un sistema Industrializado de Vivienda es un esquema de construcción que bien planeado genera rendimientos y recursos óptimos, mejorando las condiciones económicas.

Sería importante que el sector público apoyara la industrialización de la construcción de viviendas sociales ya que esta permite reducir los costos y tiempo de construcción.

La utilización de elementos prefabricados en la Construcción de vivienda surge como alternativa para vencer el déficit de vivienda que se presenta hoy en día en nuestro país, debido a los beneficios en el ámbito de costo, tiempo y calidad. Sin embargo en nuestro país estos elementos se utilizan muy poco con relación a otros países. Por otro lado existe el temor en relación con costos o porque en el mercado de la construcción, los prefabricados son relativamente nuevos, y relativamente poco estudiados.

El sistema prefabricado puede resultar el más ventajoso por las siguientes características:

- Mayor rapidez en el montaje y ejecución, debido a que prácticamente todo viene prefabricado.
- La calidad de los materiales es importante por tanto las fábricas tienen certificación de calidad lo cual las hace confiables.
- Cuando a unidades en serie se refiere, o a volúmenes grandes de viviendas se ahorra material, el desperdicio es prácticamente nulo, por lo que se refleja ahorro en costo y tiempo.

Los prefabricados tienen un gran número de aplicaciones, por lo que su corta trayectoria en el mundo de la construcción no ha permitido su debida utilización para proyectos en especial de vivienda de interés social. Los altos costos que se presentan en la construcción de vivienda y el alto porcentaje de incidencia del costo de la estructura con materiales tradicionales, por tal motivo se debe estudiar diferentes sistemas alternativos que busquen la reducción de los costos de construcción.

Los prefabricados tienen las características que en proyectos en serie y de gran volumen, hay facilidad constructiva, flexibilidad, disminución de los tiempos de ejecución de una obra con el cual hay un aumento en los rendimientos de obra, además se genera poco desperdicio y las áreas de trabajo son prácticamente limpias.

La industria de la construcción en nuestro país se ha caracterizado por la falta de innovación (esta permite mejorar la eficiencia y la eficacia de las soluciones de vivienda), ya que se está acostumbrado a trabajar con sistemas constructivos tradicionales como la mampostería reforzada y mampostería confinada, por lo que culturalmente y por los prejuicios de algunas personas han sido poco aceptados, esto hace referencia a que se siguen construyendo con los métodos convencionales de mampostería, sin tener en cuenta que la posible utilización del tema de los prefabricados podría traer muchas ventajas.

En la actualidad en nuestro país existen muchas barreras, las cuales impiden que se pueda llegar a tener un pensamiento innovador debido a que en cualquier proyecto de construcción de vivienda, en primer lugar surgen expectativas sobre la calidad del material, la sismoresistencia, la durabilidad etc., es importante enfatizar que el gobierno en cuanto a régimen legal limita a muchos sistemas para su utilización, es tal vez por eso que los constructores y diseñadores siguen concibiendo sus proyectos con la idea tradicionalista y conservadora, cabe anotar que los países industrializados como Estados Unidos, Japón, Canadá llevan un amplio recorrido en el proceso de la industrialización.

La mayoría de los Constructores y Diseñadores que están trabajando hoy en día en la construcción de Vivienda de Interés Social (V.I.S.), prefieren seguir utilizando los métodos constructivos tradicionales, tratando de minimizar los riesgos que se pueden generar en el momento de utilizar las nuevas tecnologías prefabricadas. Los principales riesgos que surgen en el momento de pensar en construir una vivienda con otro sistema diferente a los convencionales son los siguientes:

- **Sobrecostos:** En el instante de utilizar alternativas novedosas, se puede correr el riesgo de tener sobrecostos, ya que la mayoría de las tecnologías prefabricadas son traídas al país copiando técnicas de otros países en donde estas han funcionado perfectamente y llevan muchos años de experiencia implementando estos sistemas.
- **Prevención:** Cuando se inicia un proyecto de Vivienda de Interés Social, las entidades que van a financiar estos proyectos se muestran un poco indiferentes debido a que es una tecnología novedosa, además de poco utilizada, teniendo el miedo de fracasar, que el sistema no sea atractivo además de que las personas poco lo acepten.
- **Temor al fracaso:** Esto es porque tanto los constructores como los consultores no conocen a fondo el sistema y les da miedo enfrentar un nuevo sistema ya que los sistemas tradicionales son ampliamente trabajados y ya tienen experiencias propias o de otras empresas que les da seguridad.

Para poder implementar nuevos sistemas de construcción sobretodo para viviendas de interés social es importante:

- Por parte del gobierno que defina políticas de implementación de programas y tecnologías para viviendas de interés social.
- Dar conocimiento a la gente de los beneficios que pueden traer nuevas tecnologías ya que hay una total aversión en utilizar estos tipos de vivienda con lo cual deciden y tienen mentalizado sólo materiales tradicionales.

## 5.2 SISTEMA APORTICADO EN ACERO DE LÁMINA DELGADA

Para el presente estudio primero se hizo una preselección de los sistemas colditec y speedco por ser sistemas muy industrializables; sin embargo en el país no cuentan con la aceptación del sector constructor ni de los posibles beneficiarios, ya que la mentalidad es la de construir bajo materiales y procedimientos tradicionales como concreto y ladrillo. Ese cambio hacia otras alternativas diferentes puede tornarse en un proceso lento y de difícil comprensión por parte de los involucrados, además por otra parte estos sistemas todavía se encuentran en estudio por la Norma NSR-98.



Fotografía 14. Urbanización San Ramón-San Carlos Venezuela <sup>18</sup>

Realizada la preselección y encontrando los inconvenientes antes mencionados, se decidió escoger definitivamente el sistema aporticada en ACERO DE LÁMINA DELGADA, pues cuenta con un crecimiento cada vez mayor en la construcción colombiana y se ha adaptado a las exigencias del mercado colombiano. Para seleccionar el sistema constructivo se tuvo en cuenta además del aspecto técnico y financiero otras variables que influyen de manera importante al momento de elegir un sistema en un programa de vivienda de interés social estos son: el aspecto sociológico y cultural debido a que ellos tienen un impacto significativo en la construcción de un sistema no tradicional tornándose generalmente en un proceso lento y de difícil comprensión por parte de una comunidad. El simple hecho de no poder colocar una puntilla para colgar un cuadro puede causar inconformidad en los futuros beneficiarios y de esta forma producir retrasos en la venta del proyecto que a la larga pueden traer consecuencias financieras.

El sistema aporticado en acero de lámina delgada se clasifica como un sistema híbrido ya que las vigas, columnas son en perlines de lámina delgada y la placa de entrepiso es hecha con lámina colaborante mientras que el cerramiento son muros en ladrillo. El sistema está certificado en la Norma NSR-98, específicamente en el capítulo F6. El sistema facilita espacios adecuados facilitando soluciones arquitectónicas deseadas y variadas.

Los pórticos están conformados por vigas y columnas metálicas (perlines), conformando una estructura liviana, para la construcción del entrepiso se hará en lámina colaborante el cual conforma un sistema bien definido soportando cargas verticales y horizontales. Constructivamente el sistema requiere de mano medianamente especializada y no se necesitan equipos especializados para el izaje y montaje individual de los elementos simplemente equipo de soldadura pequeño. El sistema de construcción da libertad en el manejo de los materiales para los muros exteriores y divisorios.

**5.2.1 Steel deck:** El sistema Steel deck, es un nuevo concepto para el diseño y construcción de losas estructurales debido a las limitaciones técnicas y constructivas de los sistemas convencionales y tradicionales, además de contar con sistemas constructivos más eficientes y económicos; esta lámina está compuesta de una lámina de acero y una losa de concreto vaciada sobre ésta, actuando de manera monolítica.

## **VENTAJAS**

- La lámina tiene una alta relación de resistencia con menos peso, la cual hace que el costo de montaje, transporte y conformación estructural para la fomalettería puedan ser menores.
- Es un sistema de apariencia atractiva lo cual se puede dejar a la vista en algunos proyectos.
- El desperdicio es mínimo, además de requerir menos volumen de concreto que los sistemas tradicionales, además permite la reducción de peso en la edificación haciendo un gran ahorro en otros materiales que componen la estructura y sobretodo en la cimentación.
- El bajo peso facilita el manejo, fácil y rápida instalación reduciendo de manera significativa el tiempo de construcción mejorando la calidad de la obra, se adapta a cualquier geometría pudiendo ser utilizada tanto en estructura de concreto como estructuras metálicas, o sobre muros de mampostería.

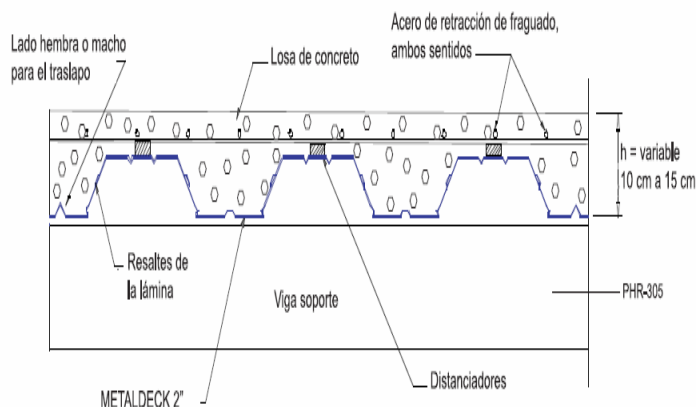
## DESVENTAJAS

- El uso de aditivos o acelerantes que contengan sales clorhídricas ya que éstas producen corrosión sobre la lámina de acero.
- En situaciones de contaminaciones directas, como climas adversos, ambientes marinos agresivos, se debe hacer protecciones especiales, de lo contrario la lámina puede utilizarse únicamente como formaleta.

**Funciones de la lámina:** Sirve como formaleta para el vaciado del concreto, eliminando la tediosa labor de formaletear, además actúa como refuerzo de la losa una vez endurecido el concreto, el acero y el concreto actúan de forma compuesta soportando las cargas vivas y muertas.

Se debe colocar una malla de acero de refuerzo para que se pueda absorber los efectos de retracción de fraguado del concreto y cambios de temperatura.

A continuación se presenta el esquema general del sistema estructural de entrepiso.



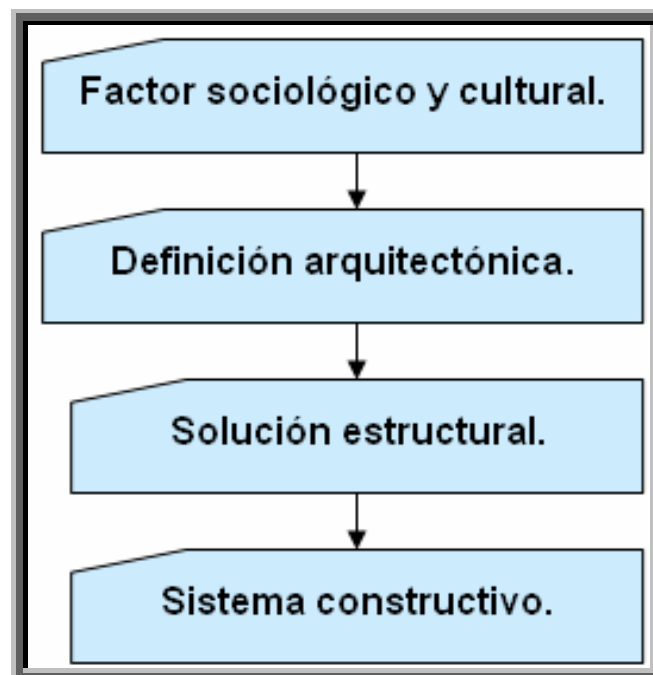
Gráfica 11. Esquema general del sistema<sup>20</sup>

	ESTRUCTURA	ENTREPISO	CUBIERTA	MUROS
Perlines estructurales	-Vigas -columnas			
Placa de entrepiso y cubierta		-Lamina colaborante -Conectores de cortante -Malla electrosoldada -Concreto	Lamina colaborante -Conectores de cortante -Malla electrosoldada -Concreto	
Muros	Cerramiento y divisiones			-Mampostería

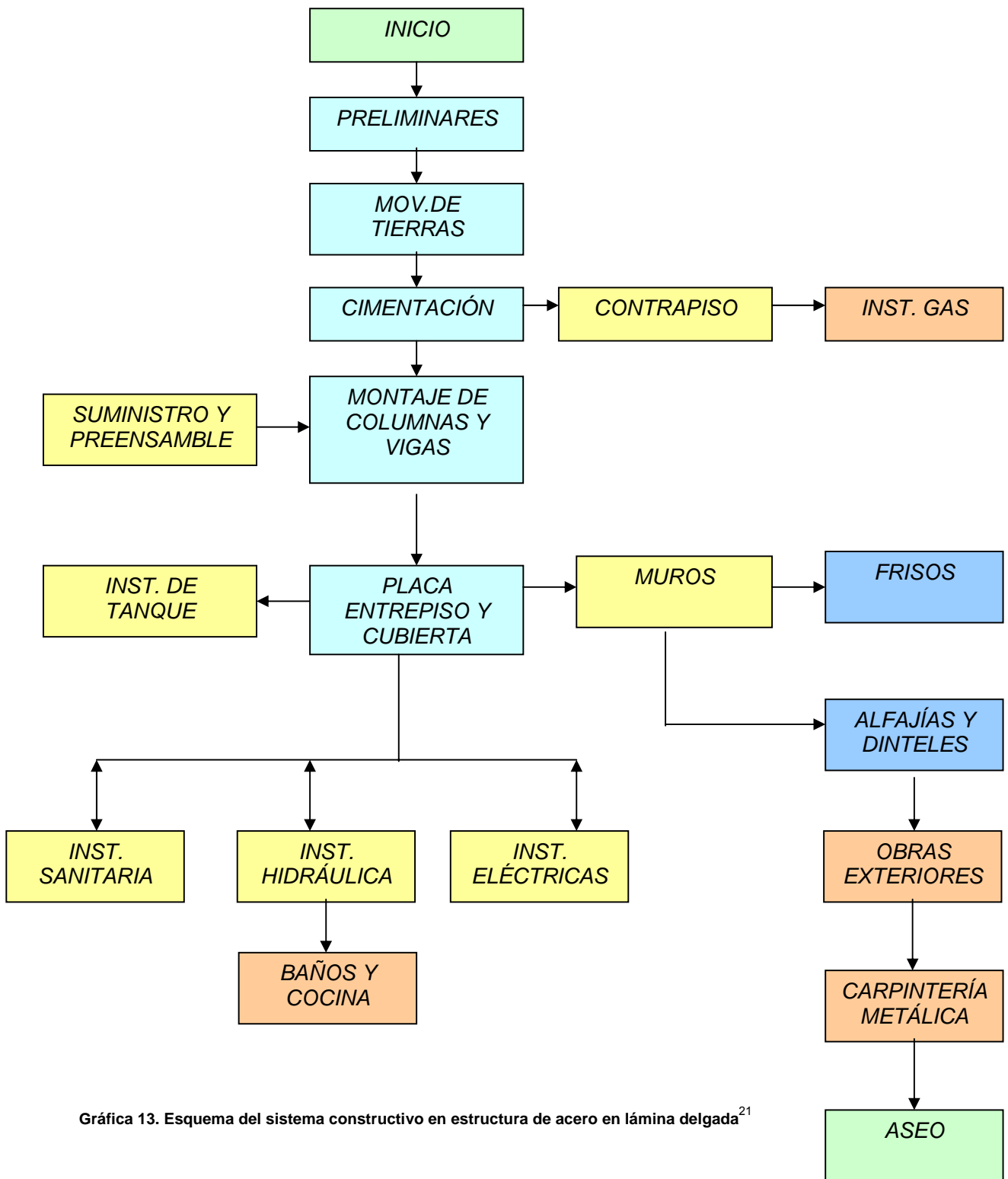
Tabla 4. Elementos del sistema para el sistema de acero en lámina delgada

<sup>20</sup> ACESCO. Manual técnico Metaldeck. 2003. Pág. 4.

La construcción de viviendas emplea el sistema aporticado en acero de lámina delgada requiriendo principalmente la cimentación, los pórticos y el entrepiso, este último hace parte del sistema el efecto de diafragma del entrepiso como placa se logra por medio de conectores de cortante colocados sobre los valles de las láminas, además esta requiere de una malla electrosoldada para cumplir con los esfuerzos de temperatura y de retracción de fraguado. Este sistema hace que no se necesite cimentaciones especiales debido al bajo peso de la estructura. Para el cerramiento se utilizará ladrillo a la vista ya que es un material culturalmente tradicional y aceptado por las personas. Los perlines son elementos en acero de lámina delgada formados en frío, estos se harán en forma cajón ya que da gran estabilidad al sistema. Estos elementos tienen anticorrosivo el cual proviene directamente de la fábrica. El material anticorrosivo consiste en un epóxico compuesto por caucho clorado. El equipo especial requerido en este sistema se limita al equipo de soldadura. Las demás herramientas utilizadas son las que se emplean comúnmente en la construcción de vivienda.

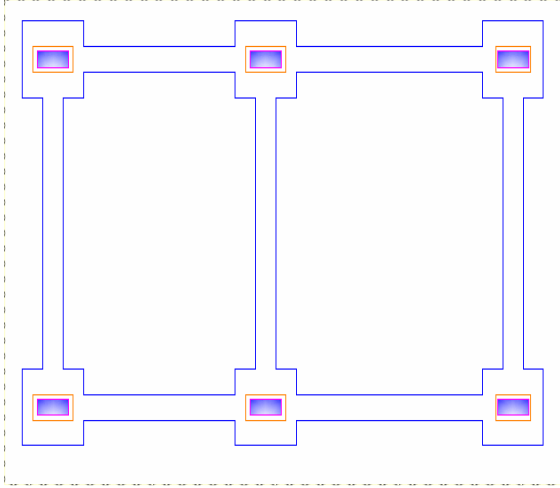


Gráfica 12. Proceso en la definición de la alternativa constructiva

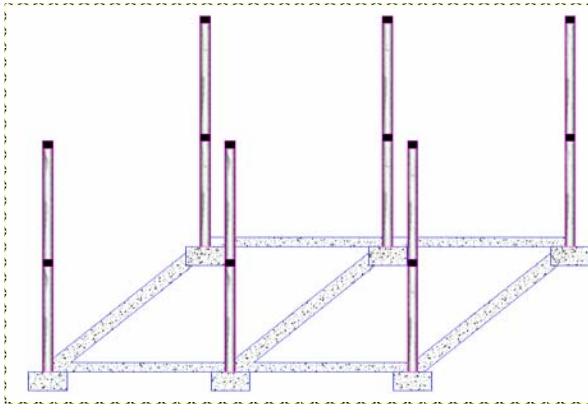


Gráfica 13. Esquema del sistema constructivo en estructura de acero en lámina delgada<sup>21</sup>

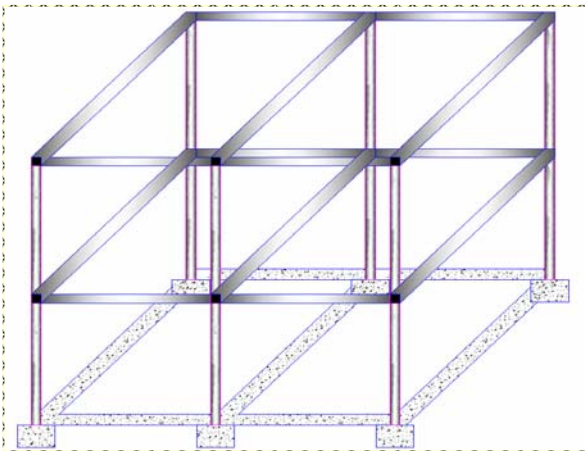
<sup>21</sup> DIAZ REYES, Judith Marcela. Autora



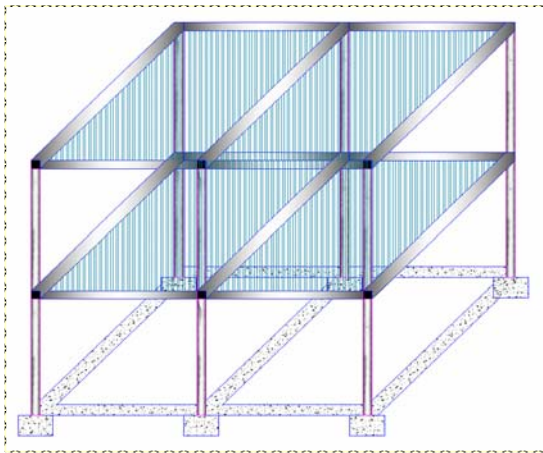
**Construcción de cimentación.**



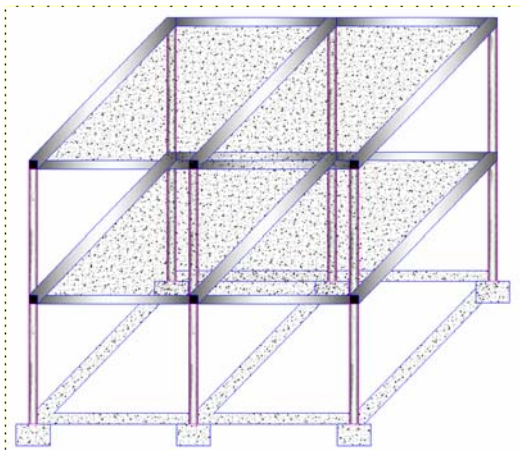
**Izaje y anclaje de las columnas preensambladas.**



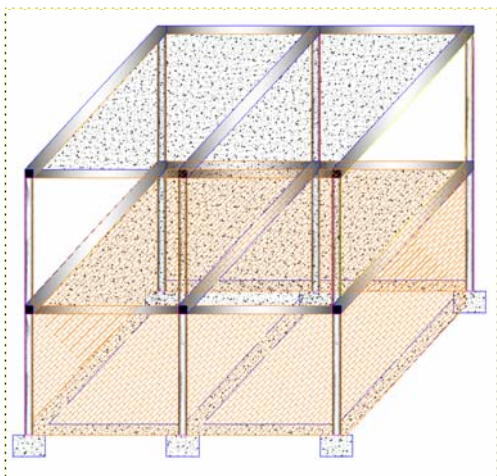
**Montaje de las vigas de entrepiso y cubierta.**



**Instalación de  
la lámina  
colaborante.**



**Colocación del  
concreto de la  
placa.**



**Construcción  
de muros.**

**Gráfica 14. Ilustración del proceso constructivo sistema aporticado en acero de lamina delgada <sup>21</sup>**

## 5.2.2 Sistema constructivo

**Obras Preliminares:** En esta fase se deben retirar los materiales no apropiados para soportar la edificación como escombros, material vegetal, suelo suelto, etc., además de hacer la respectiva localización de los puntos de referencia para así tener una correcta nivelación, esta tarea es completamente independiente de todas.

**Movimiento de Tierras:** Este capítulo va después de las obras preliminares y consiste en realizar las excavaciones para cimiento, para desagües, relleno de zanjas y compactación, el movimiento de tierras depende de las obras preliminares, es decir hasta no terminar éstas no se puede empezar con la esta tarea.

**Cimentación:** Debido a Las características del sistema, es decir es una estructura liviana no hace necesario de que ser requiera cimentaciones especiales, ya que las cargas verticales provenientes de la estructura son bajas, esta comprende las zapatas y vigas de cimentación, la cimentación depende del movimiento de tierras ya que si no está terminado no se puede empezar la tarea correspondiente.

**Contrapisos:** Para hacer la placa de contrapiso se debe haber terminado la cimentación, es decir este capítulo es completamente dependiente, cabe anotar que la placa de contrapiso tiene un espesor de 7 cm.

**Suministro y preensamble:** El suministro y preensamble de los perlines en sección cajón se hace en taller o en obra, pero antes de realizar este ensamble se aplica una capa de pintura anticorrosiva a los dos perlines y se procede a ensamblarlos quedando una columna en cajón, posteriormente se les adiciona una primera capa de pintura. Es importante resaltar que el preensamble se hace antes del montaje entendiéndose éste como el armado de las columnas, esto quiere decir que como los perfiles vienen de fábrica ya que el constructor las ha pedido de alturas y espesores determinados por tanto se debe realizar una unión entre columnas de primer y segundo piso, esta unión se hace de la siguiente manera, se solda la columna a dos platinas y en medio de ellas un tambor, estas platinas y el tambor conforman el nodo al cual va a estar unido la columna correspondiente al segundo piso. Esta actividad es completamente independiente, es decir solo se necesita que los perfiles pedidos se encuentren en obra para poder iniciar el preensamblaje. El preensamble consiste en la unión de materiales, componentes prefabricados, para ser instalados como una sola unidad en un sitio específico, sin embargo en el lugar en donde se hará la respectiva instalación se deberá hacer un trabajo adicional que corresponde a la unión de los elementos.

**Izaje e instalación de estructura metálica:** Al tener la cimentación y el preensamble de los perlines se procede a hacer el montaje de las columnas, estas se anclan a la cimentación por medio de platinas que se encuentran embebidas en la cimentación, realizada esta actividad se procede al montaje e instalación de las mismas mirando la verticalidad por medio de una técnica llamada plomado.

Instaladas ya las columnas se procede a soldar las vigas al nodo teniendo en cuenta que la altura de la viga debe ser igual a la del nodo, después se coloca la lámina colaborante del entrepiso y cubierta sobre las vigas, este sistema de entrepiso es diferente al sistema tradicional como es el de placa aligerada.

Esta actividad depende del suministro y preensamblaje ya que si esta no está, sería imposible realizar esta actividad.

**Muros:** Los muros no aportan sísmicamente a la estructura, ya que estos solo son para realizar el respectivo cerramiento de la estructura, ya que el comportamiento estructural de la vivienda está definido por pórticos, es decir conformado por vigas y columnas fabricadas en lámina delgada haciendo sistema de resistencia sísmica. Los muros dependen de que esté la placa de entrepiso para poder empezar a colocarlos.

**Instalaciones Sanitarias, Hidráulicas y Eléctricas:** Estas tres tareas empiezan simultáneamente ya que se trabaja para este proyecto con cuadrillas diferentes, pero las instalaciones se colocan antes de vaciar el concreto pero después de instalar la lámina de acero, excepto en bajantes con diámetros grandes estos van descolgados.

**Instalación de gas:** La instalación de gas se puede realizar después de la placa de contrapiso como se ilustra en el esquema antes mostrado, esta se refiere a la instalación de todas las válvulas y tuberías para el suministro del servicio.

**Baños y Cocina:** Estas tareas dependen de las instalaciones hidráulicas ya que la cuadrilla utilizada es la misma para este capítulo.

**Frisos, Alfajías y Dinteles:** Las actividades que corresponden a estas tareas se realizan única y exclusivamente después de la construcción de los muros ya que si estos no están no se podría frisar ni mucho menos colocar dinteles.

**Obras exteriores:** Esta tarea se realiza después de las alfajías y dinteles, ya que las personas que hacen las actividades antes mencionadas so las mismas para el desarrollo de esta tarea.

**Carpintería metálica:** Esta tarea se refiere a la instalación de puertas y ventanas, a esta la precede las obras exteriores.

**Instalación el tanque:** Este se hace después que está la placa de cubierta.

**Aseo:** Este capítulo es el último que termina y va después de la carpintería metálica, ya que la obra se debe mantener limpia la vivienda por lo que se hará una limpieza general de muros, pisos, puertas, entre otras, pero sin afectara.

**5.3 PERFILES EN ACERO DE LÁMINA DELGADA:** Son elementos con espesores desde 0.4 mm hasta 6.4 mm, utilizadas en la fabricación de estructura metálicas (Perfiles C, correas Z), montaje de Cubiertas y láminas para entrepisos. Tiene algunas características importantes como la velocidad de construcción, cimientos menos profundos debido a que los elementos tales como columnas y vigas son livianos, las estructuras metálicas son resistentes a extremas situaciones como terremotos, además es un material reciclable, el mercado en Colombia de la estructura metálica es pequeño comparado con otros países.



Fotografía 15. Centro educativo Utao-Perú <sup>18</sup>

### 5.3.1 Ventajas del acero en lámina delgada como material estructural<sup>22</sup>

- Economía del material consiguiéndose relaciones más favorables de resistencia para diversas cargas por la versatilidad de sus secciones.
- Elementos livianos y fáciles de cargar.
- Se producen secciones económicas con altas resistencias y bajos pesos.
- Atractivo arquitectónico.
- Excelente acabado para estructuras a la vista.
- Fácil ubicación dentro de las estructuras.
- Flexibilidad y versatilidad en el diseño.
- Compatibilidad con cualquier material o sistema constructivo.
- Transportables, reciclables y recuperables.
- Economía en el transporte y manejabilidad en obra.
- Material no combustible.
- No es atacado por hongos.
- Rápida construcción.

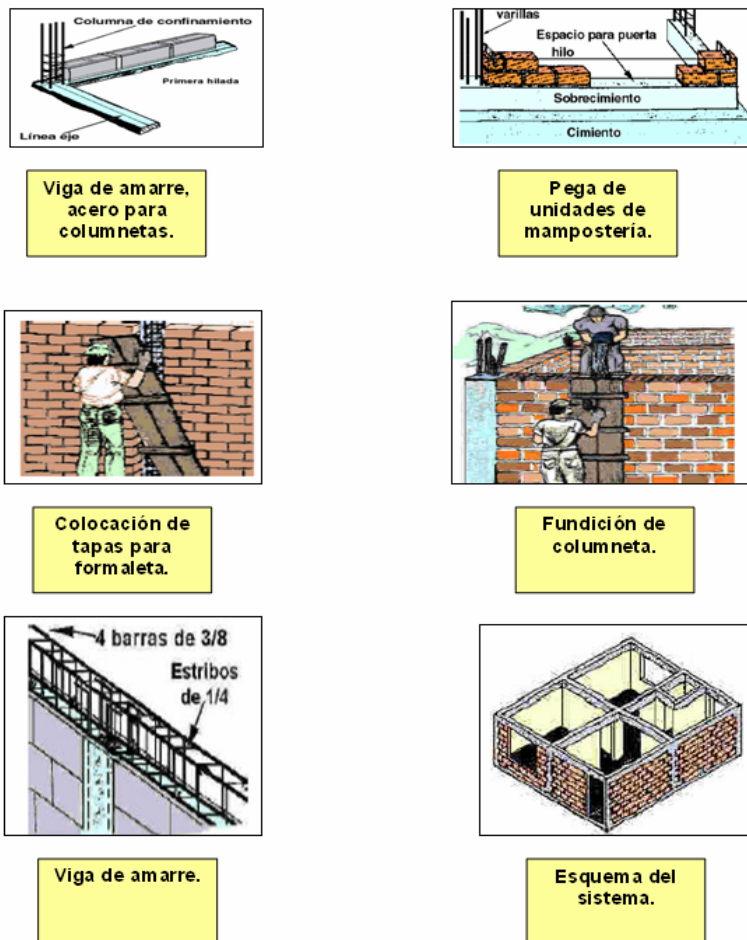
### 5.3.2 Desventajas del acero en lámina delgada como material estructural<sup>22</sup>

- Se debe tener un control de calidad cuidadoso.
- Buena protección contra la corrosión.
- Vulnerabilidad al fuego.

## 5.4 MAMPOSTERÍA CONFINADA

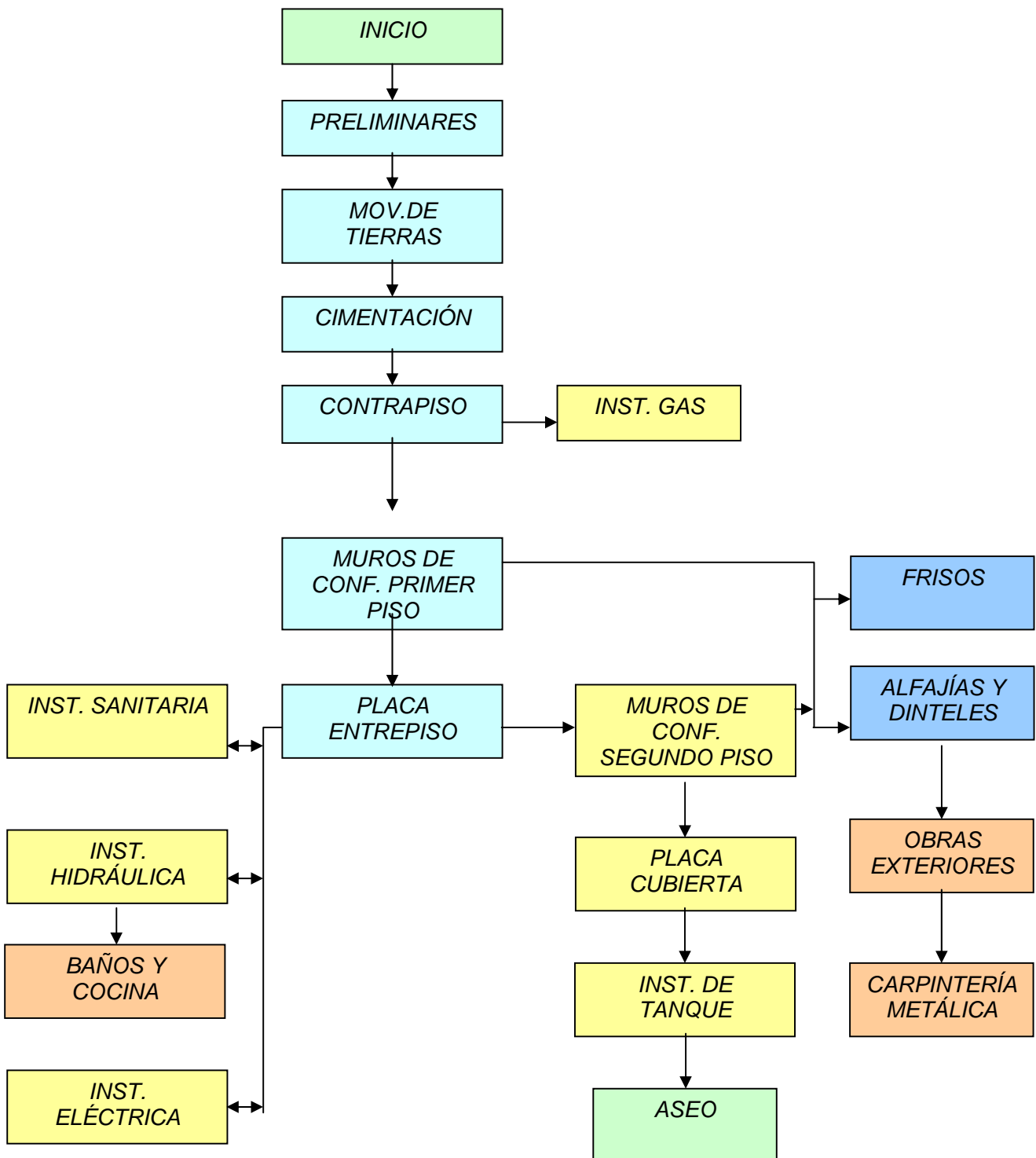
Está conformada por muros construidos con ladrillos pegados con mortero confinados por sistemas de concreto reforzado tradicionales como columnas, llamadas columnetas, por lo que en conjunto con las vigas de amarre, cintas de amarre, muros estructurales, son el soporte de las cargas de una edificación. La construcción tradicional es menos limpia, fácil y segura. La extracción de canteras y transporte de agregados están afectando fuertemente la competitividad de la construcción en concreto.

A continuación se ilustrará y explicará el proceso constructivo del sistema en mampostería confinada.



Gráfica 15. Ilustración del proceso del sistema constructivo mampostería confinada y estructural <sup>23</sup>

<sup>23</sup> SENA. Servicio Nacional de Aprendizaje. Construcción de casas sismo resistentes de uno y dos pisos. Universidad Nacional de Colombia. Antioquia. 2003. Centro nacional de la construcción. Pág. 12-30.



Gráfica 16. Esquema del sistema constructivo en mampostería confinada y estructural<sup>21</sup>

<sup>21</sup> DIAZ REYES, Judith Marcela. Autora

#### 5.4.1 Sistema constructivo.

**Obras Preliminares:** En esta fase se deben retirar los materiales no apropiados para soportar la edificación como escombros, material vegetal, suelo suelto, etc., además de hacer la respectiva localización de los puntos de referencia para así tener una correcta nivelación, esta tarea es completamente independiente de todas. Ésta tarea se realizó de igual manera que con el sistema de acero en lámina delgada.

**Movimiento de Tierras:** Este capítulo va después de las obras preliminares y consiste en realizar las excavaciones para cimiento, para desagües, relleno de zanjas y compactación, el movimiento de tierras depende de las obras preliminares, es decir hasta no terminar éstas no se puede empezar con la esta tarea, ésta actividad se realizó de igual manera que con el sistema de acero en lámina delgada.

**Cimentación:** La cimentación se hace después del movimiento de tierras, es decir no se puede iniciar sin antes de haber culminado la tarea anterior, la cimentación está conformada por vigas de amarre, por el cual en este sistema no se consideran zapatas.

**Contrapisos:** Para hacer la placa de contrapiso se debe haber terminado la cimentación, es decir este capítulo es completamente dependiente, cabe anotar que la placa de contrapiso tiene un espesor de 7 cm. esta placa se consideró igual que la del sistema en acero de lámina delgada.

**Muros en mampostería de Primer piso:** Este ítem está incluido las columnetas y vigas el cual hacen que se conforme un solo sistema. La mampostería debe colocarse a plomo las hiladas deben quedar niveladas, los muros se limpian inicialmente con un trapo seco para retirar el mortero, posteriormente se limpia con esponja húmeda para evitar que el cemento manche la superficie de los ladrillos, este inicia después de construir la placa de contrapiso.

**Placa de entepiso:** La placa de entepiso empieza después de terminar la viga de amarre del primer piso, además antes de realizar el vaciado de la placa se debe tener listas las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas que deben quedar embebidas en ella. Antes de vaciar el concreto la superficie de la lámina debe estar completamente limpia, después de hacer la respectiva limpieza se vacía el concreto desde un nivel bajo para evitar el impacto hacia la lámina, además se debe colocar uniformemente sobre la estructura espaciándose hacia el centro de la luz.

**Muros de confinamiento del Segundo Piso:** Luego de terminar la mampostería del primer piso y terminada la actividad de la placa de entepiso se realiza el mismo procedimiento que para el primer piso.

**Placa de cubierta:** Terminada la mampostería del segundo piso se procede a armar la placa de cubierta para posteriormente realizar el respectivo vaciado de la misma.

**Instalaciones Sanitarias, Hidráulicas y Eléctricas:** Estas tres tareas empiezan simultáneamente ya que se trabaja para este proyecto con cuadrillas diferentes, pero las instalaciones se colocan antes de vaciar el concreto pero después de armar la placa ya que las tuberías deben ir embebidas en la placa.

**Instalación de gas:** La instalación de gas se puede realizar después de la placa de contrapiso como se ilustra en el esquema antes mostrado, esta se refiere a la instalación de todas las válvulas y tuberías para el suministro del servicio.

**Baños y Cocina:** Estas tareas dependen de las instalaciones hidráulicas ya que la cuadrilla utilizada es la misma para este capítulo.

**Frisos, Alfajías y Dinteles:** Las actividades que corresponden a estas tareas se realizan única y exclusivamente después de la construcción de los muros ya que si estos no están no se podría frisar ni mucho menos colocar dinteles.

**Obras exteriores:** Esta tarea se realiza después de las alfajías y dinteles, ya que las personas que hacen las actividades antes mencionadas so las mismas para el desarrollo de esta tarea.

**Carpintería metálica:** Esta tarea se refiere a la instalación de puertas y ventanas, a esta la precede las obras exteriores.

**Instalación del tanque elevado:** Este se hace después que está la placa de cubierta.

**Aseo:** Este capítulo es el último que termina y va después de la instalación del tanque elevado, ya que la obra se debe mantener limpia la vivienda por lo que se hará una limpieza general de muros, pisos, puertas, entre otras, pero sin afectara.

## 6. DISEÑO DE ALTERNATIVA ESTRUCTURAL CON ACERO DE LÁMINA DELGADA

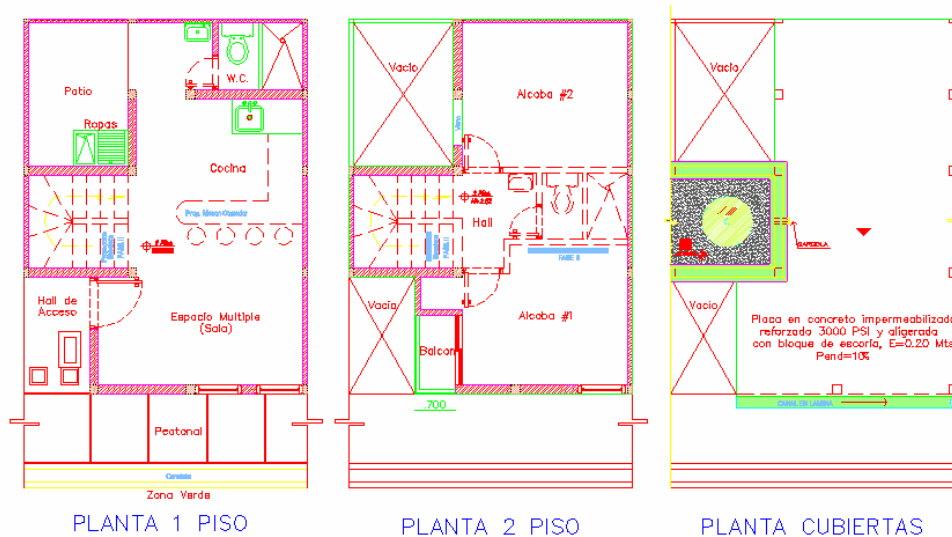
### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD BÁSICA DE VIVIENDA. PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Vivienda de dos niveles; el primer piso se diseñó para que funcionen las áreas comunes, en el segundo piso se ubica el área privada con dos habitaciones y un baño. La cubierta en placa y pendiente del 10%. El área total bajo cubierta es de 45.49 m<sup>2</sup>.

Planta primer piso: Hall de acceso, sala, cocina, baño, patio (N 0.00)

Planta segundo piso: alcoba 1, alcoba 2, baño, hall (N 2.52)

Planta cubiertas: placa inclinada en concreto (N 4.93 – N 5.46), placa plana para tanque (N 5.82)



Gráfica 17. Plantas arquitectónicas unidad básica de vivienda proyecto Paseo La Ferial<sup>24</sup>

**Alternativa estructural en lamina delgada versus concepto arquitectónico:** En primera instancia es importante aclarar que el diseño estructural para el desarrollo de la alternativa propuesta se realiza respetando los parámetros establecidos arquitectónicamente como son: el área diseñada, ubicación de los espacios arquitectónicos, cubierta en placa inclinada, etc. De otra parte vale la pena resaltar que el uso de un sistema aporticado favorece la futura modificación de los espacios arquitectónicos mientras que con el uso de un sistema en mampostería estructural o confinada se debe ser claro en advertir que los muros de carga y resistencia sísmica no pueden ser intervenidos ni demolidos.

<sup>24</sup> INVISBU. Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga. NIT. 804.001.897-0.ST-035. Bucaramanga, Febrero 14 de 2007.

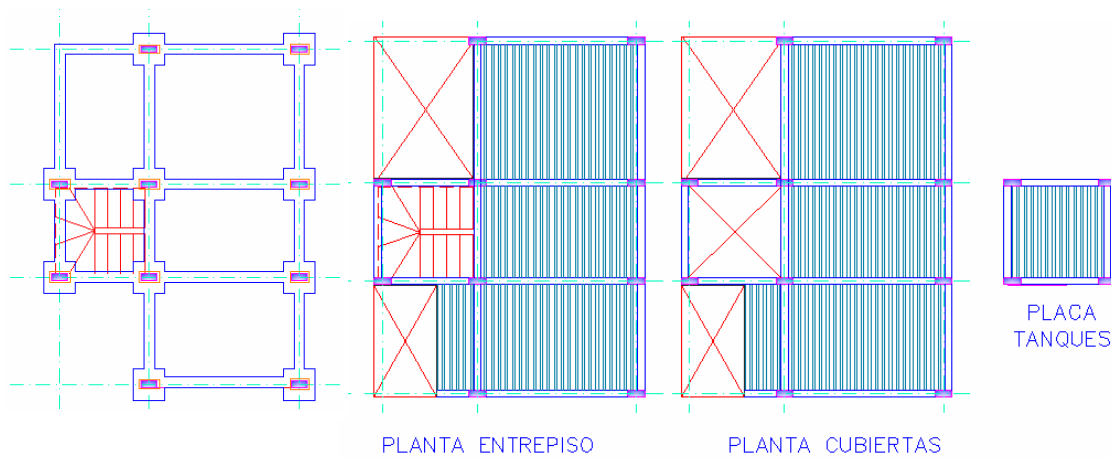
## 6.2 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA ESTRUCTURAL UTILIZANDO ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA

Inicialmente se planteó la idea de desarrollar un proyecto industrializado en el cual se construyera una estructura de soporte en acero de lamina delgada preensamblada y paneles de fibrocemento en un entramado metálico que reemplazaran los muros tradicionales de ladrillo. Sin embargo, luego de entrevistas realizadas a los funcionarios del Invisbu se llego a la conclusión de utilizar como alternativa un sistema hibrido semiindustrializado que consiste en construir la estructura de soporte de cargas verticales y resistencia sísmica en acero de lamina delgada y el sistema de muros divisorios y de fachada en mampostería.

### 6.2.1 Descripción del sistema estructural

Edificación de dos pisos, con estructura en acero de lámina delgada y pórticos en las dos direcciones conformados por perfiles de acero formados en frío, diseñados para soportar las cargas verticales y la fuerza sísmica.

Las placas de entrepiso y cubierta con lámina colaborante de acero y losa en concreto armada en una dirección.



Gráfica 18. Plantas estructurales unidad básica de vivienda proyecto Paseo La Ferial. Alternativa en estructura metálica<sup>21</sup>

<sup>21</sup> DIAZ REYES, Judith Marcela. Autora

## 6.2.2 Normativa de diseño

Normas Colombianas de diseño y construcción sismoresistente NSR-98. Ley 400 del 97 Decretos 033/98 y 034/99

## 6.2.3 Especificaciones de materiales:

\*Elementos de concreto reforzado:

Concreto  $f^1c = 21$  MPa, Losa de entrepiso

Acero de refuerzo, anclajes y malla electrosoldada,  $f_y=420$  MPa

\*Acero de lámina delgada:

En el desarrollo de este proyecto se utilizan perfiles de acero de lamina delgada de  $f_y=351.5$  MPa (espesores de 2mm o mayores) y de  $f_y=280.3$  MPa (espesores de 1.5mm o menores)

- **Análisis sísmico:** Método de la fuerza horizontal equivalente.
- **Método de diseño:** Diseño por factores de carga y resistencia.
- **Verificación estado límite de servicio:** Control de deflexiones según C.9.5 y manual técnico de fabricante de la lámina preformada.

- **Definición de amenaza sísmica y coeficientes de diseño**

Ciudad: Bucaramanga

Zona de amenaza sísmica: Alta

Coefficiente de aceleración  $A_a= 0.25$

Coefficiente de importancia: 1.0

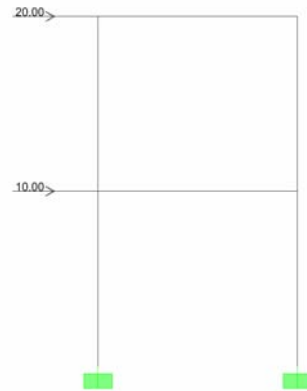
Coefficiente de sitio: 1.2

## 6.2.4 Procedimiento de diseño

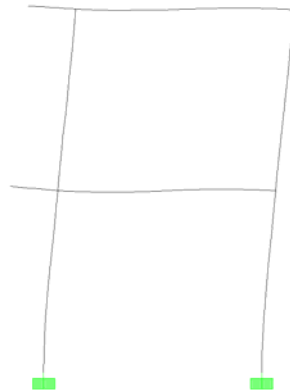
- **Estructuración:** La estructuración se realiza conservando los espacios propuestos en el diseño arquitectónico. Las columnas se localizan con su dimensión mayor en la dirección que la estructura requiere más rigidez. El sistema de cimentación consta de zapatas céntricas y vigas de amarre en concreto de acuerdo con los requisitos para vigas de amarre de la norma definidos en C.15.13 NSR 98. Se puede usar como alternativa el sistema de amarre de la cimentación utilizando vigas metálicas de lámina delgada. El entrepiso se diseña con vigas y viguetas en perfiles de lámina delgada que soportan la placa que esta compuesta por una lámina colaborante y concreto. La cubierta se deja en concreto para mantener los requisitos arquitectónicos establecidos, aunque existe la opción de construir la cubierta en perlines y teja liviana.

- **Evaluación de la rigidez:** Se utiliza el método directo para hallar la rigidez de cada pórtico en cada entrepiso. Se sigue el procedimiento establecido por los profesores Chío y Maldonado.

### Pórticos A y D



Gráfica 19 Aplicación de cargas externas pórticos A y D



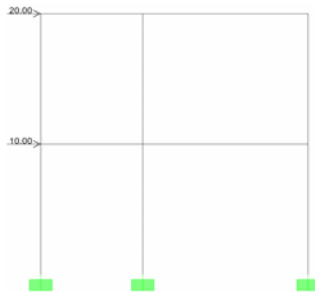
Gráfica 20 Desplazamiento en cada piso pórticos A y D

Se realiza el cálculo de derivas por piso y los cortantes de acuerdo con el estado de cargas asumido.

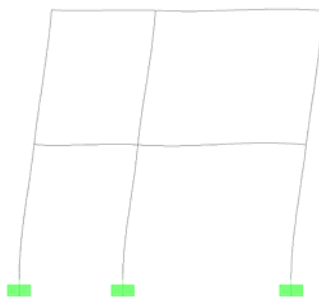
NIVEL	Fj (KN)	Desplaz (m)	Vj (KN)	Deriva (m)	Kj Rigidez por pórtico (KN/m)	Kj Rigidez para dos pórticos (KN/m)
1	10	0.0096	30	0.0096	3125.00	6250.00
2	20	0.0218	20	0.0122	1639.34	3278.68

Tabla 5 Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórtico A y D

### Pórticos B y C



Gráfica 21 Aplicación de cargas externas pórticos B y C



Gráfica 22 Desplazamiento en cada piso pórticos B y C

NIVEL	Fj (KN)	Desplaz (m)	Vj (KN)	Deriva (m)	Kj Rigidez por pórtico (KN/m)	Kj Rigidez para dos pórticos (KN/m)
1	10	0.0054	30	0.0054	5555.55	11111.10
2	20	0.0116	20	0.0062	3225.80	6451.60

Tabla 6 Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórtico B y C

La rigidez para cada nivel es igual al cortante sobre la deriva del piso respectivo, como se observa en la tabla anterior. El porcentaje de rigidez por piso que le corresponde a los pórticos **A y D**, **B y C** se muestra a continuación:

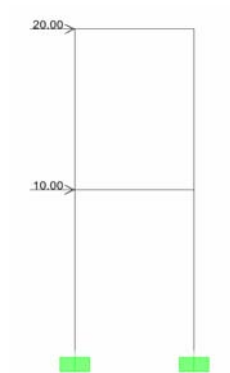
<b>Pórtico</b>	<b>Kj Rigidez por pórtico (KN/m)</b>	<b>% de rigidez por piso</b>
A	3125.00	18 %
B	5555.55	32 %
C	5555.55	32 %
D	3125.00	18 %
<b>Σ rigidez</b>	<b>17361.10</b>	<b>100 %</b>

Tabla 7 Porcentaje de rigidez que le corresponde al primer piso pórticos A y D, B y C

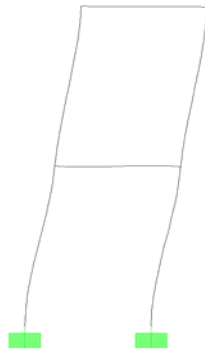
<b>Pórtico</b>	<b>Kj Rigidez por pórtico (KN/m)</b>	<b>% de rigidez por piso</b>
A	1639.34	17 %
B	3225.80	33 %
C	3225.80	33 %
D	1639.34	17 %
<b>Σ rigidez</b>	<b>9730.28</b>	<b>100 %</b>

Tabla 8 Porcentaje de rigidez que le corresponde al segundo piso pórticos A y D, B y C

## Pórtico 1



Gráfica 23 Aplicación de cargas externas pórtico 1

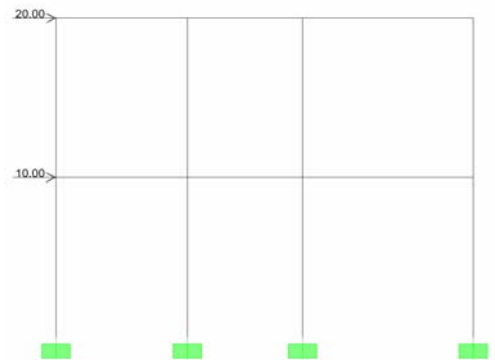


Gráfica 24 Desplazamiento en cada piso pórtico 1

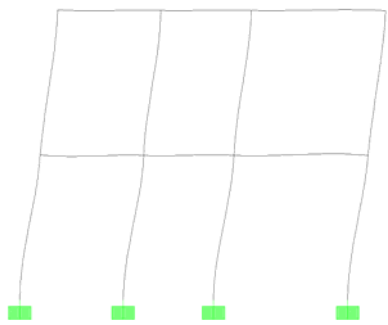
NIVEL	Fj (KN)	Desplaz (m)	Vj (KN)	Deriva (m)	Kj Rigidez por pórtico (KN/m)	Kj Rigidez para dos pórticos (KN/m)
1	10	0.0207	30	0.0207	1449.00	2898.00
2	20	0.0391	20	0.0184	1086.00	2172.00

Tabla 9 Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórtico 1

## Pórticos 2 y 3



Gráfica 25 Aplicación de cargas externas pórticos 2 y 3



Gráfica 26 Desplazamiento en cada piso pórticos 2 y 3

NIVEL	Fj (KN)	Desplaz (m)	Vj (KN)	Deriva (m)	Kj Rigidez por pórtico (KN/m)	Kj Rigidez para dos pórticos (KN/m)
1	10	0.0099	30	0.0099	3030.00	6060.00
2	20	0.0183	20	0.0089	2247	4494

Tabla 10. Cálculo de la rigidez para cada nivel por pórticos 2 y 3

El porcentaje de rigidez por piso que le corresponde a los pórticos **1, 2 y 3** como se muestra a continuación:

Pórtico	Kj Rigidez por pórtico (KN/m)	% de rigidez por piso
1	1449.00	20 %
2	3030.00	40 %
3	3030.00	40 %
<b>Σ rigidez</b>	<b>7509.00</b>	<b>100 %</b>

Tabla 11 Porcentaje de rigidez que le corresponde al primer piso pórticos 1, 2 y 3

Pórtico	Kj Rigidez por pórtico (KN/m)	% de rigidez por piso
1	1086.00	20 %
2	2247.00	40 %
3	2247.00	40 %
<b>Σ rigidez</b>	<b>5580.00</b>	<b>100 %</b>

Tabla 12 Porcentaje de rigidez que le corresponde al segundo piso pórticos 1, 2 y 3

### 6.2.5 Espesor de la placa de entrepiso y cálculo de deflexiones

Para el cálculo del espesor de la placa utilizando el sistema steel deck se tiene en cuenta la verificación de deflexiones en dos etapas. La primera cuando la lámina colaborante actúa como formaleta y aún no ha endurecido el concreto fresco, este procedimiento se realiza de acuerdo con el manual técnico del fabricante "metaldeck" de acesco. En segunda instancia se revisa las deflexiones para placas según C.9.5 de la NSR 98.

a. Verificación de deflexiones admisibles según fabricante:

$$\delta_{cal} \leq \delta_{adm} = \text{el menor de: } (100 \cdot Le / 180) = 1.34 \text{ cm ; } 1.9 \text{ cm}$$

Le= Longitud de la luz libre (m) = 2.41m

Con lámina calibre 20:

Propiedades de la lámina:

$$I_s = 57.22 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Peso} = 8.89 \text{ kg}$$

$$\text{Modulo } E_s = 2.077.500 \text{ kg cm}^3$$

Determinación de la carga:

La carga de construcción temporal se calcula como la más severa entre una carga uniformemente distribuida de 100 Kg./m<sup>2</sup> sobre la superficie de la lamina y una carga concentrada de 300kg que actúa sobre una sección de formaleta de 1m de ancho.

$$\text{Peso del tablero} = 0.10 \text{ KN/m}^2 \text{ (aproximado)}$$

$$\text{Peso del concreto} = 0.085 \cdot 2.40 = 2.04 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Carga de construcción} = 1.00 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Peso total } W = 3.14 \text{ KN/m}^2$$

Deflexión calculada:

$$\delta_{cal} = 0.0069 \cdot W \cdot L^4 / E \cdot I$$

$$\delta_{cal} = 0.61 \text{ cm}$$

Por lo tanto:

$$\delta_{cal} < \delta_{adm} \text{ ..... bien}$$

b. Control de deflexiones según C.9.5 de la NSR 98

Verificación del espesor :

$$\text{Luz mayor} = 2.41 \text{ m}$$

Placa con apoyos continuos que sostienen muros divisorios:  $H = L/19$

Placa con apoyos continuos que no sostienen muros divisorios:  $H = L/28$

Tomamos promedio debido a que según el diseño arquitectónico, en la luz central hay muros divisorios y en las luces exteriores no hay muros divisorios.

$$\text{Por lo tanto se toma: } H = L/23.5 = 0.103 \text{ ; } H = 0.11 \text{ m}$$

- **De tablas de Corpacero**

Para una luz de 2.60 m, soporta una carga sobreimpuesta de 1217kg/m<sup>2</sup>. Se entiende por carga sobreimpuesta la suma aritmética de cargas muertas y vivas.

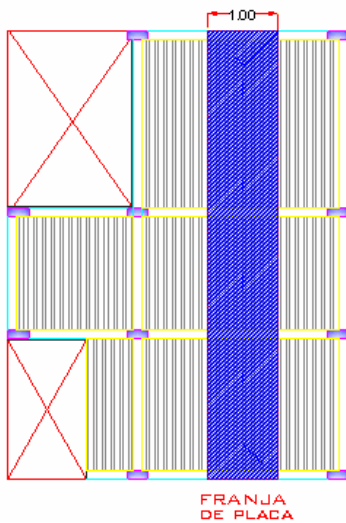
Espesor real H = 0.110 m  
 Consumo de concreto = 0.0852 m

- **Cargas muertas**

Losa de concreto =	2.0448 KN/m <sup>2</sup> evaluada
Estruct en acero-p.propio=	0.2700 KN/m <sup>2</sup> evaluada
Acabados=	1.5000 KN/m <sup>2</sup> B.3.6
Muros perimetrales=	0.4600KN/m <sup>2</sup> evaluada
Muros divisorios=	0.1200 KN/m <sup>2</sup> evaluada
<b>Carga muerta =</b>	<b>4.39 KN/m<sup>2</sup></b>
• <b>Carga viva=</b>	<b>1.80 KN/m<sup>2</sup></b>

- **Determinación de las cargas verticales**

Para cargar la estructura, se analizan las placas por franjas de 1m para carga viva y carga muerta por separado. De aquí se obtienen las cargas distribuidas para las vigas colectoras de carga vertical.



Gráfica 27 Franja de placa

- **Análisis de franja 1**

Reacciones por carga muerta



Reacciones por carga viva



- **Análisis de franja 2**

Reacciones por carga muerta



Reacciones por carga viva



- **Análisis de franja 3**

Reacciones por carga muerta



Reacciones por carga viva



Gráfica 28 Análisis de franjas de placa

- **Determinación de las fuerzas sísmicas:** Para hallar las fuerzas sísmicas se utiliza el método de la fuerza horizontal equivalente.

### DISTRIBUCION DE LA FUERZA SISMICA EN ALTURA

Determinación del peso de la edificación				
Entrepiso	Nivel (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Den (KN/m <sup>2</sup> )	Peso (KN)
1	2.52	24.43	4.39	107.36
2	5.20	21.00	4.39	92.29
Placa tanque	5.80	3.76	13.31	50.05

Total peso  
muerto 249.70 KN

#### Método de la fuerza horizontal equivalente

hn(m) =	5.20
Ta(s) =	0.31
S =	1.20
Tc(s) =	0.58
Aa =	0.25
I =	1.00
Sa =	0.625
Wd (KN)=	249.70
Vs (KN) =	156.06
k =	1.00
R =	7

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi <sup>k</sup>	Cvi	Para	Para
					derivadas	fuerzas
					Fi(KN)	Ei(KN)
1	107.36	2.52	270.56	0.26	41	6
2	92.29	5.20	479.91	0.46	72	10
3	50.05	5.80	290.26	0.28	44	6

Comprobaciones	Total Wd	hn(m)	Wdi*hi <sup>k</sup>	Cv	Vs (KN)
	249.70	5.80	1040.74	1.00	156.06
	bien	bien	bien	bien	bien

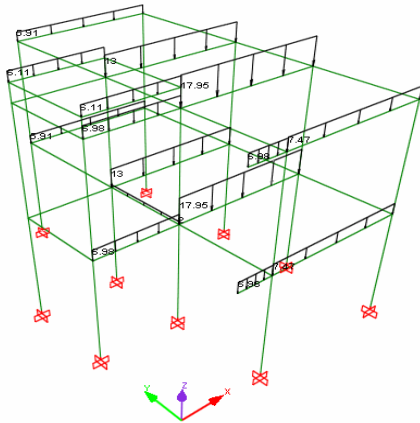
**Tabla 13 Distribución de la fuerza sísmica en la altura**

## 6.2.6 Modelamiento de la estructura

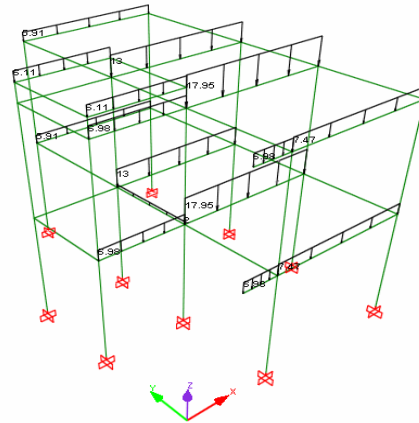
Luego de obtener los porcentajes de rigidez, se distribuyen las fuerzas sísmicas en los pórticos y en altura. Se aplica esta carga en los nodos de la estructura y se verifican los desplazamientos hasta cumplir los requisitos de deriva establecidos por la NSR 98. El modelamiento de la estructura se realiza en dos fases; el análisis sísmico se realiza en el programa SAP 2000 y con las secciones de los elementos se realiza el diseño de la estructura utilizando el software de diseño Arquimet de Aceso el cual es especializado para estructuras de lámina delgada. Se realiza el modelo con un predimensionamiento de perfiles. El modulo entrega un análisis de resultados para esta primera suposición y entrega la interacción en los miembros para verificar cuales se pueden cambiar.

- **Datos de entrada**

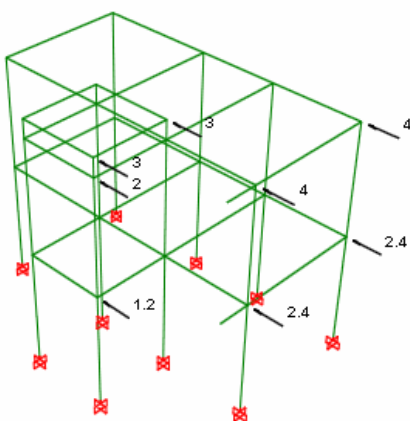
Cargas muertas (KN/m)



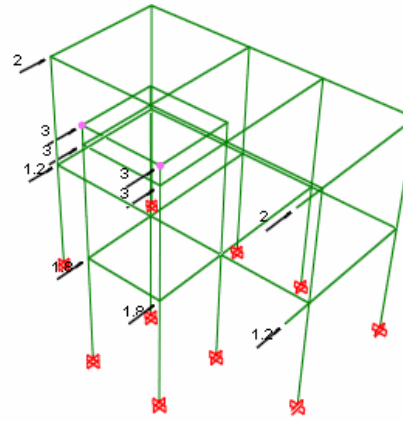
Cargas vivas (KN/m)



Sismo X (KN)



Sismo Y (KN)



Gráfica 29 Cargas en la estructura

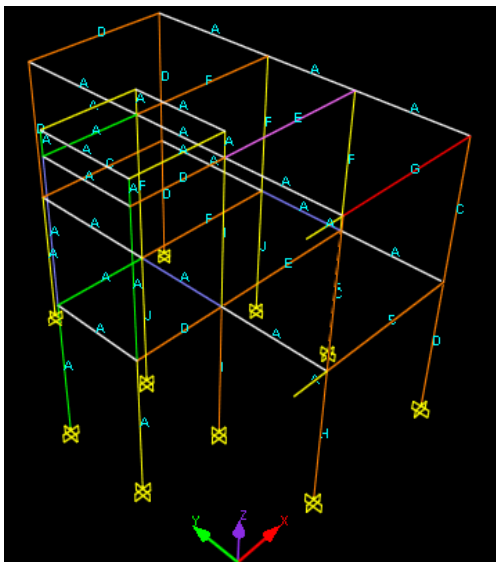
- **Datos de salida**

**Diseño de los miembros:** El diseño de la estructura se realiza para las combinaciones de carga establecidas en el título B. Se verifican los miembros estructurales para las solicitaciones de fuerza axial, cortante y momento con las combinaciones de diseño. El modelo se analiza en ambas direcciones.

Se observa que la viga de sección G que aparece en color rojo no cumple con la interacción del diseño por lo tanto debe ser reemplazada.

Primera iteracion

El programa da la opción de optimizar la estructura con el grado de eficiencia que requiera el diseñador. De acuerdo con esto tuvimos los siguientes perlines:

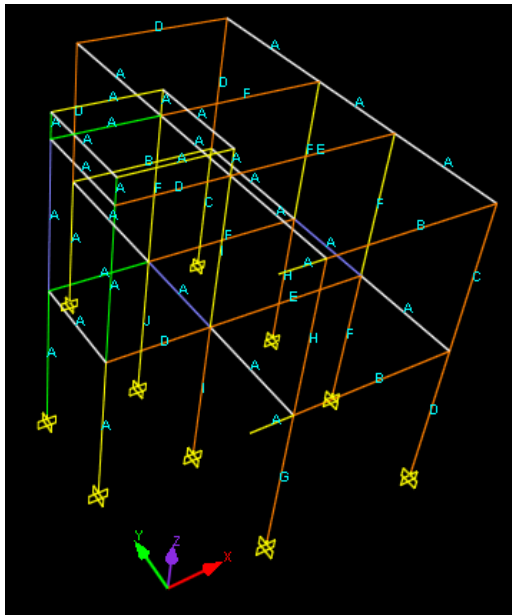


**Gráfica 30** Primera iteración

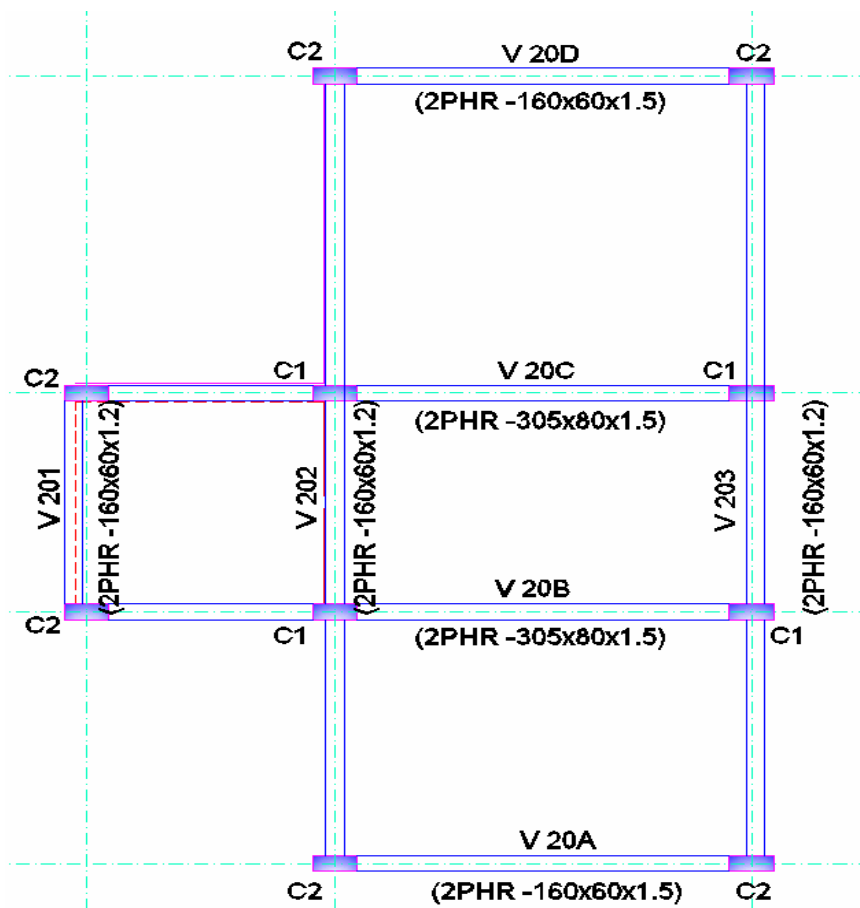
Se observa que la viga de sección G que aparece en color rojo no cumple con la interacción del diseño por lo tanto debe ser reemplazada.

Segunda iteracion

Con estas secciones se realiza un diseño de cada uno de los miembros de acuerdo con el título F6 de la norma sismorresistente NSR 98. Para esto obtenemos las fuerzas de diseño del programa. Además se realiza una verificación de los momentos y fuerzas axiales probables por métodos estáticos.



Gráfica 31 Segunda iteración



Gráfica 32 Selección de perfiles para la estructura

VIGAS	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)	TOTAL (Kg)
305 x 80 x1.5	2.85	4	11.73	133.72
160 x 60 x 1.5	2.85	4	7.16	81.62
160 x 60 x1.2	1.7	6	5.73	58.45
160 x 60 x 1.2	6.3	4	5.73	144.4
160 x 60 x 1.2	1.76	3	5.73	30.25
<i>Total Vigas</i>				<i>448.44</i>

TIPO	COLUMNAS	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)	TOTAL (Kg)
C1	305 x 80 x 1.5	5.5	4	9.55	210.1
C2	160 x 60 x 2.0	5.5	2	11.73	129.03
C2	160 x 60 x 2.0	5	2	11.73	117.3
C2	160 x 60 x 2.0	5	2	9.55	95.5
<i>Total Columnas</i>				<i>551.93</i>	

<i><b>Total Vigas y Columnas</b></i>	<i><b>1000 kg</b></i>
--------------------------------------	-----------------------

Tabla 14 Determinación del peso de la estructura

## 7. TIEMPOS Y COSTOS

Cuando se desarrolla un proyecto de construcción, la elaboración de la programación de obra y el presupuesto son elementales para conocer anticipadamente la duración y el costo del mismo. De ésta manera se puede obtener valiosa información para tomar decisiones acertadas, por la recopilación de información se recurrió a consultas con personal encargado de programar y presupuestar en empresas constructoras de la ciudad que trabajan proyectos en escala.

Igualmente el trabajo de campo sirve para conocer de cerca los procesos constructivos y las variables que pueden afectar la programación y presupuesto realizadas, fue común encontrar que en las obras los mayores sobrecostos se presentan por el incumplimiento de las concretas, ocasionando principalmente por restricciones ecológicas en algunas zonas de la región que por tradición ha sido exportadas para el trabajo de construcción.

Este fenómeno ha traído como consecuencia el retraso de las actividades y a su vez tiempos muertos, generación de horas extras por las cuales decae drásticamente la productividad. Así mismo es importante anotar que estos retrasos e incumplimientos de las concretas afectan en mayor medida unas obras que otras dependiendo del sistema constructivo, Es así como el sistema contech es el más perjudicado pues depende exclusivamente del concreto como base de su producción, estas empresas estudian seriamente la posibilidad de montar su propia planta de concreto.

- **Elementos de Costo:** En el estudio realizado se cuenta con elementos de costo como son los materiales, mano de obra y costos directos, con lo cual suministra información acerca de el valor de cada una de las alternativas estudiadas.
- **Materiales:** Son recursos que se usan en la producción, éstos se transforman en bienes terminados con la adición de mano de obra directa, los materiales pueden identificarse en la fabricación de un producto terminado.
- **Mano de Obra:** Es el esfuerzo físico o mental empleados en la fabricación de un producto. Los costos de mano de obra pueden dividirse en mano de obra directa y mano de obra indirecta.

Mano de obra directa: Es aquella directamente involucrada en la fabricación de un producto determinado que puede asociarse con éste con facilidad y que representa un importante costo de mano de obra en la elaboración del producto.

Mano de obra indirecta; Es aquella involucrada en la fabricación de un producto que no se considera mano de obra directa. La mano de obra indirecta se incluye como parte de los costos indirectos de fabricación.

Para el análisis realizado se tendrá en cuenta sólo los costos directos de fabricación.

## **7.1 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE UNA PROGRAMACIÓN**

Para el desarrollo de este capítulo se seleccionó el programa Project, ya que esta herramienta es una aplicación de gestión de proyectos con el cual se puede organizar el proyecto en tareas específicas para un tiempo determinado.

Un proyecto es una secuencia de eventos con un inicio y final, con el fin de alcanzar determinado fin, por tanto es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

**Al inicio del proyecto:** definir el proyecto determinando las tareas y actividades que se van a desarrollar en el transcurso del mismo; por otra parte es importante definir el personal que va a desarrollar cada tarea con su respectiva actividad y por último identificar cuándo empieza y cuánto dura cada actividad para poder saber el tiempo total de cada tarea.

**Durante el proyecto:** identificar cuáles inconvenientes se van presentando para poder corregirlos y que no afecten el proyecto; modificar si es necesario de manera adecuada el proyecto si este lo requiere ya que ningún proyecto puede estar exento ante situaciones inesperadas.

**Finalización del proyecto:** poder saber las falencias que se encontraron en el proyecto para corregirlos y no volver a cometerlos en próximos y futuros proyectos.

- **ESTUDIO PRELIMINAR:** Para poder realizar comparaciones entre dos sistemas diferentes, como son: el sistema aporticado en lámina delgada y el sistema en mampostería confinada, se tomó como referencia una vivienda tipo de interés social como es la urbanización “Paseo La Feria”, el cual fue un programa desarrollado por Instituto de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana “INVISBU”, este instituto proporcionó la información necesaria (planos arquitectónicos, estructurales, cantidades de obra ejecutadas, e información variada) para poder desarrollar dicha investigación; Paseo la Feria es un proyecto el cual su sistema estructural es en mampostería confinada, por lo que se aclara que la información antes mencionada se refiere única y exclusivamente a este sistema. Por otra parte para realizar el diseño estructural del sistema aporticado en lámina delgada se tomó como base los planos arquitectónicos proporcionados por el INVISBU. Teniendo los respectivos diseños de los dos sistemas a comparar, se obtuvo las cantidades de obra las cuales se requieren para cada uno de estos sistemas.

- **TAREAS:** Se procedió a definir los respectivos capítulos de cada uno de los sistemas (Sistema en acero de lámina delgada y el sistema en mampostería confinada) por medio de la WBS, el cual consiste en desglosar actividades conformando tareas, la WBS (Work Breakdown Structure), nos permite planear y organizar el proyecto, nos permite saber qué se requiere hacer para realizar planes de tiempo, costo de manera ordenada, se entiende como tareas la actividad principal integrada por actividades o subtareas que corresponden a una misma etapa del proceso constructivo además las tareas definen el ámbito de objetivo de un proyecto, por ejemplo: Obras preliminares es una tarea y las subtareas son: Descapote y Localización; es importante resaltar que las tareas se deben organizar jerárquicamente del tal manera que no se pierda la secuencia del proyecto, además las tareas tienen precedencias con las cuales en determinadas ocasiones según el proyecto unas actividades no pueden empezar hasta que terminen otras, o también se puede presentar que las actividades son simultáneas, es decir comienzan al mismo tiempo.
- **DURACIÓN:** Teniendo tareas las cuales cada una de ellas corresponde a un capítulo dividiéndose estos en subtareas, además de las cantidades de obra de cada subtarea con sus respectivas unidades de medida, siendo estas importantes para la correcta medición de cada una de ellas, a continuación se procedió a obtener los rendimientos respectivos, entendiéndose estos como lo que ejecuta un hombre en una hora en determinada cantidad de obra, por ejemplo ( $h-H/m^2$ ), la fuente de donde se obtuvieron estos rendimientos fue mediante rendimientos históricos proporcionados por entidades que laboran continuamente en la construcción, además por la experiencia adquirida de ingenieros residentes que conocen del tema, entre otros, teniendo estos rendimientos, se asigna cuadrillas a cada una de las actividades correspondientes, entendiéndose estas como un grupo de personas que se requieren para determinada actividad, estas se nomenclan de la siguiente manera (1x2), el cual significa que se requiere un oficial y dos ayudantes para la actividad respectiva, sabiendo el número de personas necesarias para la realización de la misma, teniendo estos datos y calculado el rendimiento por cuadrilla, además las respectivas cantidades de obra se obtuvo la duración que corresponde a cada actividad en las unidades que se desee trabajar (horas, días, semanas), eso sí, haciendo las respectivas conversiones de unidades.

## 7.2 ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN EN EL SOFTWARE PROJECT

Project es un software que nos permite conocer la duración total de cada tarea, dependiendo esta de diferentes factores como la duración de cada una de las actividades (indicando cuando empieza y cuando termina), además de la precedencia de cada una de ellas, además se asigna el recurso de mano de obra para poder conocer si las personas asignadas son necesarias para cada una de estas actividades teniendo en cuenta la disponibilidad de cada una de ellas o se requieren más, además es importante tener definido los capítulos que se van a trabajar en el proyecto, para lo cual estas tareas se definieron anteriormente.

Por otra parte Project nos permite verificar que en el momento de realizar un cambio este no afecte de manera significativa el proyecto, es por ello que existe una herramienta el cual muestra las tareas y las actividades relacionadas en un diagrama que muestra estas tareas y duraciones en función del tiempo, llamada Diagrama de Gantt (se encarga del tiempo en el cual se programa las tareas).

### 7.3 TIEMPOS

Para poder conocer la relación y variación de tiempos del sistema en acero de lámina delgada y el sistema en mampostería confinada, se procedió a realizar la programación para 2 viviendas, 6 viviendas y 12 viviendas para los dos sistemas antes mencionados, con el fin de obtener las respectivas duraciones.

Para este estudio se tuvo en cuenta un factor importante que para la presente investigación se denominó “**factor de colindancia**”, esto se refiere a la relación entre áreas (para el sistema de acero en lámina delgada) de una casa la cual se encuentra compartida por otra vecina lo cual para elementos compartidos tales como columnas, vigas, se les aplica este factor de reducción. Para el sistema en mampostería confinada es una relación de longitudes que hay entre una casa y la casa compartida de igual manera se aplica este factor a los elementos compartidos.

A continuación se muestra con claridad esta proporción:

Para realizar la relación de colindancia se tomó como base la cimentación para los dos sistemas, sabiendo que el sistema en acero de lámina delgada está conformado por vigas y zapatas, mientras que el sistema en mampostería confinada está conformado por vigas de cimentación.

	<b>SISTEMA EN ACERO DE LÁMINA DELGADA</b>	<b>SISTEMA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA</b>
	Relación de Áreas (m <sup>2</sup> )	Relación de Longitudes (m)
Casa Compartida	6.184	27.09
Una Casa	8.598	34.95
<b>Factor de colindancia</b>	<b>0.72</b>	<b>0.77</b>

Tabla 15 Factor de colindancia

Por tanto el porcentaje de reducción para el sistema en acero de lámina delgada para casas compartidas para este estudio es del 72%, mientras que el porcentaje de reducción en el sistema de mampostería confinada para casas compartidas es del 77%.

Según lo anterior se observa que la cimentación para el sistema en acero de lámina delgada corresponde a un 72% de la cimentación para el sistema en mampostería confinada.

Estos factores sirven para afectar todos los elementos que son compartidos lo cual hace que haya reducción de cantidades y duraciones para el caso por ejemplo de cimentación, muros, columnas, vigas, entre otros.

Para otras actividades tales como instalaciones sanitarias, hidráulicas, eléctricas, carpintería metálica (puertas, ventanas) estos factores no afectan las actividades, ya que son completamente independientes.

En caso de no tener en cuenta los factores las duraciones obtenidas no sería reales porque se estaría considerando cada una de las viviendas de manera independiente lo cual para este caso no es real, ya que para viviendas de interés social por diferentes motivos éstas son compartidas como se mencionó anteriormente.

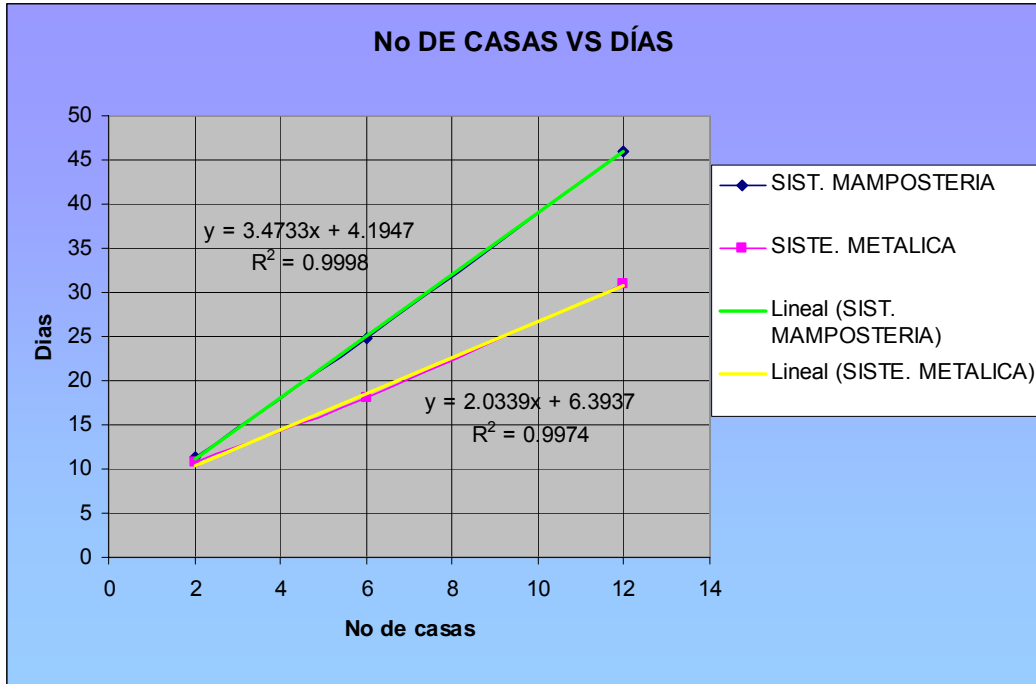
- **Gráfica de duraciones:** Para conocer la variación de los dos sistemas tanto de mampostería confinada como el de acero en lámina delgada se hizo tres programaciones diferentes para cada uno de los sistemas ya que para obtener esta variación se requiere mínimo tres puntos de referencia, por tanto se hizo seis programaciones; tres para cada uno de estos sistemas el cual consiste en conocer las duraciones para 2, 6, 12 viviendas, para la gráfica no se tomó en cuenta el dato de duración de una casa, ya que esta se realizó de manera diferente e independiente el cual no se tuvo en cuenta los factores de colindancia antes mencionados.

Realizada la respectiva programación para cada uno de los sistemas para conocer las duraciones pertinentes tanto de acero en lámina delgada como en el sistema de mampostería confinada se obtuvo los siguientes resultados:

<b>TIPO DE SISTEMA</b>	<b>No DE VIVIENDAS</b>	<b>DURACIÓN (DÍAS)</b>
ESTRUCTURA EN ACERO DE LÁMINA DELGADA	2	10.82
	6	18.00
	12	31.04
MAMPOSTERIA CONFINADA	2	11.33
	6	24.72
	12	46.00

Tabla 16 Duraciones de obra según cantidad de casas

Con el cual se obtuvo una gráfica como se muestra a continuación:



Gráfica 33 Grafica de duraciones

Observando la gráfica, esta tiene tendencia lineal para los dos sistemas, el cual se hizo el ajuste respectivo para esta gráfica, el sistema en mampostería confinada tiene más pendiente comparado con el de estructura de acero en lámina delgada, la tendencia lineal se debe a que no se tiene en cuenta otros factores como productividad, curva de aprendizaje y costos financieros. Como se puede observar el sistema en estructura de acero en lámina delgada el tiempo en la construcción de la obra es más corto comparado con el sistema en mampostería confinada.

METALICA			MAMPOSTERÍA		
No de casas	Días	Años	No de casas	Días	Años
x	y		x	y	
2	10	0.03	2	11	0.03
6	19	0.05	6	25	0.07
12	31	0.08	12	46	0.13
40	88	0.24	40	143	0.39
50	108	0.30	50	178	0.49
54	116	0.32	54	192	0.53
60	128	0.35	60	213	0.58
70	149	0.41	70	247	0.68
80	169	0.46	80	282	0.77
100	210	0.57	100	352	0.96
200	413	1.13	200	699	1.91
300	617	1.69	300	1046	2.87
480	983	2.69	480	1671	4.58

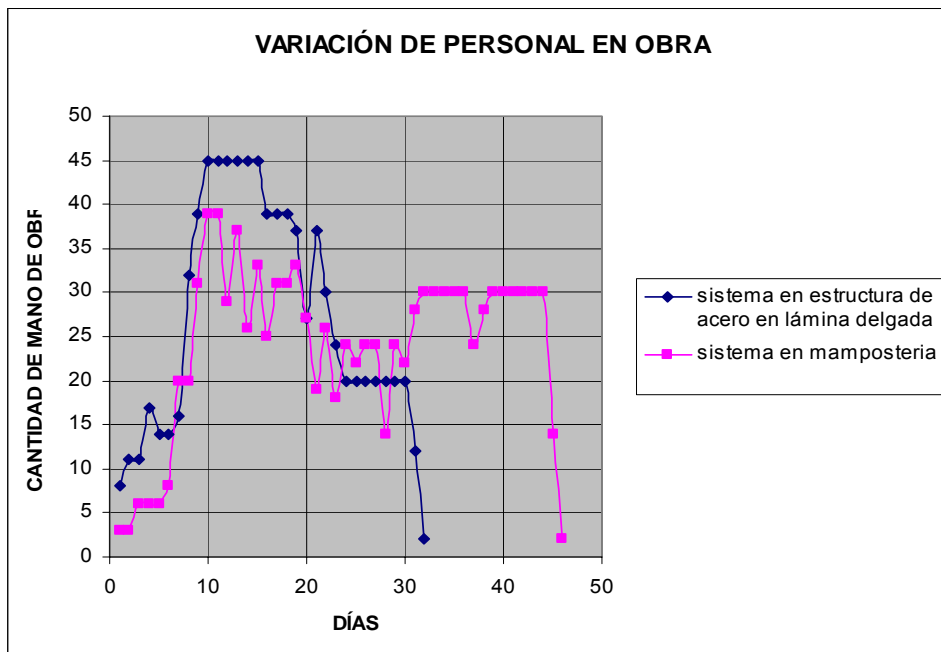
Tabla 17 Proyección de duraciones de obra según cantidad de casas

- **Mano de obra:** Este recurso es el más importante en una obra, ya que sin los trabajadores sería imposible ejecutar una obra, la duración de una obra de cierta manera depende de algunos factores tales como: motivación, capacidades, actitudes, ambiente de trabajo, rotación entre otras que afectan directa o indirectamente a un trabajador, algunas de las necesidades que un trabajador desea suplir es tener alimentación tanto para ellos como para sus familias, vivienda propia, autoestima, tener un desarrollo familiar y personal, entre otros.

Otro factor importante que afecta la duración de una obra son las habilidades que tenga cada persona en la ejecución del trabajo, es decir si tiene un buen desempeño en una actividad determinada, si tiene experiencia y la suficiente capacitación en la elaboración del mismo.

Son muchos factores que afectan la mano de obra la cual para el presente estudio no se tuvo en cuenta, ya que las condiciones de trabajo de cada persona que trabaja en el sector de la construcción son variables en cada obra.

Sin embargo de acuerdo a la programación realizada y utilizando el número de personas que se necesitan para cada una de las actividades y considerando que el trabajador se encuentra en condiciones óptimas se obtuvo la gráfica para doce viviendas a continuación mostrada comparando los dos sistemas como es el sistema de acero en lámina delgada y el sistema en mampostería confinada, esta gráfica muestra la cantidad de personas con respecto a los días que dura el proyecto.



Gráfica 34 Variación de la cantidad de personal en obra

De acuerdo a la gráfica se observa que en los días que se requiere de más personal de trabajo para los dos sistemas son del 10-20 correspondiendo a la etapa de cimentación, instalaciones, instalación de la placa de entrepiso, montaje de columnas y vigas en el caso del sistema en lámina delgada, vaciado y los muros en el caso del sistema en mampostería confinada. El sistema en estructura de acero de lámina delgada se necesita más personal para las actividades antes mencionadas comparado con el sistema en mampostería confinada, sin embargo esto no podría ser tan relevante ya que la duración en ejecución de la obra del sistema en estructura de acero de lámina delgada es menor haciendo que se genere un ahorro significativo en mano de obra lo que no sucede con el sistema en mampostería confinada que a pesar de que en estas actividades se requiere un poco menos de personal, la duración de la obra es más larga ocasionando de esta manera más gasto de mano de obra.

## **7.4 COSTOS**

Costo es el “valor” para adquirir bienes o servicios que se mide en dinero, mediante la reducción de activos (desembolso) o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios (adquisición de deuda), existen costos de fabricación, costos de comprar, etc, estos costos representan la inversión hecha en un proyecto, además el costo de un recurso es el valor en dinero que se debe invertir.

Existen elementos del costo tales como materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación, lo cual mide el ingreso y la fijación de precio de un determinado producto. En cuanto a los materiales, es un recurso importante ya que son los que se usan en una producción, transformándose en bienes terminados con la ayuda de la mano de obra directa; existen dos clases de costo de los materiales, los materiales directos, los cuales se utilizan en la fabricación de un producto como por ejemplo los ladrillos que sirven para hacer un muro, mientras que los materiales indirectos son los que se involucran en la elaboración del producto, por ejemplo la plomada para saber la linealidad del muro.

El segundo elemento es la mano de obra, el cual es el esfuerzo físico y mental el cual se emplea en la elaboración de un proyecto, estas se dividen en mano de obra directa y mano de obra indirecta, la primera se refiere a la fabricación directa de una actividad terminada y lo cual representa un costo elevado en la elaboración del mismo, por ejemplo, la cuadrilla que trabaja para hacer una placa de entrepiso, mientras que la indirecta se refiere a la elaboración de un proyecto que no influye directamente en la elaboración del mismo, como por ejemplo, un ingeniero residente que verifica en la obra que se estén cumpliendo las especificaciones y se lleve a cabo la obra de manera ordenada.

Los costos indirectos de fabricación se refiere a los materiales o mano de obra indirecta que no se pueden identificar directamente pero que están presentes de una u otra forma en la elaboración de dicho producto. Como por ejemplo, el arrendamiento de una oficina, pago de servicios, entre otros.

Es importante saber que en los procesos de fabricación se distinguen dos tipos de costos; **los costos directos**, son aquellos que la empresa es capaz de asociar con los artículos o áreas específicas, lo cual se encuentran involucradas en el proceso de elaboración, estos costos directos son los recursos como mano de obra, equipo y materiales para la construcción física de una obra, son los que afectan directamente la ejecución de un proyecto, con estos recursos es que se puede llevar a cabo dicho proyecto los costos directos son los que representan el porcentaje de incidencia más alto en un proyecto, además son proporcionales al tamaño de la obra **los costos indirectos** son aquellos que no se identifican directamente con el proceso productivo, pero que son necesarios para que un proyecto sea terminado, la determinación de un costo de fabricación permite tomar decisiones para poder establecer una adecuada política de control y reducción de costos, representa los gastos generales como oficina, pago de servicios, administración, pago a consultores, entre otros.

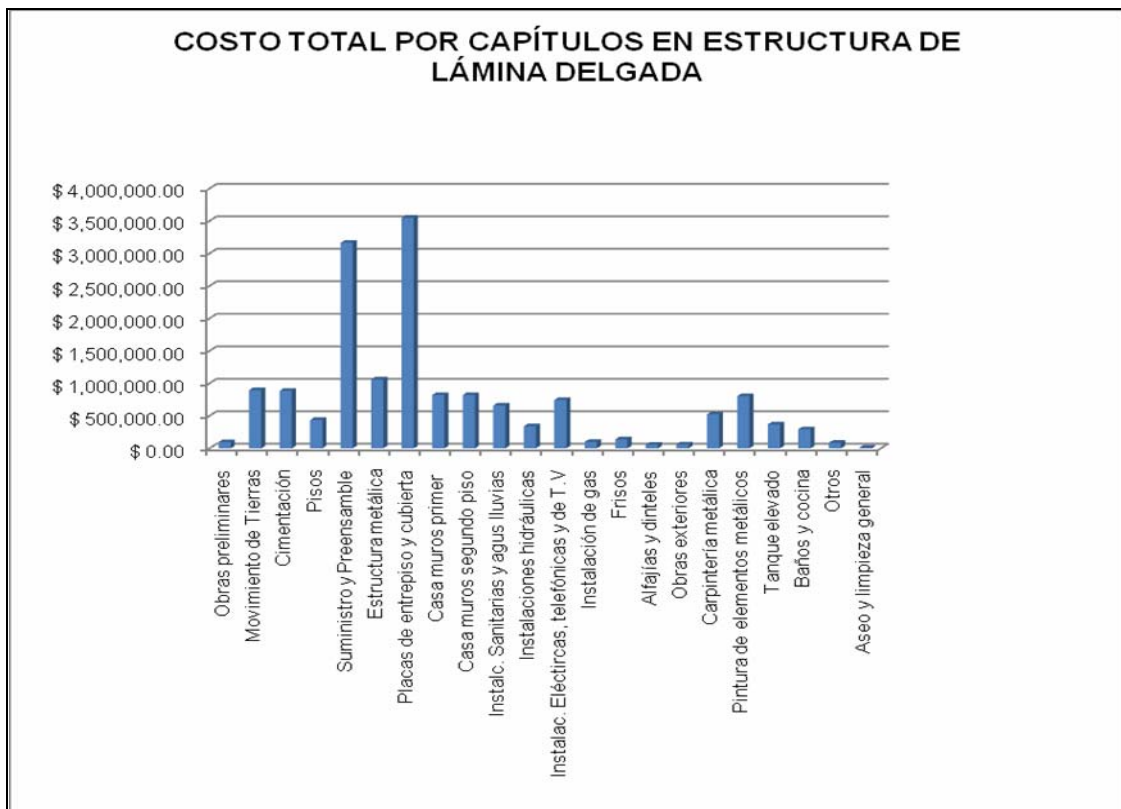
- **PRESUPUESTO:** El presupuesto es un proceso tanto cualitativo como cuantitativo el cual constituye la base de los estudios de las obras de construcción, este tiene como finalidad dar un valor aproximado de lo que pueda llegar a ser el valor real de la obra, permitiendo conocer el manejo del dinero en el tiempo para su normal desarrollo, esto ayuda a verificar que lo planeado se ejecutado, además, de servir para el planeamiento de posibles soluciones a problemas que se puedan presentar durante la construcción de una obra.

Para la elaboración del presupuesto se definió una serie de ítems clasificándolos en capítulo y estos en las respectivas actividades pertenecientes a una misma etapa del proceso constructivo, teniendo además en cuenta las cantidades de obra según los planos como ya se especificó anteriormente.

Por otra parte para el cálculo de presupuestos de una obra se debe hacer un análisis detallado considerando todos los elementos que se construirán, razón por la cual se debe tener la información necesaria, como son planos y memorias de cálculo detalladas y muy concisas.

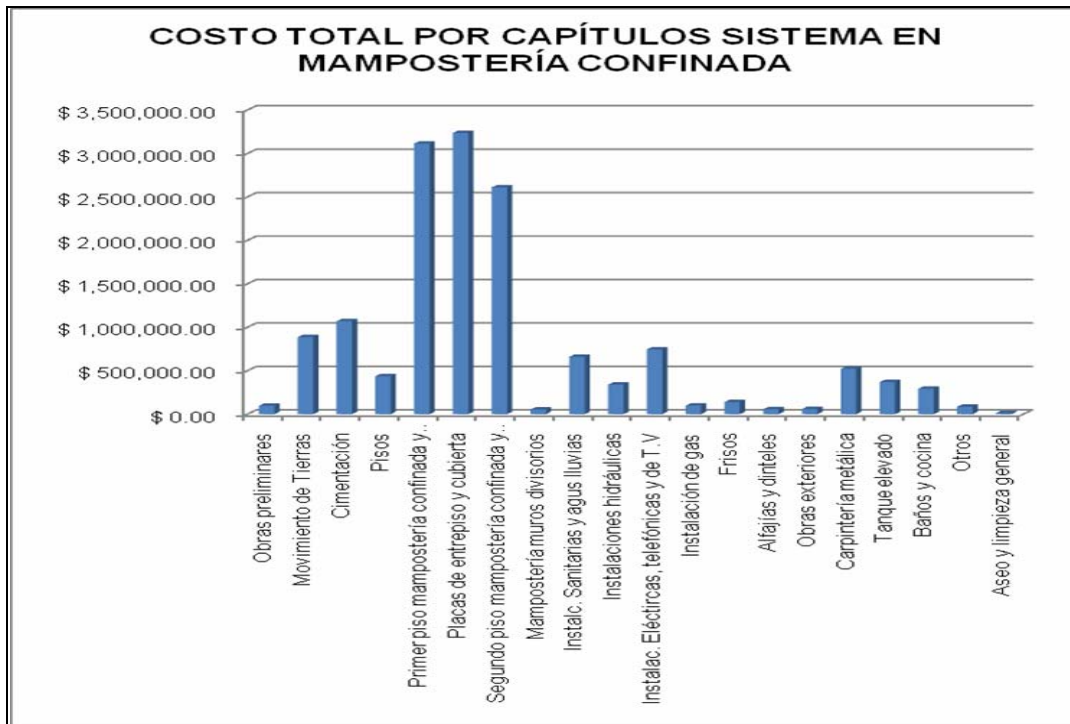
Cuando se trata únicamente de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes basta para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables y precios unitarios que no estén muy detallados, por el contrario, este presupuesto aproximado no basta cuando el estudio se hace como base para otros fines.

Para realizar el respectivo presupuesto para las dos alternativas tanto para el sistema de estructura en lámina delgada como para el sistema en mampostería confinada se realizó un Análisis de Precios Unitarios (APU), este análisis consiste en desglosar en tres grande grupos como: Materiales, equipos y mano de obra, lo más importante de un Análisis de Precios Unitarios es fijar el rendimiento de la obra, o sea la cantidad de obra que se ejecutará en un día o por la unidad de medida, este parámetro es el más importante ya que todos los términos gravitarán en torno a este concepto, obteniendo este análisis unitario se multiplica por lo cantidad total de la actividad el cual me da el costo total de la misma y así con cada una de las actividades hasta obtener un costo total de la tarea para finalmente la suma de estos costos se obtiene el presupuesto. Es importante resaltar que las causas actuales de retraso en obra se deben al incumplimiento en el suministro de concreto, generando tiempos muertos que resultan costos, aunque el sistema en acero de lámina delgada requiere de suministro de concreto, esta no es tan crítica.



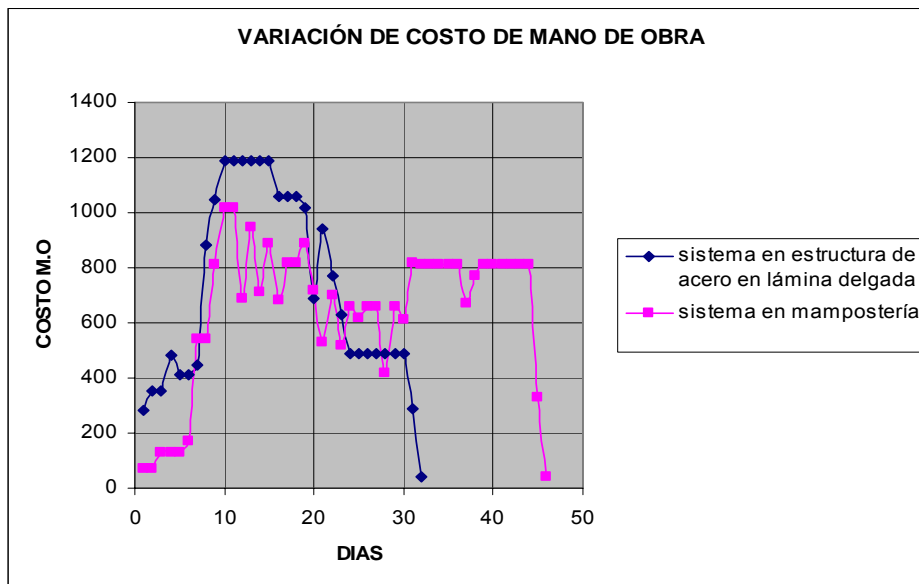
**Gráfica 35 Costo total por capítulos en estructuras de lamina delgada**

Se observa que las actividades que más influyen en el costo son: el suministro y preensamble y las placas de entripiso y cubierta.



Gráfica 36 Costo total por capítulos en sistema de mampostería confinada

Se observa que las actividades que más influyen en el costo son: primer y segundo piso en mampostería confinada y las placas de entrepiso y cubierta.

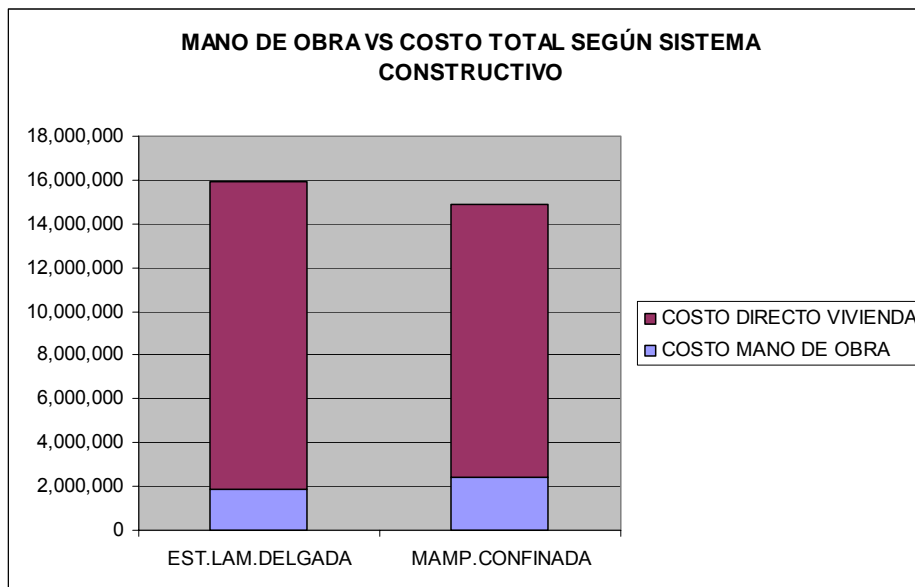


Gráfica 37 Variación del costo de mano de obra

En cuanto al costo de mano de obra entre los días 10 - 20 aproximadamente se requiere más mano de obra por lo que el costo se eleva en ésta transición días en los cuales se intensifican las labores de trabajo, y por tanto el costo, pero la duración del sistema en estructura de acero en lámina delgada es más corto por lo que los gastos de personal se disminuyen caso contrario sucede con el sistema en mampostería confinada.

SISTEMA	COSTO TOTAL	COSTO POR m <sup>2</sup>
<b>Estructura en lámina delgada</b>	\$ 15'928,610.65=	\$ 350,156.31 =
<b>Mampostería Confinada</b>	\$ 14'892,717.53=	\$ 327,384.43 =

Tabla 18 Costo directo total y por m<sup>2</sup> de los dos sistemas



Gráfica 38 Resumen de comparación de costos de mano de obra vs. costo total

## **8. ANALISIS COSTO – BENEFICIO**

El análisis de costo-beneficio pretende determinar si los beneficios sociales de una actividad pública propuesta superan los costos sociales. El análisis de costo-beneficio es una herramienta de toma de decisiones para desarrollar sistemáticamente información útil acerca de los efectos deseables e indispensables de los proyectos públicos. En cierta forma, podemos considerar el análisis de costo-beneficio del sector público como el análisis de rentabilidad del sector privado. Estas decisiones de inversión pública usualmente implican gran cantidad de gastos y sus beneficios se esperan que ocurran a lo largo de un período extenso.

Todos los proyectos suponen movilización de recursos, lo que determina beneficios para algunos agentes de la economía y al mismo tiempo costos para otros. En todos los proyectos se pueden identificar ganadores y perdedores; beneficiarios y víctimas. El criterio de evaluación económica de proyectos es tomado de la teoría del bienestar: "si los beneficios de un proyecto pueden compensar a los perdedores del mismo y todavía gozar de un efecto positivo, el proyecto puede considerarse como un aporte al bienestar socioeconómico **"Kaldor y Hicks"**

### **8.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES CEPAL**

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos, realizada en 1996 en Estambul, los países de la región presentaron un Plan Regional de Acción en el que se plantea la meta de aumentar las soluciones habitacionales, especialmente aquellas destinadas a las familias de bajos ingresos, de manera de evitar que el déficit cuantitativo continúe aumentando, a la vez que las políticas nacionales urbanas, de vivienda y medio ambiente, deben asegurar a todos los sectores el acceso a los servicios urbanos básicos y provocar un desarrollo sustentable de los asentamientos humanos.

Las decisiones de inversión en proyectos de viviendas sociales suelen adoptarse aplicando el criterio del mínimo costo.

Siguiendo este criterio, las decisiones de inversión en viviendas sociales producen como resultado un crecimiento de las ciudades que obliga al estado a construir la infraestructura y los servicios complementarios en las zonas de la ciudad donde se han localizado las viviendas.

## **8.2 EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES**

La evaluación socio económica de proyectos consiste en una comparación de costos y beneficios, que permita concluir cuál de ambos conceptos es mayor, y por lo tanto, qué tan conveniente resultará realizar el proyecto. En general, un proyecto será conveniente si los beneficios que va a generar son mayores que los costos en que se debe incurrir para realizarlo. Es preciso contar con una identificación de beneficios y costos, los cuales deben estar adecuadamente cuantificados y valorados en unidades monetarias para permitir su comparación.

Los costos y beneficios se producen a lo largo de la vida útil del proyecto; para realizar una correcta comparación entre ellos, es preciso expresar todos los flujos en términos de su valor presente, teniendo en cuenta que el valor del dinero es diferente en distintos momentos del tiempo. Es preciso utilizar la tasa social de descuento para efectuar los cálculos de valor presente.

### **8.3 BENEFICIOS DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES**

Los beneficios de los proyectos de vivienda social provienen de los cambios en el bienestar de las familias beneficiarias. La evaluación de proyectos debe considerar los beneficios incrementales, comparando la situación sin proyecto (las condiciones anteriores de vivienda de la familia) con la situación con proyecto.

### **8.4 COSTOS DE PROYECTOS DE VIVIENDAS SOCIALES**

El énfasis se pone aquí en considerar todos los costos pertinentes al proyecto, tanto aquellos que corresponde sean asumidos por sus gestores como los costos relativos a servicios básicos o complementarios que, no siendo directamente pertinentes al proyecto, son influidos por él y respecto a los cuales se recomienda la coordinación de inversiones, de modo de facilitar la adopción de las decisiones que sean más eficientes para el país.

### **8.5 COSTO DIRECTO DE VIVIENDAS**

Es preciso calcular los costos de las viviendas. Este es un concepto relativamente flexible, que puede variar como resultado de un gran número de pequeñas modificaciones al diseño o a la materialidad definida para las viviendas. Para el cálculo a nivel de anteproyecto puede utilizarse costos de proyectos tipo o de proyectos ejecutados anteriormente. Alternativamente, puede desarrollarse un anteproyecto de la (o las) vivienda(s) tipo, sus especificaciones técnicas y sus cubificaciones, a partir de lo cual se llega a una estimación precisa de sus costos. Elegir uno u otro procedimiento de cálculo depende de la cantidad y calidad de la información disponible.

## **8.6 CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Una vez que se han identificado, medido y valorado los beneficios y los costos el paso siguiente consiste en evaluarlas. Para ello se comparan, para cada alternativa, sus costos y beneficios, recomendando aquellas en que el beneficio neto (es decir, la diferencia entre beneficios y costos) es positivo; posteriormente se comparan las distintas alternativas, recomendando aquella en que el beneficio neto positivo es mayor.

## **8.7 EVALUACIÓN COSTO / BENEFICIO**

Es importante mencionar que el proyecto se desarrollara urbanisticamente en manzanas de 12 casas. Por este motivo se estudio el costo para una manzana y se hizo una proyección del tiempo de construcción si se siguiera una secuencia constructiva en la que al terminar una manzana se continuara con la otra. Sin embargo es posible que en proyectos de grandes magnitudes se trabaje simultáneamente en la construcción de las manzanas.

La evaluación económica de la alternativa de construcción metálica para VIS se llevó a cabo partiendo de la estructura y estimación de costos, que se generaron en el diseño de los análisis de precios unitarios con las características de costo y rendimiento de cada una de las actividades de construcción realizadas en este sistema preensamblado. A partir de las características del proyecto se establecieron los jornales de trabajo y las cuadrillas ajustadas a un período de construcción razonable al sistema para luego generar una programación de obra en la cual se incorporaron las duraciones y precedencias características obtenidas anteriormente.

## **8.8 COSTOS DEL PROYECTO**

Para establecer los costos del proyecto no se tendrá en cuenta los costos por lote, estudios y diseños, aprobaciones ni urbanismo, pues este proyecto ya se ha construido parte del proyecto con el sistema de mampostería confinada. Igualmente se toma el valor del lote y diseños como donaciones. El urbanismo es similar para la alternativa en lámina delgada como para el sistema en mampostería. De esta manera como criterio de comparación se tomara el costo directo de las viviendas en los dos casos.

Costo directo 1 casa: Alternativa en lamina delgada: \$ 15' 928.610

Costo directo 1 casa: Mampostería confinada (actual): \$ 14' 892.717

De la tabla de valores máximos para proyectos de vivienda de interés social se tiene para tipo 1, el precio máximo sería 50 SMLV que corresponde a \$21'685.000.

De esta manera con los precios obtenidos se tendría los siguientes valores para cumplir con los establecidos en la ley:

Alternativa en lamina delgada: \$6'792.283 que corresponde al 26.5% de margen adicional disponible para el A.I.U.

Alternativa en mampostería: \$6'792.283 que corresponde al 31.3% de margen adicional disponible para el A.I.U.

## **8.9 BENEFICIOS DEL PROYECTO**

Número de familias beneficiadas= 480

Duración de obra alternativa en lámina delgada= 983 días

Duración de obra alternativa en mampostería confinada= 1671 días

Beneficio= Aumento del excedente en ingresos de las familias beneficiadas.

Para estimar los beneficios adicionales por la diferencia en la duración de la obra. Se tiene en cuenta el ahorro por pago de arriendo de las familias beneficiadas.

Se estimó el valor del arriendo en \$250.000

Para establecer un criterio de comparación se tomara el valor de ingresos por familia de dos salarios mínimos equivalente a \$867.400

Para un período de un año y adquisición de la vivienda en el mismo período:  
Tenemos las siguientes relaciones costo / beneficio en el tiempo en que la totalidad de familias con vivienda en alternativa metálica han sido beneficiadas. Es decir, mientras usando el sistema de pórticos de lámina delgada se concluye la construcción de 480 casas, con el sistema de mampostería confinada se alcanza la construcción de 282. En resumen utilizando el sistema de mampostería confinada retrasa a 198 familias que deben esperar para aumentar su excedente de ingresos por cuenta del pago de arriendo.

- **OTROS BENEFICIOS SOCIALES.**

- Pago de impuestos.
- Generación de mayor productividad.
- Mejor calidad de vida.
- Mejores perspectiva de inserción formal en la sociedad.
- Disminución del ausentismo escolar (implica esperanza de mayores ingresos futuros).
- Reducción de costos en obras de infraestructura.

- **RELACIONES COSTO - BENEFICIO**

Alternativa en lámina delgada:  $\$ 15'928.610 / \$(867.400*12) = 1.93$

Mampostería confinada  $\$ 14'892.717 / \$(617.400 *12)= 2.01$

Analizando las dos opciones, se observa que la alternativa de construcción aportada en lámina da una menor relación de costo – beneficio.

## 9. CONCLUSIONES

- Cada proyecto tiene un diseño general como la configuración arquitectónica que lo hacen mejor o peor para un sistema específico, es decir se puede hacer un diseño arquitectónico el cual se acomode al diseño estructural, lo que hace que cada sistema tenga su propio diseño aptos para cada sistema, haciendo óptimo el sistema constructivo.
- La combinación de sistemas como el aporticado, hace que se aproveche las características favorables de distintos sistemas y materiales, es así como la combinación de perlines para armar el sistema aporticado de vigas y columnas, además de entrepisos novedosos como el de lámina colaborante, constituyen una alternativa de construcción.
- La evaluación integral de las soluciones de un proyecto, no comprende únicamente el costo y tiempo, sino también una serie de características de un sistema con otro, ya que se deben considerar aspectos cualitativos muy importantes como la constructibilidad (termino que se usa para referirse a facilidad y conveniencia constructiva), además de la inversión inicial ya que para el sistema en estructura de lámina delgada se debe considerar una escala mínima de unidades de viviendas para poder hacerla competitiva.
- El diseño influye principalmente en la competitividad, ya que cada sistema tiene diferente configuración y dimensiones especiales.
- En procesos repetitivos existen evidencias que se producen aprendizajes y mayores eficiencias en el trabajo aplicado en la medida del aumento en serie de una producción, debido a la planeación y ejecución en conjunto de 2,6,12 viviendas, diferente al rendimiento de una sola casa.
- Es importante diferenciar el objetivo del presente estudio, ya que no es el negocio de un ente privado que busca obtener ganancias sino, analizar la relación beneficio/costo de la vivienda de interés social en la ciudad de Bucaramanga.
- Tanto en los sistemas de estructura en lámina delgada como en el sistema de mampostería confinada se obtuvo un coeficiente de reducción llamado factor de colindancia afectando la duración y costo de cada una de las actividades que se encuentran compartidas.

- La mano de obra utilizada para la estructura de acero en lámina delgada es un poco mayor en algunas actividades, comparadas con el sistema en mampostería la mano de obra utilizada es menor en el lapso de 10-20 días de ejecución de la obra, sin embargo la duración del tiempo en el primer sistema es más corto lo que hace disminución de costo de la mano de obra a lo largo del proyecto general, lo que no ocurre con el sistema en mampostería confinada.
- La construcción de la vivienda en la alternativa de estructura de acero en lámina delgada es más rápida debido al suministro, pre-ensamblaje de este sistema, mientras que el sistema de mampostería confinada lleva mucho más tiempo de construcción, esto se ve reflejado en la poca agilidad y demora de la formaletería para columnetas, entrepiso, entre otros, además actualmente las empresas que suministran el concreto se ven afectadas debido a que las empresas que están a cargo del medio ambiente han puesto algunos inconvenientes, lo cual en ocasiones no pueden llegar en el tiempo que se encuentra estipulado por el constructor.
- La duración del sistema en estructura de acero en lámina delgada es más corta comparada con el sistema en mampostería confinada, obteniendo duraciones para doce casas de 31.04 días para la estructura en lámina delgada, mientras que para las mismas doce casas en mampostería confinada la duración es de 46 días.
- El costo por unidad de vivienda es más costosa en la alternativa planteada del sistema de acero en lámina delgada teniendo un precio de \$15'928,610.65 lo que corresponde a un costo por m<sup>2</sup> de \$350,156.31, en comparación con el sistema en mampostería confinada este costo es menor \$14'892,717.53 lo que corresponde a un costo por m<sup>2</sup> de \$327,384.43.
- Para el sistema de mampostería se puede detallar en el gráfico de variación de personal en obra que prácticamente de la mampostería depende prácticamente todas las demás actividades por lo que se encuentra como desventaja ya que algunas personas no estaría trabajando en el tiempo de ejecución de esta actividad por lo cual es una actividad crítica en donde se genera tiempos muertos relativamente altos.
- En cuanto al sistema constructivo se refiere es más rápido y eficiente construir la vivienda en estructura de acero lámina delgada, que con el sistema de mampostería confinada.
- Resulta fundamental analizar el componente sociológico al momento de planear el desarrollo de una solución a los problemas de déficit de vivienda de interés social.

## 10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio financiero detallado del proyecto.
- Se recomienda hacer un estudio de viabilidad económica y financiera del proyecto.
- Se recomienda para este tipo de viviendas hacer un estudio contraincendio ya que las personas invierten su único capital para tal beneficio.
- Se recomienda estudiar otros tipos de sistemas de prefabricación diferente al que se encuentra en el presente estudio.
- Se recomienda tener en cuenta la curva de aprendizaje para así tener rendimientos más aproximados de mano de obra.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- ALMARZA, S.,. Financiamiento de la vivienda de estratos de ingresos medios y bajos: la experiencia chilena, Serie financiamiento del desarrollo No 46, CEPAL, Santiago de Chile, 1997.
- Cámara de Diputados de Chile, A 20 Años de la Liberalización de los Mercados de Suelo Urbano en Chile, Publicación oficial, Santiago de Chile,1999.
- CHIAPPE DE VILLA, M.L.,. La política de vivienda de interés social en Colombia en los noventa, Serie financiamiento del desarrollo No 80, CEPAL, Santiago de Chile, 1999.
- CHIO CHO, Gustavo y MALDONADO RONDÓN, Esperanza. Análisis sísmico de edificaciones. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías FísicoMecánicas Bucaramanga, 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, “DANE”, Boletín de Prensa Vivienda VIS y No VIS III Trimestre, 2006.
- DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, Programa de Vivienda de Interés Social Urbana Colombia, 2003.
- GRYNSPAN, R. y MELÉNDEZ, D.,. El factor institucional en reformas a la política de vivienda de interés social: la experiencia de Costa Rica, Serie financiamiento del desarrollo No 81, CEPAL, Santiago de Chile, 1999.
- GUTIÉRREZ, M. y VARGAS, A.J.,. Costa Rica: una revisión de las políticas de vivienda aplicadas desde 1986, Serie financiamiento del desarrollo No 42, CEPAL, Santiago de Chile, 1997.
- HELD, Günther.,. Políticas de viviendas de interés social orientadas al mercado: experiencias recientes con subsidios a la demanda en Chile, Costa Rica y Colombia”. Serie Financiamiento del desarrollo No 96, CEPAL, Santiago de Chile,2000.
- INSTITUTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL Y REFORMA URBANA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, “INVISBU”, Requisitos para el Proceso de Asignación del Subsidiio Familiar de Vivienda, 2007.

- Manual de Diseño de perfiles estructurales en acero de lámina delgada, ACESCO, 2006.
- Manual Téncio Metaldeck, ACESCO, 2003.
- METROVIVIENDA. “Vivienda de Interés Social: Inventario de sistemas constructivos”. Bogotá D.C, 2000.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. La Política de Vivienda de Interés Social, 2004.
- NORMA SISMORESISTENTE COLOMBIANA NSR-98. Títulos A, B, D, F.
- PÉREZ-IÑIGO, A., El factor institucional en los resultados y desafíos de la política de vivienda de interés social en Chile, Serie financiamiento del desarrollo No 78, CEPAL, Santiago de Chile, 1999.
- Revista CONSTRUDATA. Edición 143, Bogotá, Junio-Agosto 2007.
- SERPELL B, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción. 2da Edición 2002.
- SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE “SENA”., Centro Nacional de la Construcción de Casas Sismoresistentes de uno y dos pisos, Universidad Nacional de Colombia, Antioquia, 2003.
- SZALACHMAN, Raquel,. Política de déficit y políticas de Vivienda de Interés Social: situación de algunos países de la región en los noventa. Serie Financiamiento del desarrollo No 92, CEPAL, Santiago de Chile, 2000.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. WBS EN MAMPOSTERÍA CONFIANADA Y ESTRUCTURAL

Capítulo	Item	CANT. OBRA	UN	RENDIMIENTO	CUAD.	No DE PERS.	RDTO/CUAD	DURACIÓN	
					of x ayud			Días	
<b>I. OBRAS PRELIMINARES</b>									
1.01	Descapote	31.16	m <sup>2</sup>	0.5	h-H/m <sup>2</sup>	(0x2)	2	0.25	<b>0.97</b>
1.02	Localización	31.64	m <sup>2</sup>	0.23	h-H/m <sup>2</sup>	(1x2)	3	0.08	<b>0.30</b>
<b>II. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>									
2.01	Excavación manual (suelo blando seco) para estructura	5.50	m <sup>3</sup>	2.92	h-H/m <sup>3</sup>	(0x2)	2	1.46	<b>1.00</b>
2.02	Excavación manual red sanitaria interna	7.20	m <sup>3</sup>	3	h-H/m <sup>3</sup>	(0x2)	2	1.50	<b>1.35</b>
2.03	Desagües tubería PVC 6"	5.00	ml	0.40	h-H/ml	(1x2)	2	0.20	<b>0.13</b>
2.04	Caja de inspección (60*60)cm	1.00	un	5.60	h-H/un	(1x2)	2	2.80	<b>0.35</b>
2.05	Relleno y compactación de zanjas	7.20	m <sup>3</sup>	1.5	h-H/m <sup>3</sup>	(1x2)	3	0.50	<b>0.45</b>
2.06	Compactación manual pisos e=10cm	20.86	m <sup>2</sup>	0.28	h-H/m <sup>2</sup>	(1x2)	3	0.09	<b>0.24</b>
2.07	Retiro de sobrantes y desperdicios en volquetas cargue manual	5.65	m <sup>3</sup>	0.6	h-H/m <sup>3</sup>	(0x2)	2	0.30	<b>0.21</b>
<b>III. CIMENTACIÓN</b>									
3.01	Solados para cimentación e=2.5 cm	0.26	m <sup>3</sup>	0.250	h-H/m <sup>3</sup>	(1x1)	2	0.13	<b>0.004</b>
3.02	Viga de cimiento 0.30*0.30 incluye refuerzo	34.95	ml	0.500	h-H/ml	(1x1)	2	0.25	<b>1.09</b>
<b>IV. PISOS</b>									
4.01	Construcción placa de contrapiso 2500 psi, e=0.07 m	20.33	m <sup>2</sup>	0.400	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.20	<b>0.51</b>
<b>V. PRIMER PISO MAMPOSTERÍA CONFINADA Y ESTRUCTURAL</b>									
5.01	Mampostería H-15	40.33	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>1.80</b>
5.02	Mampostería fachada en ladrillo estructural	7.92	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>0.35</b>
5.03	Columneta de confinamiento 0.15*0.15	37.73	ml	0.450	h-H/ml	(2x2)	4	0.11	<b>0.53</b>
5.04	Columneta mampostería estructural	28.54	ml	0.450	h-H/ml	(2x2)	4	0.11	<b>0.40</b>
5.05	Columneta de amarre entre la mampostería H-15 y la estructural	4.74	ml	0.450	h-H/ml	(2x2)	4	0.11	<b>0.07</b>
5.06	Viga Cinta 0.15 x 10 incluye refuerzo	5.85	ml	0.500	h-H/ml	(2x2)	4	0.13	<b>0.09</b>
5.07	Viga de amarre incluye refuerzo de 0,15x0,20	61.75	ml	0.300	h-H/ml	(2x2)	4	0.08	<b>0.58</b>

5.08	Escalera	1.00	un	16.000	h-H/un	(2x2)	4	4.00	<b>0.50</b>
<b>VI. PLACA DE ENTREPISO</b>									
6.01	Placa aligerada con casetón e=20 cms incluye refuerzo con concreto de 3000 psi	21.64	m <sup>2</sup>	1.500	h-H/m <sup>2</sup>	(1x2)	3	0.50	<b>1.35</b>
6.02	Vaciado de concreto para placa	1.83	m <sup>3</sup>	3.000	h-H/m <sup>3</sup>	(2x4)	6	0.50	<b>0.11</b>
<b>VII. SEGUNDO PISO MAMPOSTERÍA CONFINADA Y ESTRUCTURAL</b>									
7.01	Mamposteria H-15	40.33	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>1.80</b>
7.02	Mamposteria estructural	7.92	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>0.35</b>
7.03	Columneta de confinamiento 0.15*0.15	37.73	ml	0.450	h-H/ml	(2x2)	4	0.11	<b>0.53</b>
7.04	Columneta mamposteria estructural	28.54	ml	0.450	h-H/ml	(2x2)	4	0.11	<b>0.40</b>
7.05	Columneta de amarre entre la mamposteria H-15 y la estructural	4.74	ml	0.450	h-H/ml	(2x2)	4	0.11	<b>0.07</b>
7.06	Viga Cinta 0.15 x 10 incluye refuerzo	5.85	ml	0.500	h-H/ml	(2x2)	4	0.13	<b>0.09</b>
7.07	Viga de amarre incluye refuerzo de 0,15x0,20	61.75	ml	0.300	h-H/ml	(2x2)	4	0.08	<b>0.58</b>
<b>VIII. PLACA DE CUBIERTA</b>									
8.01	Placa cubierta aligerada Casetón e=20 cms incluye refuerzo con concreto impermeabilizado 3000 psi allanado	22.15	m <sup>2</sup>	1.500	h-H/m <sup>2</sup>	(1x2)	3	0.50	<b>1.38</b>
8.02	Vaciado de concreto para placa	1.58	m <sup>3</sup>	3.000	h-H/m <sup>3</sup>	(2x4)	6	0.50	<b>0.10</b>
<b>IX. MAMPOSTERÍA</b>									
9.01	Mamposteria H-10	3.28	m <sup>2</sup>	1.43	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>0.15</b>
<b>X. INSTALACIONES SANITARIAS Y AG.LLUVIAS</b>									
10.01	Red de reventilación tubería PVC 2"	5.62	ml	0.25	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.09</b>
10.02	Desagües tubería PVC 3"	8.00	ml	0.25	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.13</b>
10.03	Desagües tubería PVC 4"	2.50	ml	0.25	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.04</b>
10.04	Puntos o salida de aguas negras	9.00	un	0.67	h-H/un	(1x2)	3	0.22	<b>0.25</b>
10.05	Bajante aguas negras tubería PVC 4" Longitud 3m	3.00	ml	0.80	h-H/ml	(1x1)	2	0.40	<b>0.15</b>
10.06	Bajante aguas lluvias	15.75	ml	0.26	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.26</b>
<b>XI. INSTALACIONES HIDRÁULICAS</b>									
11.01	Acometida hidráulica	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.06</b>
11.02	Tubería de presión PVC D= 1/2" Tipo Pesado	11.00	ml	0.07	h-H/ml	(1x1)	2	0.04	<b>0.05</b>
11.03	Tubería de PVC D= 3/4 Tipo Pesado	3.60	ml	0.15	h-H/ml	(1x1)	2	0.08	<b>0.03</b>
11.04	Punto Hidraulico	8.00	un	0.40	h-H/un	(1x1)	2	0.20	<b>0.20</b>

<b>XII. INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TELEF. Y T.V.</b>										
12.01	Acometida eléctrica casa	1.00	un	2.50	h-H/un	(1x2)	3	0.83	<b>0.10</b>	
12.02	Tablero de medida	1.00	un	2.00	h-H/un	(1x2)	3	0.67	<b>0.08</b>	
12.03	Tablero de protección	1.00	un	2.00	h-H/un	(1x2)	3	0.67	<b>0.08</b>	
12.04	Salida toma corriente común	9.00	un	0.75	h-H/un	(1x2)	3	0.25	<b>0.28</b>	
12.05	Salida luz incandescente	3.00	ml	1.00	h-H/ml	(1x2)	3	0.33	<b>0.13</b>	
12.06	Salida luz incandescente conmutable	3.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.13</b>	
12.07	Salida tomacorriente monofásico para lavadora y plancha	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.04</b>	
12.08	Salida de teléfono y televisión	2.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.08</b>	
12.09	Acometida telefónica y de televisión	2.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.08</b>	
<b>XIII. INSTALACIÓN DE GAS</b>										
13.01	Instalación gas	1.00	un	7.100	h-H/un	(1x1)	2	3.55	<b>0.44</b>	
<b>XIV. FRISO</b>										
14.01	Friso impermeabilizado para baño mortero	11.38	m <sup>2</sup>	0.48	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.24	<b>0.34</b>	
14.02	Friso impermeabilizado fachada mortero	13.11	m <sup>2</sup>	0.54	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.27	<b>0.44</b>	
<b>XV. ALFAJÍAS Y DINTELES</b>										
15.01	Alfajías ventanas	2.70	ml	1.76	h-H/ml	(1x1)	2	0.88	<b>0.30</b>	
15.02	Alfajías sobre muro 0,10x0,25 doble cara o gotero	2.00	ml	1.76	h-H/ml	(1x1)	2	0.88	<b>0.22</b>	
15.03	Dintel de concreto de 3000psi	1.00	ml	2.42	h-H/ml	(1x1)	2	1.21	<b>0.15</b>	
<b>XVI. OBRAS EXTERIORES</b>										
16.01	Acabado en graniplas bicolor	13.11	m <sup>2</sup>	0.150	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.08	<b>0.12</b>	
<b>XVII. CARPINTERÍA METÁLICA</b>										
17.01	Puerta principal de (0.97x2.32)m	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.06</b>	
17.02	Puerta de acceso a balcón de (1.20x2.00)	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.06</b>	
17.03	Ventanas de (7.85x1.15)m	3.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.19</b>	
17.04	Baranda metálica en tubos galvanizados de 2" y 1 1/2" con anticorrosivo	1.95	ml	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.12</b>	
<b>XVIII. PLACA Y TANQUE ELEVADO</b>										
18.01	Placa maciza impermeabilizada tanque elevado incluye viga y refuerzo E=0.10 concreto impermeabilizado 3000 psi allanado Incluye gotero descolgado.	3.75	m <sup>2</sup>	2.00	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.50	<b>0.23</b>	

18.02	Suministro e instalación del tanque plástico cap. 500 litros (incluye 2 llaves de bola 1/2")	1.00	un	7.00	h-H/un	(2x2)	4	1.75	<b>0.22</b>
<b>XIX. BAÑOS Y COCINA</b>									
19.01	Combo sanitario (sanitario, lavamanos, incrustaciones y grifería)	1.00	un	0.41	h-H/un	(1x1)	2	0.21	<b>0.03</b>
19.02	Mesones cocina ancho 0.60 e=0.07, incluye muro de apoyo	2.10	ml	0.40	h-H/ml	(1x1)	2	0.20	<b>0.05</b>
19.03	Lavaplatos de (60x40)cm en acero inoxidable	1.00	un	0.40	h-H/un	(1x1)	2	0.20	<b>0.03</b>
19.04	Suministro e instalación de lavadero prefabricado	1.00	un	0.40	h-H/un	(1x1)	2	0.20	<b>0.03</b>
<b>XX. OTROS</b>									
20.01	andén ancho=1.20m	5.82	m <sup>2</sup>	0.3	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.15	<b>0.11</b>
20.02	Cuneta ancho libre=0.20m	0.97	m <sup>2</sup>	2	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	1.00	<b>0.12</b>
<b>XXI. ASEO Y LIMPIEZA GENERAL</b>									
21.01	Aseo y limpieza	1.00	GBL	5.000	GBL	(0x2)	2	2.50	<b>0.31</b>

## ANEXO 2. WBS SISTEMA EN ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA

CAPÍTULOS	ÍTEM	CANT. OBRA	UN	RENDIMIENTO	CUAD.	No DE PERS.	RDTO/CUAD	DURACIÓN	
								of x ayud	Días
<b>I. OBRAS PRELIMINARES</b>									
1.2	Descapote	31.16	m <sup>2</sup>	0.5	h-H/m <sup>2</sup>	(0x2)	2	0.25	<b>0.97</b>
1.1	Localización	31.64	m <sup>2</sup>	0.23	h-H/m <sup>2</sup>	(1x2)	3	0.08	<b>0.30</b>
<b>II. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>									
2.1	Excavación manual (suelo blando seco) para estructura	5.50	m <sup>3</sup>	2.92	h-H/m <sup>3</sup>	(0x2)	2	1.46	<b>1.00</b>
2.2	Excavación manual red sanitaria interna	7.20	m <sup>3</sup>	3	h-H/m <sup>3</sup>	(0x2)	2	1.50	<b>1.35</b>
2.3	Desagües tubería PVC 6"	5.00	ml	0.40	h-H/ml	(1x2)	3	0.13	<b>0.08</b>
2.4	Caja de inspección (60*60)cm	1.00	un	5.60	h-H/un	(1x2)	3	1.87	<b>0.23</b>
2.5	Relleno y compactación de zanjas	7.20	m <sup>3</sup>	1.5	h-H/m <sup>3</sup>	(1x2)	3	0.50	<b>0.45</b>
2.6	Compactación manual e=10cm	20.86	m <sup>2</sup>	0.28	h-H/m <sup>2</sup>	(1x2)	3	0.09	<b>0.24</b>
2.7	Retiro de sobrantes y desperdicios en volquetas cargue manual	5.65	m <sup>3</sup>	0.6	h-H/m <sup>3</sup>	(0x2)	2	0.30	<b>0.21</b>
<b>III. CIMENTACIÓN</b>									
3.1	Solados para cimentación e=2.5 cm	0.13	m <sup>3</sup>	0.50	h-H/m <sup>3</sup>	(1x1)	2	0.25	<b>0.004</b>
3.2	Zapatas incluye refuerzo	1.26	m <sup>3</sup>	6.00	h-H/m <sup>3</sup>	(1x1)	2	3.00	<b>0.47</b>
3.3	Vigas de cimentación en concreto (0.20x0.25) concreto 3000psi incluye refuerzo	24.99	ml	0.50	h-H/ml	(1x1)	2	0.25	<b>0.78</b>
<b>IV. PISOS</b>									
4.1	Construcción placa de contrapiso 2500 psi, e=0.07 m	20.33	m <sup>2</sup>	0.400	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.20	<b>0.51</b>
<b>V. PREFABRICACIÓN</b>									
5.1	Pintura anticorrosiva	10.00	gal	1.00	h-H/gal	(2x2)	4	0.25	<b>0.31</b>
5.2	Prefabricación estructura lámina delgada	1000.00	kg	0.024	h-H/kg	(2x2)	4	0.01	<b>0.75</b>
5.3	Pintura esmalte primera capa	5.00	gal	1.00	h-H/gal	(2x2)	4	0.25	<b>0.16</b>

**VA. ESTRUCTURA METÁLICA**

5.1A	Instalación de juego de platinas y pernos de anclaje	10.00	un	0.50	h-H/un	(2x2)	4	0.13	<b>0.16</b>
5.2A	Montaje de columnas metálicas	350.00	kg	0.020	h-H/kg	(2x2)	4	0.01	<b>0.22</b>
5.3A	Montaje de vigas y viguetas metálicas (perlines)	650.00	kg	0.020	h-H/kg	(2x2)	4	0.01	<b>0.41</b>
5.4A	Montaje de escalera	100.00	kg	0.020	h-H/kg	(2x2)	4	0.01	<b>0.06</b>

**VI. PLACA DE ENTREPISO Y CUBIERTA**

6.1	Instalación de lámina colaborante de acero con conectores	45.49	m <sup>2</sup>	0.20	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.05	<b>0.28</b>
6.2	Instalación de malla electrosoldada	94.62	kg	0.02	h-H/kg	(2x2)	4	0.01	<b>0.06</b>
6.3	Vaciado de concreto para placa	3.87	m <sup>3</sup>	3.00	h-H/m <sup>3</sup>	(2x4)	6	0.50	<b>0.24</b>

**VII. CASA MUROS PRIMER PISO**

7.1	Mampostería H-10	3.28	m <sup>2</sup>	1.43	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>0.15</b>
7.2	Mampostería H-15	40.33	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>1.80</b>
7.3	Mampostería estructural	7.92	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>0.35</b>

**CASA MUROS SEGUNDO PISO**

	Mampostería H-10	3.28	m <sup>2</sup>	1.43	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>0.15</b>
	Mampostería H-15	40.33	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>1.80</b>
	Mampostería estructural	7.92	m <sup>2</sup>	1.430	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.36	<b>0.35</b>

**VIII. INSTALAC. SANITARIAS Y AGUAS LLUVIAS**

8.1	Red de reventilación tubería PVC 2"	5.62	ml	0.25	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.09</b>
8.2	Desagües tubería PVC 3"	8.00	ml	0.25	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.13</b>
8.3	Desagües tubería PVC 4"	2.50	ml	0.25	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.04</b>
8.4	Puntos o salida de aguas negras	9.00	un	0.67	h-H/un	(1x1)	2	0.34	<b>0.38</b>
8.5	Bajante aguas negras tubería PVC 4" Longitud 3m	3.00	ml	0.80	h-H/ml	(1x1)	2	0.40	<b>0.15</b>
8.6	Bajante aguas lluvias en lámina calibre 24	15.75	ml	0.26	h-H/ml	(1x1)	2	0.13	<b>0.26</b>

**IX. INSTALAC. HIDRÁULICAS**

9.1	Acometida hidráulica	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.06</b>
9.2	Tubería de presión PVC 1/2" tipo pesado	11.00	ml	0.07	h-H/ml	(1x1)	2	0.04	<b>0.05</b>
9.3	Tubería PVC 3/4" tipo pesado	3.60	ml	0.15	h-H/ml	(1x1)	2	0.08	<b>0.03</b>
9.4	Puntos o salidas hidráulicas	8.00	un	0.40	h-H/un	(1x1)	2	0.20	<b>0.20</b>
<b>X. INSTALAC. ELÉCTRICAS, TELEFÓNICA Y T.V</b>									
10.1	Acometida eléctrica casa	1.00	un	2.50	h-H/un	(1x2)	3	0.83	<b>0.10</b>
10.2	Tablero de medida	1.00	un	2.00	h-H/un	(1x2)	3	0.67	<b>0.08</b>
10.3	Tablero de protección	1.00	un	2.00	h-H/un	(1x2)	3	0.67	<b>0.08</b>
10.4	Salida toma corriente común	9.00	un	0.75	h-H/un	(1x2)	3	0.25	<b>0.28</b>
10.5	Salida luz incandescente	3.00	ml	1.00	h-H/ml	(1x2)	3	0.33	<b>0.13</b>
10.6	Salida luz incandescente conmutable	3.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.13</b>
10.7	Salida tomacorriente monofásico para lavadora y plancha	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.04</b>
10.8	Salida de teléfono y televisión	2.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.08</b>
10.9	Acometida telefónica y de televisión	2.00	un	1.00	h-H/un	(1x2)	3	0.33	<b>0.08</b>
<b>XI. INSTALAC. DE GAS</b>									
11.1	Instalación de gas/casa	1.00	un	7.100	h-H/un	(1x1)	2	3.55	<b>0.44</b>
<b>XII. FRISOS</b>									
12.1	Friso impermeabilizado para baño mortero	11.38	m <sup>2</sup>	0.48	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.24	<b>0.34</b>
12.2	Friso impermeabilizado fachada mortero	13.11	m <sup>2</sup>	0.54	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.27	<b>0.44</b>
<b>XIII. ALFAJÍAS Y DINTELES</b>									
13.1	Alfajías ventanas concreto de 2500psi	2.70	ml	1.76	h-H/ml	(1x1)	2	0.88	<b>0.30</b>
13.2	Alfajías sobre muro en concreto reforzado (0.10x0.25) concreto 2500psi	2.00	ml	1.76	h-H/ml	(1x1)	2	0.88	<b>0.22</b>
13.3	Dintel de concreto de 3000psi	1.00	ml	2.42	h-H/ml	(1x1)	2	1.21	<b>0.15</b>
<b>XIV. OBRAS EXTERIORES</b>									
14.1	Acabado en graniplas bicolor	13.11	m <sup>2</sup>	0.150	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.08	<b>0.12</b>
<b>XV. CARPINTERÍA METÁLICA</b>									

15.1	Puerta principal de (0.97x2.32)m	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.06</b>
15.2	Puerta de acceso a balcón de (1.20x2.00)	1.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.06</b>
15.3	Ventanas de (7.85x1.15)m	3.00	un	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.19</b>
15.4	Baranda metálica tubo de " $\phi$ 2", $\phi$ 1 1/2" con anticorrosivo	1.95	ml	1.00	h-H/un	(1x1)	2	0.50	<b>0.12</b>
<b>XVI. PINTURA DE ELEMENTOS METÁLICOS</b>									
16.1	Pintura anticorrosiva alquídica final para reparación de perlines	10.00	gal	1.00	h-H/gl	(1x1)	2	0.50	<b>0.63</b>
16.2	Pintura esmalte alquídico capa final de perlines	10.00	gal	1.00	h-H/gl	(1x1)	2	0.50	<b>0.63</b>
<b>XVII. INSTALACIÓN DEL TANQUE ELEVADO</b>									
17.1	Placa maciza impermeabilizada tanque elevado incluye viga y refuerzo e=0.10 concreto impermeabilizado 3000 psi allanado Incluye gotero descolgado.	3.75		2.00	h-H/m <sup>2</sup>	(2x2)	4	0.50	<b>0.23</b>
17.2	Suministro e instalación del tanque plástico cap. 500 litros (incluye 2 llaves de bola 1/2")	1.00	un	7.00	h-H/un	(2x2)	4	1.75	<b>0.22</b>
<b>XVIII. BAÑOS Y COCINA</b>									
18.1	Combo sanitario (sanitario, lavamanos, incrustaciones y grifería)	1.00	un	0.41	h-H/un	(1x1)	2	0.21	<b>0.03</b>
18.2	Mesones cocina ancho 0.60 e=0.07, incluye muro de apoyo	2.10	ml	0.40	h-H/ml	(1x1)	2	0.20	<b>0.05</b>
18.3	Lavaplatos de (60x40)cm en acero inoxidable	1.00	un	0.40	h-H/un	(1x1)	2	0.20	<b>0.03</b>
18.4	Suministro e instalación de lavadero prefabricado	1.00	un	0.40	h-H/un	(1x1)	2	0.20	<b>0.03</b>
<b>XIX. OTROS</b>									
19.1	andén ancho=1.20m	5.82	m <sup>2</sup>	0.3	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	0.15	<b>0.11</b>
19.2	Cuneta ancho libre=0.20m	0.97	m <sup>2</sup>	2	h-H/m <sup>2</sup>	(1x1)	2	1.00	<b>0.12</b>
<b>XX. ASEO Y LIMPIEZA GENERAL</b>									
20.1	Aseo y limpieza	1.00	GBL	5.000	GBL	(0x2)	2	2.50	<b>0.31</b>

**ANEXO 3. PRESUPUESTO SISTEMA EN MAMPOSTERÍA CONFIANADA Y ESTRUCTURAL**

CAPÍTULO	ITEM	UNIDAD	CANT.OBRA	VR UNITARIO	VALOR TOTAL	IND. [\$/m <sup>2</sup> ]
<b>I. OBRAS PRELIMINARES</b>						
1.1	Descapote	m <sup>2</sup>	31.16	1313	40,897.50	
1.2	Localización	m <sup>2</sup>	31.64	1784	56,458.94	
					<b>97,356.44</b>	2,140.17
<b>II. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
2.1	Excavación manual (suelo blando seco) para cimientos	m <sup>3</sup>	3.96	8748	34,640.92	
2.2	Excavación manual red sanitaria interna	m <sup>3</sup>	7.20	8948	64,423.50	
2.3	Desagües tubería PVC 6"	ml	5.00	6864	34,321.84	
2.4	Caja de inspección (60x60) cm	un	1.00	57423	57,423.24	
2.5	Relleno compactado de zanjas	m <sup>3</sup>	5.18	4375	22,680.00	
2.6	Compactación manual e=10cm	m <sup>2</sup>	20.86	26664	556,201.69	
2.7	Retiro de sobrantes y desperdicios en volquetas cargue manual	m <sup>3</sup>	5.65	20756	117,273.70	
					<b>886,964.88</b>	19,498.02
<b>III. CIMENTACIÓN</b>						
3.1	Solados para cimentación e=2.5 cm	m <sup>3</sup>	0.19	195620	36,915.90	
3.1	Viga de cimiento 0.30*0.30 incluye refuerzo	ml	25.16	41073	1,033,566.38	
					<b>1,070,482.28</b>	23,532.26
<b>IV. PISOS</b>						
4.1	Construcción placa de contrapiso 2500 psi, e=0.07 m	m <sup>2</sup>	20.33	21470	436,484.08	
					<b>436,484.08</b>	9,595.17
<b>V. PRIMER PISO MAMPOSTERÍA CONFINADA Y ESTRUCTURAL</b>						
5.1	Mampostería H-15	m <sup>2</sup>	29.04	22101	641,767.11	
5.2	Mampostería fachada en ladrillo estructural	m <sup>2</sup>	7.92	15967	126,381.56	
5.3	columneta de confinamiento 0.15x0.15	ml	27.17	16508	448,459.08	
5.4	columneta mampostería estructural	ml	28.54	16508	471,148.15	
5.5	Columneta de amarre entre la mampostería H-15 y la estructural	ml	4.74	15422	73,098.83	
5.6	Viga cinta de 0.15x10	ml	5.85	16414	96,024.50	
5.7	Viga de amarre incluye refuerzo de 0.15x0.20	ml	61.75	15995	987,608.71	
5.8	Escalera	un	1.00	270000	270,000.00	
					<b>3,114,487.95</b>	68,465.33

<b>VI. PLACA DE ENTREPISO</b>						
6.1	Placa aligerada con casetón e=20 cms incluye refuerzo con concreto de 3000 psi	m <sup>2</sup>	22.75	<b>65139</b>	1,481,914.53	
6.2	Vaciado de concreto para placa	m <sup>3</sup>	1.70	<b>23929</b>	40,679.81	
					<b>1,522,594.34</b>	33,470.97
<b>VII. SEGUNDO PISO MAMPOSTERÍA CONFINADA Y ESTRUCTURAL</b>						
7.1	Mampostería H-15	m <sup>2</sup>	29.04	<b>22101</b>	641,767.11	
7.2	Mampostería fachada en ladrillo estructural	m <sup>2</sup>	7.92	<b>15967</b>	126,381.56	
7.3	columneta de confinamiento 0.15x0.15	ml	37.73	<b>16508</b>	622,859.84	
7.4	columneta mampostería estructural	ml	20.55	<b>16508</b>	339,226.67	
7.5	Columneta de amarre entre la mampostería H-15 y la estructural	ml	4.74	<b>15422</b>	73,098.83	
7.6	Viga cinta de 0.15x10	ml	5.85	<b>16414</b>	96,024.50	
7.7	Viga de amarre incluye refuerzo de 0.15x0.20	ml	44.46	<b>15995</b>	711,078.27	
					<b>2,610,436.78</b>	57,384.85
<b>VIII. PLACA DE CUBIERTA</b>						
8.1	Placa cubierta aligerada Casetón e=20 cms incluye refuerzo con concreto impermeabilizado 3000 psi allanado e imperm. sika	m <sup>2</sup>	22.75	<b>73584</b>	1,674,038.28	
8.2	Vaciado de concreto para placa	m <sup>3</sup>	1.70	<b>23929</b>	40,679.81	
					<b>1,714,718.09</b>	37,694.40
<b>IX. MAMPOSTERÍA</b>						
9.1	Mampostería H-10 muros divisorios	m <sup>2</sup>	3.28	<b>16370</b>	53,694.49	
					<b>53,694.49</b>	1,180.36
<b>X. INSTALACIONES SANITARIAS Y AG.LLUVIAS</b>						
10.1	Red de reventilación tubería PVC 2"	ml	5.62	<b>14606</b>	82,086.42	
10.2	Desagües tubería PVC 3"	ml	8.00	<b>19415</b>	155,320.20	
10.3	Desagües tubería PVC 4"	ml	2.50	<b>27243</b>	68,107.81	
10.4	Puntos o salida de aguas negras	un	9.00	<b>6108</b>	54,968.85	
10.5	Bajante aguas negras tubería PVC 4" Longitud 3m	ml	3.00	<b>35078</b>	105,234.60	
10.6	Bajante aguas lluvias	ml	15.75	<b>12353</b>	194,561.72	
					<b>660,279.60</b>	14,514.83
<b>XI. INSTALACIONES HIDRÁULICAS</b>						
11.1	Acometida hidráulica D=1/2"-casa	un	1.00	<b>225218</b>	225,218.00	
11.2	Tubería de presión PVC 1/2" tipo pesado	ml	11.00	<b>3417</b>	37,583.56	
11.3	Tubería PVC 3/4" tipo pesado	ml	3.60	<b>9552</b>	34,387.88	

11.4	Puntos o salidas hidráulicas	un	8.00	<b>5387</b>	43,098.40	
					<b>340,287.84</b>	7,480.50
<b>XII. INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TELEF. Y T.V.</b>						
12.1	Acometida eléctrica casa	un	1.00	<b>72357</b>	72,356.50	
12.2	Tablero de medida	un	1.00	<b>188917</b>	188,916.50	
12.3	Tablero de protección	un	1.00	<b>70516</b>	70,516.30	
12.4	Salida toma corriente común	un	9.00	<b>17790</b>	160,108.88	
12.5	Salida luz incandescente	ml	3.00	<b>24649</b>	73,947.30	
12.6	Salida luz incandescente conmutable	un	3.00	<b>30847</b>	92,539.50	
12.7	Salida tomacorriente monofásico para lavadora y plancha	un	1.00	<b>31491</b>	31,490.50	
12.8	Salida de teléfono y televisión	un	2.00	<b>10635</b>	21,270.80	
12.9	Acometida telefónica y de televisión	un	2.00	<b>16881</b>	33,761.00	
					<b>744,907.28</b>	16,375.19
<b>XIII. INSTALACIÓN DE GAS</b>						
13.1	Instalación de gas/casa	un	1.00	<b>99048</b>	99,048.19	
					<b>99,048.19</b>	2,177.36
<b>XIV. FRISO</b>						
14.1	Friso impermeabilizado para baño mortero	m <sup>2</sup>	11.38	<b>6245</b>	71,071.06	
14.2	Friso impermeabilizado fachada mortero	m <sup>2</sup>	13.11	<b>5184</b>	67,967.29	
					<b>139,038.35</b>	3,056.46
<b>XV. ALFAJÍAS Y DINTELES</b>						
15.1	Alfajías ventanas concreto de 2500psi	ml	2.70	<b>10250</b>	27,675.00	
	Alfajías sobre muro en concreto reforzado (0.10x0.25) concreto 2500psi	ml	2.00	<b>10250</b>	20,500.00	
15.2						
15.3	Dintel de concreto de 3000psi	ml	1.00	<b>8700</b>	8,700.00	
					<b>56,875.00</b>	1,250.27
<b>XVI. OBRAS EXTERIORES</b>						
16.1	Acabado en graniplas bicolor	m <sup>2</sup>	13.11	<b>4592</b>	60,203.58	
					<b>60,203.58</b>	1,323.45
<b>XVII. CARPINTERÍA METÁLICA</b>						
17.1	Puerta principal de (0.97x2.32)m	un	1.00	<b>133338</b>	133,337.50	
17.2	Puerta de acceso a balcón de (1.20x2.00)	un	1.00	<b>126408</b>	126,407.50	
17.3	Ventanas de (7.85x1.15)m	un	3.00	<b>45700</b>	137,100.00	
17.4	Baranda metálica tubo de " $\phi$ 2", $\phi$ 1 1/2" con anticorrosivo	ml	1.95	<b>64825</b>	126,408.75	
					<b>523,253.75</b>	11,502.61
<b>XVIII. PLACA Y TANQUE ELEVADO</b>						

18.1	Placa maciza impermeabilizada tanque elevado incluye viga y refuerzo E=0.10 concreto impermeabilizado 3000 psi allanado Incluye gotero descolgado.	m <sup>2</sup>	3.75	59345	222,544.41	
18.2	Suministro e instalación del tanque plástico cap. 500 litros (incluye 2 llaves de bola 1/2")	un	1.00	146391	146,390.75	
					<b>368,935.16</b>	8,110.25
<b>XIX. BAÑOS Y COCINA</b>						
19.1	Combo sanitario (sanitario, lavamanos, incrustaciones y grifería)	un	1.00	169141	169,140.59	
19.2	Mesón en concreto cocina	ml	2.10	12128	25,468.68	
19.3	Lavaplato metálico, sifón, llave terminal	un	1.00	55261	55,261.14	
19.4	Suministro e instalación de lavadero prefabricado	un	1.00	44263	44,262.80	
					<b>294,133.21</b>	6,465.89
<b>XX. OTROS</b>						
20.1	andén en concreto de 2500 psi e=6cm	m <sup>2</sup>	5.82	11533	67,121.25	
20.2	Cuneta ancho libre=0.20m	m <sup>2</sup>	0.97	19500	18,915.00	
					<b>86,036.25</b>	1,891.32
<b>XXI. ASEO Y LIMPIEZA GENERAL</b>						
21.1	Limpieza general y retiro de sobrantes	GBL	1.00	12500	12,500.00	
					<b>12,500.00</b>	274.79

VALOR TOTAL C. DIR	IND. [\$/m <sup>2</sup> ]
14,892,717.53	327,384.43

## ANEXO 4. PRESUPUESTO SISTEMA EN ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA

CAPÍTULO	ITEM	UNIDAD	CANT.OBRA	VR UNITARIO	VALOR TOTAL	IND. [\$/m <sup>2</sup> ]
<b>I. OBRAS PRELIMINARES</b>						
1.1	Descapote	m <sup>2</sup>	31.16	<b>1313</b>	40,897.50	
1.2	Localización	m <sup>2</sup>	31.64	<b>1784</b>	56,458.94	
					<b>97,356.44</b>	2,140.17
<b>II. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
2.1	Excavación manual (suelo blando seco) para cimientos	m <sup>3</sup>	3.96	<b>8748</b>	34,640.92	
2.2	Excavación manual red sanitaria interna	m <sup>3</sup>	7.20	<b>8948</b>	64,423.50	
2.3	Desagües tubería PVC 6"	ml	5.00	<b>6864</b>	34,321.84	
2.4	Caja de inspección (60x60) cm	un	1.00	<b>57423</b>	57,423.24	
2.5	Relleno compactado de zanjas	m <sup>3</sup>	7.20	<b>4375</b>	31,500.00	
2.6	Compactación manual e=10cm	m <sup>2</sup>	20.86	<b>26664</b>	556,201.69	
2.7	Retiro de sobrantes y desperdicios en volquetas cargue manual	m <sup>3</sup>	5.65	<b>20756</b>	117,273.70	
					<b>895,784.88</b>	19,691.91
<b>III. CIMENTACIÓN</b>						
3.1	Solados para cimentación e=2.5 cm	m <sup>3</sup>	0.10	<b>196689</b>	18,976.53	
3.2	Zapatatas incluye refuerzo	m <sup>3</sup>	0.91	<b>292588</b>	265,435.61	
3.3	Vigas de cimentación en concreto (0.20x0.25) concreto 3000psi incluye refuerzo	ml	17.99	<b>33460</b>	602,038.21	
					<b>886,450.34</b>	19,486.71
<b>IV. PISOS</b>						
4.1	Construcción placa de contrapiso 2500 psi, e=0.07 m	m <sup>2</sup>	20.33	<b>21470</b>	436,484.08	
					<b>436,484.08</b>	9,595.17
<b>V. SUMINISTRO Y PREENSAMBLE</b>						
5.1	Pintura anticorrosiva	gal	7.20	<b>54650</b>	393,480.00	
5.2	Prefabricación estructura lámina delgada	kg	720.00	<b>3551</b>	2,556,424.80	
5.3	Pintura esmalte primera capa	gal	3.60	<b>60150</b>	216,540.00	
					<b>3,166,444.80</b>	69,607.49
<b>VA. ESTRUCTURA METÁLICA</b>						

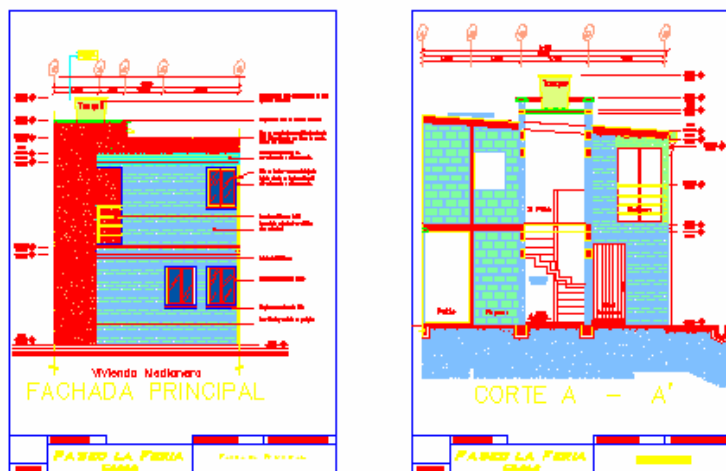
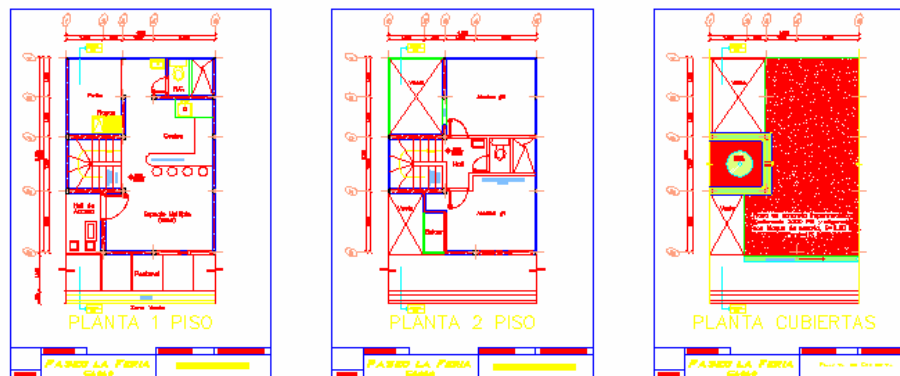
5.1A	Instalación de juego de platinas y pernos de anclaje	un	7.20	<b>45870</b>	330,264.00	
5.2A	Montaje de columnas metálicas	kg	252.00	<b>891</b>	224,655.48	
5.3A	Montaje de vigas y viguetas metálicas (perlines)	kg	468.00	<b>891</b>	417,217.32	
5.4A	Montaje de escalera	kg	100.00	<b>897</b>	89,749.00	
					<b>1,061,885.80</b>	23,343.28
<b>VI. PLACAS DE ENTREPISO</b>						
6.1	Instalación de lámina colaborante de acero con conectores	m <sup>2</sup>	22.75	<b>40093</b>	912,107.56	
6.2	Instalación de malla electrosoldada	kg	47.32	<b>5699</b>	269,677.44	
6.3	Vaciado de concreto para placa	m <sup>3</sup>	1.93	<b>279458</b>	539,353.17	
					<b>1,721,138.17</b>	37,835.53
<b>VI. PLACAS DE CUBIERTA</b>						
6.1	Instalación de lámina colaborante de acero con conectores	m <sup>2</sup>	22.75	<b>40093</b>	912,107.56	
6.2	Instalación de malla electrosoldada	kg	47.32	<b>5699</b>	269,677.44	
6.3	Vaciado de concreto para placa	m <sup>3</sup>	1.93	<b>335623</b>	647,752.87	
					<b>1,829,537.87</b>	40,218.46
<b>VII. CASA MUROS PRIMER PISO</b>						
7.1	Mampostería H-10	m <sup>2</sup>	3.28	<b>16370</b>	53,694.49	
7.2	Mampostería H-15	m <sup>2</sup>	29.04	<b>22101</b>	641,767.11	
7.3	Mampostería estructural	m <sup>2</sup>	7.92	<b>15967</b>	126,381.56	
					<b>821,843.16</b>	18,066.46
<b>CASA MUROS SEGUNDO PISO</b>						
	Mampostería H-10	m <sup>2</sup>	3.28	<b>16370</b>	53,694.49	
	Mampostería H-15	m <sup>2</sup>	29.04	<b>22101</b>	641,767.11	
	Mampostería estructural	m <sup>2</sup>	7.92	<b>15967</b>	126,381.56	
					<b>821,843.16</b>	18,066.46
<b>VIII. INSTALAC. SANITARIAS Y AGUAS LLUVIAS</b>						
8.1	Red de reventilación tubería PVC 2"	ml	5.62	<b>14606</b>	82,086.42	
8.2	Desagües tubería PVC 3"	ml	8.00	<b>19415</b>	155,320.20	
8.3	Desagües tubería PVC 4"	ml	2.50	<b>27243</b>	68,107.81	
8.4	Puntos o salida de aguas negras	un	9.00	<b>6108</b>	54,968.85	
8.5	Bajante aguas negras tubería PVC 6" L=3 m	ml	3.00	<b>35078</b>	105,234.60	
8.6	Bajante aguas lluvias	ml	15.75	<b>12353</b>	194,561.72	
					<b>660,279.60</b>	14,514.83
<b>IX. INSTALAC. HIDRÁULICAS</b>						
9.1	Acometida hidráulica D=1/2"-casa	un	1.00	<b>225218</b>	225,218.00	
9.2	Tubería de presión PVC 1/2" tipo pesado	ml	11.00	<b>3417</b>	37,583.56	
9.3	Tubería PVC 3/4" tipo pesado	ml	3.60	<b>9552</b>	34,387.88	
9.4	Puntos o salidas hidráulicas	un	8.00	<b>5387</b>	43,098.40	

						<b>340,287.84</b>	7,480.50
<b>X. INSTALAC. ELÉCTRICAS, TELEFÓNICA Y T.V</b>							
10.1	Acometida eléctrica casa	un	1.00	<b>72357</b>	72,356.50		
10.2	Tablero de medida	un	1.00	<b>188917</b>	188,916.50		
10.3	Tablero de protección	un	1.00	<b>70516</b>	70,516.30		
10.4	Salida toma corriente común	un	9.00	<b>17790</b>	160,108.88		
10.5	Salida luz incandescente	un	3.00	<b>24649</b>	73,947.30		
10.6	Salida luz incandescente conmutable	un	3.00	<b>30847</b>	92,539.50		
10.7	Salida tomacorriente monofásico para lavadora y plancha	un	1.00	<b>31491</b>	31,490.50		
10.8	Salida de teléfono y televisión	un	2.00	<b>10635</b>	21,270.80		
10.9	Acometida telefónica y de televisión	un	2.00	<b>16881</b>	33,761.00		
						<b>744,907.28</b>	16,375.19
<b>XI. INSTALAC. DE GAS</b>							
11.1	Instalación de gas/casa	un	1.00	<b>99048</b>	99,048.19		
						<b>99,048.19</b>	2,177.36
<b>XII. FRISOS</b>							
12.1	Friso impermeabilizado para baño mortero	m <sup>2</sup>	11.38	<b>6245</b>	71,071.06		
12.2	Friso impermeabilizado fachada mortero	m <sup>2</sup>	13.11	<b>5184</b>	67,967.29		
						<b>139,038.35</b>	3,056.46
<b>XIII. ALFAJÍAS Y DINTELES</b>							
13.1	Alfajías ventanas concreto de 2500psi	ml	2.70	<b>10250</b>	27,675.00		
13.2	Alfajías sobre muro en concreto reforzado (0.10x0.25) concreto 2500psi	ml	2.00	<b>10250</b>	20,500.00		
13.3	Dintel de concreto de 3000psi	ml	1.00	<b>8700</b>	8,700.00		
						<b>56,875.00</b>	1,250.27
<b>XIV. OBRAS EXTERIORES</b>							
14.1	Acabado en graniplas bicolor	m <sup>2</sup>	13.11	<b>4592</b>	60,203.58		
						<b>60,203.58</b>	1,323.45
<b>XV. CARPINTERÍA METÁLICA</b>							
15.1	Puerta principal de (0.97x2.32)m	un	1.00	<b>133338</b>	133,337.50		
15.2	Puerta de acceso a balcón de (1.20x2.00)	un	1.00	<b>126408</b>	126,407.50		
15.3	Ventanas de (7.85x1.15)m	un	3.00	<b>45700</b>	137,100.00		
15.4	Baranda metálica tubo de " φ 2", φ 1 1/2" con anticorrosivo	ml	1.95	<b>64825</b>	126,408.75		
						<b>523,253.75</b>	11,502.61
<b>XVI. PINTURA DE ELEMENTOS METÁLICOS</b>							
16.1	Pintura anticorrosiva alquídica final para reparación de perlines	gl	8.75	<b>39400</b>	344,750.00		
16.2	Pintura esmalte alquídico capa final de perlines	gl	8.75	<b>52525</b>	459,593.75		

						<b>804,343.75</b>	17,681.77
<b>XVII. PLACA Y TANQUE ELEVADO</b>							
17.1	Placa maciza impermeabilizada tanque elevado incluye viga y refuerzo e=0.10 concreto impermeabilizado 3000 psi allanado Incluye gotero descolgado.	un	3.75	<b>59345</b>	222,544.41		
17.2	Suministro e instalación del tanque plástico cap. 500 litros (incluye 2 llaves de bola 1/2")	un	1.00	<b>146391</b>	146,390.75	<b>368,935.16</b>	8,110.25
<b>XVIII. BAÑOS Y COCINA</b>							
18.1	Combo sanitario (sanitario, lavamanos, incrustaciones y grifería)	un	1.00	<b>169141</b>	169,140.59		
18.2	Mesón en concreto cocina	ml	2.10	<b>12128</b>	25,468.68		
18.3	Lavaplato metálico, sifón, llave terminal	un	1.00	<b>55261</b>	55,261.14		
18.4	Suministro e instalación de lavadero prefabricado	un	1.00	<b>44263</b>	44,262.80	<b>294,133.21</b>	6,465.89
<b>XIX. OTROS</b>							
19.1	andén en concreto de 2500 psi e=6cm	m <sup>2</sup>	5.82	<b>11533</b>	67,121.25		
19.2	Cuneta ancho libre=0.20m	m <sup>2</sup>	0.97	<b>19500</b>	18,915.00	<b>86,036.25</b>	1,891.32
<b>XX. ASEO Y LIMPIEZA GENERAL</b>							
20.1	Limpieza general y retiro de sobrantes	GBL	1.00	<b>12500</b>	12,500.00	<b>12,500.00</b>	274.79

VALOR TOTAL C.DIR	IND. [\$/m <sup>2</sup> ]
<b>15,928,610.65</b>	350,156.31

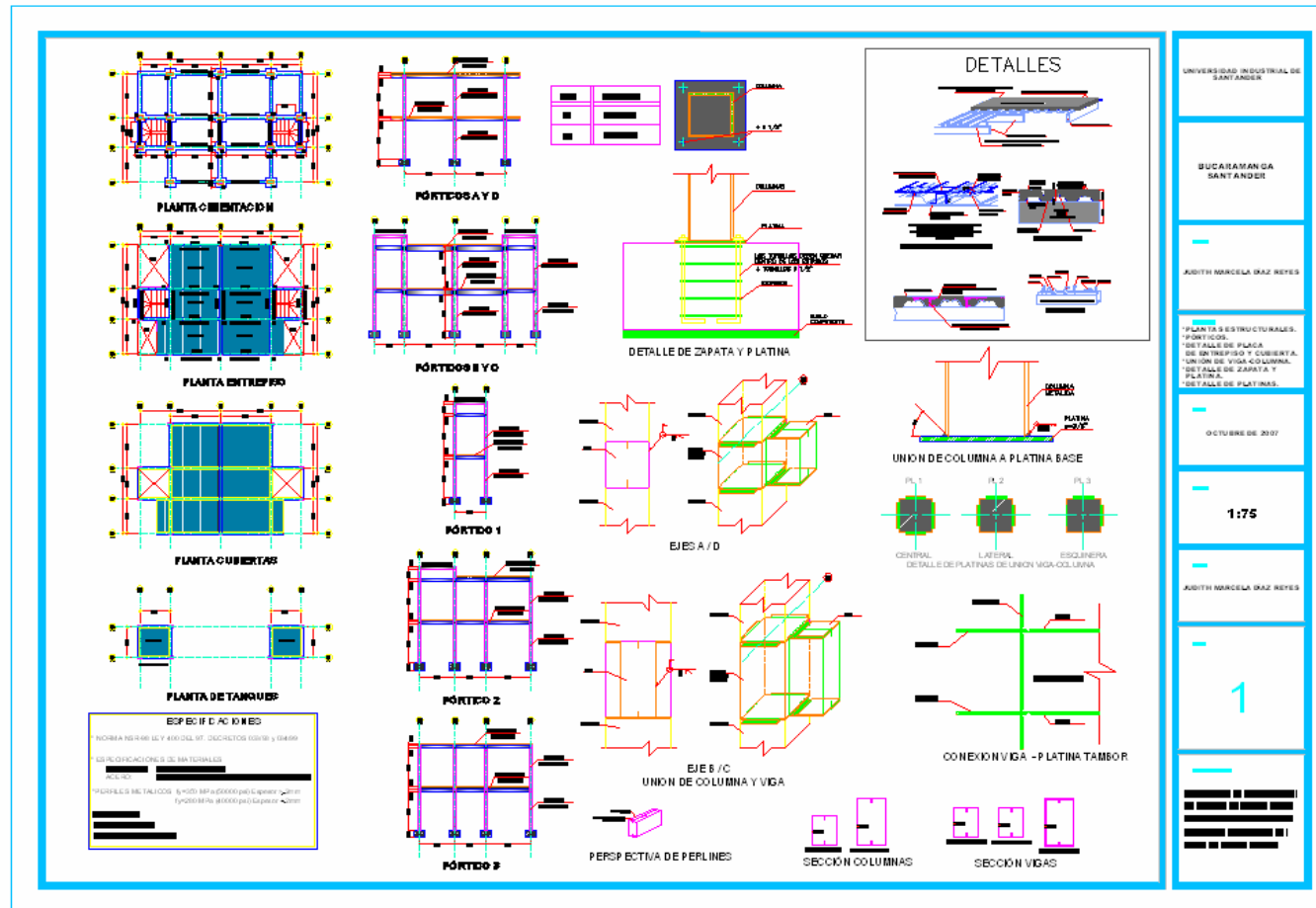
## ANEXO 5. PLANO ARQUITECTÓNICO DEL PROYECTO PASEO LA FERIA



FUENTE: Planos arquitectónicos. INVISBU. Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana del Municipio de Bucaramanga. NIT. 804.001.897-0.



## ANEXO 7. PLANO ESTRUCTURAL DE LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA EN ESTRUCTURA DE ACERO EN LÁMINA DELGADA PASEO LA FERIA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

SUCABAMANGA SANTANDER

ADITH MARCELA DIAZ REYES

PLANTA ESTRUCTURALES, PÓRTICOS, DETALLE DE PLACA DE ENTREPISO Y CUBIERTA, UNION DE VIGA-COLUMNA, DETALLE DE ZAPATA Y PLATINA, DETALLE DE PLATINAS.

OCTUBRE DE 2007

1:75

ADITH MARCELA DIAZ REYES

1