



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**SIEMA-VIV: UN SISTEMA ESTRUCTURAL ARTICULADO DE ACERO
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES DE
DESARROLLO PROGRESIVO.**

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al Grado de
Especialista en Desarrollo Tecnológico de la Construcción

Arq. Beverly Hernández
Tutor: Arq. Alfredo Cilento Sarli

Caracas, Noviembre 2008

I. DEDICATORIA

Todo el esfuerzo reflejado en este trabajo se lo dedico a mis seres más cercanos: mis padres y mi esposo, porque gracias a ellos inicie y culmine esta etapa, con la satisfacción de haber alcanzado un propósito.

A ellos, mi logro.

II. AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme despertar cada día, y enfrentar la vida con mis cinco sentidos.

A mi padre, por su inmenso apoyo e interés en mi carrera.

A mi madre, por ser una fuente ilimitada de amor y positivismo para seguir adelante.

A mi esposo, por ser mi leal compañero, incondicional en todas las aventuras que emprendo.

A mis familiares y amigos, por su paciencia y comprensión.

A mi Tutor, por haber sido una gran fuente de conocimientos y un ejemplo a seguir.

Y a todos los profesores y empleados del IDEC que con su ayuda me permitieron culminar este trabajo.

A todos, muchas gracias.

III. RESUMEN

Se plantea el desarrollo de un sistema constructivo (SIEMA-VIV) a partir de un sistema existente de amplio uso (SIEMA) para la construcción de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo (ampliables).

El SIEMA-VIV es un sistema estructural articulado de acero, que se genera a partir del Sistema IDEC de Estructura Metálica Apertada (SIEMA), y el cual está conformado por columnas (perfiles metálicos), vigas (celosías o cerchas), losas de concreto con encofrado metálico no colaborante, y arriostramientos diagonales.

El SIEMA-VIV se adapta al nuevo uso de viviendas, específicamente multifamiliares de baja altura y de desarrollo progresivo, con el objetivo de producir una vivienda confortable que cumpla con todos los requerimientos de habitabilidad y sostenibilidad, tomando como partida la participación de una comunidad organizada que planifique el crecimiento la edificación y el mantenimiento de su entorno urbano.



IV. ÍNDICE GENERAL

I. Dedicatoria.....	III
II. Agradecimientos	IV
III. Resumen	V
IV. Índice General.....	VI
V. Índice de Figuras	IX
VI. Índice de Cuadros.....	XIII
VII. Lista de Anexos	XV
VII. Lista de Apéndices.....	XIV
VIII. Introducción	XVI

CAPITULO 1

1.1. LA VIVIENDA.....	1
1.1.1 La Vivienda Multifamiliar.....	1
1.1.2 La Vivienda Progresiva	2
1.1.3 Vivienda Multifamiliar De Desarrollo Progresivo En Venezuela	5
1.2. EL SISTEMA ESTRUCTURAL SIEMA	8
1.2.1 Origen del SIEMA.....	8
1.2.2 Descripción General del Sistema	9
1.2.3 Características Estructurales del SIEMA	10
1.2.4 Componentes del SIEMA.....	11
1.2.5 Producción de Componentes del SIEMA.....	13
1.2.6 Proceso de Montaje	13
1.2.7 Aplicaciones	16

CAPITULO 2

2.1 LA VIVIENDA CON SIEMA-VIV	18
--	-----------

2.1.1	Modulación Típica Utilizada de la Vivienda	18
2.1.2	Criterios de Diseño	26
2.1.3	¿Qué es una Protovivienda?.....	27
2.1.4	Clasificación de Protoviviendas Propuestas.....	27
2.2	SIEMA-VIV	31
2.2.1	Concepción y Adaptación	31
2.2.2	Descripción General.....	32
2.2.3	Características Estructurales del SIEMA-VIV.....	33
2.2.4	Componentes	33
2.2.4.1	Columnas	35
2.2.4.2	Vigas	38
2.2.4.3	Losas	44
2.2.4.4	Arriostramientos	46
2.2.4.5	Escaleras.....	52
2.2.4.6	Fundaciones	53
2.2.6.1.2	Tipos de Cerramientos	77

CAPITULO 3

3.1	CATÁLOGO DE COMPONENTES DEL SIEMA-VIV	56
3.2	Sub-Sistemas de Cerramientos y Techos	73
3.2.1	Cerramientos	73
3.2.1.1	Modulación de los Cerramientos.....	75
3.2.1.3	Materiales Utilizados	79
3.2.1.4	Montaje Y Desmontaje	80
3.3	Techos	83
3.3.1	Materiales Utilizados	84
3.3.2	Montaje	86
3.4	Criterios para las Instalaciones	88

CAPITULO 4

4.1 PRUEBAS DE DISEÑO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES DE DESARROLLO PROGRESIVO CON SIEMA-VIV	91
4.1.1 Propuesta.....	91
4.1.2 Programa Básico.....	91
4.1.3 Pruebas de Diseño	92
4.2 Proceso de Ensamblaje	113
4.3 Comprobación de Criterios en Propuesta	118
4.4 Sostenibilidad e Impacto Ambiental	124
4.5 Ventajas y Desventajas de la utilización del acero en la Construcción.....	127

CAPITULO 5

5.1 PRODUCCIÓN DE COMPONENTES	129
5.2 Principales Productores en Venezuela	130
5.3 Estimación Económica de la Propuesta	131

6 Conclusiones y Recomendaciones.....	133
6.1 Conclusiones	133
6.2 Recomendaciones.....	136
6.Apendices	142
7.Bibliografía.....	138
8 Anexos	156

V. ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1: EDIFICIO MULTIFAMILIAR (BANCO OBRERO)	1
FIG. 2: CONJUNTO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES (BANCO OBRERO)	6
FIG. 3: INTERIOR DEL BANCO DEL LIBRO	10
FIG. 4: FICHA LOSA DE TECHO	13
FIG. 5: FICHA COLUMNAS DEL SIEMA.....	13
FIG. 6: COLUMNAS	14
FIG. 7: COLUMNAS Y VIGAS.....	14
FIG. 8: COLUMNAS, VIGAS Y LOSA	15
FIG. 9: ESTRUCTURA DE UN MÓDULO DEL SIEMA	15
FIG. 10: ARRIOSTRAMIENTOS DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA.....	17
FIG. 11 VISTA EXTERIOR DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA.....	17
FIG. 12: VISTA EXTERIOR DEL BANCO DEL LIBRO	17
FIG. 13 DATOS ANTROPOMÉTRICOS.....	19
FIG. 14: RETÍCULA ESPACIAL CON MÓDULO BASE (MB) DE 0.80 M.....	21
FIG. 15: RETÍCULA ESPACIAL CON MODULO BASE (MB) DE 0.90 M	21
FIG. 16: RETÍCULA UTILIZADA.....	22
FIG. 20: MÓDULO BAÑO/ BAÑO.....	24
FIG. 20: MÓDULO BAÑO/COCINA/LAVANDERO.....	24
FIG. 20: MÓDULO COMEDOR/BAÑO	24
FIG. 20: MÓDULO COCINA/ BAÑO.....	24
FIG. 24: MÓDULO DORMITORIO	25
FIG. 24: MÓDULO DORMITORIO	25
FIG. 24: MODULO SALA	25
FIG. 24: MÓDULO COMEDOR	25
FIG. 25: CLASIFICACIÓN DE PROTOVIVIENDAS PROPUESTAS.....	28
FIG. 26: SECCIÓN DE COLUMNA	36

FIG. 27: ALZADO DE LAS 2 OPCIONES DE CIERRE DE PERFILES	36
FIG. 28: TIPOS DE COLUMNAS	37
FIG. 29 PLANO DE FABRICACIÓN DE VIGAS JOIST DE SIDETUR.....	39
FIG. 31: CIERRE A ESCUADRA	40
FIG. 31: APOYO CONTÍNUO.....	40
FIG. 32: VIGA DE CELOSÍA EN ENTREPISO	41
FIG. 33 PLANTA VIGA BALCÓN	42
FIG. 34 SECCIÓN VIGA BALCÓN.....	42
FIG. 35: DETALLE DE PLANCHA DE SUJECIÓN EN VIGA DE BALCÓN	43
FIG. 36: VIGA DE TECHO	44
FIG. 37 DETALLE LOSA DE PISO.....	45
FIG. 38 DETALLE LOSA DE ENTREPISO	45
FIG. 39 DEFORMACIÓN DEL "PÓRTICO" DEL SIEMA-VIV	48
FIG. 40 ESQUEMA DE ARRIOSTRAMIENTO EXTERNO EN 4 MÓDULOS ESTRUCTURALES (VER CATALOGO DE COMPONENTES LAMINA 10 Y 11)	49
FIG. 41: ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LOS ARRIOSTRAMIENTOS EXTERNOS	50
FIG. 42: ALZADO Y SECCIÓN DE NODO DE LOS ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTOS (PREDIMENSIONADO)	50
FIG. 43: ARRIOSTRAMIENTO EXTERNO.....	51
FIG. 44: ARRIOSTRAMIENTO INTERNO (VER CATÁLOGO DE COMPONENTES LAMINA 10 Y 11)	51
FIG. 45 ESCALERA TIPO 2	52
FIG. 46 SECCIÓN ESCALERA	52
FIG. 47: CERRAMIENTO CENTRAL.....	74
FIG. 49: REMATE SUPERIOR CON.....	75
FIG. 49 DETALLE DE "TAPA CERCHA" EXTERNA	75
FIG. 50 MODULACIÓN DE CERRAMIENTOS CADA 1.20 M	76

FIG. 51 MODULACIÓN DE CERRAMIENTOS CADA 0.90 M	76
FIG. 52: MODULACIÓN VERTICAL DE CERRAMIENTOS.....	77
FIG. 53: COMBINACIÓN DE PANELES DE VENTANAS Y PUERTAS.....	78
FIG. 54 COMBINACIÓN DE CERRAMIENTOS.....	79
FIG. 55 CERRAMIENTOS DE MAMPOSTERÍA	81
FIG. 56 COMBINACIÓN DE CERRAMIENTOS FIJOS Y DESMONTABLES	82
FIG. 57 SOLAPE DEL TECHO.....	83
FIG. 58 DETALLE DE MÓDULO DE TECHO	84
FIG. 59 EJEMPLO DE CUBIERTA METÁLICA CON AISLANTE.....	85
FIG. 61 TECHO DE MACHIHEMBRADO DE MADERA.....	86
FIG. 60 TEJAS ASFÁLTICAS.....	86
FIG. 62 FIJACIÓN DE LAMINA METÁLICA DE TECHO A LA ESTRUCTURA. FUENTE: MANUAL DE MONTAJE DE TERMOPANEL® WWW.GRUPOISOTEX.COM. ACTUALIZADO EL 16/02/08.....	87
FIG. 63 EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE AGUAS BLANCAS.....	89
FIG. 64 EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE AGUAS BLANCAS.....	89
FIG. 65 EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS.....	89
FIG. 66 EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS.....	90
FIG. 67: MODELOS DE VIVIENDAS DEL BANCO OBRERO	91
FIG. 68 MONTAJE DE COLUMNAS CON PERFILES PARA 4 PISOS.....	115
FIG. 69 MONTAJE POSTERIOR DE LAS VIGAS DE CELOSÍAS O CERCHAS (I ETAPA) ...	115
FIG. 70 PRIMERA ETAPA DE LA PROTOVIVIENDA.....	116
FIG. 71 INCORPORACIÓN DE ESTRUCTURA PARA LA SEGUNDA ETAPA CONSTRUCTIVA	116
FIG. 72 AL CONSTRUIRSE LA SEGUNDA FACHADA, LOS PANELES REMOVIBLES SE DESMONTAN Y SE TRASLADAN.	117

FIG. 73 LUEGO SE INCORPORA EL RESTO DE LOS CERRAMIENTOS Y SE CONTINÚA CON
LA ETAPA DE ACABADOS, PARA FINALIZAR LA SEGUNDA ETAPA DE LA
PROTOVIVIENDA.117

VI. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Tipologías de Viviendas Progresivas.....	4
Cuadro 2	Aplicaciones del SIEMA	16
Cuadro 3	Estimación de áreas mínimas por persona.....	20
Cuadro 4	Combinaciones de ambientes de la vivienda	23
Cuadro 5	Tipos de Protoviviendas.....	29
Cuadro 6	Componentes del SIEMA-VIV.....	34
Cuadro 7	Tipos de Columnas.....	38
Cuadro 8	Notación de la serie SIDETUR.....	41
Cuadro 9	Tipos de Vigas.....	44
Cuadro 10	Tipos de Bloques.....	78
Cuadro 11	Ventajas y Desventajas de la utilización del acero en la construcción.....	118

VII. LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE 1: Cálculos del pre-dimensionado de los principales componentes del SIEMA-VIV.

APÉNDICE 2: Cómputos métricos de vivienda propuesta para la estimación de costos y factibilidad económica.

VIII. LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de propiedades de la Viga JOIST de SIDETUR.

I. INTRODUCCIÓN

Originalmente, al comenzar este trabajo, se planteó la idea de aplicar el SIEMA (Sistema IDEC de Estructura Metálica Aternada) en viviendas, cambiando el uso para el cual fue diseñado originalmente (edificaciones educacionales y de servicio). Sin embargo, la adaptación requería de cambios importantes en los componentes del sistema, manteniendo como principio básico, la esencia y el concepto estructural. Es entonces cuando para el caso de viviendas, se genera el SIEMA-VIV, como una versión del SIEMA, que constituye una alternativa de construcción y diseño para la producción masiva de viviendas, por las ventajas que proporciona, entre otras, un menor tiempo de ensamblaje, y la producción nacional del principal insumo. Por otro lado, su coordinación dimensional permite la racionalización y tipificación de los componentes del sistema. Es decir *“...permite dar respuestas rápidas a soluciones específicas...”*. (Maggi, G. 1999). No obstante, esta adaptación, obliga a una evaluación, tanto a nivel arquitectónico como estructural. Este es esencialmente el problema a resolver, la adaptación de un sistema diseñado para un uso diferente al de vivienda, con la modificación de componentes que cumplan con las normas estructurales vigentes, que maneje las dimensiones y las condiciones de habitabilidad de la vivienda, e igualmente permita la construcción progresiva como un proceso bien definido, que resuelva una necesidad, y que no se convierta en un obstáculo. El SIEMA-VIV, aplicado

en viviendas multifamiliares de baja altura y de desarrollo progresivo, beneficia primordialmente a las comunidades organizadas, ya que pueden gestionar el futuro crecimiento de sus viviendas de manera gradual, teniendo siempre en cuenta que la asistencia técnica es un factor de suma importancia en todo el proceso. Por su lado, el Estado cumpliría un papel fundamental, pues coordinaría a través de los gobiernos locales la implementación de planes que permitan la utilización de este concepto en proyectos de nuevas urbanizaciones, brindando la asistencia técnica requerida en el proceso.

a. Objetivos de la investigación

i. Objetivo General

- Desarrollar una aplicación del SIEMA-VIV, para la producción de viviendas multifamiliares de baja altura de desarrollo progresivo

ii. Objetivos Específicos

- Definir criterios de coordinación modular y dimensional aplicables al diseño de viviendas.
- Desarrollo de nuevos componentes y uniones para la aplicación a viviendas progresivas.
- Proponer modelos de vivienda multifamiliar de baja altura (tres y cuatro plantas) de desarrollo progresivo.
- Adoptar criterios de sostenibilidad en el sistema y modelos propuestos

El trabajo se desarrolla en tres capítulos definidos de la siguiente manera:

En el **Capítulo I: La vivienda y el Sistema Estructural**, donde se definen los aspectos básicos de la vivienda multifamiliar en Venezuela y la tipología de vivienda progresiva. Además, se introduce al tema del sistema estructural que origino al SIEMA-VIV

En el **Capítulo II: La Vivienda Multifamiliar de Desarrollo Progresivo con SIEMA-VIV**, se desarrolla el cuerpo del trabajo, donde especifican los cambios y las adaptaciones que se le hicieron al SIEMA para convertirlo en SIEMA-VIV, según las necesidades de la vivienda multifamiliar de desarrollo progresivo que se plantea.

En este mismo capítulo se presentan dos propuestas de viviendas y los detalles de los elementos estructurales más importantes de la propuesta.

En el **Capítulo III: Catálogo de Componentes del SIEMA-VIV**, se presentan detalladamente todos los componentes del sistema, así como sus especificaciones.

Luego en el **Capítulo IV: Pruebas de diseño**, se encuentran las propuestas planteadas para la aplicación del SIEMA-VIV, en viviendas basadas en los criterios expuestos en los capítulos anteriores.

Más adelante en el **Capítulo V: Producción y Costos**, se explica el proceso de producción de los componentes estructurales que se están agregando al sistema, y la estimación económica de la propuesta de vivienda, antes presentada.

Por último, se presentan las conclusiones a las que se llegaron después del proceso de esta investigación, y unas recomendaciones para futuras investigaciones o implementaciones del sistema.

CAPÍTULO I

LA VIVIENDA Y EL SISTEMA ESTRUCTURAL

1.1. LA VIVIENDA

1.1.1. La Vivienda Multifamiliar

Se conoce como vivienda multifamiliar a la agrupación de varios espacios residenciales, en donde habitan una serie de familias, que se interrelacionan en espacios comunes a ellos.

Según Cilento (1999), dada la importante devaluación que ha sufrido nuestra moneda en las últimas décadas, y en consecuencia el aumento de los costos en el área de la construcción, las estructuras de gran altura y el uso de ascensores en ellas, han incrementado sustancialmente los costos energéticos, de mantenimiento y reposición, haciéndolas insostenibles para las familias de bajos recursos, para quienes fue pensada la vivienda multifamiliar.



Fig. 1: Edificio Multifamiliar (Banco Obrero)

Como respuesta a este problema se plantean las viviendas multifamiliares de baja altura, que manejan alrededor de 2 a 6 pisos¹ y que tienen la posibilidad de desarrollarse en conjuntos que alcanzan densidades medias-altas y en donde se enfatiza el concepto de vecindario, respetando cada espacio de vivienda como espacio individual de la familia.

1.1.2. La Vivienda Progresiva

Hace ya algunos años, en Venezuela se adoptó la idea de la producción masiva de viviendas completas, con todos sus espacios y comodidades, de manera instantánea, es decir, en el menor tiempo posible, a costa de los múltiples problemas sociales, económicos y ambientales que esta idea promovía, especialmente en lo concerniente a su adaptación a la dinámica de crecimiento familiar.

Junto al *boom* petrolero sobrevino el *boom* inmobiliario, entre los años 60 y 70, que se caracterizó por la masificación de la construcción de viviendas de espacios mínimos, que, para adaptarlas a las diferentes necesidades de las familias, era necesario demoler y reconstruir parte de

¹ "...Abadi y Quintana (1977) señalaban la necesidad de escoger densidades netas no menores de 300hab/ha ni mayores de 1.000 hab/ha, Entre otras muchas recomendaciones y señalamientos, plantearon que lo óptimo sería utilizar viviendas de 2 a 4 pisos y que consideraba aceptable alcanzar alturas máximas de 5 ó 6 pisos (con viviendas dúplex o triplex) a fin de obtener las densidades máximas." (Cilento, 1999)

lo recibido. Esto se ha hecho costumbre por la precariedad de las viviendas construidas por el sector público.

En este sentido, una vivienda que se adapte al crecimiento y/o mejoramiento de sus habitantes, es una vivienda que perdurará en el tiempo, con la misma calidad con la que se adquirió. La vivienda progresiva surge entonces como una solución al problema habitacional de las personas de bajos recursos a lo largo de toda Latinoamérica (Bazant, 2003).

Las Viviendas Progresivas o de Desarrollo Progresivo son aquellas *“...que crecen en tamaño y mejoran en calidad, en ciclos económicos de corto plazo. La vivienda se completa en mediano y largo plazo, según las necesidades, voluntad y posibilidades de la familia: la vivienda se consume mientras se construye”* (Cilento, 1999).

Se puede entender entonces que la vivienda se transforma y atraviesa un proceso de crecimiento y mejoramiento en un periodo de tiempo determinado. Dependiendo de sus características y diferencias, Jan Bazant ha clasificado de la siguiente manera el proceso de desarrollo progresivo en una comunidad existente:

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
	Vivienda Precaria	Asentamiento inicial	Vivienda Progresiva en etapa de expansión	Vivienda Progresiva en etapa de consolidación	Vivienda progresiva en etapa de acabados
Materiales	De desecho o productos de demolición	Permanentes	Permanentes	Permanentes	Permanentes
Tenencia de la Tierra	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	
Servicios	No	No	No	Si. Algunas	
Área aproximada	20 – 30 m ²	30 – 50 m ²	40 – 70 m ²	60 – 100 m ²	90 – 100 m ²
Núcleo familiar	Familias extensas. Parientes de diversas edades	Familias jóvenes. De 4 a 6 miembros	Familias jóvenes. De 5 a 7 miembros	Varias familias. De 6 a 12 miembros.	Varias familias. De 8 a 14 miembros.
Ingresos	Menos de 2 SM*	2 a 3 SM*	3 a 5 SM*	4 a 7 SM*	Mayor a 7 SM*

Cuadro 1: Tipologías de Viviendas Progresivas

*SM: Salario Mínimo

Fuente: Elaboración Propia. Datos: BAZANT S., Jan (2003). *VIVIENDAS PROGRESIVAS*. Editorial Trillas. México.212p.

Como se puede observar en el cuadro anterior, esta clasificación o tipologías de viviendas progresivas, destaca las diferencias en cuanto a la construcción de las viviendas y el estado socioeconómico de las familias

que las habitan. Esta clasificación se enmarca en el trabajo de Bazant en las comunidades mexicanas de bajos ingresos, que al igual que muchas comunidades latinoamericanas, comparten un proceso de construcción progresiva por factores similares que se viven en el país.

Es evidente entonces, que estas viviendas siguen un patrón en cuanto a la continuidad de las etapas constructivas, que garantiza el uso de todos los elementos de los espacios y la utilización de materiales adecuados para la deconstrucción, en procesos simplificados, lo que implica una inversión inicial mínima que aumenta progresivamente según las mejoras que se le apliquen al inmueble.

1.1.3. Vivienda Multifamiliar de desarrollo progresivo en Venezuela

La dinámica de la familia venezolana se ha visto afectada gravemente por las crisis que ha atravesado el país en las últimas décadas, pues las limitaciones económicas han dejado como consecuencia un deterioro en la calidad de vida, sobre todo de los sectores de menores recursos. Esto implica en muchos casos disminución o pérdida de los ingresos familiares, por lo que se genera una dependencia entre los miembros de una familia que se agrupan para apoyarse recíprocamente.

Esta agrupación de miembros pertenecientes o externos al grupo familiar, demanda un espacio físico, con el que generalmente no se

cuenta, lo que obliga a compartir los mismos espacios de la vivienda con un mayor número de personas.



Fig. 2: Conjunto de Viviendas Multifamiliares (Banco Obrero)

Por esta razón, proponer viviendas de desarrollo progresivo significa la adaptación a una nueva manera de entender la vivienda de bajo costo, pues beneficia por un lado al propietario que adquiere solo el área que necesita al momento de su inversión inicial, y beneficia al promotor, quien sólo construye una célula básica con

posibilidades de ampliación que costeará posteriormente el propietario, lo que le permite construir un mayor número de unidades básicas.

Las viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo, exigen ciertos requisitos arquitectónicos y estructurales. Arquitectónicamente se habla de espacios “flexibles”, es decir, que se adapten al cambio de la familia que los habitan, y que se mantengan dentro de la regulación de las normas; y en el caso de la estructura, estas viviendas también exigen flexibilidad a un sistema estructural que permita modificaciones o cierta evolución, y que no afecte su desempeño original ni futuro.

La construcción progresiva en Venezuela no es un tema nuevo, se observa en los conjuntos de viviendas precarias, cómo se agrupan y se

agregan módulos de viviendas de una misma familia, en un mismo terreno o parcela.

Desde la construcción de la urbanización obrera Lídice (Caracas, 1942) hasta nuestros días, se han planteado diversos enfoques para la ampliación y mejoramiento de sus viviendas. No obstante, en países como Bangladesh, Egipto, Ghana, Zimbabwe y Chile, la exploración en este tema ha despertado el interés por parte de los gobiernos, que ha permitido experiencias de diversa naturaleza.

Sin embargo, en el caso de Venezuela, propuestas de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo han sido escasas. Se han realizado algunos concursos y propuestas que no han llegado a la etapa de construcción.

Una tesis de maestría desarrollada en el IDEC del Arq. Juan Carlos Barroeta² puede ser considerado como antecedente del presente trabajo.

² BARROETA B., Juan C. (1999). ***Sistema constructivo con estructura de entramado metálico para viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo.*** Trabajo de grado para obtención del título: Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. UCV. FAU-UCV. Caracas.

1.2. EL SISTEMA ESTRUCTURAL SIEMA

1.2.1. Origen del SIEMA

El Sistema IDEC de Estructura Metálica Apornada o SIEMA, fue desarrollado en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela en el año 1979. Llamado inicialmente VEN-UNO, el SIEMA es el producto de un acuerdo entre el IDEC y The Consortium of Local Authorities Special Programme (CLASP) de Gran Bretaña, y auspiciado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

CLASP es una empresa pública del Consorcio de Autoridades Locales de Gran Bretaña, cuyo objetivo con este proyecto era desarrollar un sistema constructivo evolutivo con tecnología organizada, de control administrativo para el programa de construcciones públicas de las municipalidades consorciadas, especialmente edificaciones educacionales.

El objetivo general del proyecto desarrollado entre CLASP, CONICIT y el IDEC fue la transferencia tecnológica del sistema CLASP para el desarrollo de un nuevo sistema adaptado a las necesidades y oferta de materiales y componentes de origen nacional, así como de una propuesta de programa descentralizado de producción de edificaciones educacionales.

El desarrollo del proyecto IDEC-CLASP-CONICIT se desarrolló entre 1979 y 1982, incluyendo la construcción de un prototipo, la Escuela Experimental de Guarenas, que incluyo componentes del sistema CLAPS y de un nuevo sistema desarrollado (VEN-UNO). Este proyecto estuvo a cargo de un equipo integrado por un grupo de profesionales³ integrantes de los organismos respectivos, y entre los cuales se encontraba la Ing. Gladys Maggi Villarroel, investigadora del IDEC, quien tuvo a su cargo el desarrollo de los aspectos estructurales y del catálogo de componentes del SIEMA, así como de sus aplicaciones en proyectos específicos. El convenio entre IDEC, CLAPS y CONICIT, produjo además del sistema constructivo y sus manuales respectivos, un completo estudio sobre el desarrollo de un programa descentralizado de construcciones educativas.

1.2.2. Descripción General del Sistema

El SIEMA es un sistema estructural conformado por elementos de acero que se producen estandarizada e industrialmente.

³ Arq. Henrique Hernández, Henry Morris, Arq. Alfredo Cilento Sarli (Coordinador), Arq. Gustavo Flores (Adjunto), Arq. Sydney Bell, Arq. David Medd, Q.S. Tom Mather, Ing. José A. Peña, Ing. Jesús Darío Lira, Ing. José Martínez Guarda, Arq. Andrés Simón Herrera, Ing. Pedro Sánchez, Arq. Rafael De Marco, Br. Gilberto Buenaño, Br. Marta Bahamonde, Arq. David Meylan, Q.S. Martin Lomas, Q.S. Martin Ryder y el Sr. Ted Smith, Arq. Domingo Escobar y Arq. Eileen Applewhite, Arq. Leopoldo Provenzali, Arq. Norma de Aramburu y el Br. Freddy Reyes, Arq. Nancy San Roman, Econ. Fanny Chalbaud, Ing. Julio Ohep, Dr. Nelson Croce, Ing. Gladys Maggi y el Arq. Cesar Martin

Este sistema está modulado en una retícula de 1.20 x 1.20 m, lo que permite las combinaciones adoptadas de luces longitudinales de 7.20 m, 3.60 m y 2.40 m y luces transversales de 3.60 m y 2.40 m.

La altura máxima que permite el sistema es de 3 pisos,



Fig. 3: Interior del Banco del Libro

manteniendo una altura fija de viga de 0.60 m en todos los sentidos.

Los cerramientos no forman parte del sistema, sin embargo, se considera su uso según los requerimientos de la edificación. Igualmente pasa con las instalaciones, las cuales se prevén para ser colgadas o embutidas en la

tabiquería.

1.2.3. Características Estructurales del SIEMA

“El SIEMA está constituido por una armazón articulada de acero, conformada por los elementos horizontales (cerchas) apernados a los elementos verticales (columnas), las losas de concreto vaciadas en sitio y arriostramientos diagonales.” (MAGGI, G. 1999).

Las cargas consideradas para el diseño son⁴:

⁴ Las unidades del catálogo original están expresadas en Kg/m², pero actualmente se expresan en Kgf

ENTREPISO

Carga Variable.....	300	Kgf/m ²
Carga Permanente:		
Losa (e=12 cm).....	265	Kgf/m ²
Estructura.....	20	Kgf/m ²
Acabado de Piso.....	80	Kgf/m ²
Tabiquería liviana.....	50	Kgf/m ²
Plafond, servicios.....	35	Kgf/m ²
TOTAL	750	Kgf/m²

TECHO

Carga Variable.....	100	Kgf/m ²
Carga Permanente:		
Losa (e=10 cm).....	200	Kgf/m ²
Impermeabilización (Incluye pendientes).....	100	Kgf/m ²
CARGA TOTAL:	400	Kgf/m²

1.2.4. Componentes del SIEMA

El Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada “...es un sistema estructural conformado por componentes estandarizados producidos industrialmente por diferentes talleres metalmecánicos nacionales, previamente seleccionados.” (MAGGI, G. 1999).

Es un sistema articulado de acero, conformado por los siguientes elementos:

- Columnas: Perfiles tubulares estructurales de alta resistencia.
- Vigas: Celosías o vigas de alma abierta fabricadas en talleres metalmecánicos.
- Losas: Sofito metálico como encofrado no colaborante con topping de concreto.
- Arriostramientos: Tirantes diagonales conformados por barras de acero rectas de sección circular.
- Escalera: Conformada por perfiles tubulares estructurales con uniones soldadas y detalles de peldaños y baranda definidos por el proyecto arquitectónico.

Este sistema se maneja mediante un catálogo de componentes, donde aparecen fichas de los elementos debidamente acotados y descritos para su construcción. A continuación, se presenta un ejemplo de las fichas del catálogo:

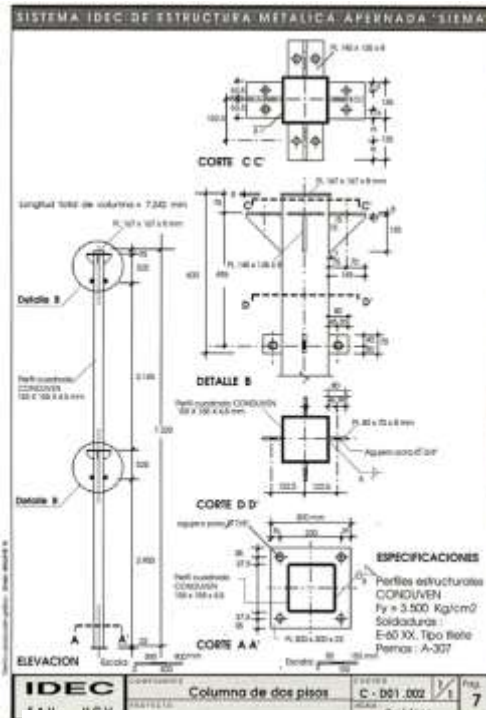


Fig. 5: Ficha Columnas del SIEMA

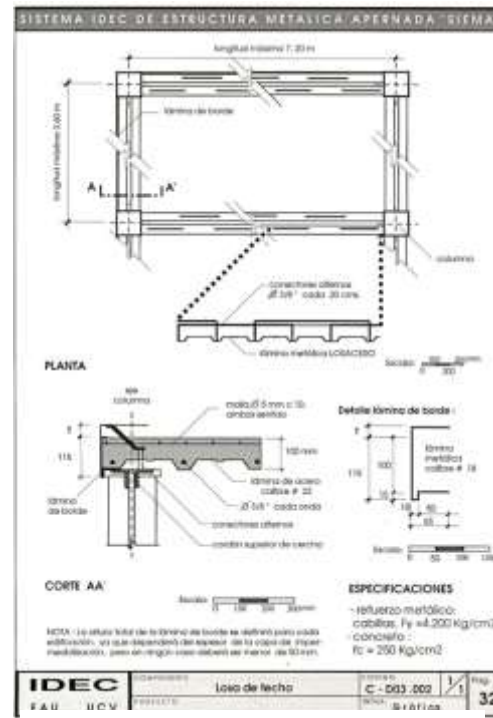


Fig. 4: Ficha Losa de Techo

1.2.5. Producción de Componentes del SIEMA

Todos los componentes del sistema son estandarizados y de acero, y su elaboración se realiza industrialmente en talleres metalmeccánicos medianamente especializados, los cuales son seleccionados en función a los requerimientos de precio y calidad establecidos.

1.2.6. Proceso de Montaje

Etapas en el proceso de ensamblaje (MAGGI, G. 1999):

- 1) Ejecución de obras de infraestructura de acuerdo a las características del terreno. Prever en las fundaciones las aberturas correspondientes para la fijación de los anclajes o incorporarlos en las mismas. Es importante anticipar las fundaciones para la segunda etapa.
- 2) Colocación y fijación de las columnas en Planta baja.

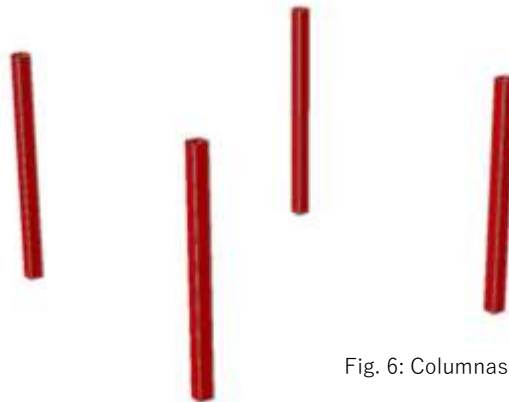


Fig. 6: Columnas

- 3) Colocación y unión de vigas en 1ero, 2do y 3ero piso.



Fig. 7: Columnas y Vigas

- 4) Colocación de sofito metálico como encofrado perdido junto a las láminas de borde (flashing) y los refuerzos adicionales para el posterior vaciado de concreto.



Fig. 8: Columnas, vigas y losa

- 5) Colocación y fijación de arriostramientos para la rigidización de la edificación

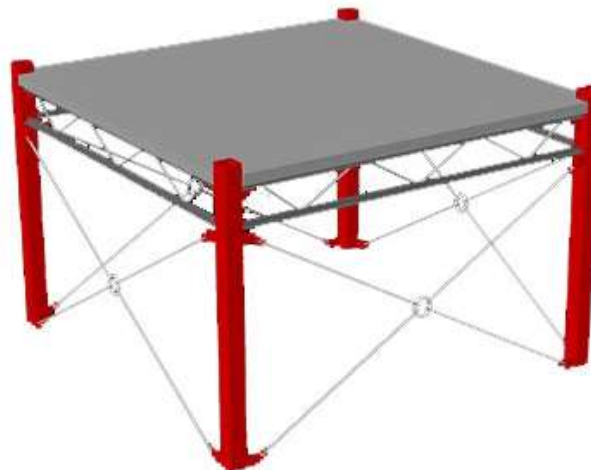


Fig. 9: Estructura de un modulo del SIEMA

Todas las planchas (ménsulas) de soporte de las vigas y arriostramientos son soldadas en taller para garantizar la calidad de la soldadura, y delegar el trabajo de apernado en obra.

1.2.7. Aplicaciones

Este sistema se ha utilizado en edificaciones educacionales y de oficinas en Caracas, Guarenas y Valencia, las cuales se detallan a continuación:

APLICACIÓN	UBICACIÓN	ÁREA (m ²)	N° DE PISOS	FECHA DE PROYECTO	FECHA DE CONSTRUCCIÓN	GERENCIA DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN
Escuela Básica Experimental	Guarenas	1.010	2	1979	1980-1982	FEDE
Banco del Libro	Altamira	1.500	3	1983-1984	1984-1988	Banco del Libro
Instituto de Ingeniería	Sartenejas	3.500	2 y 3	1990-1991	1990-1991	Tecnidec
Edificio PDD Procter & Gamble	Yaguara	1.100	2	1990	1990-1991	Soteinca
Sede de CORIMON	Valencia	7.590	3	1991-1992	1991-1993	Corylum

Cuadro 2: Aplicaciones del SIEMA

Fuente: MAGGI, G. (1998). *Sistema de Estructura Metálica Apernada, SIEMA. Concepción, aplicaciones y perspectiva*. Trabajo de Ascenso a Nivel Asociado de la UCV. FAU-UCV. Caracas. pp. 40



Fig. 11 Vista Exterior del Instituto de Ingeniería



Fig. 10: Arriostramientos del Instituto de Ingeniería



Fig. 12: Vista Exterior del Banco del Libro

CAPÍTULO II

LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE DESARROLLO PROGRESIVO CON SIEMA-VIV

2.1. LA VIVIENDA CON SIEMA-VIV

2.1.1. Modulación típica utilizada de la vivienda

“Para lograr una coordinación modular óptima, se deben combinar las dimensiones más convenientes, tanto en los procesos de diseño y fabricación como en los de construcción.

Toda edificación modular se ubica sobre una trama racional preestablecida a base de la relación entre los elementos y componentes, los ambientes y las edificaciones.” JUNAC (1980).

Como base de la modulación de la vivienda, se tomó como referencia los análisis de los proyectos del Programa Experimental de Vivienda del Banco Obrero⁵ (Ver Cuadro 3), y el estudio de coordinación modular y dimensional realizado por el Arq. Antonio Conti en la modulación original del VIMA⁶.

Según estos estudios, el módulo base de la vivienda que mejor se adaptaba a los espacios habitables, era el de 0.80 m. Sin embargo, este módulo base se redefine y se aumenta a 0.90 m, por un lado, para

⁵ Programa Experimental de Vivienda. Banco Obrero. Caracas. 1964

⁶ CONTI, Antonio. (2004). “Cerramientos de madera, de junta seca, para viviendas progresivas”

II

adaptarse a la retícula del SIEMA, y por otro lado para ajustarse a las normas venezolanas (por ejemplo: Norma Venezolana 2733(R): Accesibilidad para las Personas. Entorno Urbano y Edificaciones) que establecen accesos mínimos de 0.90 m, entre otros aspectos. (Ver Fig. 13)

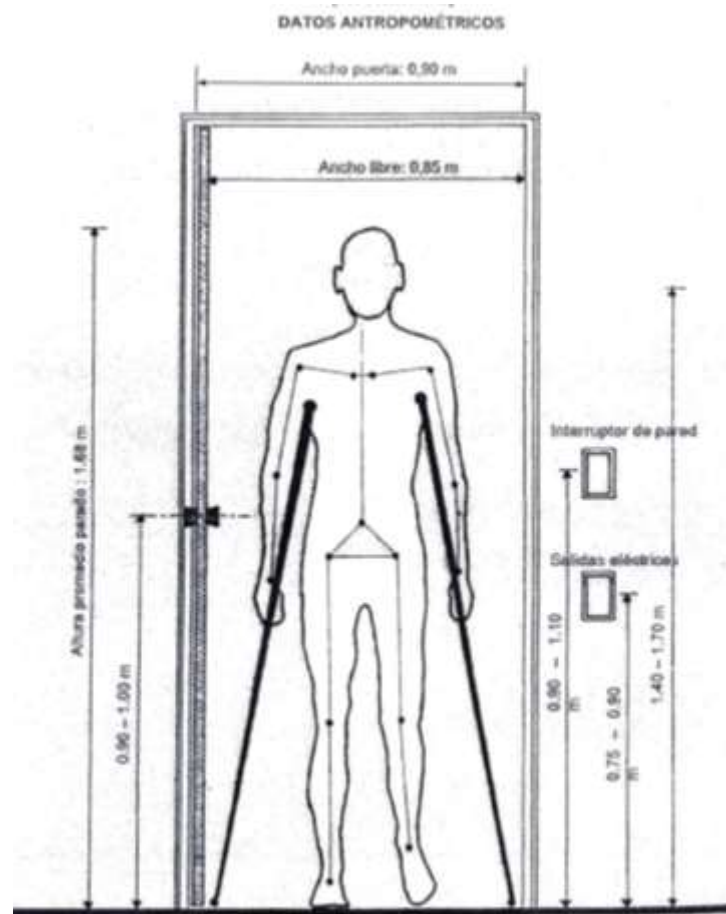


Fig. 13 Datos Antropométricos.

Fuente: Norma Venezolana: Entorno Urbano y Edificaciones. Accesibilidad para las personas. FONDONORMA 2733:2004 (1era. Revisión) Anexo A. Figura A1. Pág. 21

II

ESTIMACION DE AREAS MINIMAS POR PERSONA											
Nº DE PERSONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RECIBO					6.72			8.96			10.24
COMEDOR				6.72		10.24		14.40			17.28
DORMITORIO				ESTIMESE 4.80 COMO ESPACIO ADICIONAL PARA DORMIR							
COCINA	(COCINILLA)	4.80		7.20				8.64			10.80
LAVAR PLANCHAR	CASAS	PARA SECADO SE ESTIMARA 2M ² POR PERSONA									
	APART.	PARA SECADO SE ESTIMARA 1M ² POR PERSONA		4.48			8.8-				8.40
ALMACENAMIENTO	ESTIMESE TENTATIVAMENTE 05 M. POR PERSONA HASTA UN MAXIMO DE 4 M ²										
ESTAR FAMILIAR				6.72				8.96			10.24
BAÑO					5.28				4.38		7.18

Cuadro 3: Estimación de áreas mínimas por persona

Fuente: Programa Experimental de Vivienda. Banco Obrero. Caracas. 1964

II

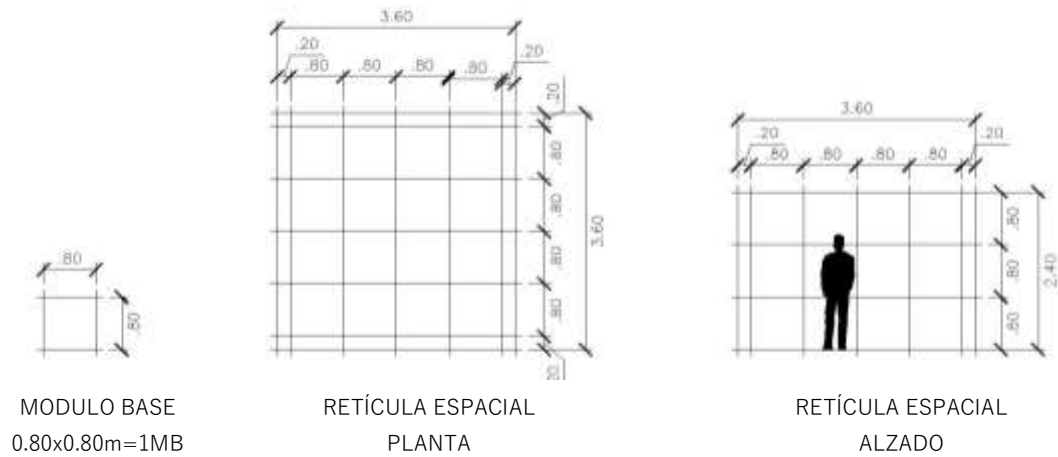


Fig. 14: Reticula espacial con Módulo Base (MB) de 0.80 m.

Es entonces que esta retícula con módulo base de 0.80 m se modifica y se aumenta el módulo base a 0.90 m para adaptarse a la luz del SIEMA de 3.60 m, y permitir la utilización de 4 módulos completos, como se presenta a continuación:

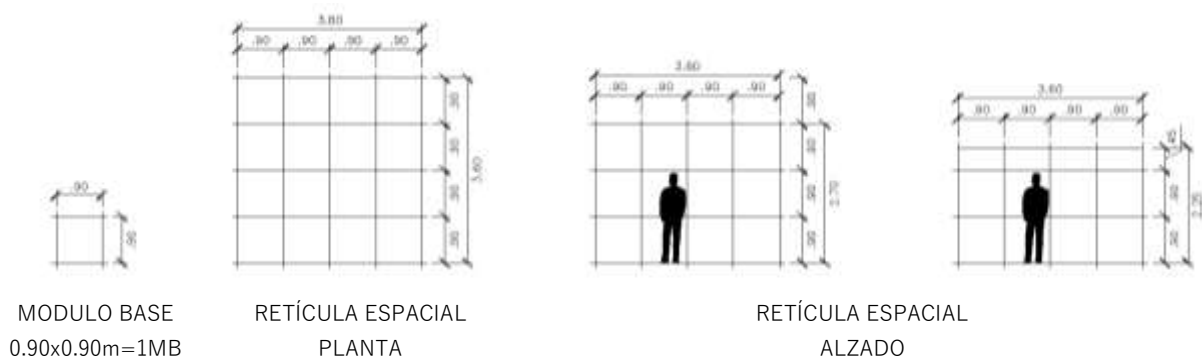


Fig. 15: Reticula espacial con modulo base (MB) de 0.90 m

II

Como resultado se plantea la retícula utilizada para la coordinación modular está conformada a su vez por dos (2) retículas, una que contiene los espacios internos y la otra donde se ubican elementos como columnas, vigas y paredes (doble retícula).

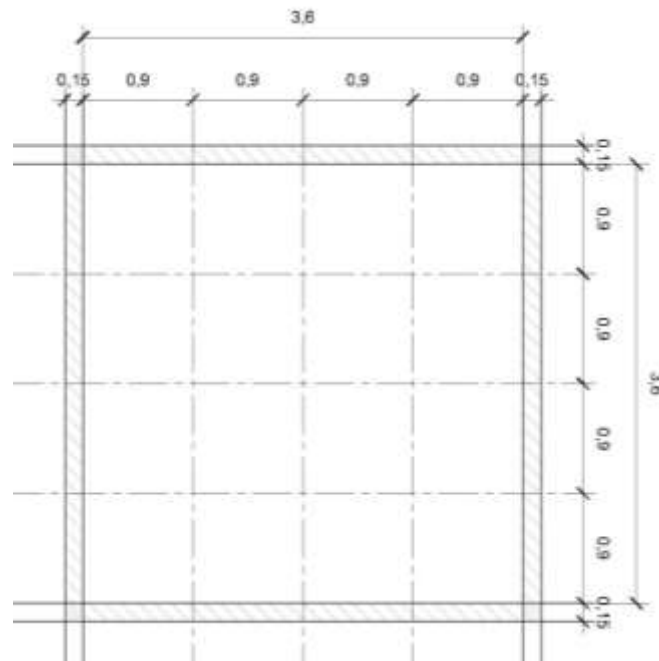


Fig. 16: Retícula utilizada

Para el SIEMA-VIV se amplió la dimensión entre ejes, que originalmente era de 3.60 m, a 3.75 m, para permitir una dimensión interna de cuatro (4) módulos de 0.90 m = 3.60 m, y un desplazamiento de la retícula de 0.15m (dimensión de perfiles utilizados para las columnas).

Esta intervención permite estandarizar las vigas a una longitud fija de 3.60 m, justo entre columnas, y admitir cerramientos modulados de 0.90 m ó 1.20 x 2.10 m de altura.

II

Inicialmente se determinó el módulo estructural de 3.60 x 3.60 m como el más adecuado para contener los espacios habitables de la vivienda, descartando los módulos más grandes del sistema original, SIEMA.

Con base en estos módulos, se generaron combinaciones de los distintos ambientes de la vivienda que se observan a continuación:

	SALA	COM./BAÑO	COC.	LAV.	BAÑO	HAB.
SALA		Com./Sala	Coc./Sala	No Aplica	Baño/Sala	No Aplica
COM.	Sala/Com.		Coc./Com.	No Aplica	Baño/Com.	No Aplica
COC.	Sala/Coc.	Com./Coc.		Lav./Cocina	Baño/Coc.	No Aplica
LAV.	No Aplica	No Aplica	Coc./Lav.		Baño/Lav.	No Aplica
BAÑO	Sala/Baño	Com./Baño	Coc./Baño	Lav./Baño	Baño/Baño	Hab./Baño
HAB.	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Baño/Hab.	

Cuadro 4: Combinaciones de ambientes de la vivienda

Como resultado se obtuvieron los siguientes módulos combinados:

II

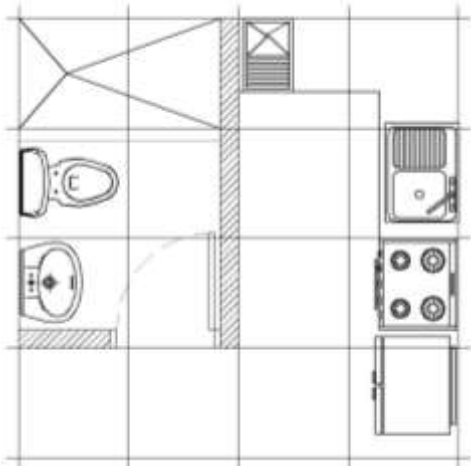


Fig. 20: Módulo Baño/Cocina/Lavadero

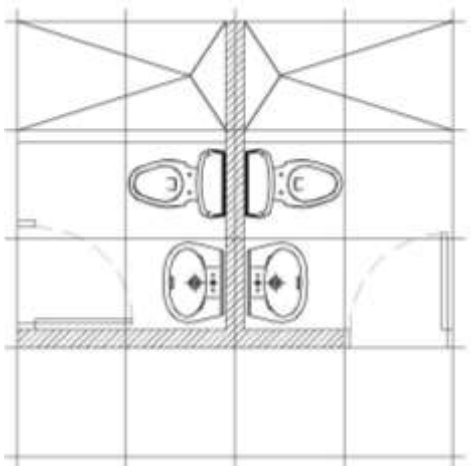


Fig. 20: Módulo Baño/ Baño

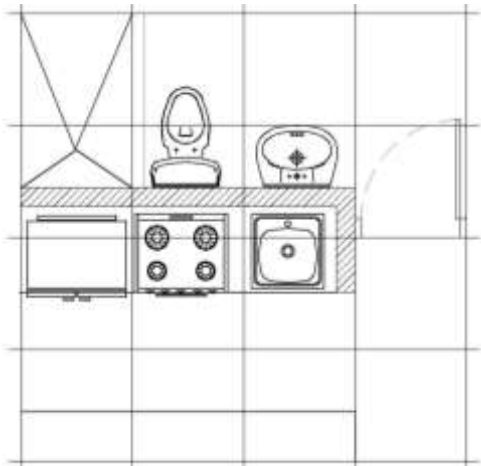


Fig. 20: Módulo Cocina/ Baño

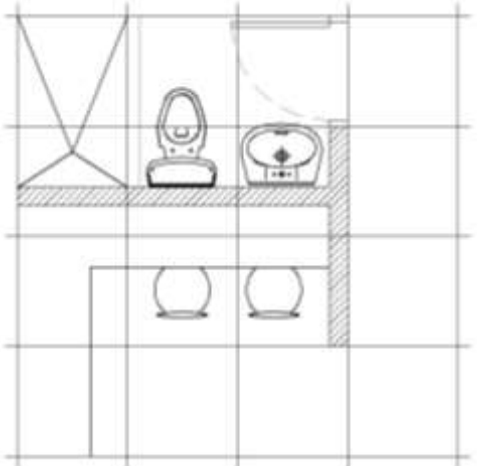


Fig. 20: Módulo Comedor/Baño

II

Y como espacios principales de la vivienda tenemos los siguientes:

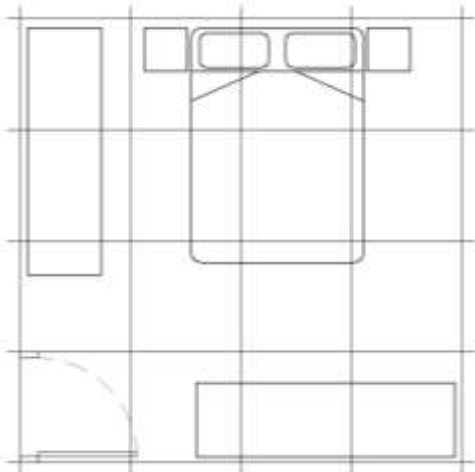


Fig. 24: Módulo Dormitorio

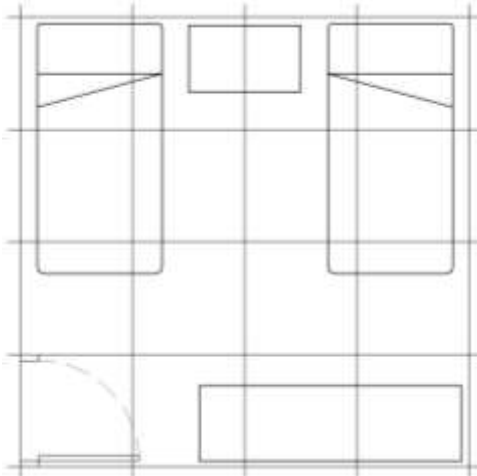


Fig. 24: Módulo Dormitorio

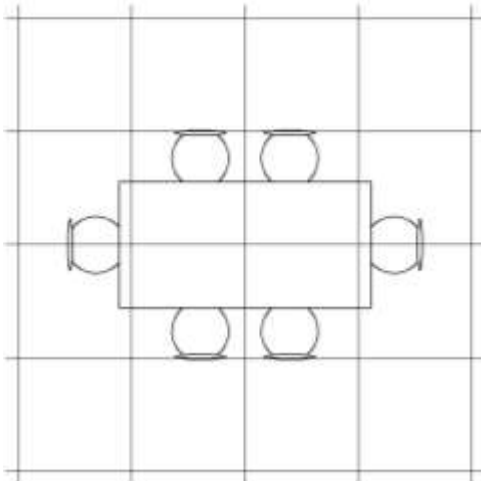


Fig. 24: Módulo Comedor

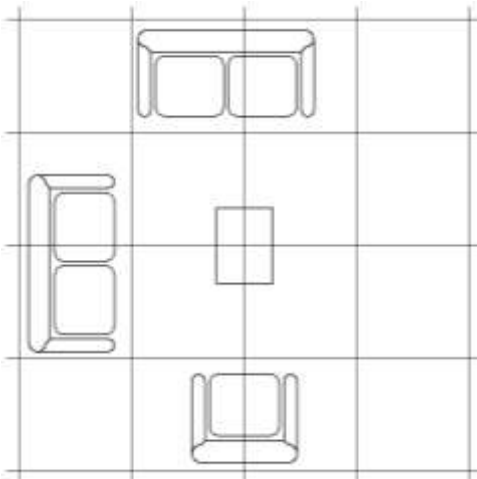


Fig. 24: Modulo Sala

II

Con este módulo como base de cada espacio de la vivienda, se plantearon organizaciones de máximo seis módulos, con una dimensión total de 7.20 x 7.20 m para la Protovivienda.

Después de plantearse el módulo base, las configuraciones espaciales se comienzan a explorar, para finalmente determinar la célula básica de la vivienda, con la posibilidad de ampliación.

Paralelamente se estudia la progresividad de esta vivienda, con estos módulos estructurales, en una edificación de 4 pisos.

2.1.2. Criterios de Diseño

Las consideraciones o criterios para el diseño de Viviendas Multifamiliares de baja altura y de Desarrollo Progresivo con el SIEMA-VIV, son los siguientes:

- Gestión colectiva de ampliación (comunidad organizada).
- Retícula de 3.60 x 3.60 m
- Organizaciones de máximo seis módulos (en el actual caso de estudio).
- Distancia entre ejes de 3.75 m
- Agrupaciones de unidades básicas de hasta 4 pisos, sin uso de ascensores.
- Crecimiento en fachada (crecimiento por adición hacia el exterior).
- Estructura fija y tabiquería desmontable.
- Concentración de áreas húmedas.

II

- Paredes de mampostería para áreas húmedas con componentes desmontables.
- Piezas prefabricadas que permitan la deconstrucción.
- Ventilación e iluminación natural en la mayoría de los espacios.

2.1.3. ¿Qué es una Protovivienda?

Como ya se ha explicado anteriormente, la vivienda progresiva es un concepto asociado no solo al crecimiento o aumento de las áreas, sino también al mejoramiento y aprovechamiento máximo de la inversión inicial en la vivienda, cuyo crecimiento es decisión de los habitantes de la misma.

En este sentido, una Protovivienda es la “célula básica” de donde germina la vivienda, la cual *“... va creciendo en área y al mismo tiempo mejorando la calidad de las instalaciones, acabados y confort general.”* (Cilento 1999).

La idea principal es que estas Protoviviendas sean el punto inicial que de acuerdo al ingreso económico de los ocupantes y la inversión que genere el mismo, se amplíe progresivamente y mejore sus condiciones espaciales, estructurales, de confort y estéticas. Se trata entonces de concluir la construcción de la vivienda durante el periodo de tiempo en el que se habita.

2.1.4. Clasificación de Protoviviendas Propuestas

II

A continuación, se presentan dos clasificaciones de las Protoviviendas generadas por los módulos de 3.60 x 3.60 m.

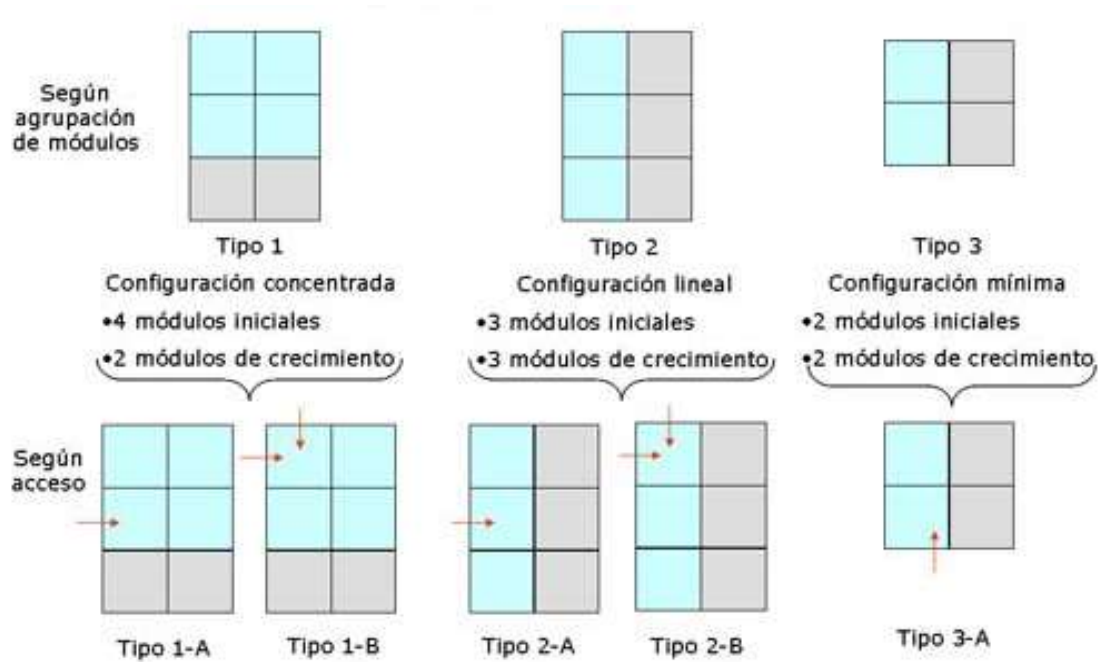


Fig. 25: Clasificación de Protoviviendas Propuestas

La primera clasificación se plantea según la agrupación de los módulos iniciales y los módulos agregados, generándose 3 tipos de Protoviviendas:

Tipo 1: Concentrada

Tipo 2: Lineal

Tipo 3: Mínima

II

La segunda clasificación se plantea según los accesos en los módulos iniciales, de los cuales se desprenden 5 tipos, dependientes de los anteriores:

Tipo A: Acceso por el Módulo central

Tipo B: Acceso por el Módulo de esquina

En consecuencia, los Tipos de Protoviviendas generados son:

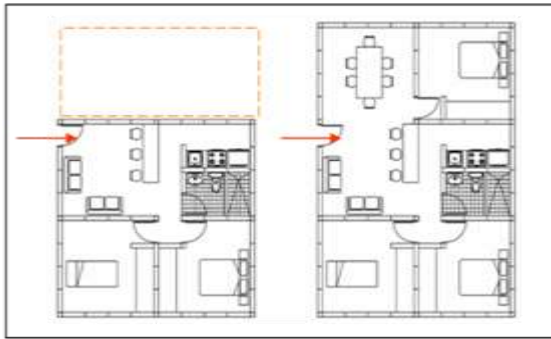
	1	2	3
A	Concentrada acceso central	Lineal acceso central	-
B	Concentrada acceso por esquina	Lineal acceso por esquina	Mínima acceso por esquina

Cuadro 5: Tipos de Protoviviendas

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan ejemplos de los tipos de Protoviviendas propuestos:

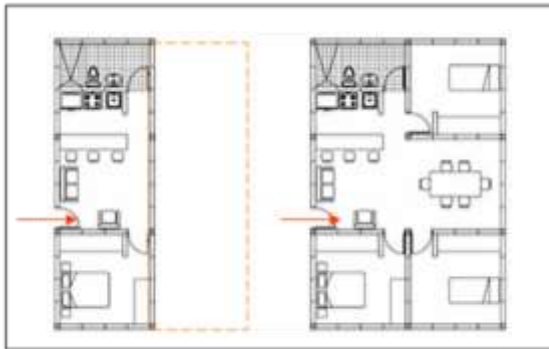
II



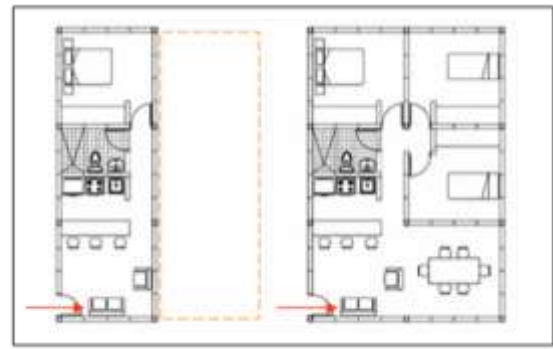
TIPO 1-A



TIPO 1-B



TIPO 2-A



TIPO 2-B

2.2. SIEMA-VIV

2.2.1. Concepción y Adaptación

Originalmente se planteó la posibilidad de aplicar el SIEMA en viviendas, cambiando su uso original de edificaciones educacionales y de servicio, sin embargo, la adaptación requería de cambios importantes en los componentes del sistema, manteniendo la esencia y el concepto original. Es entonces que para este caso de viviendas, se genera el

II

SIEMA-VIV, una versión del SIEMA que constituye una alternativa constructiva y de diseño para la producción masiva de viviendas.

Este sistema mantiene la modulación del SIEMA y esto permite un crecimiento de la vivienda ordenado y controlado. Asimismo, la estandarización de componentes y espacios, ayuda a una construcción más rápida y eficaz.

Para la primera fase de este trabajo se plantea el análisis de dos puntos importantes. Como primer punto, la vivienda, en todos sus aspectos, pero esencialmente en su coordinación dimensional y modular, de manera de poder manejar los espacios básicos de la misma a través de módulos resultantes de este análisis. Paralelamente se desarrolla el segundo punto, el análisis del sistema estructural, en este caso se comienza analizando el SIEMA, como punto de partida, su concepto y sus componentes, tomando muy en cuenta sus dimensiones y características arquitectónicas y estructurales, para manejar el alcance y los límites del sistema.

Al obtener estas informaciones se compaginan los resultados: el de la vivienda y el del sistema. Se plantea entonces la posibilidad de adaptar alguno de los puntos, no obstante, aunque el primero, es la base para este trabajo, por lo que principalmente, la adaptación será el sistema estructural aplicado a la vivienda, resultando el sistema el que se adapta al uso. Esta modificación genera una nueva versión del SIEMA, el SIEMA-

II

VIV, principalmente por el cambio de uso y de exigencias estructurales que este requiere.

Dentro de los planteamientos expuestos en este trabajo se encuentra la inclusión de nuevos elementos para este sistema, que contribuyen no solo a la ampliación del catálogo del sistema original, sino a su mejoramiento en su aplicación en la vivienda.

2.2.2. Descripción General

El SIEMA-VIV es un sistema estructural, articulado, que está conformado por componentes estandarizados e industrializados de acero como lo son columnas, vigas de celosía y losas, adaptado especialmente para el uso de viviendas multifamiliares de baja altura y con posibilidades de desarrollo progresivo.

Dentro de las ventajas que el SIEMA-VIV proporciona a las viviendas multifamiliares de baja altura y de desarrollo progresivo se encuentran:

- Sistema Modulado.
- Altura de 4 pisos.
- Permite el crecimiento progresivo por adición (apernado de componentes).
- Proceso constructivo manejado en periodos cortos de tiempo en comparación con los tradicionales.

2.2.3. Características Estructurales del SIEMA-VIV

El SIEMA-VIV es un sistema articulado de acero que funciona como una armazón conformada por miembros horizontales que son las vigas de celosía, apernadas a los miembros verticales que son las columnas compuertas con perfiles C, las losas son de concreto vaciadas en sitio, con encofrado no colaborante de acero, y los arriostramientos donde se requiera, son perfiles tubulares apernados igualmente a los miembros verticales.

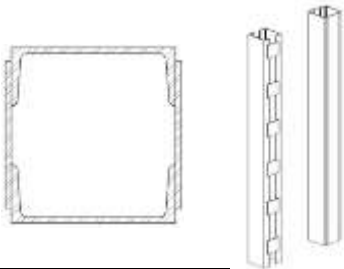
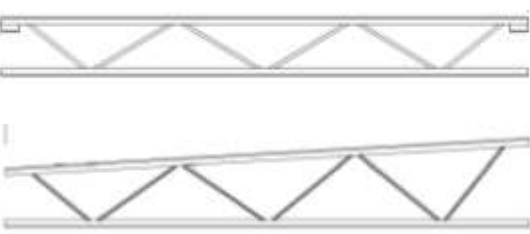
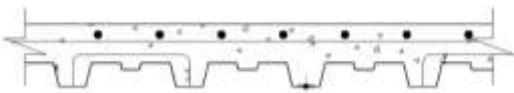
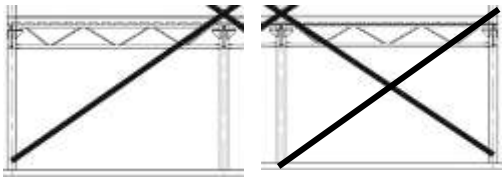
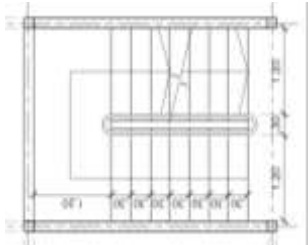
2.2.4. Componentes⁷

Los componentes del SIEMA-VIV son los siguientes:

- Columnas
- Vigas
- Losas
- Arriostramientos
- Escalera

⁷ NOTA: TODOS LOS DETALLES ESTÁN INDICADOS EN EL CATALOGO DE COMPONENTES.

II

COMPONENTES DEL SIEMA-VIV		
COLUMNAS		2 Perfiles UPL 140 con planchas metálicas soldadas para su unión. Alturas: 10,05m,11,15m, 11,35m
VIGAS		Vigas de celosías tipo JOIST, para entresijos y techos de longitudes: 3,60m y 2,70m
LOSAS		Sofito metálico con refuerzos y topping de concreto.
ARRIOSTRAMIENTOS		Perfiles tubulares \varnothing 3" con planchas metálicas en los extremos para apernar a las columnas.
ESCALERAS		Estructura de perfiles metálicos tubulares y peldaños de acabado variable según el proyecto arquitectónico.

Cuadro 6: Componentes del SIEMA-VIV

II

A continuación se detallan cada uno de los estos componentes del SIEMA-VIV:

2.2.4.1. Columnas

El sistema SIEMA-VIV, plantea el cambio de perfiles de las columnas, con el objeto de aumentar la resistencia y el comportamiento ante las diferentes cargas, producidas principalmente por un sismo. Inicialmente, el sistema SIEMA, desarrollado por el IDEC, presenta columnas constituidas por perfiles tubulares de sección cuadrada. La conexión con las vigas de celosía se hace mediante planchas soldadas a las columnas, resultando el apoyo articulado. El sistema SIEMA-VIV, considera las columnas formadas por dos perfiles UPL 140 con las alas enfrentadas, formando así una sección cuadrada. Estos perfiles se unen entre sí mediante planchas y soldadura. La ventaja de este tipo de sección en comparación con la de los tubulares radica, principalmente, en los mayores espesores de las alas y el alma, que permiten una mayor resistencia y un mejor comportamiento en los nodos. Al poseer los perfiles tubulares paredes delgadas o de pocos milímetros de espesor, la soldadura podría debilitar la zona donde se aplica, y hacerla propensa a una falla.

Numerosos ensayos se han efectuado al respecto, comprobándose de forma analítica y práctica lo enunciado anteriormente, entre ellos se

II

puede mencionar los ensayos del Ing. Luis Garza, Profesor de la Universidad Nacional Sede Medellín, Colombia.⁸

Según este planteamiento y los cálculos de predimensionamiento de las columnas (APÉNDICE 1), se determinó una columna compuesta por dos (2) perfiles UPL 140 unidos (soldados) por 2 planchas de 5 mm de espesor cada una.

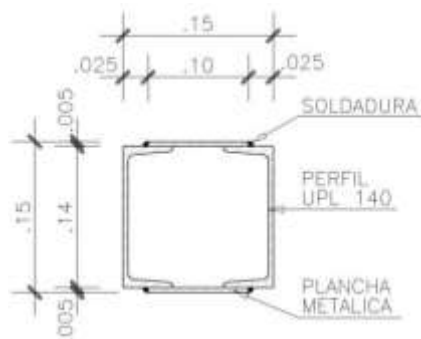


Fig. 26: Sección de Columna

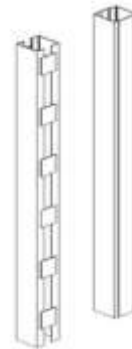


Fig. 27: Alzado de las 2 opciones de cierre de perfiles

En los casos en que se utilice la columna en esquina, la plancha que une los dos perfiles UPL 140, se colocará completa, es decir, del mismo largo que los perfiles. (Ver Fig. 27)

⁸ En el trabajo presentado por el Profesor Luis Garza en el *III Congreso Colombiano de Ingeniería Sísmica*, se exponen los resultados de ensayos en conexiones de pórticos con columnas tubulares. Adicionalmente se presenta una conexión similar mejorada con placas de refuerzo y un procedimiento de diseño sugerido, lo cual se demuestra en el mismo trabajo como un comportamiento adecuado.

II

Según la configuración que se plantea inicialmente de 4 pisos, las dimensiones utilizadas en las columnas según su ubicación, serán las siguientes:

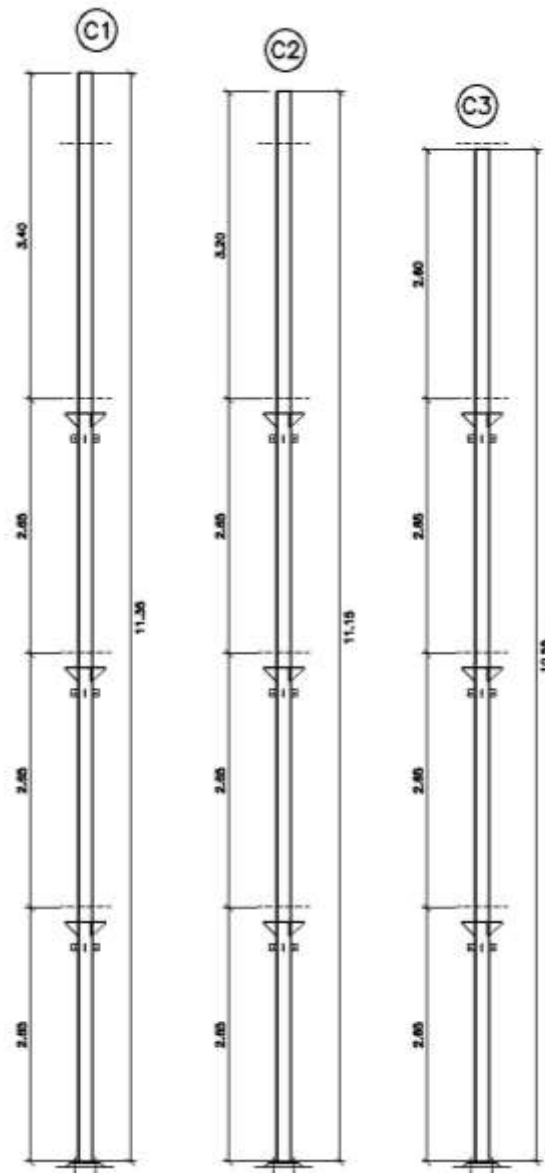


Fig. 28: Tipos de Columnas

II

	PERFIL	PESO DE CADA PERFIL (kg/m)	CANTIDAD DE PERFILES	LONGITUD (m)	LONGITUD PLANCHA DE UNIÓN EN ESQUINA (m)	PESO TOTAL (kg/m)
Tipo C1	UPL 140	11.3	2	11.35	11.35	15.13
Tipo C2				11.15	11.15	14.87
Tipo C3				10.05	10.05	13.40

Cuadro 7: Tipos de Columnas

2.2.4.2. Vigas

El sistema SIEMA-VIV, utiliza tres tipos de vigas, según su ubicación, las cuales se nombrarán de la siguiente manera:

- Vigas de Entrepiso
- Vigas de Balcón
- Vigas de Techo

Vigas de Entrepiso

Estas vigas están ubicadas como su nombre lo indica entre los pisos de la edificación, y se consideró mantener el mismo tipo de viga que se utiliza en el SIEMA. Sin embargo, se considera como un avance importante en el SIEMA-VIV, la utilización de la viga de celosía o alma abierta JOIST de SIDETUR. En este caso la altura original de la viga del SIEMA ha sido reducida de 0.60 m a 0.40 m.

II

CARACTERÍSTICAS DE LA VIGA JOIST

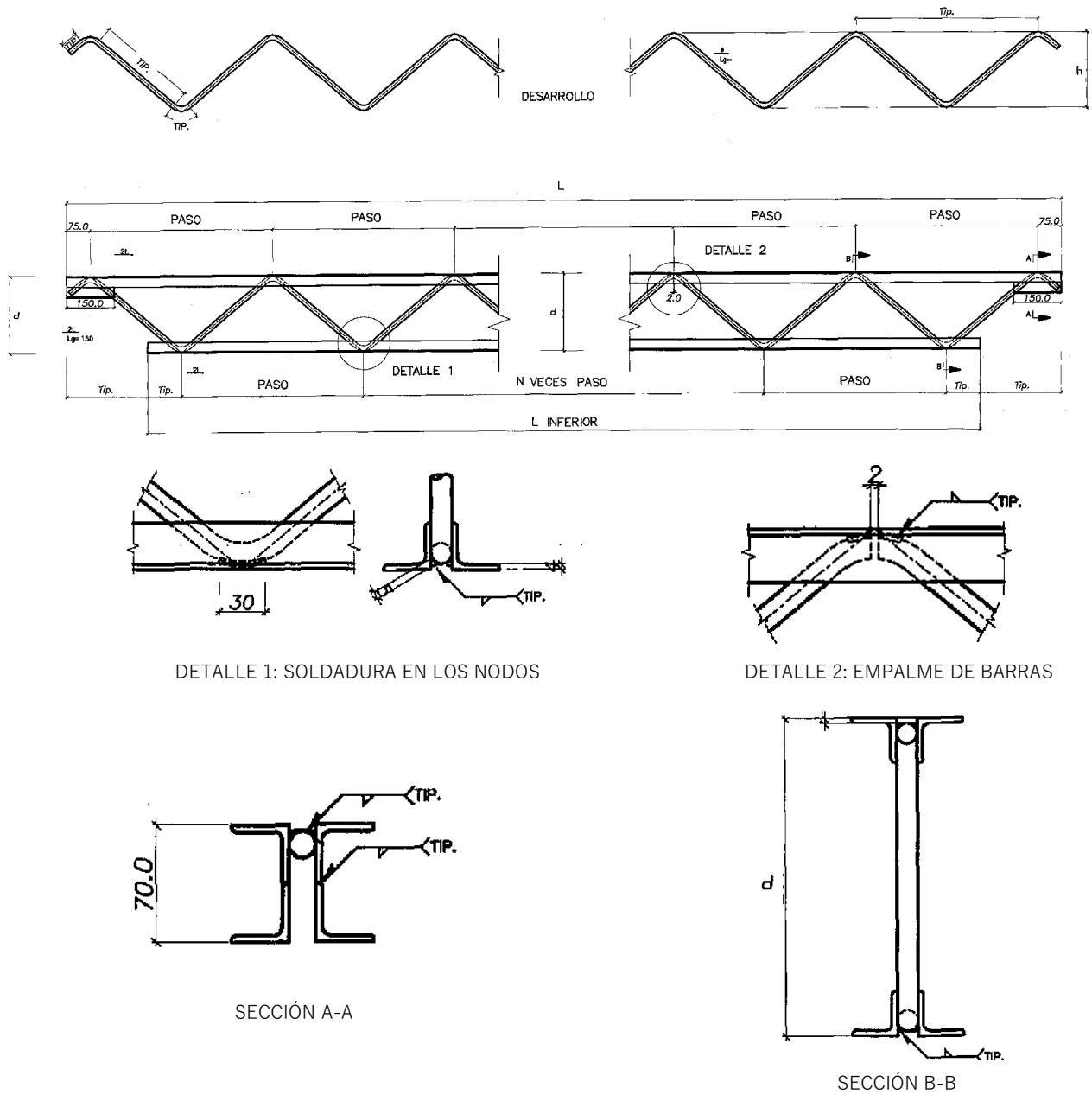


Fig. 29 Plano de fabricación de Vigas JOIST de SIDETUR

Fuente: www.sidetur.com.ve

II

Las longitudes planteadas de estas vigas son 3.60 y 2.70 m, según su ubicación dentro de los módulos de las viviendas.

Dentro del catálogo de SIDETUR existen las vigas de apoyo continuo y las vigas con cierre a escuadra. Esta última será la utilizada en este sistema, y lo que significa es que el cordón inferior es del mismo largo que el superior. Con esto, se mantiene la misma altura constante, al igual que la misma relación con los cerramientos.

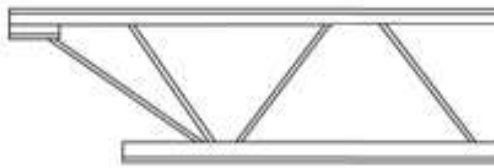


Fig. 31: Apoyo continuo

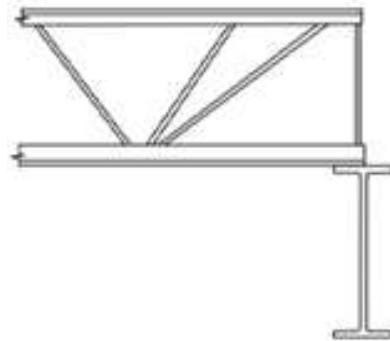


Fig. 31: Cierre a escuadra

Fuente: SIDETUR JOIST. Catálogo Digital. Versión octubre 2002. <http://www.sidetur.com.ve/inicio.htm>.
Actualizado el 14/10/07)

Según el predimensionado con base en los datos suministrados por SIDETUR⁹ para las vigas de alma abierta, y según los requerimientos propios de este proyecto, la viga que se utilizara será:

- **SJ40 x 7 x 24,60**

⁹ Predimensionado según los datos de la página web www.sidetur.com.ve, con base en la propuesta de vivienda presentada en este trabajo, y el predimensionado realizado por el Ingeniero estructural.

II

La notación de la serie estándar SIDETUR es la siguiente: **SJ d x e x**

P según la cual:

SJ	Acrónimo de SIDETUR JOIST, para identificar que se trata de una viga de alma abierta fabricada por SIDETUR.
d	Altura total de la viga, expresada en centímetros.
e	Espesor de los perfiles angulares que constituyen los cordones, expresada en milímetros.
P	Peso teórico unitario de la viga de alma abierta, expresado en kgf/m (por ahora no incluye el peso de soldaduras, asiento, ni arriostramientos laterales).

Cuadro 8: Notación de la serie SIDETUR

Fuente: SIDETUR JOIST. Catálogo Digital. Versión octubre 2002. <http://www.sidetur.com.ve/inicio.htm>.

Actualizado el 14/10/07)

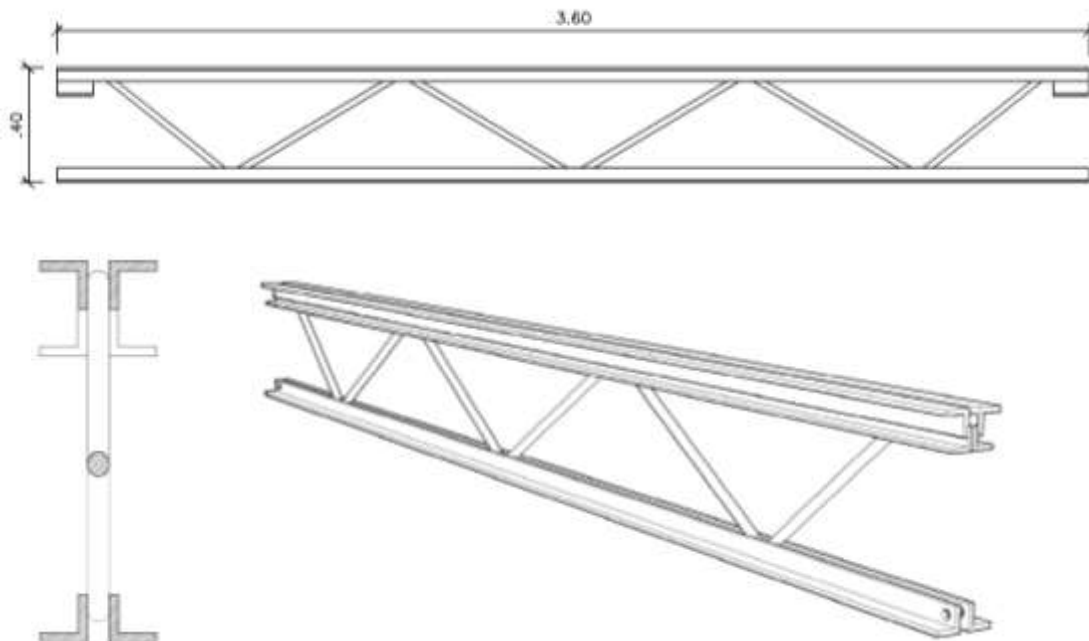


Fig. 32: Viga de Celosía en entrepiso

II

Vigas de Balcón

Las vigas transversales de balcones son perfiles IPN 100 con una longitud de 0.90 m, los cuales se apernan a un par de ángulos "L", que estarán soldados previamente a las columnas.

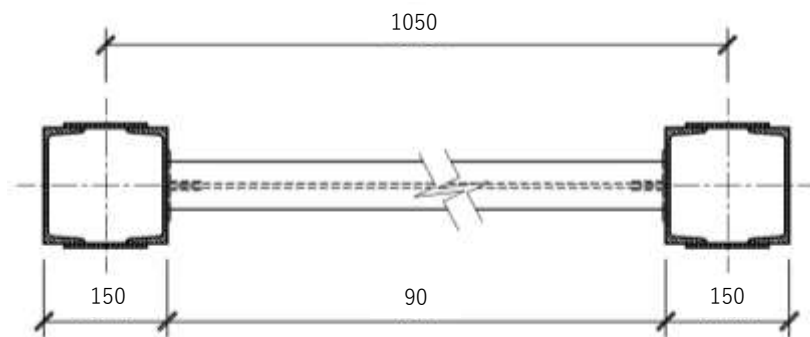


Fig. 33 Planta Viga Balcón

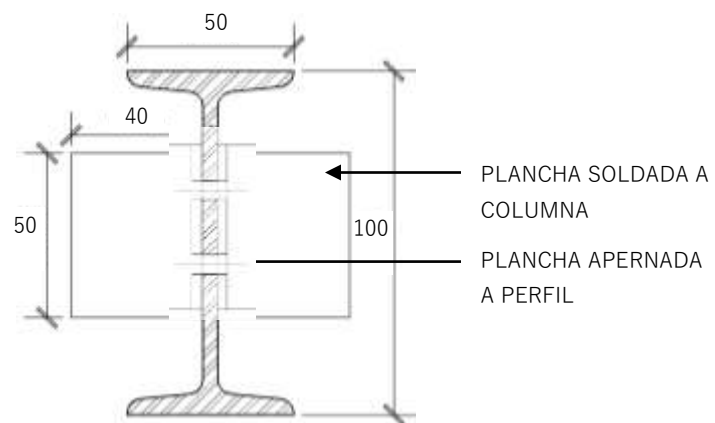


Fig. 34 Sección Viga Balcón

II

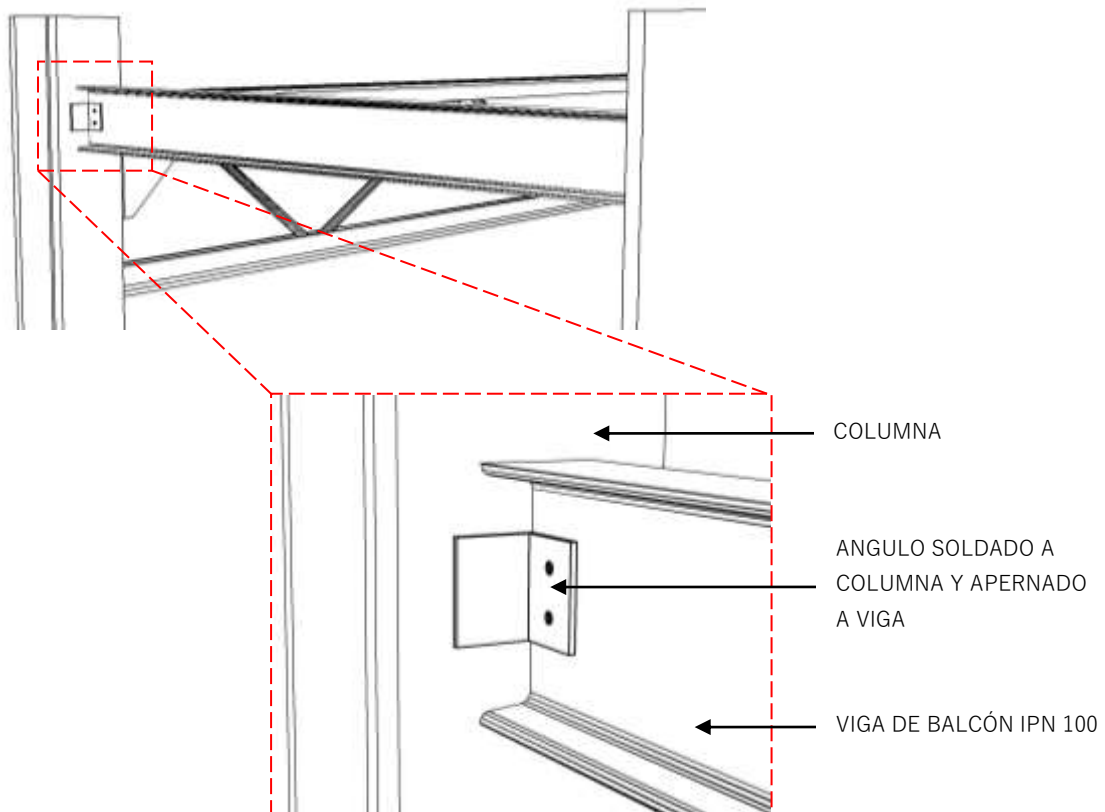


Fig. 35: Detalle de plancha de sujeción en Viga de Balcón

Vigas de Techo

Para las vigas de techo se propone utilizar vigas de celosía, semejantes a las JOIST de entrepiso, pero con el cordón superior inclinado, coincidiendo en el mismo tipo de apoyo del resto de los miembros horizontales. Las longitudes coinciden con las vigas de entrepiso, las cuales son de 3.60 m y 2.70 m.

Estas vigas son producidas bajo pedido específico según el proyecto por lo que sus características se determinaran entre el proyecto

II

estructural y el fabricante. (Para detalles generales de Vigas ver Catálogo de Componentes Láminas 5, 6, 7 y 8)

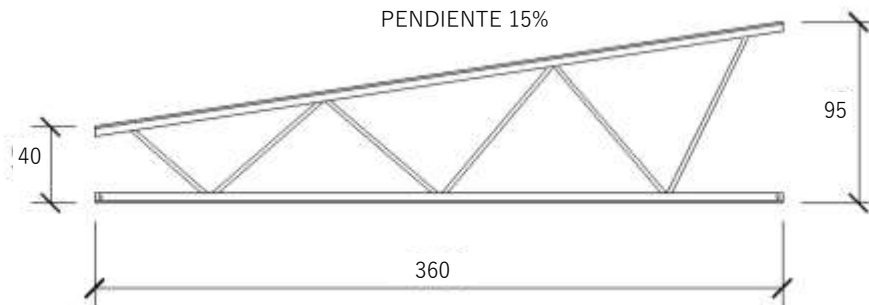


Fig. 36: Viga de Techo

A continuación se presenta un cuadro resumen de los tipos de vigas utilizados y sus características principales:

UBICACIÓN	PERFIL O TIPO DE VIGA	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	PESO (kgf/m)
ENTREPISO	JOIST	3.60	0.40	24,60
		2.70		
TECHO	JOIST INCLINADA	3.6	VARIABLE DE 0.40 A 0.95	
BALCÓN	IPN 100	0.90	0.10	8.34

Cuadro 9: Tipos de Vigas

2.2.4.3. Losas

Las losas de piso o de base están directamente relacionadas con las fundaciones, y al igual que estas, sus dimensiones y características estarán definidas por el proyecto estructural. Sin embargo a continuación se muestra un detalle estándar de este tipo de losa:

II

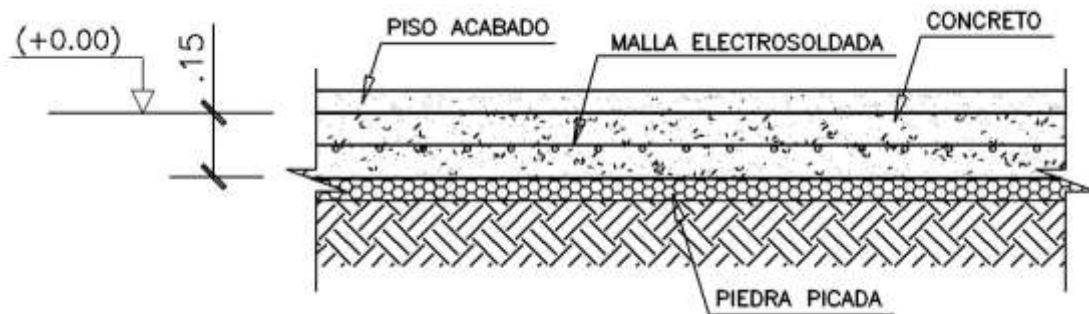


Fig. 37 Detalle Losa de Piso

Las losas de entrepiso serán de concreto armado, de 10 cm de espesor, vaciadas sobre un sofito metálico (encofrado no colaborante), reforzadas con cabillas en cada onda, como se muestra en la Fig. 36:

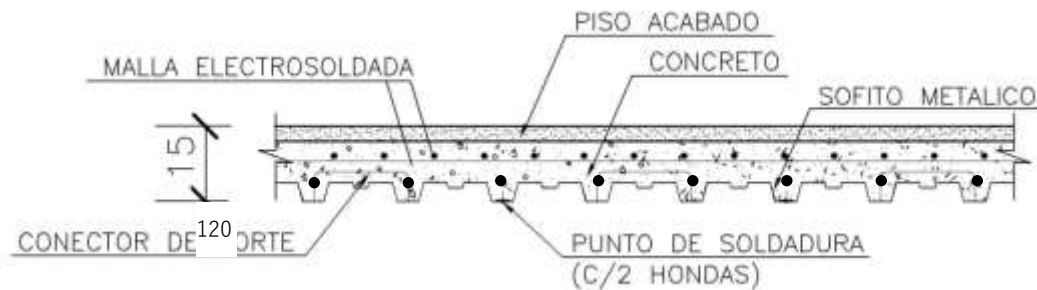


Fig. 38 Detalle Losa de Entrepiso

La condición de encofrado no colaborante se deriva de la propuesta inicial del SIEMA, en donde las losas de entrepiso estaban reforzadas con cabillas. De esta manera se puede prescindir del uso de correas en luces mayores a las permitidas para este tipo de losa.

2.2.4.4. Arriostramientos

La principal función de los arriostramientos, es la de aumentar la resistencia de la estructura ante un movimiento sísmico. Los arriostramientos se colocan, en general, como dos barras “cruzadas” en el centro, que se unen en este punto y en sus extremos restantes con las columnas o las vigas, según el tipo de construcción. En un movimiento sísmico, los pórticos se deforman, ya que este movimiento es “alternante o cíclico”, y el resultado de este movimiento sobre la estructura, será el de “comprimir” una de las diagonales y “traccionar” la otra, y debido a la alternancia del movimiento, la que antes estaba “comprimida” luego estará traccionada. (Ver Fig. 39)

Es evidente, que estas diagonales deberán tener suficiente resistencia para soportar ambas condiciones, “tracción” y “compresión”. Una barra lisa, con diámetro reducido, y por ende sección transversal pequeña, tiene una resistencia a la compresión despreciable o nula, y solamente tendrá resistencia para las fuerzas que le produzcan tracción o alargamiento.

Sobre este particular, la Norma Venezolana COVENIN 1618:1998 **“Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites. (1ra. Revisión)”**, establece de forma explícita en su Capítulo 12 *“Requisitos para Pórticos de Acero con Diagonales Concéntricas”* y en el Capítulo 13 *“Requisitos para Pórticos de Acero con Diagonales Excéntricas”*, “...que los miembros, juntas y conexiones proyectados,

II

detallados, inspeccionados y contruidos con el Nivel de Diseño ND3, serán capaces de soportar las deformaciones inelásticas significativas cuando sean sometidos a las fuerzas resultantes de los movimientos sísmicos de diseño que actúan conjuntamente con otras acciones¹⁰.

¹⁰ Nivel de Diseño ND3

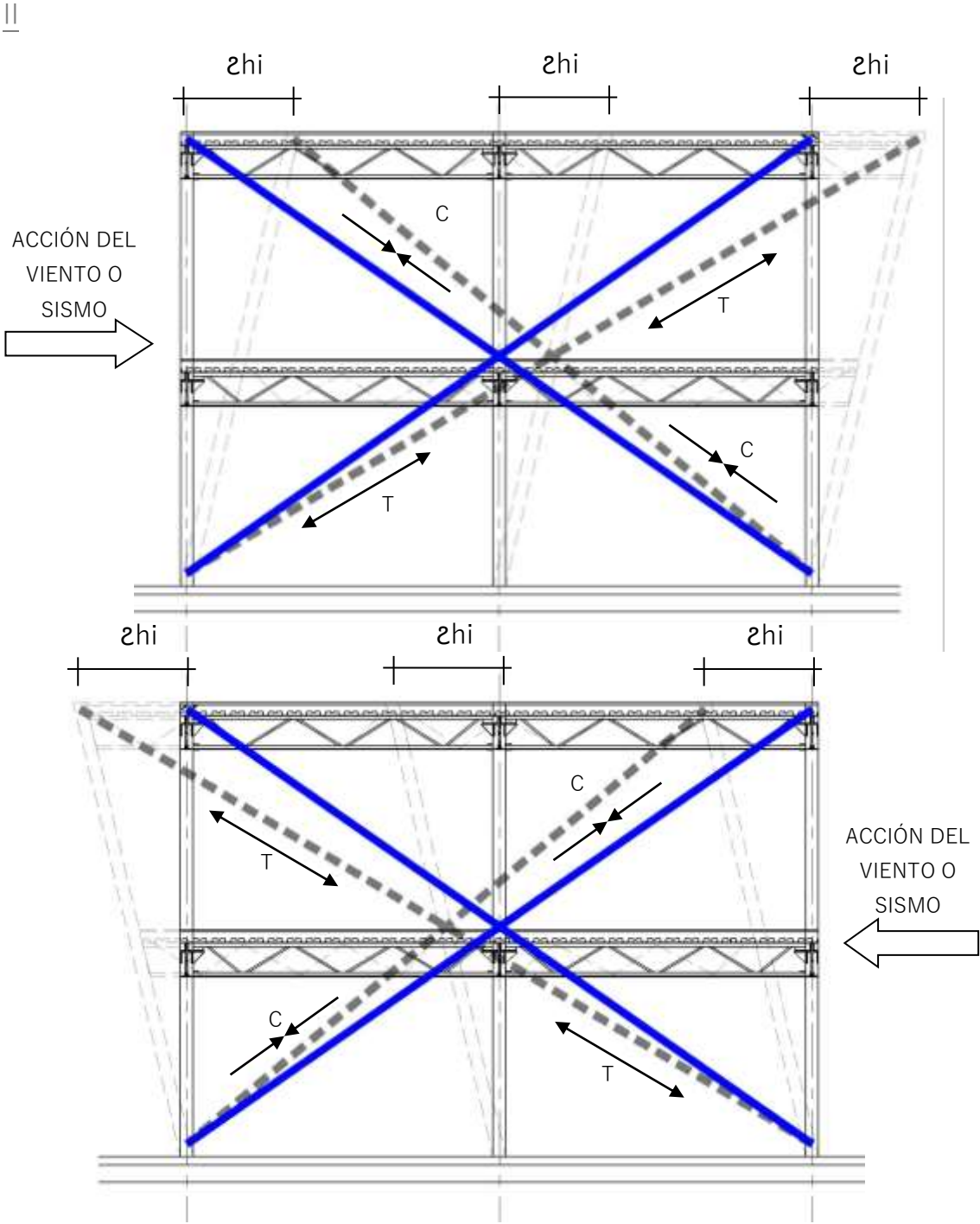


Fig. 39 Deformación del "pórtico" del SIEMA-VIV

* $2h_i$ = Desplazamiento Horizontal del Nivel "i" considerado

II

Por lo tanto, queda entendida la resistencia necesaria tanto a compresión como a tracción de dichas diagonales, permitiéndose secciones como perfiles I, canales U, ángulo L, y otras que garanticen un adecuado comportamiento en estas situaciones.

Por estos planteamientos descritos anteriormente y según los cálculos de predimensionado estructural, los arriostramientos están considerados para ser utilizados entre las columnas, en la parte exterior de la edificación en cruz cada dos módulos (Fig. 40), y en la parte interior, un arriostramiento en cruz en cada módulo (Fig. 45), ambos casos solo donde sea necesario.

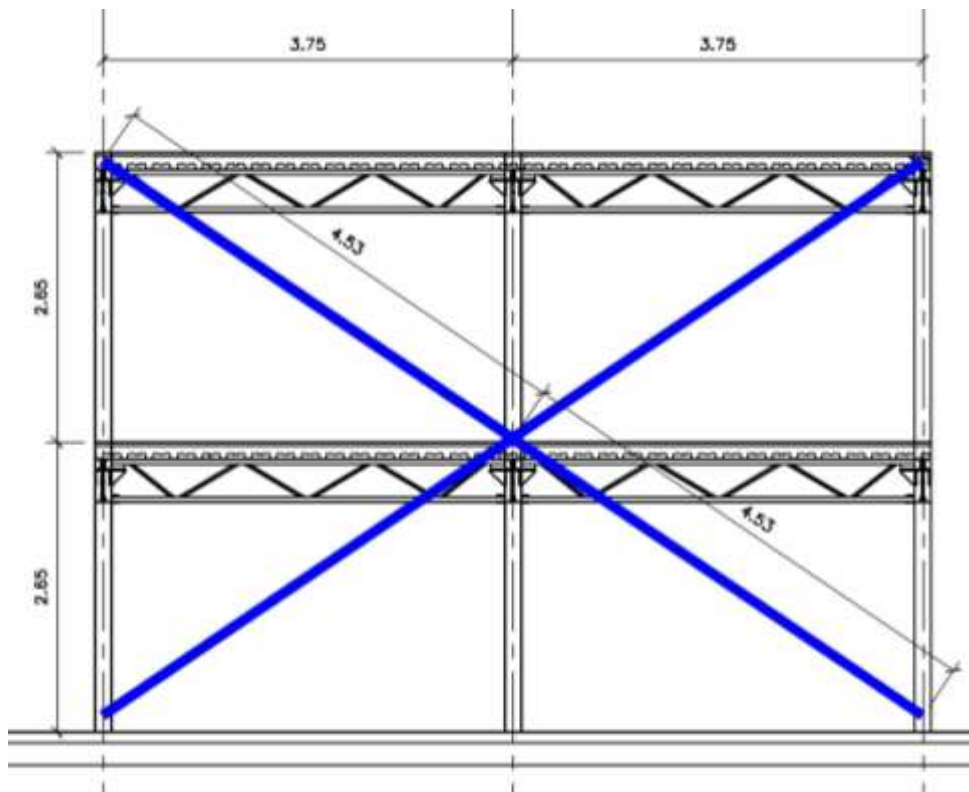


Fig. 40 Esquema de Arriostramiento externo en 4 módulos estructurales (Ver Catalogo de Componentes Lamina 10 y 11)

II

Para los arriostramientos externos, se utilizaran tubulares de acero galvanizado de $\varnothing 3''$ y de longitud 4.53 m, y para los internos se utilizara el mismo tipo de perfil pero con una longitud de 4.19 m cada uno. En ambos casos los extremos de estos perfiles estarán soldados planchas que sirven de conexión con el nodo de sujeción¹¹.

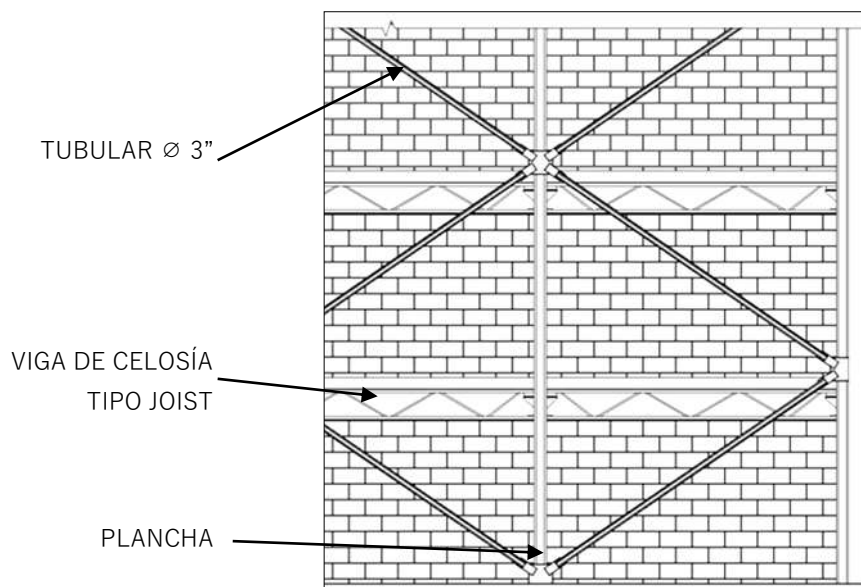


Fig. 41: Esquema de ubicación de los arriostramientos externos

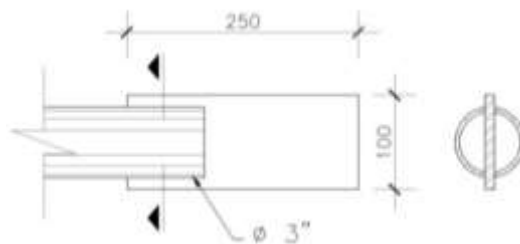


Fig. 42: Alzado y Sección de nodo de los elementos de arriostramientos (Predimensionado)

¹¹ NOTA: TODOS LOS DETALLES ESTÁN INDICADOS EN EL CATALOGO DE COMPONENTES.

II

La ubicación de los mismos se determinará con el resultado del proyecto estructural, sin embargo, el esquema general es el que se muestra en la Fig. 43:

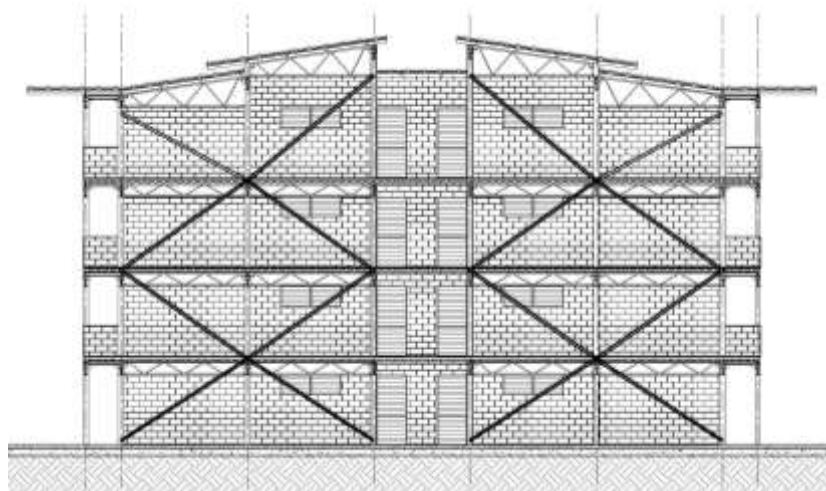


Fig. 43: Arriostamiento Externo

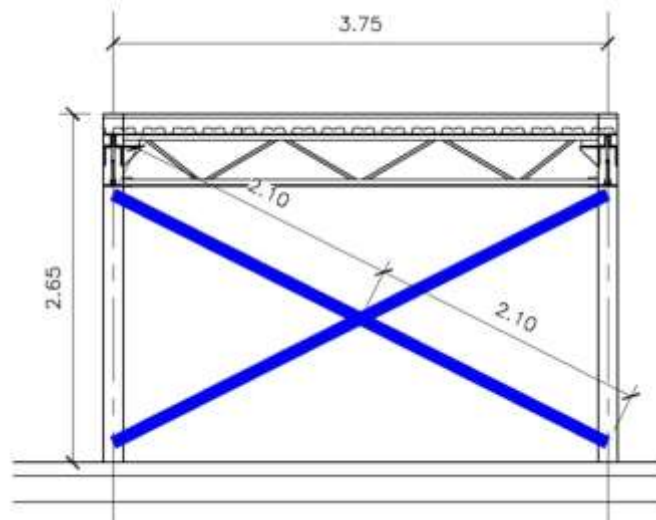


Fig. 44: Arriostamiento Interno (Ver Catálogo de Componentes Lamina 10 y 11)

2.2.4.5. Escaleras

II

Las escaleras están previstas en dos tramos o como se les conoce comúnmente “en tijera”. La altura de la contrahuella es de 0.1558 m y la huella es de 0.30 m. Su estructura se mantiene como la del SIEMA con perfiles de acero tipo tubulares de 160 x 65 mm, y para los peldaños, se considera una loseta prefabricada, para ser instalado después de la construcción de la estructura.

A continuación, se presenta el caso típico de escalera sin embargo se han considerado tres tipos, los cuales se detallan más adelante en el Catálogo de Componentes (Ver Láminas 12,13 y 14).

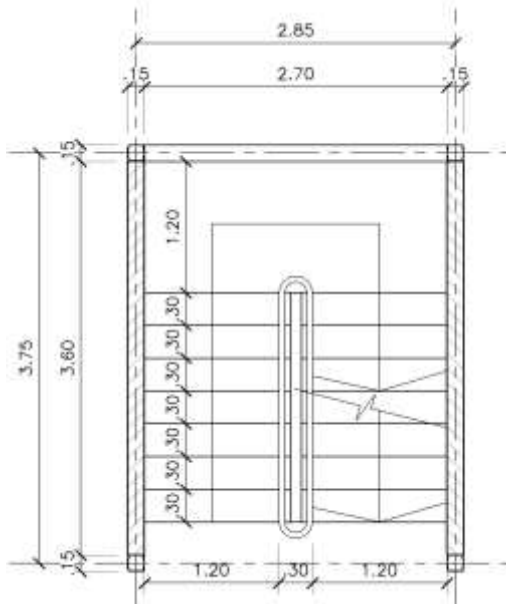


Fig. 45 Escalera Tipo 2

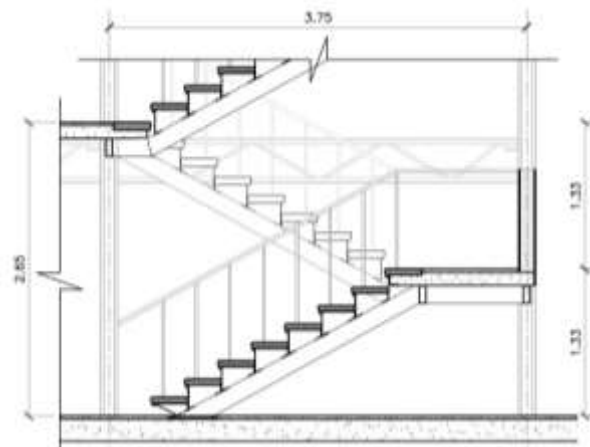


Fig. 46 Sección escalera

2.2.4.6. Fundaciones

Un proyecto estructural, cualquiera sea la tipología y materiales empleados en su construcción, transmite las cargas provenientes de la superestructura (cargas permanentes, variables, etc.) a las fundaciones, transmitiéndose a su vez al suelo circundante, donde se disipan. Es decir, en las zonas del suelo cercanas a las fundaciones, las presiones serán mayores y a medida que la distancia a éstas aumenta, disminuyen.

Es de vital importancia conocer de antemano las características del suelo donde se apoyará una estructura, lo cual determinará el tipo de fundación a emplear. Esta información se encuentra contenida en los estudios de suelo, que dependen de la zona específica donde se va a construir la edificación. De acuerdo a las características resistentes del suelo se pueden determinar los tipos de fundaciones siguientes:

Fundaciones Directas:

Se denominan comúnmente de esta manera ya que la transmisión de las cargas se lleva a cabo de forma directa por medio de una losa. En estos tipos de fundación, se pueden incluir las zapatas y las losas de fundación, principalmente. Aun cuando ambos tipos se encuentran dentro de la misma clasificación, presentan diferencias importantes, y su utilización dependerá de las características del suelo.¹²

¹² Cuando las características resistentes del suelo son mayores, generalmente, a 1.5 kgf/cm², el uso de zapatas resulta conveniente. En cambio, y para el caso de las losas de fundación, estas se emplean cuando las características del terreno son bajas (valores por lo general inferiores a 1.5 kgf/cm², aunque esto no obedece a una regla fija).

IIFundaciones Indirectas:

Como su nombre lo indica, serán fundaciones indirectas aquéllas que reciben las cargas de la superestructura y las transmiten al suelo por medio de otro tipo de estructura o miembro estructural, cualquiera sea su tipo. Básicamente, la forma más común de transmitir las cargas de forma indirecta es por medio de miembros estructurales conocidos como “pilotes”, los cuales se encuentran unidos a la estructura por medio de “cabezales” de concreto.

Una vez elegido el sistema de fundación más apropiado, es importante, para el caso de edificaciones de acero estructural, el diseño del sistema que unirá las columnas con las fundaciones, lo que se conoce como “planchas de apoyo”.

La forma de trabajo de una plancha es compleja, pero básicamente consistirá en soldar la columna en su perímetro, a la plancha metálica de apoyo o plancha base. Esta tarea se recomienda realizarla en el taller, debido a los altos estándares de calidad y control requeridos para las soldaduras, los cuales no siempre se pueden garantizar en campo, con soldaduras ejecutadas manualmente.

Sin embargo, todas las especificaciones de los componentes del SIEMA-VIV, incluyendo las fundaciones, deberán ser avaladas por el proyecto estructural que se deberá realizar en el caso específico de cada edificación, ya que las dimensiones que se proporcionan en este trabajo, son valores predimensionados, en el caso específico de la propuesta

II

presentada. (Para detalles generales Ver Catálogo de Componentes Lámina 1 y 2)

CAPÍTULO III

COMPONENTES DEL SIEMA-VIV

3.1. Catálogo de Componentes del SIEMA-VIV

NUMERO FICHA	TITULO
01	ANCLAJE DE COLUMNAS
02	ANCLAJE DE ESCALERA
03	ÍNDICE DE COLUMNAS
04	COLUMNAS TIPO C1-C2 Y C3
05	PIEZAS DE CONEXIÓN EN COLUMNAS
06	CABEZALES DE COLUMNAS
07	ÍNDICE DE VIGAS
08	VIGA DE ENTREPISO TIPO V1: L = 3.60 m Y TIPO V2: L = 2.70 m
09	VIGA DE ENTREPISO TIPO V3: L = 0.90 m Y V4: L = 3.60 m
10	LOSA DE ENTREPISO
11	ARRIOSTRAMIENTOS
12	NODO CERCHA-COLUMNA
13	ESCALERA. PLANTA Y SECCIÓN
14	ESCALERA. DETALLES

3.2. Sub-Sistemas de Cerramientos y Techos

3.2.1. Cerramientos

Los cerramientos son elementos que se incorporan al SIEMA-VIV, con criterios generales para su utilización según los materiales y componentes existentes en el mercado venezolano, de acuerdo con el uso habitacional.

En este sentido, se propone una modulación basada en la coordinación dimensional de los materiales a utilizar, los cuales se analizarán más adelante.

Los criterios generales para la utilización de los cerramientos en el SIEMA-VIV son los siguientes:

Materiales y componentes

- Existentes en el mercado venezolano.
- Que permitan la construcción progresiva.
- Que se adecuen a la modulación utilizada.
- Que permitan la utilización de tuberías embutidas y/o a la vista.
- Que se integren con materiales de distinta naturaleza.
- De fácil manejo y con un sencillo proceso de construcción, montaje o armado.
- Que no requiera mano de obra especializada.

Según los alcances de este trabajo se analizaron 3 tipos de cerramientos según el material utilizado. A continuación la clasificación de los mismos:

III

- Paneles prefabricados (elementos de ventanas y puertas)
- Mampostería
- Láminas de cartón-yeso (drywall) o fibrocemento

Independientemente a los materiales o componentes utilizados, la interacción de los mismos con la estructura se manejará de la siguiente manera:

Remate de los cerramientos con las columnas

Según el remate de los cerramientos con las columnas se pueden distinguir tres maneras, la de esquina (Fig. 48) en donde quedan expuestos dos lados de la columna, uno el propio perfil y el otro la plancha corrida de unión entre los 2 perfiles que conforman la columna. La otra manera es el remate de borde (Fig. 49) donde solo queda expuesto un lado de la columna, preferiblemente el lado del perfil, y por último el central (Fig. 50) en donde la columna queda oculta entre los cerramientos.

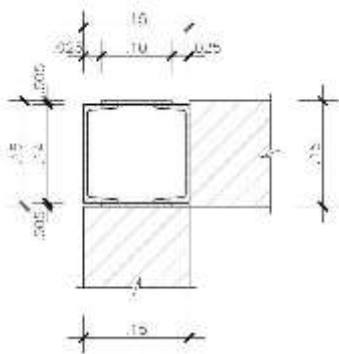


Fig. 48: Cerramiento de Esquina

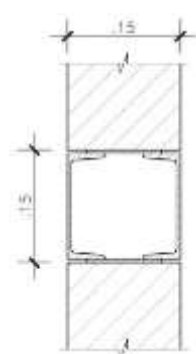


Fig. 49:
Cerramiento de
Borde

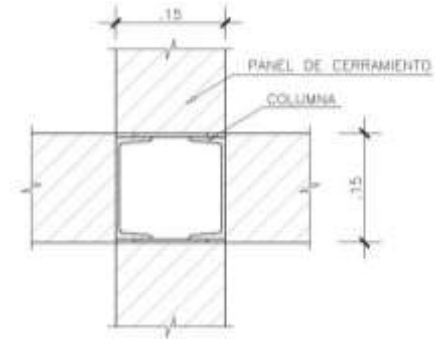


Fig. 47: Cerramiento Central

III

Remate de los cerramientos con las vigas

En cuanto a las vigas, el remate de los cerramientos con las mismas se realiza con el acabado definitivo, que bien puede ser friso y pintura, o en el caso de utilizarse “tapa cercha” en la viga, se remata la misma con el acabado del cerramiento.

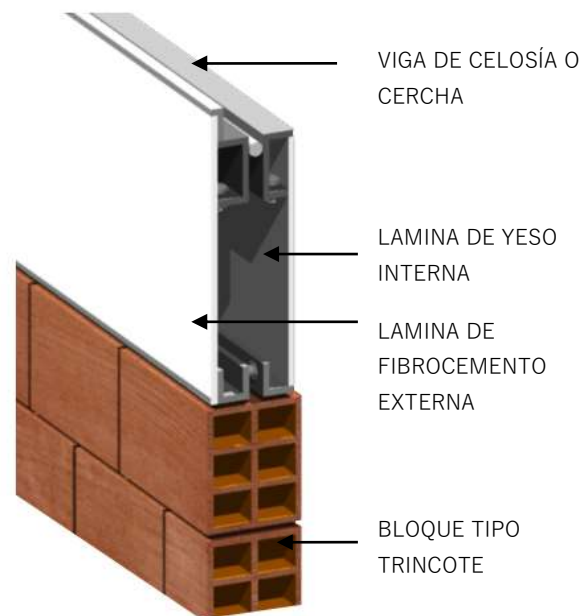


Fig. 49 Detalle de “Tapa Cercha” Externa



Fig. 49: Remate Superior con “Tapa Cercha” interna tanto para la mampostería como para los paneles de ventanas y/o puertas

3.2.1.1. Modulación de los Cerramientos

La modulación de los cerramientos está directamente relacionada a los materiales utilizados en los mismos. Esta modulación se deriva de la coordinación dimensional de los elementos que conforman cada paño dentro de cada módulo de 3.60 m.

III

Según este criterio surgen dos propuestas, la primera está basada en una modulación de 0.90 m con lo que en un paño de 3.60 x 2.10 m se utilizarían 4 módulos de 0.90 x 2.10 m (Fig. 52). Esta modulación permite la incorporación de puertas en un solo módulo, con el remate del módulo superior posiblemente igual al panel adyacente.

La otra alternativa en cuanto a la modulación de los cerramientos depende de los insumos propuestos, sobre todo las láminas de cartón-yeso (drywall) y fibrocemento, las cuales en su mayoría son de 1.22 x 2.44 m. En este caso, cabe la posibilidad de utilizar módulos de cerramiento de 1.20 x 2.10 m (Fig. 51).

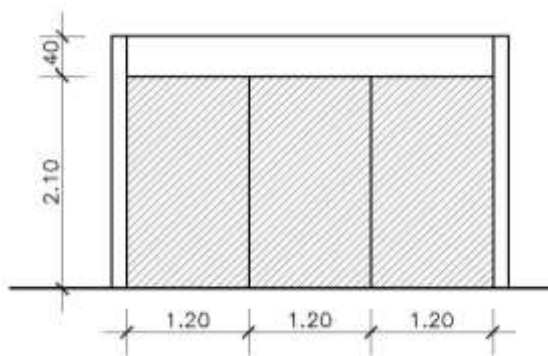


Fig. 50 Modulación de cerramientos cada 1.20 m

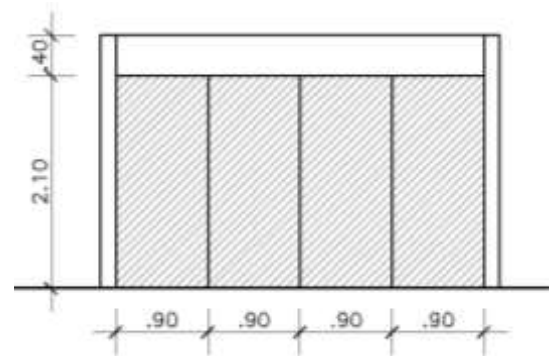


Fig. 51 Modulación de cerramientos cada 0.90 m

A continuación se muestra la modulación vertical de los cerramientos (Fig. 53), en donde se define un área inferior de cerramientos permeables o ciegos, pero en todo caso, fijos, para permitir la sensación de antepecho.

Inmediatamente en la parte superior se encuentra un área de cerramientos permeables y móviles, o fijos y ciegos, y se remata en el

III

borde superior con cerramientos fijos bien sean permeables o ciegos, según el caso.

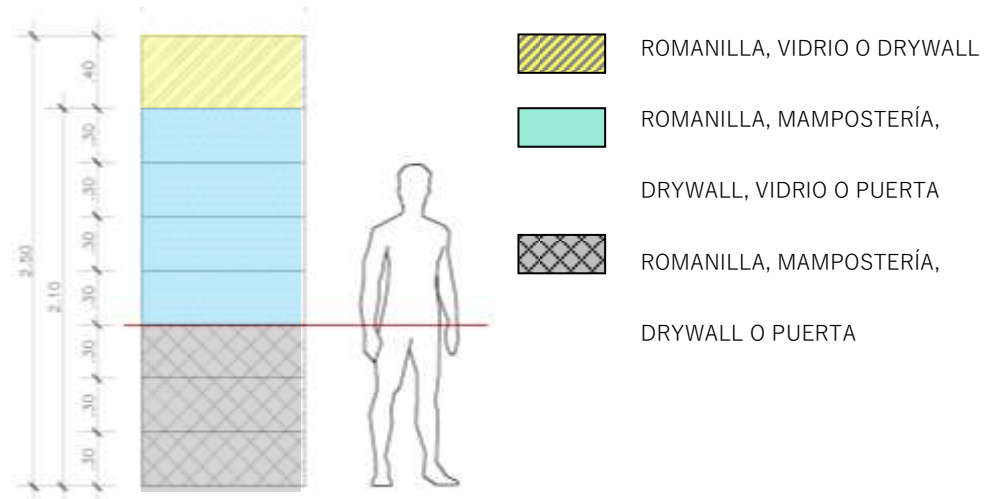


Fig. 52: Modulación vertical de cerramientos

3.2.1.2. Tipos de Cerramientos

Los tipos de cerramientos utilizados en este sistema son los siguientes:

Cerramientos Internos

Son los utilizados en los ambientes internos de la vivienda, normalmente como divisiones entre ellos. Se recomienda la utilización de bloques tipo trincote de arcilla o bloques de concreto (Ver Cuadro 8), o láminas de cartón-yeso (drywall). Se recomienda el acabado con friso y pintura.

Cerramientos Externos

Son los que definen la vivienda en sí, los que separan los espacios internos del exterior. Se recomienda la utilización de bloques de arcilla

III

tipo trincote, o bloques de concreto (Ver Cuadro 8). Su acabado podrá ser en obra limpia (bloques tipo trincote), o friso y pintura si se trata de bloques de concreto o láminas de fibrocemento.

Cerramientos Especiales o Paneles

Se utilizan en las áreas de construcción progresiva, que permiten la deconstrucción con el mínimo desperdicio o el intercambio de un espacio a otro. Estos cerramientos podrían cambiar su uso en el transcurso del tiempo en el que cambia la vivienda, y podrían pasar de cerramientos externos a internos o viceversa.



Fig. 53: Combinación de paneles de ventanas y puertas

Estos cerramientos o paneles se conforman por elementos de ventanas y/o puertas, combinados con paneles de vidrio o romanilla, con un marco metálico que es el elemento colindante con los cerramientos fijos.

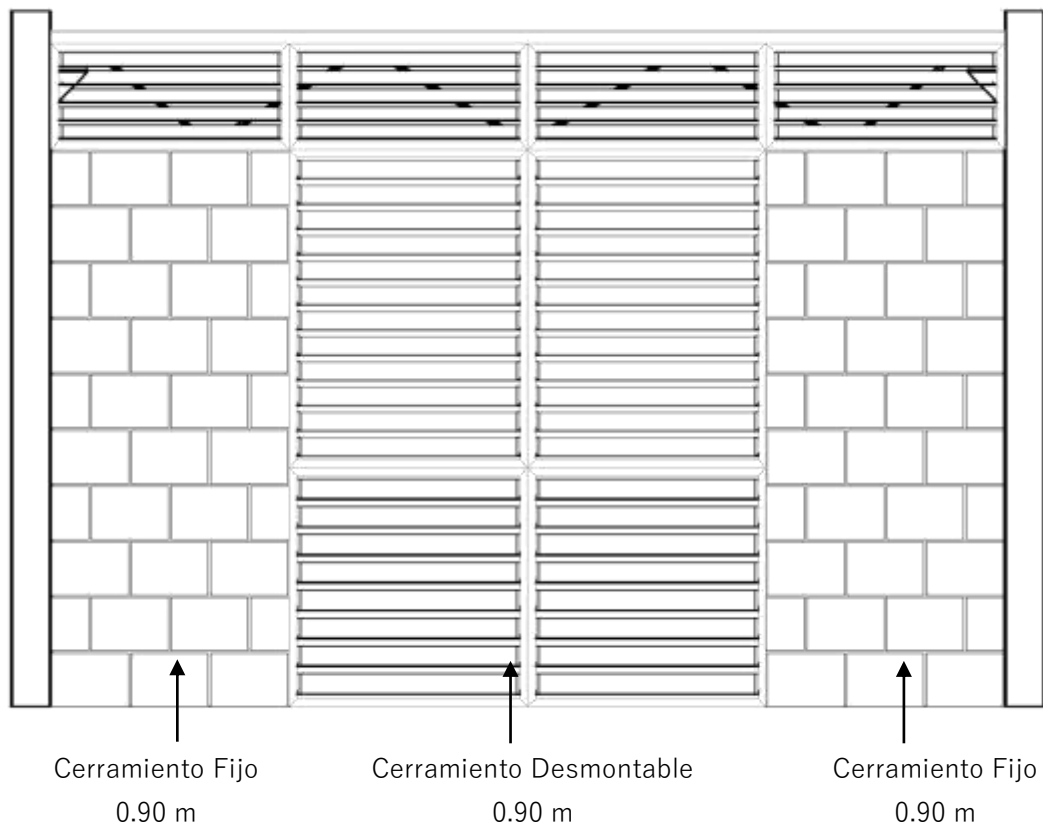


Fig. 54 Combinación de cerramientos

3.2.1.3. Materiales Utilizados

Los materiales más utilizados para los cerramientos, que se incorporan en el SIEMA-VIV son:

III

- Mampostería:

Bloques de arcilla tipo Trincote		10x20x30 (Con friso) 12x15x30 (Con friso) 15x20x30 (Obra limpia) (16 und./m ²)	Acabado en obra limpia o con friso liso y acabado con pintura donde se requiera.	10 Hiladas de bloques
Bloques de concreto		12x19x39 (Con friso) 15x19x39 (Obra limpia)	Acabado en obra limpia o con friso liso y acabado con pintura donde se requiera.	

Cuadro 10: Tipos de Bloques

- Láminas de cartón- yeso tipo Drywall o similar. Acabado de friso y pintura para interiores.
- Láminas de Fibrocemento. Acabado de friso y pintura (si se requiere) para exteriores.

3.2.1.4. Montaje y Desmontaje

El proceso de construcción progresiva es necesario determinar los elementos propensos a la deconstrucción, especialmente los cerramientos.

En este caso, se describe de manera general el montaje y desmontaje (solo para cerramientos especiales) de los cerramientos utilizados, los cuales se detallan a continuación:

III

Mampostería: La técnica constructiva de la mampostería es la más conocida en Venezuela, por lo que su montaje se realiza de la manera tradicional, colocando los bloques en hiladas trabadas o no trabadas, con mortero de cal y cemento.

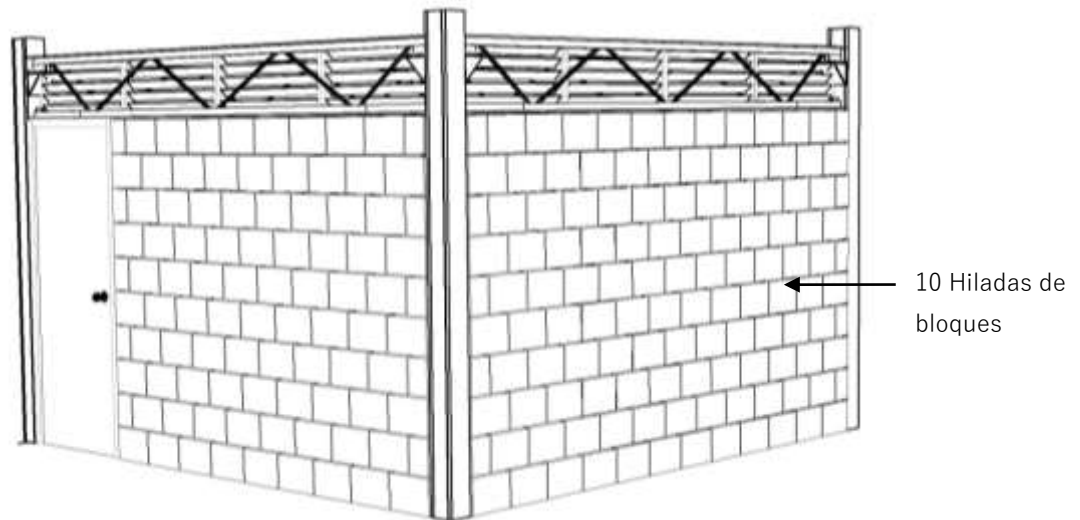


Fig. 55 Cerramientos de Mampostería

Láminas de yeso o fibrocemento: Al igual que la técnica de la mampostería, la construcción con “drywall” o fibrocemento es altamente conocida en nuestro país, y la construcción de cerramientos con estos materiales se realiza colocando las armadura o perfiles, y luego colocando las láminas atornilladas a la armadura, para posteriormente sellarlas y encamisarlas y finalmente darles el acabado final.

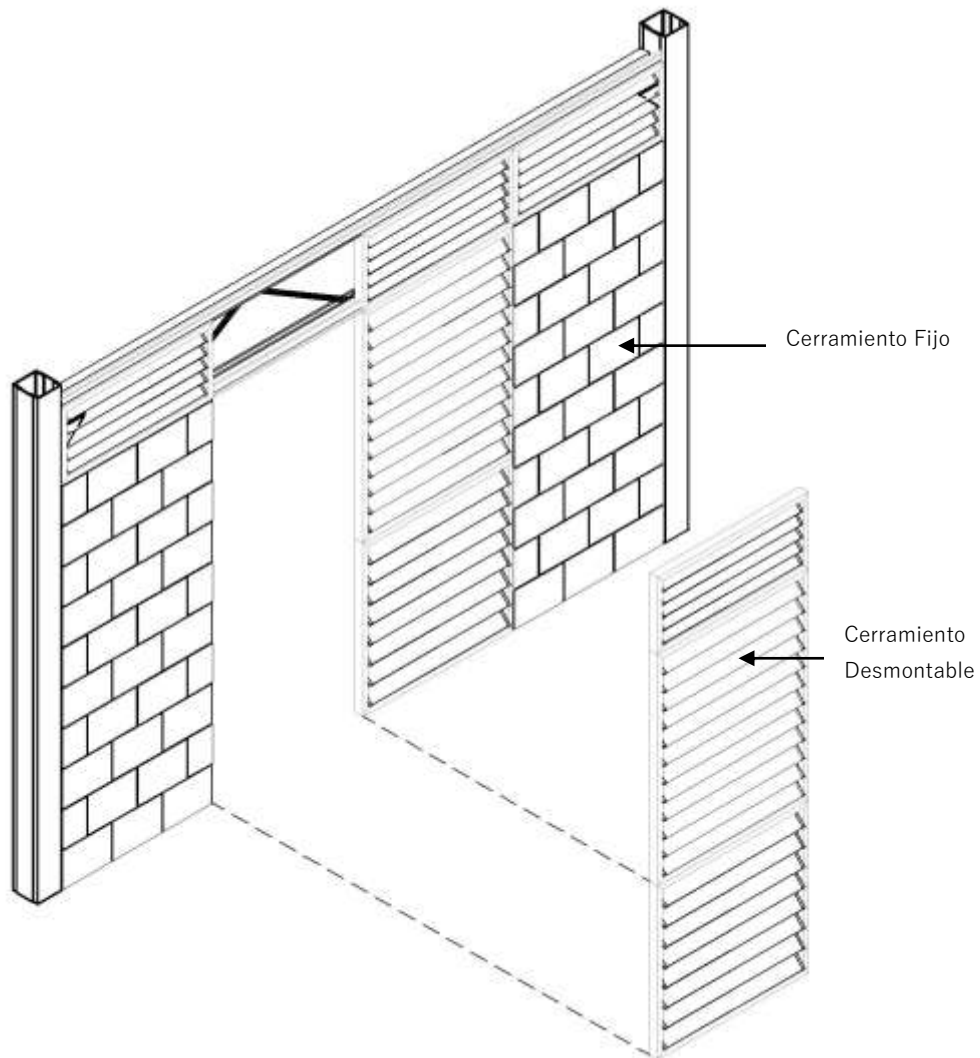


Fig. 56 Combinación de cerramientos fijos y desmontables

Es importante destacar que según la configuración y el diseño de la vivienda progresiva, se debe prever la deconstrucción en algunos ambientes, por lo que se recomienda utilizar estos cerramientos en las paredes que puedan permanecer en el tiempo, y los cerramientos que

III

vayan a ser removidos o cambiados, utilizar elementos de las ventanas, como paneles de romanillas o ventanas enmarcadas.

3.3. Techos

Los techos en el SIEMA-VIV están considerados al igual que los cerramientos, como un sub-sistema en donde se pueden combinar los elementos y materiales propuestos según el diseño de cada edificación.

Al utilizarse el diseño de techo inclinado, se busca rematar la edificación y favorecer el drenaje del mismo, a la vez que disminuye la incidencia solar y el aumento de temperatura en el último piso.

En la propuesta de vivienda que se presenta más adelante, el diseño del techo se plantea con un solape de las cubiertas (Ver Fig. 57) para garantizar la independencia del crecimiento entre la primera etapa y la segunda, y el efectivo drenaje de las aguas de lluvia.

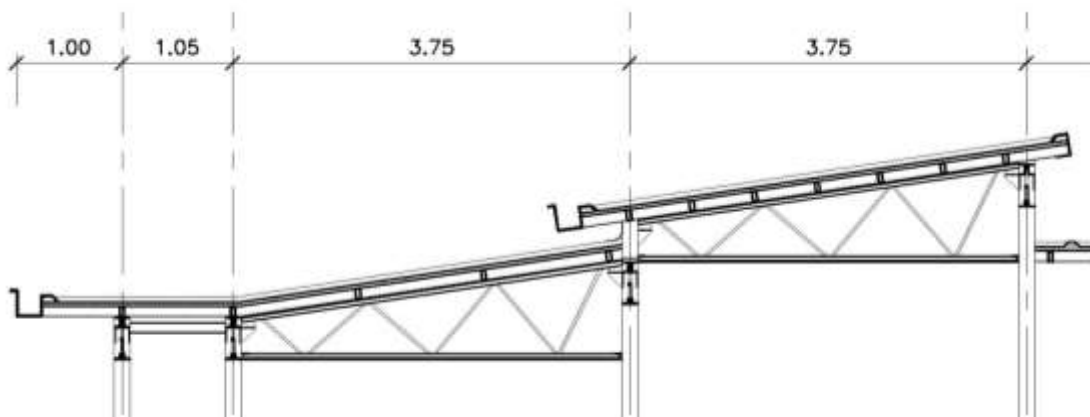


Fig. 57 Solape del Techo

III

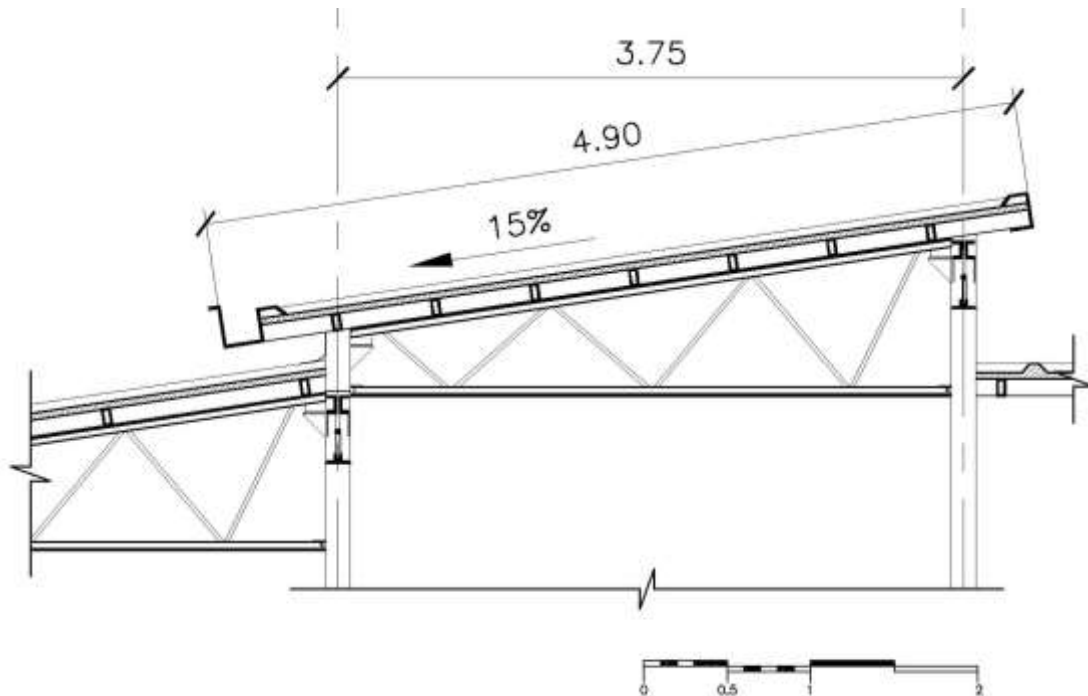


Fig. 58 Detalle de módulo de Techo

3.3.1. Materiales Utilizados

Dentro de la gama de materiales para cubiertas de edificaciones residenciales, se tomaron dos de los casos más utilizados en la construcción venezolana:

Techo de lámina metálica con aislante

Estos techos son paneles conformados por dos láminas metálicas de aluminio o acero galvanizado de diferentes espesores, rellenas de un aislante como el Poliuretano, Poliestireno o Lana Mineral.

En el mercado Venezolano existen varias empresas dedicadas a la fabricación, distribución e instalación de cubiertas metálicas, bien sean de

III

aluminio o acero galvanizado pintado en taller, las cuales pueden venir en paneles o en longitudes ilimitadas.

El núcleo aislante de estos paneles, le confieren una propiedad aislante tanto térmica como acústica, que favorece al uso de vivienda.

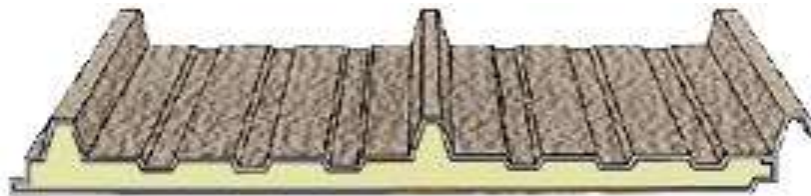


Fig. 59 Ejemplo de Cubierta metálica con aislante

Techo de madera o machihembrado con cubierta de tejas asfálticas

Este techo consiste en el ensamblaje de tablonces de madera, y posteriormente una capa de impermeabilizante y para este caso del SIEMA-VIV, se utilizaran tejas asfálticas.

El Machihembrado se puede realizar con distintas maderas, normalmente duras como puy y algarrobo, y maderas menos duras, como teka, entre otras. La medida estándar con la que se trabaja el machihembrado es de 7 cm.

En cuanto a las tejas asfálticas, estas están elaboradas con asfalto modificado con polímeros, y se consiguen con acabado en varios colores. Para la utilización de estos techos la inclinación mínima debe ser mínimo de un 15%, con una capa de impermeabilización previa a la colocación de las tejas.



Fig. 61 Techo de Machihembrado de madera



Fig. 60 Tejas Asfálticas

3.3.2. Montaje

Cubierta de lámina metálica con aislante térmico: Una vez colocada la estructura principal del edificio, se procede a colocar las correas del techo en la ubicación que se defina en el proyecto estructural. A estos perfiles (correas) se fijará el panel de techo mediante tornillos autorroscantes galvanizados, atravesando el mismo por la parte más ancha o “cresta” del panel, hasta llegar a la estructura. Algunos instaladores recomiendan la aplicación de algún producto a base de silicona flexible en la terminación final del tornillo, ya que está expuesto a la intemperie.

Estas láminas por lo general, cuentan con una serie de elementos como remates, elemento de cumbrera o caballete y el canal de lluvia fabricados en acero galvanizado prepintado, a fin de darle un acabado adecuado al sistema de techo y cubrir el aislante expuesto, garantizando el aislamiento térmico y la barrera contra lluvias con vientos.

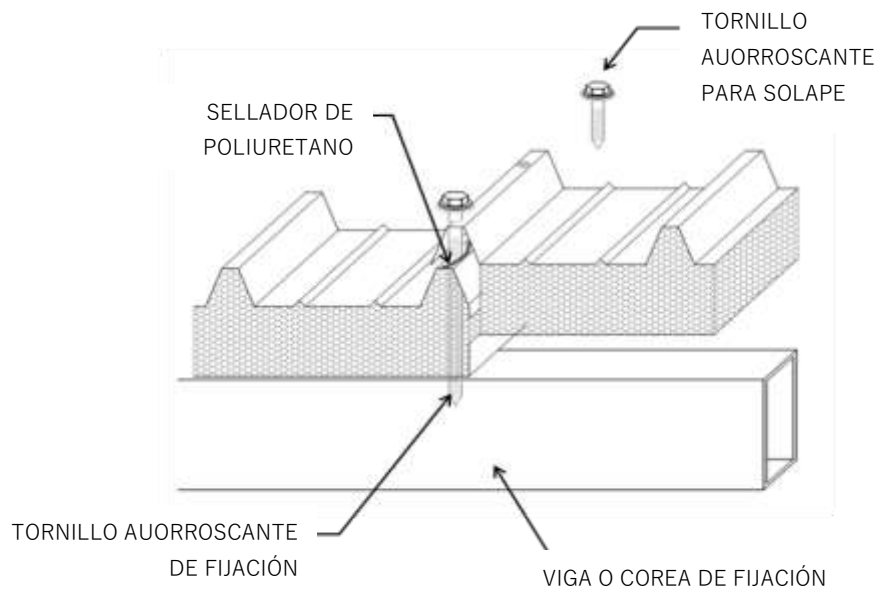


Fig. 62 Fijación de Lamina Metálica de Techo a la estructura. Fuente: Manual de montaje de Termopanel®
www.grupoisotex.com. Actualizado el 16/02/08

Cubierta de madera o machihembrado: Esta consiste en colocar tablones de madera como primera cubierta, y luego el tratamiento de impermeabilización y/o cubierta de tejas asfálticas como protección final del techo. Esta práctica es altamente utilizada en la construcción venezolana.

En el caso del techo en el SIEMA-VIV no está contemplado el desmontaje del techo, más sí la incorporación de un módulo adicional, que no interfiera con el módulo anterior.



3.4. Criterios para las Instalaciones

Las instalaciones tanto sanitarias como eléctricas, mecánicas y de gas, al igual que en el SIEMA, han sido previstas para colocarse a la vista, bien sea en pared o techo, o para ser embutidas en la tabiquería.

Es importante señalar que las especificaciones de las instalaciones serán generadas por el proyecto de cada una de estas especialidades, en el marco específico del diseño de cada edificación. Sin embargo, se pueden adoptar ciertos criterios planteados en esta área, como, por ejemplo, los estudiados por el Arquitecto Jorge López en su Trabajo de Especialización de Desarrollo Tecnológico en el IDEC (2002).

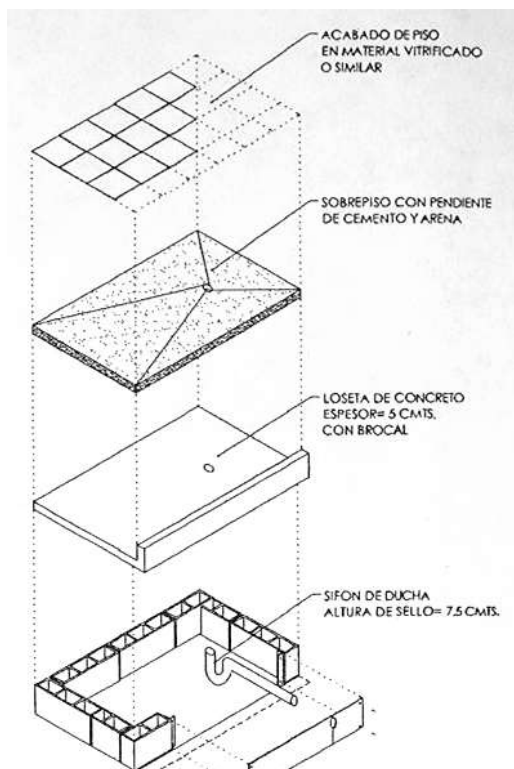


Fig.45: Detalle de ducha elevada para la posición superficial de tuberías de aguas servidas.

Fuente: J. López, (2002)

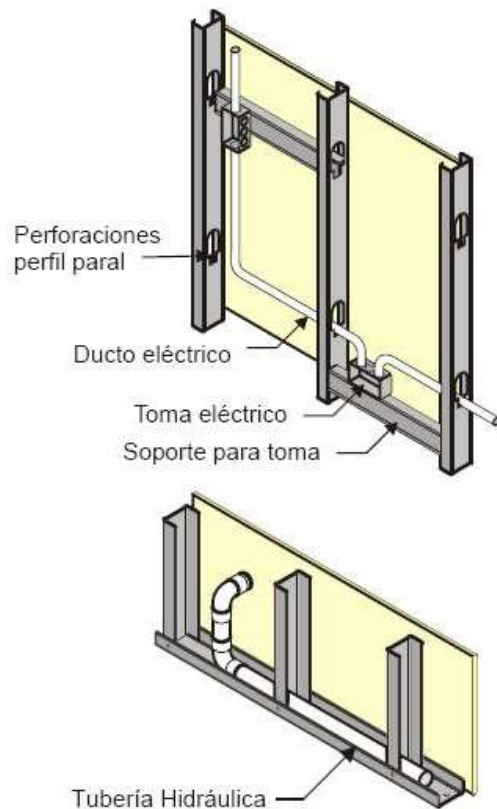


Fig.46: Detalle de tubería embutida en tabiquería de yeso o fibrocemento.

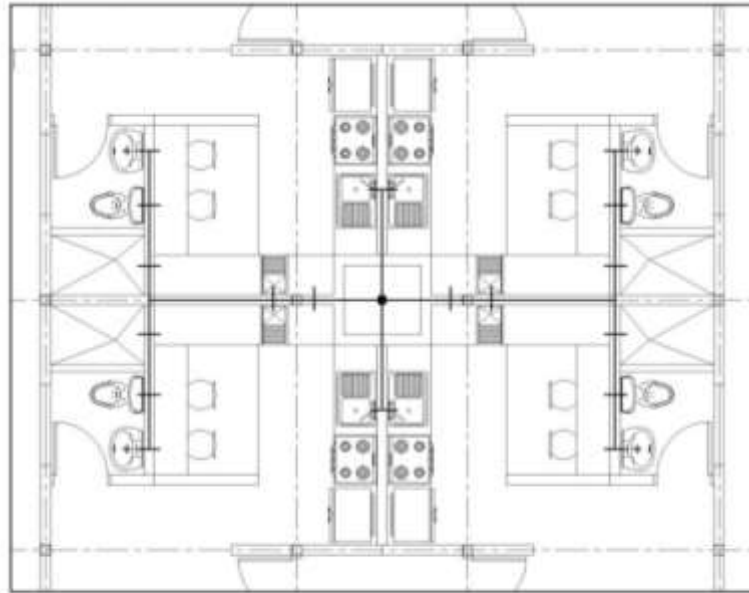


Fig. 63 Ejemplo de distribución de tuberías de aguas blancas.

I Etapa

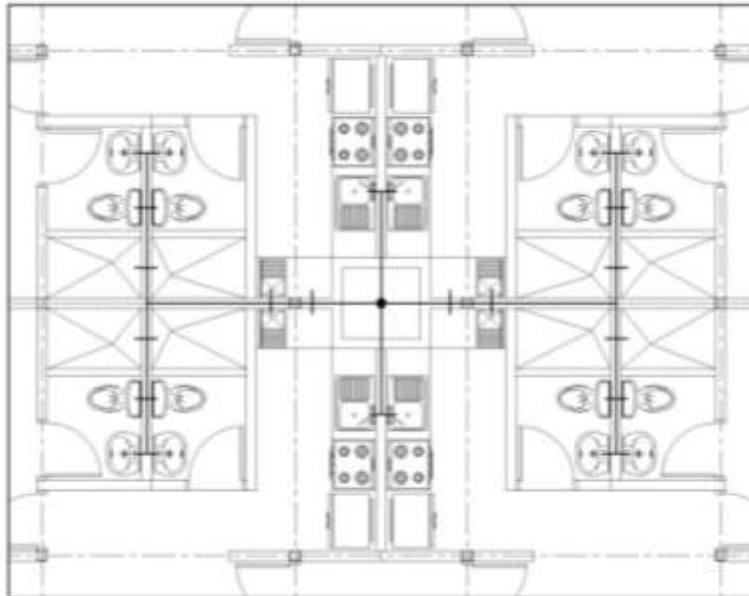


Fig. 64 Ejemplo de distribución de tuberías de aguas blancas.

II Etapa

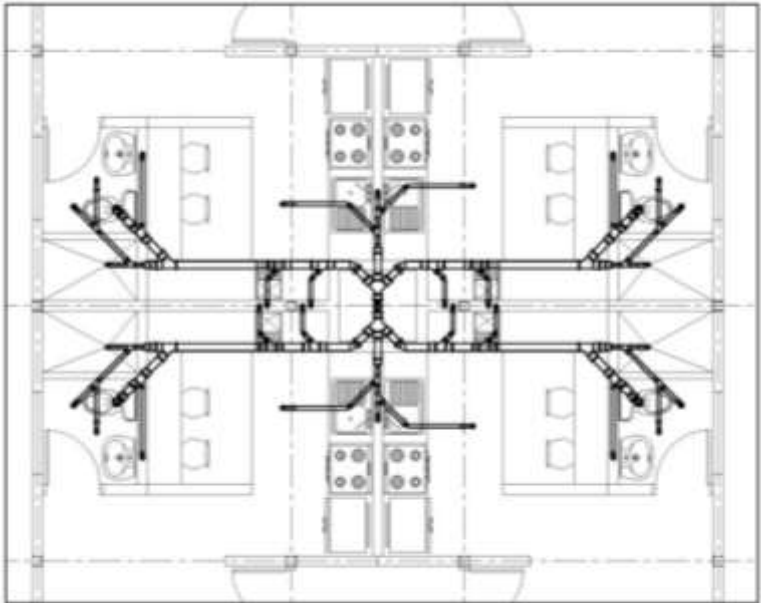


Fig. 66 Ejemplo de distribución de tuberías de aguas negras.

I Etapa

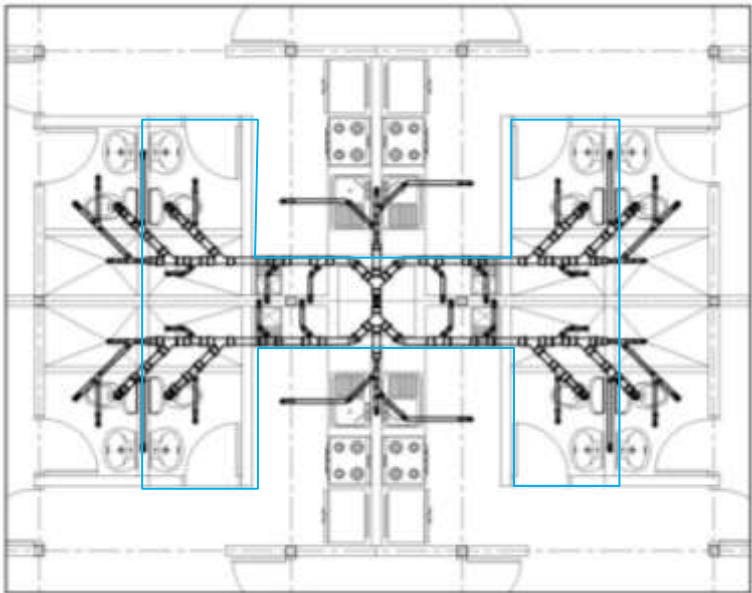


Fig. 65 Ejemplo de distribución de tuberías de aguas negras.

II Etapa

— SOBREPISO

CAPÍTULO IV

PRUEBAS DE DISEÑO

4.1. Pruebas de diseño de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo con SIEMA-VIV

4.1.1. Propuesta

La propuesta para los modelos de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo con el SIEMA-VIV que se presentan más adelante, están basadas en una agrupación de viviendas en condominios con una altura máxima de 4 pisos.

Cada vivienda de estos condominios denominada Protovivienda, tendrá un área de aproximada de 50m² en su etapa inicial con la posibilidad de crecimiento máximo hasta 90m² hacia el exterior, según los criterios de diseño previamente establecidos.

Estas agrupaciones están diseñadas como módulos que permitan la combinación, para conformar condominios de varios edificios.

4.1.2. Programa Básico

Apartamentos de 50m² (I Etapa) con crecimiento máximo hasta 90m² (II Etapa) aproximadamente, que incluyen lo siguiente:

- De 2 a 3 habitaciones
- De 1 a 2 baños

IV

- Cocina
- Sala
- Comedor

4.1.3. Pruebas de Diseño

Las pruebas de diseño que se realizaron están basadas en los criterios que se determinaron previamente (Capítulo II), mediante la combinación de diferentes modelos de Protoviviendas.

La combinación de módulos tiene antecedentes en proyectos del Banco Obrero tomados de: *La Vivienda Social y Urbana*, Instituto Nacional de la Vivienda, Caracas, 1994.



Fig. 67: Modelos de Viviendas del Banco Obrero

**PRUEBAS DE DISEÑO
EDIFICIO TIPO A**

PRUEBAS DE DISEÑO
EDIFICIO TIPO B

4.2. Proceso de Ensamblaje

Etapas en el proceso de ensamblaje del sistema estructural SIEMA-VIV:

I ETAPA

- Ejecución de obras de infraestructura de acuerdo al proyecto estructural y estudio de suelo. Dejar en las fundaciones las aberturas correspondientes para la fijación de los anclajes o incorporarlos en las mismas. Es importante prever las fundaciones para la segunda etapa de construcción.
- Colocación y fijación de las columnas en Planta baja.
- Colocación y fijación de las vigas en 1er, 2do, 3er y 4to piso.
- Colocación y construcción del sofito metálico como encofrado perdido junto a las láminas de borde (flashing) y los refuerzos adicionales para el posterior vaciado de concreto.
- Colocación y fijación de los arriostramientos para la rigidización de la edificación.
- Colocación de los elementos de la cubierta, incluye correas, y montaje de la cubierta.
- Construcción de cerramientos fijos y desmontables además de las instalaciones sanitarias y eléctricas.
- Incorporación de los demás elementos complementarios de la vivienda.

IVII ETAPA

- Colocación y fijación de las columnas en la Planta baja de la segunda etapa.
- Colocación y fijación de las vigas en 1ero, 2do, 3ero y 4to piso.
- Colocación del sofito metálico como encofrado perdido junto a las láminas de borde (flashing) y los refuerzos adicionales para el posterior vaciado de concreto.
- Colocación y fijación de los arriostramientos para la rigidización de la edificación.
- Colocación de los elementos de la cubierta, incluye correas, y montaje de la cubierta.
- Desmontaje y montaje de los cerramientos removibles, y construcción de cerramientos fijos en la fachada de la segunda etapa.
- Colocación de las instalaciones sanitarias y eléctricas.
- Incorporación de los demás elementos complementarios de la vivienda.

Todas las planchas de soporte de las vigas y arriostramientos serán soldadas en taller para garantizar la calidad de la soldadura, y delegar en obra solamente el trabajo de apernado.

A continuación, se representa gráficamente las etapas básicas del montaje, primero con la estructura de la primera etapa (4 pisos), y luego

IV

con un detalle del montaje para la segunda etapa constructiva (en un solo piso):

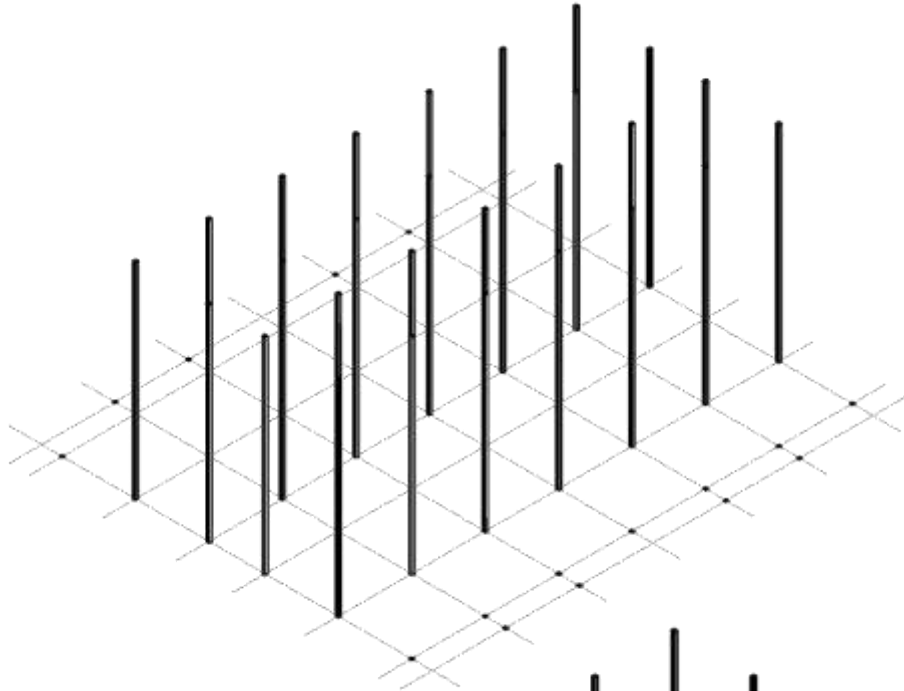


Fig. 68 Montaje de Columnas con perfiles para 4 pisos

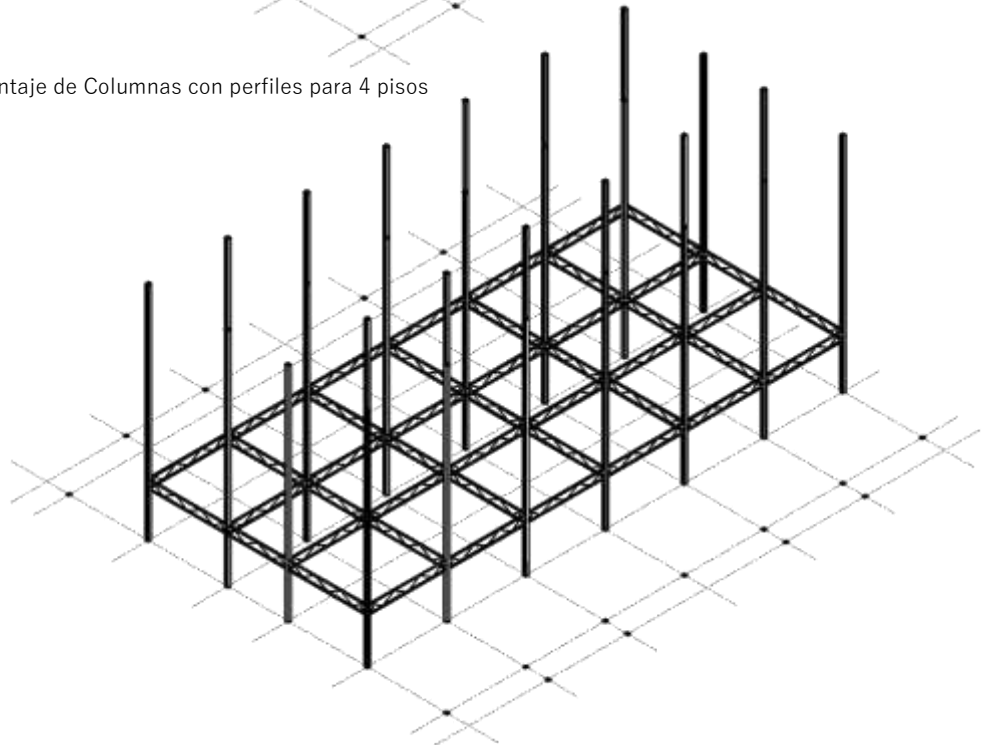


Fig. 69 Montaje posterior de las vigas de celosías o cerchas (I Etapa)

IV

Fig. 70 Primera Etapa de la Protovivienda

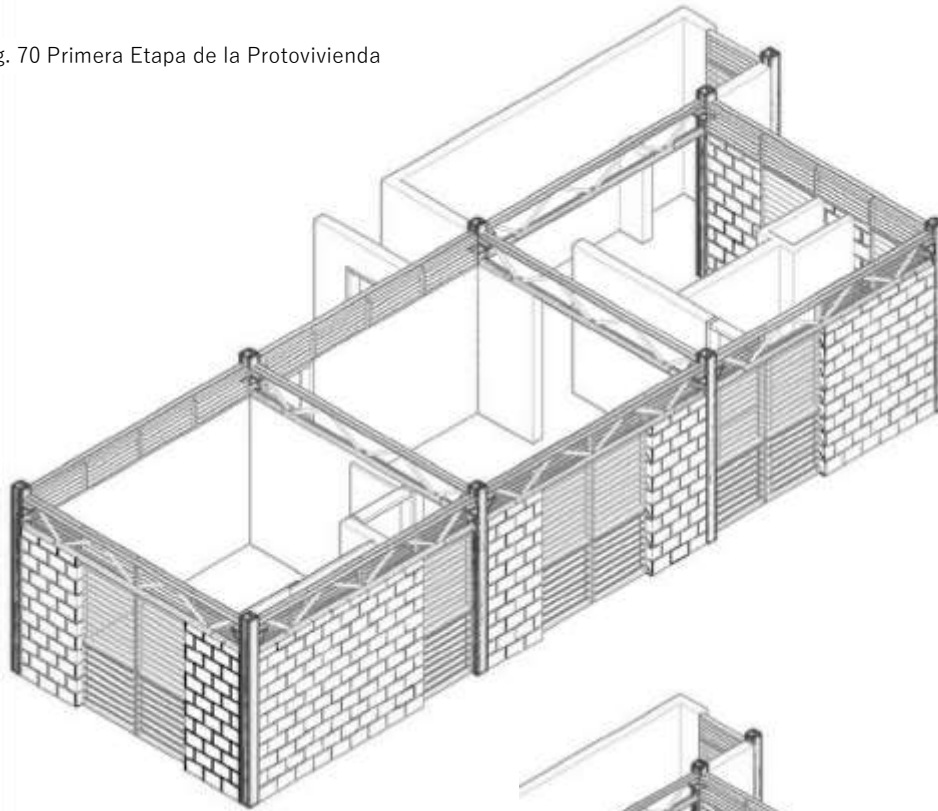
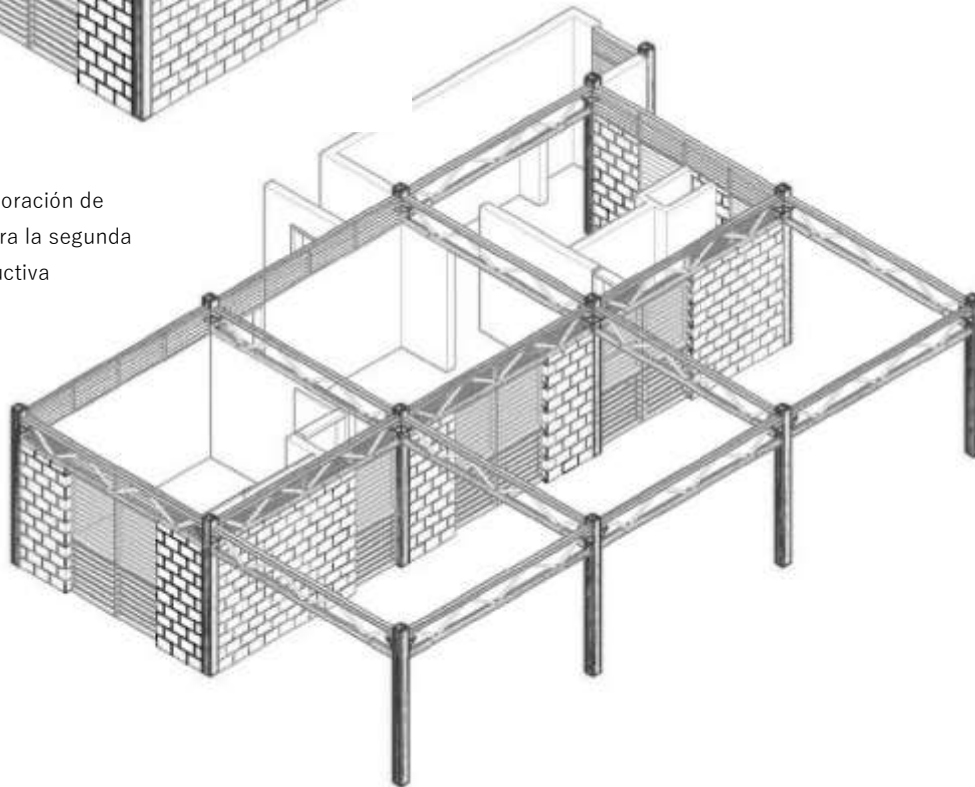


Fig. 71 Incorporación de estructura para la segunda etapa constructiva



IV

Fig. 72 Al construirse la segunda fachada, los paneles removibles se desmontan y se trasladan.

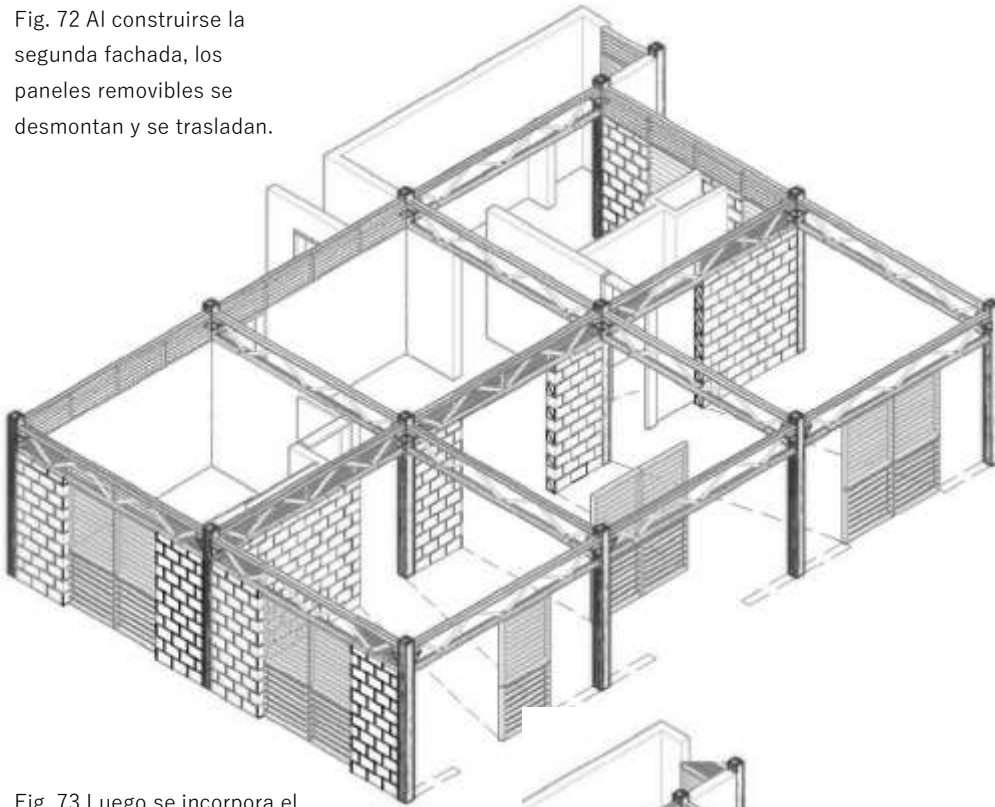
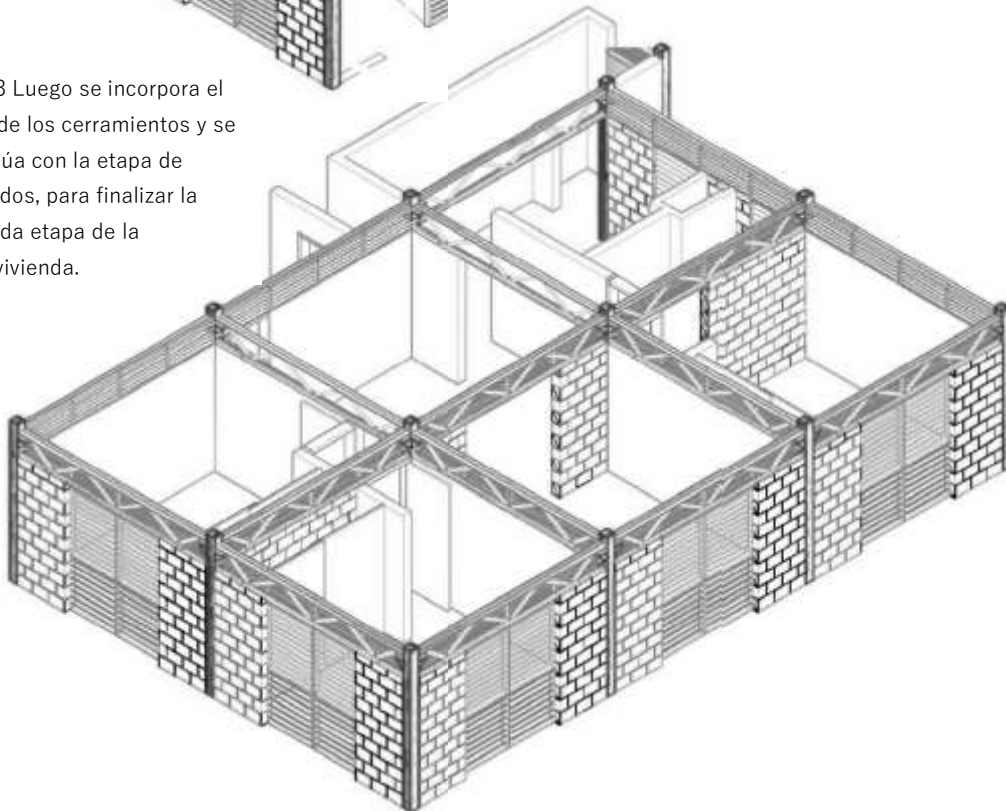


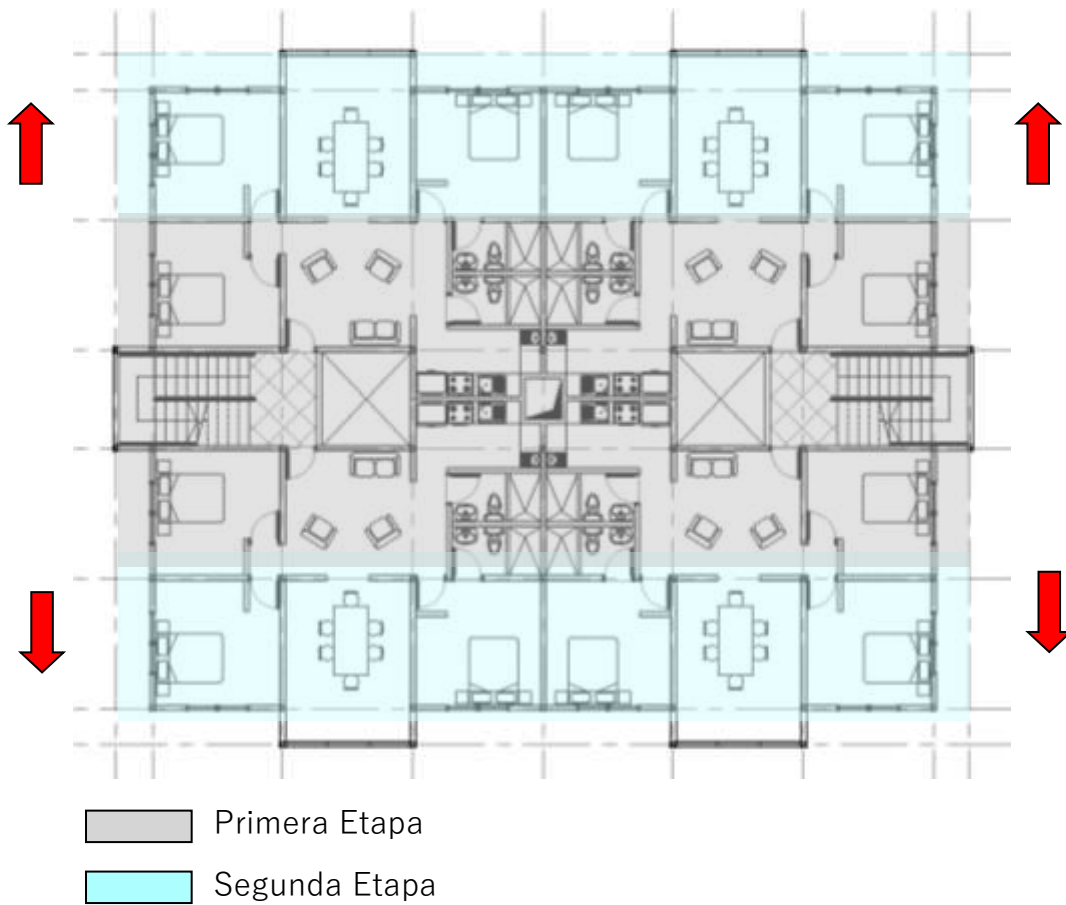
Fig. 73 Luego se incorpora el resto de los cerramientos y se continúa con la etapa de acabados, para finalizar la segunda etapa de la Protovivienda.



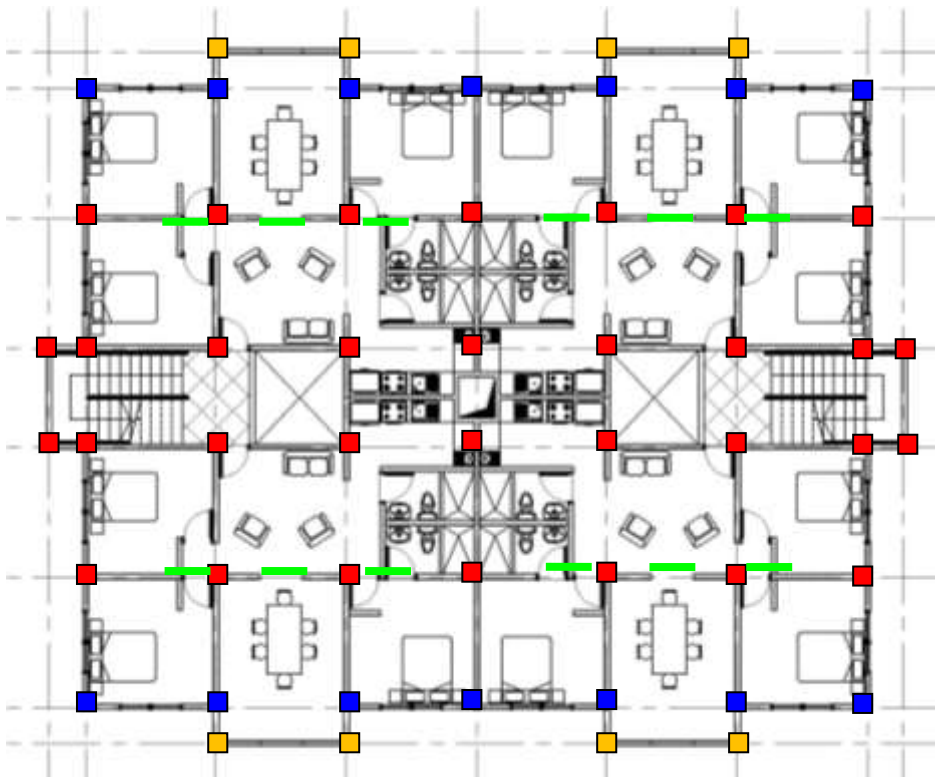
IV

4.3. Comprobación de Criterios en Propuesta

- Crecimiento en fachada (crecimiento por adición de módulos hacia el exterior).

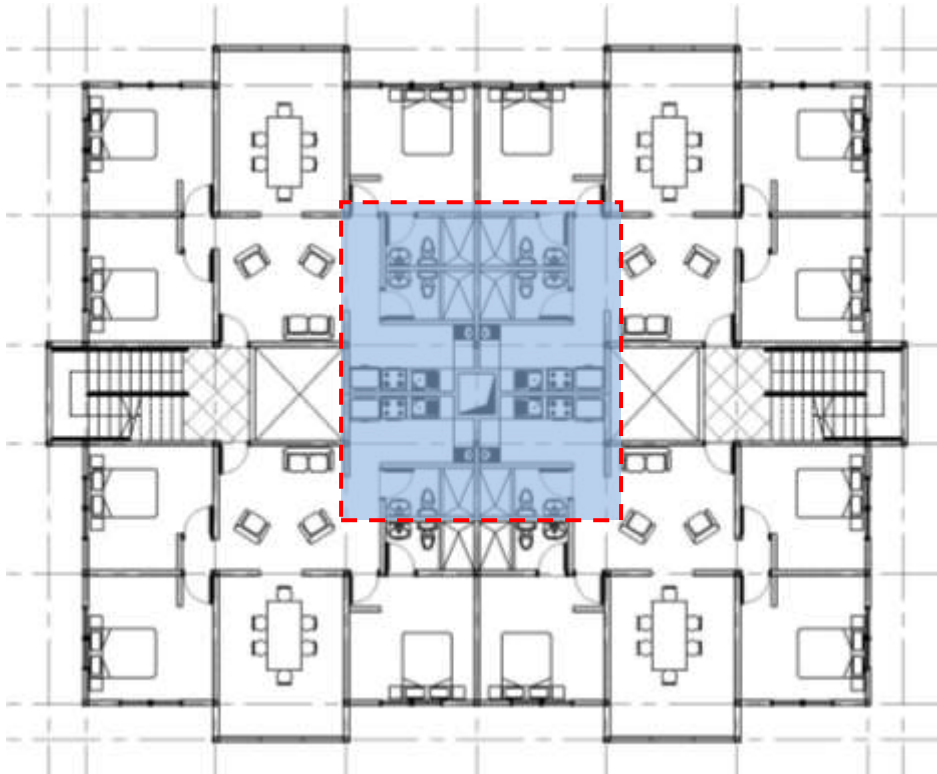


- Estructura fija y tabiquería desmontable.

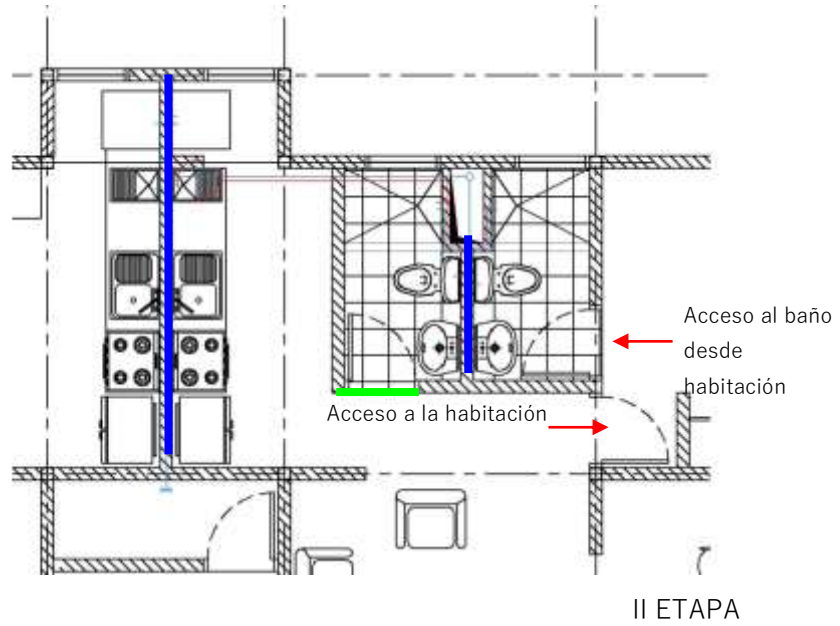
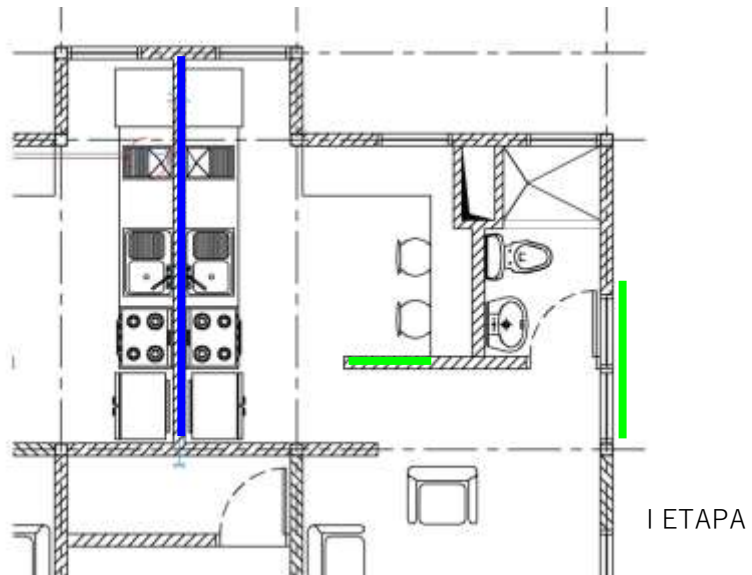


- Estructura Primera Etapa
- Estructura Segunda Etapa
- Estructura de Balcón (Opcional para la segunda etapa)
- Cerramientos desmontables

- Concentración de áreas húmedas.



- Paredes de mampostería para áreas húmedas con componentes desmontables.

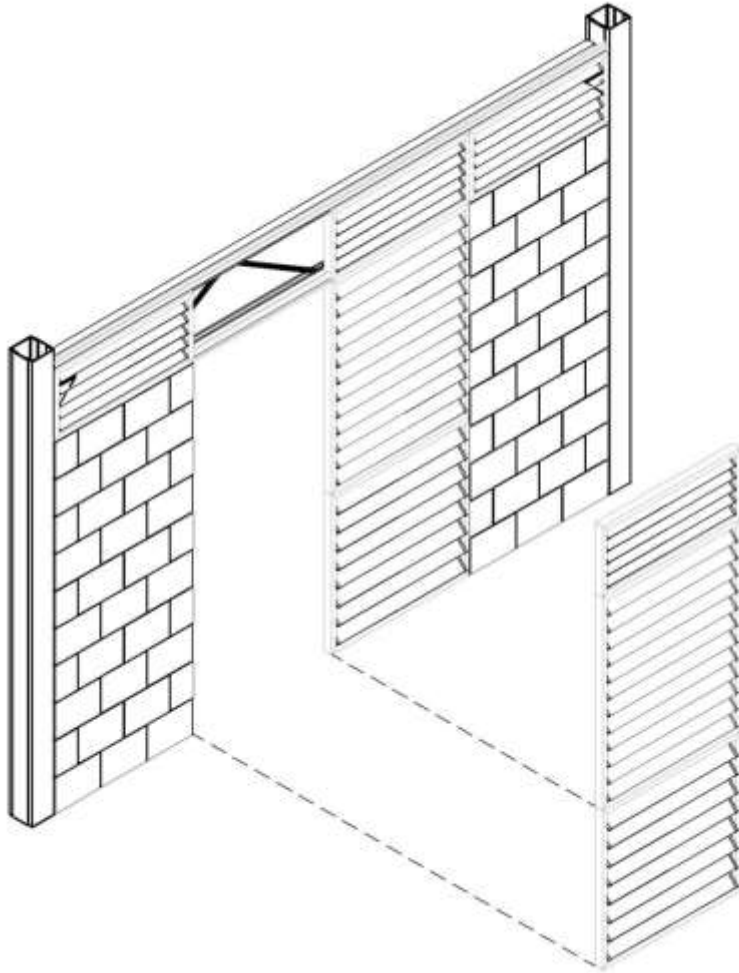


— Pared Húmeda (Paso de instalaciones sanitarias)

— Cerramiento desmontable

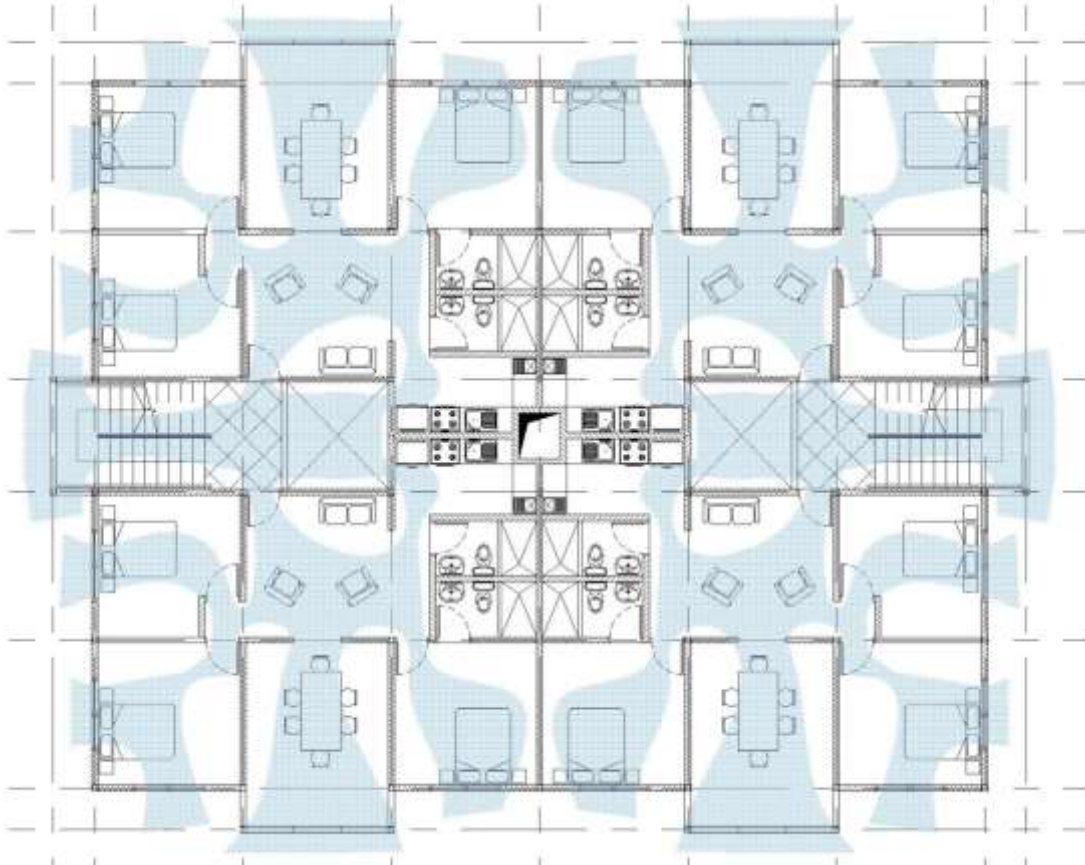
IV

- Piezas prefabricadas que permitan la deconstrucción.



IV

- Ventilación e iluminación natural en todos los ambientes.



4.4. Sostenibilidad e Impacto Ambiental

El concepto de sostenibilidad está íntimamente relacionado con la protección del medio ambiente y con el objeto de mejorar las condiciones de vida de las personas, y en el caso especial de la arquitectura y su relación con el medio ambiente natural y/o construido, son muchas las estrategias que se pueden aplicar para mejorar esta relación.

Las tecnologías constructivas no deben considerarse aisladas del medio ambiente, sino promover soluciones para lograr reducir el impacto de las actividades de la construcción en el medio ambiente, sobre la base del ahorro energético, la optimización de las materias primas y la reducción de residuos y emisiones contaminantes.

Algunas de los criterios de carácter sostenible son la construcción progresiva, la disminución o ausencia de desperdicios, el ahorro energético, el sincretismo tecnológico y el mantenimiento preventivo, entre otros.

Con la aplicación de todos o tan solo de algunos de estos criterios en nuestros diseños y construcciones lograremos garantizar la disponibilidad de recursos para las futuras generaciones.

Tanto en el desarrollo del SIEMA-VIV como en el desarrollo de las propuestas de viviendas presentadas, se han tomado en cuenta algunos aspectos de sostenibilidad como por ejemplo:

- Progresividad constructiva en las viviendas

IV

- Utilización del acero estructural por su gran ventaja de reciclaje en la construcción.
- Utilización de perfiles en columnas en su longitud comercial para reducir el desperdicio y los cortes innecesarios.
- Diseño de los módulos de cerramientos en función a los materiales utilizados, altura y ancho de modulación comercial (coordinación dimensional).
- Diseño del techo con solape para evitar el desmontaje en la segunda etapa de construcción.
- Concentración de aéreas húmedas para concentrar de igual manera las instalaciones sanitarias y consumir la menor cantidad de tuberías.
- Diseño de unidades habitacionales con suficiente entradas de aire y luz para garantizar la ventilación e iluminación natural en la mayoría de los espacios. Además el uso de los patios internos contribuye igualmente con en el ahorro energético de la edificación.
- Las propuestas están diseñadas con una forma rectangular en su conjunto, esto permite ubicar la edificación con las fachadas longitudinales en el sentido norte y sur, y las fachadas de mayor incidencia solar, estarán destinadas a las fachadas más angostas o fachadas laterales.

IV

El impacto ambiental de un producto inicia con la extracción de las materias primas y termina cuando la vida útil del producto finaliza, convirtiéndose en un residuo que ha de ser gestionado adecuadamente.

Durante la fabricación del acero se producen grandes cantidades de aguas servidas, emisiones de gases tóxicos y grandes cantidades de desechos sólidos. Algunos de estos desechos, como la escoria de horno alto, pueden ser utilizados para producir ciertos tipos de cemento, si se granula correctamente. La escoria básica, (otro desecho sólido que se produce al utilizar los minerales de hierro que poseen un alto contenido de fósforo), se emplea como fertilizante. En el caso de los gases, estos pueden ser reciclados luego de eliminar el polvo.

Si no se toman las medidas apropiadas, la contaminación atmosférica puede convertirse en un problema muy serio. Será necesario, durante la etapa de diseño, estudiar formas de reducir la contaminación atmosférica, mediante el uso de equipos especiales que eliminen el polvo seco, para separar los gases y recuperar los químicos valiosos, remover los contaminantes y recolectar los gases que contienen sustancias tóxicas, a fin de utilizarlos como combustibles secundarios en la planta, o para producir otros químicos.

Estas medidas pueden reducir la contaminación atmosférica y aumentar la eficiencia energética, para provecho no solo de la producción del material sino en beneficio del planeta.

4.5. Ventajas y Desventajas de la utilización del acero estructural en la Construcción

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Existen yacimientos de minerales de hierro en el país. Venezuela es productor y exportador de productos siderúrgicos.	Los costos de mantenimiento. La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al agua y al aire y, por consiguiente, deben adecuadamente protegerse.
El acero presenta una interesante combinación de propiedades mecánicas, las que pueden modificarse dentro de un amplio rango, variando los componentes de aleación o aplicando tratamientos especiales.	Los altos costo de la protección contra el fuego. En el caso de estructuras altas o construcciones especiales.
Existe la posibilidad de reciclar la chatarra en procesos industriales. Un alto porcentaje (hasta 70%) del acero usado en la construcción es reciclado.	La susceptibilidad al pandeo en elementos verticales sometidos a compresión.
La alta resistencia del acero por unidad de peso implica permite reducir el peso total de la estructura y optimizar su comportamiento.	La durabilidad del material del Acero expuesto a la intemperie es limitada, ya que es muy sensible a los procesos de oxidación y corrosión en contacto con el agua, atmósferas húmedas o agresivas. Esto significa que la protección y el mantenimiento de la estructura es un factor fundamental, que incide en el costo global de la

IV

	edificación.
Su plasticidad permite obtener piezas de formas geométricas complejas con relativa facilidad.	
La ductilidad, propiedad que tiene el material de soportar grandes deformaciones. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando fallas prematuras.	
Los procesos de producción industrializados son relativamente simples y económicos.	
La experiencia acumulada en su utilización permite realizar predicciones de su comportamiento, reduciendo costos de diseño y plazos de puesta en el mercado.	
Proporciona estética y flexibilidad a los edificios, puesto que permite utilizar elementos estructurales de reducidas dimensiones, y diseñar estructuras flexibles, originales e innovadoras.	

Cuadro 11: Ventajas y Desventajas de la Utilización del Acero en la Construcción

CAPÍTULO V

PRODUCCIÓN Y COSTOS

5.1. Producción de Componentes

Como ya se ha explicado anteriormente, dentro de los componentes estructurales del SIEMA-VIV son:

- Columnas: 2 perfiles UPL 140 más la plancha de unión.
- Vigas: Vigas de celosía tipo JOIST.
- Arriostramientos: Perfiles tubulares de sección circular.
- Escaleras: Perfiles tubulares de sección cuadrada u rectangular.

La elaboración de estos componentes es estandarizada, realizada industrialmente en talleres metal mecánicos medianamente especializados, los cuales son seleccionados en función a los requerimientos de precio y calidad establecidos.

Perfiles UPL (Para Columnas):

Los perfiles UPL pertenecen al tipo de perfiles laminados en caliente, con sección transversal en forma de “C” de 140 mm de altura. Estos perfiles se unen para conformar la columna del SIEMA-VIV, por medio de planchas o pletinas de acero producidas igualmente bajo el proceso de laminado en caliente.

VVigas de celosía tipo JOIST:

Los ángulos, que conforman el cordón superior e inferior de las vigas, son de acero laminados en caliente con sección transversal en forma de L de lados iguales.

Las barras de acero o cabillas por su parte, conforman el cuerpo central de la viga o cercha, y son fabricadas en acero, por laminación en caliente a partir de palanquillas, y posteriormente dobladas en frío.

Ambos elementos son manejados por talleres metalmecánicos para la producción de las vigas de celosía de alma abierta o JOIST, bajo la supervisión, en este caso de SIDETUR.

Perfiles tubulares de sección circular (Para Arriostramiento) y de sección cuadrada y rectangular (Para escaleras):

Estos perfiles se producen, una vez que el acero es transformado en bobinas, y estas son cortadas en tiras, se procede a la conformación del tubo, doblando estas tiras (tanto de sección rectangular o cuadrada como circular) y posteriormente soldando los bordes mediante trenes laminadores de alta y baja frecuencia.

5.2. Principales Productores en Venezuela

Hoy en día el mercado se ha diversificado y podemos encontrar varias empresas productoras de acero, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Complejo Siderúrgico de Guayana, C.A. (COMSIGUA)

V

- CVG Ferrominera Orinoco C.A.
- Siderúrgica del Turbio S.A. (SIDETUR)
- Siderúrgica Venezolana (SIVENSA)
- Ternium SIDOR
- Venezolana de Prerreducidos Caroni C.A. (Venprecar)¹³

5.3. Estimación de costos de la Propuesta

Para la estimación de costos de una (1) unidad básica de vivienda o Protovivienda¹⁴, (3 módulos iniciales cada uno de 3.60 x 3.60 m), con un área total de 50 m² se procedió a la elaboración de los cómputos métricos de obra respectivos (Ver Apéndice 2), del edificio en su primera etapa constructiva, a fin de determinar su costo, para luego establecer un costo por metro cuadrado de construcción referencial que nos permitiera realizar una comparación con los actuales índices de costos.

Según estos cómputos métricos de los principales elementos e insumos del condominio el costo de cada Protovivienda de 50 m² es de aproximadamente BsF. 40.148,53, por lo tanto el costo por m² es de BsF. 722,10.

¹³ Fusionada con Orinoco Iron

¹⁴ Las dimensiones están tomadas de una Protovivienda finalizada (I etapa constructiva) de la propuesta presentada en este trabajo. La altura de entrepiso utilizada es de 2.65 m.

V

Este costo se comparó con el costo por metro cuadrado de construcción para las Viviendas de bajo costo, el cual está en aproximadamente BsF. 1.122,11 para una vivienda de 55 m².

Como se observa el costo de la Protovivienda es menor, a pesar que la construcción en acero suele ser de mayor costo que la construcción tradicional en concreto, tiene la ventaja de la rapidez en el ensamblaje y construcción y el reciclaje del material, entre otros, lo cual incide necesariamente en los costos. En este caso hay que destacar que los cálculos métricos realizados son una referencia para el cálculo del condominio, por lo que es necesario tomar en cuenta elementos adicionales como otros insumos, mano de obra, rendimiento etc., lo cual permitirá ajustar el costo para el momento de la construcción.

No obstante es importante destacar que independientemente del material utilizado, la construcción progresiva propone una inversión inicial ajustada a las necesidades de los habitantes de la vivienda, y una administración en la ampliación o mejoramiento del espacio habitado. Es entonces que la construcción progresiva desarrollada con criterios de sostenibilidad redunda irremediablemente en la economía de la construcción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Este trabajo ha pretendido demostrar las posibilidades de uso de un sistema constructivo de estructura metálica apornada (SIEMA-VIV), producto de la adaptación de un sistema similar (SIEMA), para la construcción de viviendas multifamiliares de crecimiento progresivo, más bien ampliables. Se trata en este caso, de unas ampliaciones planificadas y cuya realización se efectuara coordinadamente con el condominio de la edificación, la comunidad y el organismo promotor de las viviendas. Se requerirá de la asistencia técnica necesaria no solo para la ampliación de las edificaciones sino para el mantenimiento del entorno.

Aunque el planteamiento de los esquemas o pruebas de diseño de las ampliaciones urbanísticas escapan al alcance de este trabajo de grado de especialización, en su diseño se deben considerar las características de las edificaciones ampliables y del espacio reservado para las ampliaciones y su uso transitorio, así como los aspectos relacionados con la accesibilidad de los edificios. Se pueden enumerar adicionalmente unas conclusiones específicas:

CONCLUSIONES

- 1) El SIEMA requería una adaptación para el nuevo uso, la cual está basada en nuevos componentes estructurales y la adaptación de cerramientos y techos.
- 2) Con esta actualización de componentes, el sistema permite la construcción de un piso adicional, es decir cuatro (4) pisos, apropiado para el uso de vivienda multifamiliar de baja altura.
- 3) Las Protoviviendas propuestas con SIEMA-VIV son modulares y se adaptan a diferentes configuraciones, que permiten una flexibilidad en el diseño de la vivienda.
- 4) La construcción progresiva, en esta tipología de viviendas, es compatible con el sistema y viceversa, especialmente por la condición estructural con la que trabaja el SIEMA-VIV, de ser empernado y articulado, lo cual permite el montaje y el desmontaje, fuera del tiempo de construcción inicial.
- 5) Las instalaciones, tanto sanitarias como eléctricas, se plantean en la primera etapa de la construcción, sin afectar el desempeño de las actividades, con una mínima deconstrucción
- 6) La concentración de las áreas húmedas, garantiza un menor gasto en materiales, insumos y mano de obra de las instalaciones sanitarias.
- 7) El uso del acero en este tipo de edificación, es beneficioso, ya que a pesar que el costo de los insumos es ligeramente más alto

CONCLUSIONES

que la construcción en concreto armado, la rapidez de ensamblaje de la estructura y la posibilidad de reciclaje del material, compensa el costo.

- 8) Se aplicaron criterios de sostenibilidad en el diseño de las viviendas propuestas, especialmente en los elementos estructurales como las columnas, y los subsistemas: cerramientos y techos (optimización de las dimensiones que se comercializan), para lograr el menor desperdicio en la construcción.
- 9) El acero de construcción no es solo un material que proviene en un alto porcentaje de chatarra reciclada, sino que a su vez es reciclable cuando se convierte en chatarra. Se podría decir que el acero (como el aluminio) es un material que progresivamente se acerca a un ciclo de vida en circuito cerrado.

6.2.Recomendaciones

En los aspectos que se contemplan en este trabajo, son muchas las recomendaciones que se pueden plantear, sin embargo, limitándonos a los objetivos previstos se recomienda:

- Realizar los proyectos tanto de Arquitectura, como de Estructura e Instalaciones para cada caso en particular en donde se vaya a aplicar el SIEMA-VIV, considerando todos los aspectos desarrollados en este trabajo.
- Especialmente en el proyecto de Arquitectura, tomar en cuenta el entorno donde se vaya a implantar la edificación, a nivel urbano, ubicación geográfica, entre otros, para lograr un desarrollo exitoso del proyecto, y un mejor uso y mantenimiento de la edificación.
- Explorar nuevas alternativas de configuración de edificios con las Protoviviendas propuestas o con unas nuevas, que prevean la construcción progresiva y la sostenibilidad.
- Explorar otras alternativas de los sub-sistemas propuestos, tanto de cerramientos como de techo, con nuevos materiales, y tecnologías de construcción para generar nuevas soluciones.
- Aplicar siempre los criterios de sostenibilidad en el diseño de las edificaciones, y evaluar el impacto ambiental que provoca, para

CONCLUSIONES

optimizar tanto los insumos, el proceso y el eventual mantenimiento, y contribuir con la protección del medio ambiente.

- Todas las dimensiones proporcionadas de los componentes estructurales del SIEMA-VIV, han sido predimensionadas para el caso particular de este trabajo, por lo que es necesario que se realice el cálculo estructural, con las condiciones reales de suelo y cargas en cada proyecto en particular.

BIBLIOGRAFÍA

FUENTES DOCUMENTALES

- BARROETA B., Juan C. (1999). ***Sistema constructivo con estructura de entramado metálico para viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo.*** Trabajo de grado para obtención del título: Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. UCV. FAU-UCV. Caracas.
- BAZANT S., Jan, (2003). ***Viviendas Progresivas. Construcción de viviendas por familias de bajos recursos.*** Editorial Trillas, S.A. México, D. F. 212p.p.
- CERVER, F. (2000). ***Atlas de Arquitectura Actual.*** Arco Editorial, S.A., Barcelona. 999p.p.
- CILENTO, A. (1999). ***Cambio de Paradigma del Hábitat.*** Colección Estudios. Universidad Central de Venezuela. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas.
- KLICZKOWSKI, H. ***Diseño de Casas.*** Lofts Publications. Barcelona. 329p.p.
- ***La Vivienda Social y Urbana,*** Instituto Nacional de la Vivienda, Caracas, 1994

PUBLICACIONES

- CILENTO, A. (1996). ***Sincretismo e Innovación Tecnológica en la Construcción***. En:// Revista Tecnología y Construcción N° 12. IDEC-FAU-UCV. Caracas.
- CILENTO, A. (2002) ***Hogares sostenibles de desarrollo progresivo***. En:// Revista Tecnología y Construcción. N°18-II. IDEC-FAU-UCV. Caracas. IDEC-FAU-UCV. Caracas. Mimeo.
- GARZA, L. ***III Congreso Colombiano y VIII Seminario Internacional de Ingeniería Sísmica***. Universidad del Valle, Cali, 16 al 19 de Noviembre 2005
- MAGGI, G. (1985). ***Sistemas estructurales para edificaciones educacionales***. En:// Revista Tecnología y Construcción. N°1. IDEC-FAU-UCV. Caracas.
- MAGGI, G. (1998). ***Sistema de Estructura Metálica Apernada, SIEMA. Concepción, aplicaciones y perspectiva***. Trabajo de Ascenso a Nivel Asociado de la UCV. FAU-UCV. Caracas.
- ESPACIOS: Revista Venezolana. (1993). ***Los laberintos de la innovación tecnológica: El Sistema SIEMA del IDEC***. Caracas.
- ENTRE RAYAS, Revista de Arquitectura. N° 18. ***Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada – SIEMA***. Editorial Entre Rayas. Caracas.

- ENTRE RAYAS, Revista de Arquitectura. N° 25. (1998). ***La versatilidad de la construcción en acero, Una experiencia.*** Editorial Entre Rayas. Caracas.

PUBLICACIONES DIGITALES

- GUTIÉRREZ, Fermín E. **Vivienda y Conjuntos Urbanos.**
<http://www.novick-estrella.com.ar/vivienda.htm> (Actualizado 24-06-2006 / 1:10pm.)
- **URBANA.**
<http://www.revele.com.ve> (Actualizado 29-06-2006 / 2:10pm.)
- **Viga JOIST.**
<http://www.sidetur.com.ve> (Actualizado 30-06-2006 / 6:45pm.)
(Mayo 2006)
- **ACERO**
<http://es.wikipedia.org/wiki/Acero> (Actualizado 30-06-2006 / 7:15pm.) (junio 2006)
<http://www.infoacero.cl/aceros> (Actualizado 01-07-2006 / 6:00pm.)
- **VELÁZQUEZ, Armando J. Indicadores de evaluación de la sustentabilidad de proyectos de viviendas.**
<http://www.monografias.com> (Actualizado 1-07-2006 / 6:40pm.)

- <http://www.todoarquitectura.com/v2/foros> (Actualizado 05-07-2006 / 5:30pm.)

- **SIEMA**

<http://www.arq.ucv.ve/idec/paginas/sistconstsiema.html>

(Actualizado 05-07-2006 / 7:50pm.)

- Tipple, Graham. **Extending Themselves: User Initiated Transformations of Government-built Housing in Developing Countries.**

<http://www.liverpool->

[unipress.co.uk/html/publication.asp?idProduct=3224](http://www.liverpool-unipress.co.uk/html/publication.asp?idProduct=3224) (Actualizado

13-07-06-8:44 p.m.)

- **CIDET.**

<http://www.aisc.org/template.cfm?template=/ContentManagement>

[/ContentDisplay.cfm&ContentID=33057](http://www.aisc.org/template.cfm?template=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=33057) (Actualizado 11-11-2008 /

2:50pm)

APÉNDICES

APÉNDICE 1

CÁLCULOS DEL PREDIMENSIONADO DE LOS PRINCIPALES

COMPONENTES DEL SIEMA-VIV.

REALIZADO POR EL ING. SIGFRIDO LOGES.

CÁLCULOS DE PREDIMENSIONADO DE LOS COMPONENTES DEL SIEMA-VIV

Realizado por: Ing. Sigfrido Loges

VIGAS

JOIST

L=3.75 m

CARGAS:

1) CARGAS PERMANENTES (CP)

LOSA (e=12 cm)	228,00	kgf/m ²
SOFITO (Cal. 22)	7,21	kgf/m ²
ACABADOS	120,00	kgf/m ²
TABIQUERÍA	150,00	kgf/m ²
OTROS	70,00	kgf/m ²
TOTAL	575,21	kgf/m²

2) CARGAS VARIABLES (CV)

CV = 175,00 kgf/m² (Uso de Vivienda según Norma COVENIN 2002:88)

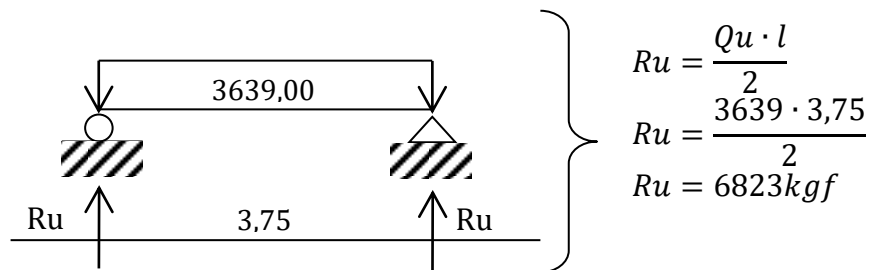
$$M_{\text{máx}} = \frac{Q_u \cdot l^2}{8}$$

$$Q_u = 1,20 CP + 1,6 CV$$

$$Q_u = (1,20 \cdot 575,21) + (1,6 \cdot 1,75) \text{ kgf/m}^2$$

$$= 970,25 \text{ kgf/m}^2$$

$$Q_u \text{ (En cada JOIST)} = Q_u \cdot l = 970,25 \cdot 3,75 = \mathbf{3639,00 \text{ kgf/m}^2}$$



$$M_{\text{máx}} = \frac{3639,00 \cdot 3,75}{8} = 6397,00 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Según Catalogo de SIDETUR JOIST, para:

$$Q_u = 3639,00 \text{ kgf/m}; M_{\text{máx}} = 6397,00; R_u = 6823,00 \text{ kgf}$$

Momento de Inercia Requerido (I_{req})

$$I_{req} = 0,003296 \cdot N \cdot P \cdot L \cdot d$$

$$N = 1$$

$$P = 3639 \text{ kgf/m}$$

$$L = 3,75 \text{ m}$$

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

$$I_{req} = 0,003296 \cdot 1 \cdot 3639 \text{ kgf/m} \cdot 3,75 \text{ m} \cdot 40 \text{ cm} = \mathbf{1800 \text{ cm}^4}$$

JOIST SJ40 x 7 x 24,60

$$\varnothing bMt = 7275 \text{ kgf} \cdot \text{m} > Mmáx$$

$$Ix = 7650 \text{ cm}^4 > Ireq$$

VIGA BALCÓN

$$L = 0,90 \text{ m}$$

$$Q = 750,21 \cdot \frac{3,75}{2} = 1406,64 \text{ kgf/m}$$

$$Mmáx = \frac{1406,64 \cdot 0,90^2}{8} = 142,42 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Sx = \frac{142,42 \cdot 100}{0,66 \cdot 2530} = 8,52 \text{ cm}^3$$

UPN-100 \longrightarrow $Sx = 34,10 \text{ cm}^3$

COLUMNAS

Dos Perfiles UPL-140 Enfrentados con planchas de unión.

Carga estimada máxima sobre la Columna

$$CP = 575,21 \text{ kgf/m}^2$$

$$CV = 175 \text{ kgf/m}^2$$

$$Pmáx = CP + CV$$

$$Pmáx = (575,21 + 175) = 750,21 \text{ kgf/m}^2$$

Para Columnas Centrales:

$$Pz = P_{\text{máx}} \cdot At + PpCol$$

$$At (\text{Area Tributaria}) = 3,75 \cdot 3,75m^2 = \mathbf{14,06m^2}$$

$$Pz = (750,21 \text{ kgf}/m^2 \cdot 14,06m^2) + 30 = \mathbf{10580 \text{ kgf}} \text{ (1Piso)}$$

Tomando Conservadoramente la carga del Techo igual a los pisos inferiores, solo para efectos del Predimensionado:

$$Pz = 10580 \cdot 4 = \mathbf{42320 \text{ kgf}} \text{ (4 Pisos)}$$

Se asume:

$$a) \frac{KL}{r} = 50$$

$$b) \phi_{as} = 1$$

$$Fy = 2530$$

Por lo tanto:

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{Fy}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{50}{r\pi} \sqrt{\frac{2530}{2,1 \cdot 10^6}} = 0,5524$$

$$\lambda_c^2 = \mathbf{0,3052}$$

$$Fcr = 0,658^{\lambda_c} \cdot Fy$$

$$Fcr = 0,658^{0,3052} \cdot 2530 = \mathbf{2226,60 \text{ kgf}/cm^2}$$

$$\phi_c \cdot Fcr = 0,85 \cdot 2226,60 = \mathbf{1892,61 \text{ kgf}/cm^2}$$

$$A (\text{Area 2 UPL140}) = 14,5 \cdot 2 = 29cm^2$$

Carga Axial Factorizada

$$FM = \frac{1,2 CP + 1,6 CV}{(CP + CV)}$$

$$FM = \frac{(1,2 \cdot 575,21) + (1,6 \cdot 175)}{750,21} = 1,29$$

$$Pzu = FM \cdot Pz$$

$$Pzu = 1,29 \cdot 42320 = \mathbf{54593 \text{ kgf}}$$

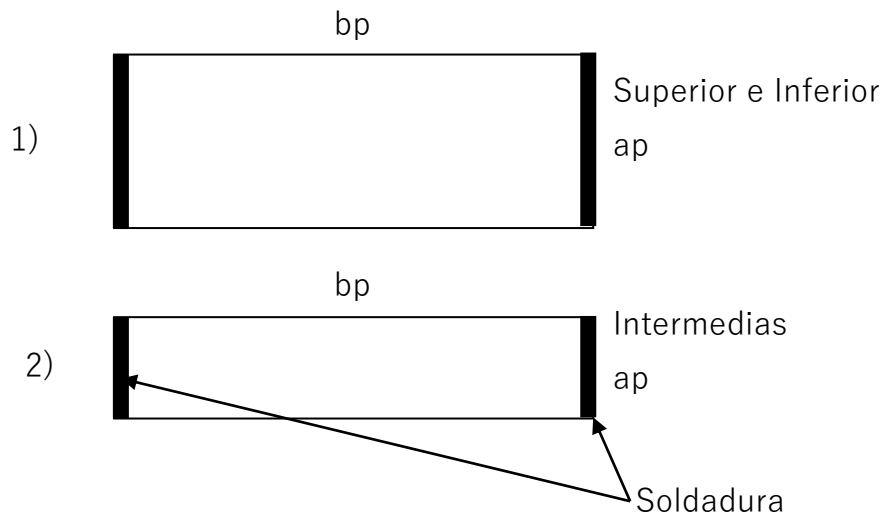
$$\phi cNt = \phi c \cdot Fcr \cdot A$$

$$\phi cNt = 1892,61 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 29\text{cm}^2 = \mathbf{54886 \text{ kgf}}$$

$$\phi cNt > Pzu \rightarrow \mathbf{2UPL140}$$

NOTA: De forma conservadora no se ha considerado el aporte de las planchas de unión en la resistencia a compresión de la columna.

PRESILLAS



Tipo 1:

$$bp = 140 \text{ mm}$$

$$ap \geq bp \cong \mathbf{150 \text{ mm}}$$

Tipo 2:

$$bp = 140 \text{ mm}$$

$$ap \geq 0,50bp = 0,50 \cdot 140 = \mathbf{70 \text{ mm}}$$

Espesor (tp):

$$tp \geq \frac{bp}{50}$$

$$tp \geq \frac{140}{50} = 2,8 \text{ mm}$$

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

Separación entre Presillas $\leq 200 \text{ mm}$ (Eje a Eje)

DIAGONALES (ARRIOSTRAMIENTOS)

$$L = 4,53 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \emptyset = 3'' &\longrightarrow A = 5,20 \text{ cm}^2 \\ &D = 76,20 \text{ mm} \\ &l = 35,8 \text{ cm}^4 \\ &S = 9,40 \text{ cm}^3 \\ &r = 2,60 \text{ cm} \end{aligned}$$

a) Tracero...

Capacidad Resistente

$$\phi t N_t = \phi t \cdot F_y \cdot A$$

$$\phi t N_t = 0,90 \cdot 3515 \cdot 5,20 = 16450,20 \text{ kgf}$$

b) Esbeltez

$$\lambda = \frac{L}{r} \leq 300$$

$$\lambda = \frac{453}{2,60} = 174,23 < 300 \rightarrow \text{Bien}$$

c) Compresión

Asumiendo:

$$\frac{KL}{r} = 40 \quad \text{y} \quad \phi_{as} = 1$$

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{40}{\pi} \sqrt{\frac{3515}{2,1 \cdot 10^6}} = 0,52 < 1,50$$

$$\lambda_c^2 = 0,2714$$

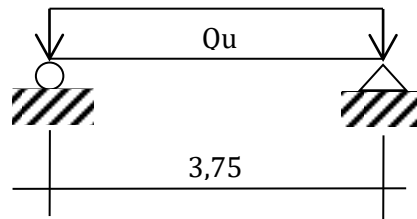
$$F_{cr} = 0,658^{\lambda_c} \cdot F_y$$

$$F_{cr} = 0,658^{0,2714} \cdot 3515 = 3.137,56 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\phi_c N_t = \phi_c \cdot F_{cr} \cdot A$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} = 0,85 \cdot 3137,56 \cdot 5,20 = \mathbf{13.868,02 \text{ kgf}}$$

ESCALERA



CARGAS:

1) Carga Permanente (CP)

PERFIL		20 kgf/m ²
ESCALÓN/ACABADO		80 kgf/m ²
OTROS		50 kgf/m ²
TOTAL		150 kgf/m²

2) Carga Variable (CV)

$CV = 300 \text{ kgf/m}^2$ (Según Norma COVENIN 2002:88)

$$Q = CP + CV$$

$$Q = (150 + 300) = \mathbf{450 \text{ kgf/m}}$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{Qu \cdot l^2}{8}$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{450 \cdot 3,75^2}{8} = \mathbf{791,02 \text{ kgf} \cdot \text{m}}$$

$$S_{x_{\text{req}}} = \frac{M_{\text{máx}}}{0,66 \cdot Fy}$$

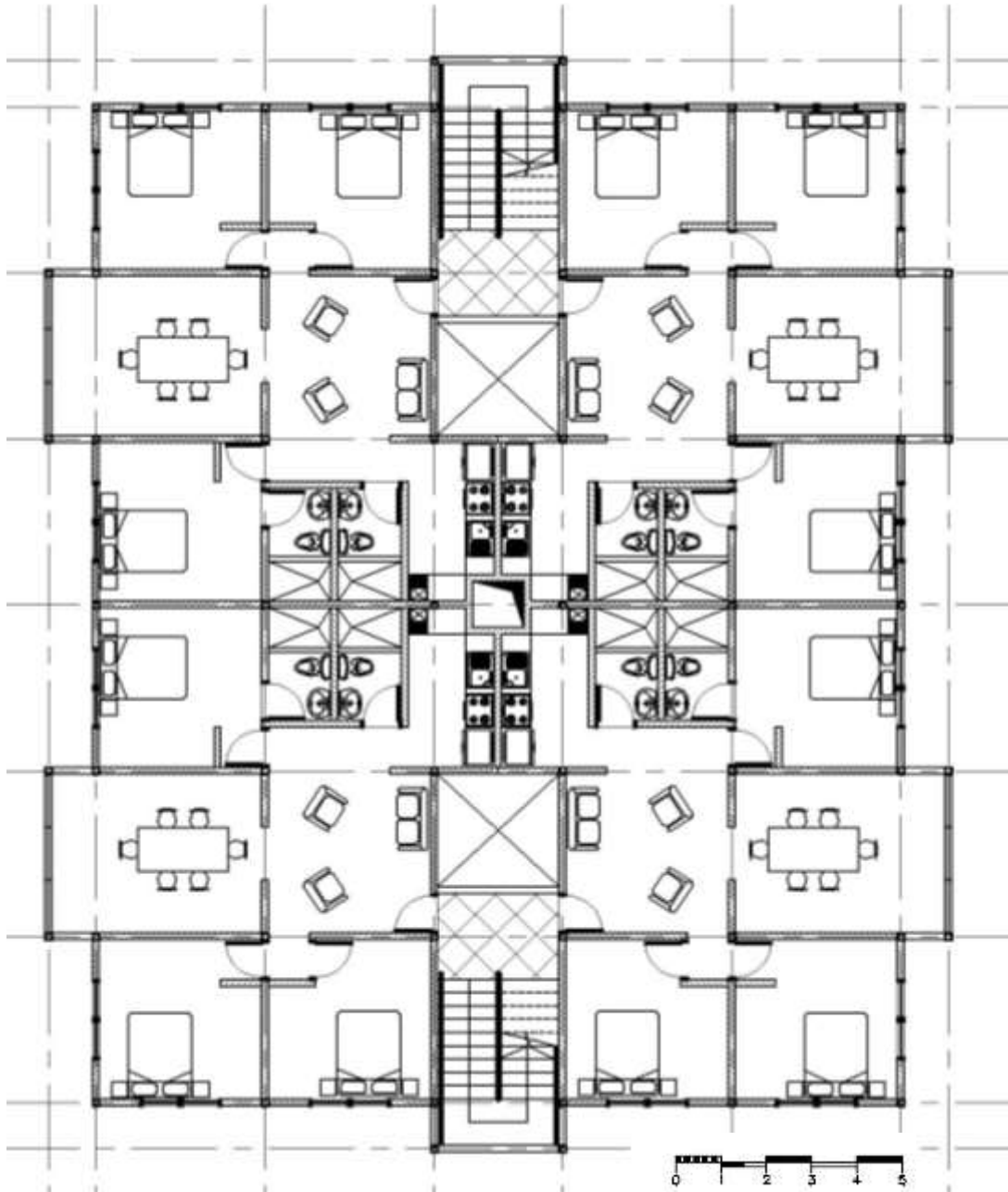
$$S_{x_{\text{req}}} = \frac{791,02 \cdot 100}{0,66 \cdot 3515} = \mathbf{34,10 \text{ cm}^3}$$

UNICON 160 x 65 $\longrightarrow S_x = 56,21 \text{ cm}^3$

APÉNDICE 2

CÓMPUTOS MÉTRICOS DE VIVIENDA PROPUESTA CON SIEMA-VIV.

PLANTA TIPO. PROPUESTA A
(4 PISOS DE ALTURA)



CÓMPUTOS MÉTRICOS

ANEXOS

ANEXO 1

TABLA DE PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES DE LA VIGA DE
CELOSÍA TIPO JOIST DE SIDETUR