

# STEEL FRAMING

---

# INDICE

## 1 - Introducción

-Descripción y presentación del sistema constructivo Steel Framing

## 2 – Metodología

## 3 – Antecedentes

## 4 - Objetivos:

### **A) Indagar sobre nuevas tecnologías de la construcción en momentos de altos precios de la construcción tradicional**

- 4.A.1 Principales factores
- 4.A.2 Costo de la construcción 2011
- 4.A.3 Costo de la construcción 2012
- 4.A.4 Costo de construcción de una vivienda

### **B) Analizar el sistema constructivo Steel framing**

- 4.B.1 Características de Steel Framing
- 4.B.2 Métodos de construcción
- 4.B.3 Aplicaciones del sistema
- 4.B.4 Componentes del sistema
- 4.B.5 Ventajas y desventajas del Steel Framing

### **C) Estudio de un caso en nuestro medio**

- 4.C.1 Características de la obra
- 4.C.2 Componente
- 4.C.3 Duración de la Obra
- 4.C.4 Costos
- 4.C.5 Estructura y Cálculos

## **5 - Objetivo específico: Estudio del comportamiento estructural del acero galvanizado**

### **A) Perfiles en pisos**

- 5.A.1 Apoyo de perfiles
- 5.A.2 Viguetas de piso
- 5.A.3 Atiesadores de apoyo
- 5.A.4 Arriostramiento y bloqueo de vigas
- 5.A.5 Empalmes de viguetas

### **B) Perfiles en muros**

- 5.B.1 Los montantes
- 5.B.2 Arriostramiento de montantes
- 5.B.3 Estructuración de encuentros
- 5.B.4 Arriostramiento de muro
- 5.B.5 Arriostramiento de cintas en X

### **C) Construcción de techos**

- 5.C.1 Viguetas de cielo
- 5.C.2 Arriostramiento de viguetas de cielo
- 5.C.3 Empalme de viguetas de cielo
- 5.C.4 Cabios de techo
- 5.C.5 Conexiones de cabios con viguetas de cielo y cumbrera
- 5.C.6 Arriostramiento de cabios

## **6 - Conclusiones**

## **7 - Bibliografía**

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo plantea (dentro de la temática de estructuras metálicas) el análisis del sistema constructivo Steel framing.

Este sistema, el cual su nombre significa “marco de acero” se basa en el conformado de paneles mediante perfiles conformados en frío de acero galvanizado. A pesar de ser un sistema ya conocido en diferentes partes del mundo, creímos conveniente analizar su utilización, en comparación con sistemas de construcción tradicional.

Las construcciones con marco de acero sistema Steel Framing, se encuentran frecuentemente en entornos industriales, pero recientemente más personas están decidiendo utilizar las estructuras de acero para la construcción residencial.

En Uruguay existen varias empresas que utilizan este método de construcción no tradicional, de modo que resulta interesante el análisis de una obra en nuestro medio.

Se analizarán la calidad de los trabajos realizados así como los tiempos y costos de dicha obra. Los datos obtenidos se compararán con un sistema constructivo tradicional como es el de vigas y pilares de hormigón.

Estudiaremos los diferentes métodos de construcción, las distintas aplicaciones del sistema así como el comportamiento estructural del acero galvanizado.

## 2. METODOLOGÍA

Analizaremos el sistema constructivo Steel framing a partir de información obtenida en libros, sitios webs, publicaciones así como de la información obtenida en obra.

Compararemos dicho sistema basándonos en documentación técnica del mismo.

## 3. ANTECEDENTES

El origen del Steel Frame se remonta al inicio del siglo XIX; es la evolución de un sistema que utiliza estructura de madera llamado “Balloon Frame”.

*Los orígenes del Frame se remontan a los años 1810 cuando EE.UU. comenzó la conquista del territorio, y hacia 1860, cuando la migración llegó a la costa del Océano Pacífico.*

*Para solucionar la demanda de vivienda por el aumento de la población, se recurrió a materiales disponibles en el lugar (madera), y a conceptos de practicidad, velocidad y productividad originados en la Revolución Industrial. La combinación de estos conceptos y materiales gestaron lo que hoy conocemos como Balloon Framing (1830).<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Sistema constructivo Steel Frame. Entramado de acero de bajo espesor. Arq. Ana Mireya Fong Chan

*La extensión casi universal del Balloon Framing, que influenció posteriormente a muchos otros sistemas de bastidores de madera y metálicos, se basó en dos aspectos claves. La disposición de madera proveniente de los bosques nativos, como el desarrollo industrial de la sierra de vapor (1873) y la fabricación automatizada de clavos (1807) impulsaron su difusión y utilización popular.<sup>1</sup>*

Dicho sistema se basó en el uso de montantes de madera a poca distancia entre sí y rematados por soleras de madera en sus extremos. Los entrepisos y muros son recubiertos con revestimientos de diferentes tipos.

Este sistema fue adaptado a las construcciones de acero hace algunas décadas. El Steel framing utiliza perfiles galvanizados muy livianos y con él es posible la construcción de edificios de varios pisos. Su divulgación cada vez mayor se debe a que ofrece varias ventajas sobre el sistema de construcción en madera.



#### **4 – OBJETIVO GENERAL**

##### **A) Indagar sobre nuevas tecnologías de la construcción en momentos de altos precios de la construcción**

En los últimos tiempos el gran dinamismo de la construcción en nuestro país ha estado acompañado de un importante incremento en sus costos.

##### **4.A.1 - Principales factores:**

La evolución mensual del costo de la construcción se obtiene del Índice del Costo de la Construcción publicado por el INE. En él se incluyen el costo de la mano de obra, leyes sociales, materiales, impuestos, conexiones y costos de permisos.

1 Sistema constructivo Steel Frame. Entramado de acero de bajo espesor. Arq. Ana Mireya Fong Chan

#### **4.A.2 - Costo de la construcción 2011**

*Octubre del 2011: El costo de la construcción registró un fuerte aumento en octubre de casi 10% en el mes. Tres cuartas partes del incremento de este mes se explicó por el incremento de los salarios con sus correspondientes leyes sociales. Estos componentes en conjunto son el principal costo que enfrenta la construcción, con una ponderación de 45% en el total. El crecimiento del componente de mano de obra alcanzó 16% en el mes.<sup>2</sup>*

*El aumento del costo de la construcción alcanza 14% en ese año, por encima de los registros acumulados en igual periodo de años anteriores. En este caso también es la mano de obra junto con las leyes sociales lo que más influye en el aumento. Pero también tiene importante incidencia el aumento de precios de los materiales.<sup>2</sup>*

#### **Incremento del precio de materiales**

*Se destaca el incremento del precio del hormigón, pintura, instalaciones eléctricas y sanitarias, entre otros materiales. De esta forma el aumento de precios de estos rubros determina que el costo de los materiales creciera 10% en el año 2011.<sup>2</sup>*

#### **4.A.3 - Costo de la construcción 2012**

*El último dato disponible a abril de 2012, muestra también un incremento del costo del 14% también en términos anuales, lo cual se encuentra muy por encima de la inflación que se ubica en el entorno al 8%.*

*Las leyes sociales presentan un crecimiento del 17% en un año, mientras que la albañilería y pinturas un aumento del 15%.*

*Esto se refleja en precios por metros cuadrados muy elevados, que acompañan la tendencia del precio de la tierra. Se trata de activos que se encuentran muy valorizados.<sup>3</sup>*

#### **4.A.4 - Costo de construcción de una vivienda**

*Con un aumento promedial del 15,97 por ciento, el costo de construcción de una vivienda nueva subió más que los otros indicadores, como la Unidad Reajutable (UR) del banco Hipotecario que aumentó un 13,4%; el Índice de Precios al Consumo (IPC) que fue del 8,6%, y el dólar que sufrió una baja del 0,26% en el último año.*

<sup>2</sup> Análisis PwC: aumentos salariales impulsan costo de construcción. [ElEspectador.com](http://ElEspectador.com)

<sup>3</sup> <http://www.cronicas.com.uy/hnnoticia>

*La información, elaborada por la arquitecta Ana Cristina Rainusso para la empresa Inca, detalla los productos que se utilizan para la construcción de una vivienda y el aumento porcentual que recibió durante 2011, del cual se han tomado aquellos valores que aumentaron más que el costo de vida, e inciden directamente en el aumento general.*

*Es así que el metro cuadrado de construcción de una vivienda tipo es de \$ 20.320 (promedio), algo más de mil dólares, mientras que en enero de 2011 el precio de construcción por metro cuadrado era de \$ 17.552, cuando el dólar costaba casi lo mismo que ahora, y unos centésimos más.*

*Una vivienda económica de 55 metros cuadrados cuesta solamente de construcción (sin terreno ni otros gastos) poco más de \$ 1.175.000, lo que son unos 59.000 dólares.<sup>4</sup>*

### **Estructura del Costo**

*La distribución paramétrica del costo del metro cuadrado de construcción en las diferentes tipologías de viviendas consideradas incluye cuatro ítems relevantes. En materiales la incidencia es de 40,32%; la mano de obra se lleva el 27,65%; las leyes sociales el 20,45% y los beneficios directos de la empresa son el 11,58 %.*

*En lo que hace al detalle del aumento el producto que más subió durante el año fue el hidrófugo, con el 25,58% seguido por el ladrillo de prensa con un 23,35% y la mano de obra que aumento el 22%.*

*Para la comparación de valores, se tomó el mes de diciembre de 2010 como base 100, de acuerdo a la resolución del INE para el registro de cambios del IPC.*

*El detallado trabajo de la arquitecta Rainusso establece que el costo de una vivienda económica aislada por metro cuadrado de construcción es en enero de 2012 de \$ 21.372, mientras que el mismo mes de año pasado costaba 18.495.<sup>4</sup>*

La importante suba de precios de los materiales mencionados (esenciales para la construcción tradicional) y sumado al incremento de los salarios con sus correspondientes leyes sociales, son factores que inciden de manera directa en el aumento del precio de la construcción tradicional.

El presente trabajo busca indagar sobre nuevas tecnologías de la construcción en nuestro medio. Se plantea el estudio del sistema constructivo Steel Framing en momentos de altos precios de la construcción tradicional.

<sup>4</sup> [http:// revistapropiedades.com.uy](http://revistapropiedades.com.uy)

## **B) ANALIZAR EL SISTEMA CONSTRUCTIVO STEEL FRAMING**

### **4.B.1 – CARACTERISTICAS DEL STEEL FEAMING**

#### **Definición**

La palabra steel framing deriva de la una muy parecida: Steel Frame. Esta última si la traducimos literalmente significa marco de acero; por lo tanto se puede decir que steel framing es el proceso en el cual se generan o vinculan estos marcos de acero.

#### **Generalidades**

La principal característica del Steel framing es su estructura constituida por perfiles de acero galvanizado. Dichos perfiles son de bajo espesor y son obtenidos por un proceso de conformación en frío.

Este sistema está formado por la unión de diversos elementos individuales los cuales resisten las cargas trabajando de manera conjunta.

Una de sus principales características es la rapidez de colocación en seco y su ligereza. También es importante destacar la gran versatilidad del sistema y su capacidad de aislación térmica.

La resistencia del sistema se logra a través de la forma de la sección de las piezas de acero, dicha forma se obtiene fácilmente debido a la facilidad de conformar el acero en frío.

Es importante destacar su durabilidad si lo comparamos con paneles construidos con estructura de madera.

Los perfiles de acero galvanizado se utilizan para conformar paneles estructurales y también no estructurales, vigas secundarias, vigas de piso, cabios de techo y demás componentes.

Los espesores de la chapa de acero van desde 0.6 mm hasta 3.5 mm, su límite elástico mínimo es de 250 N/mm<sup>2</sup> y su resistencia a la tracción mínima es de 330 N/mm<sup>2</sup>.

Es importante destacar la propiedad anticorrosiva de estos perfiles la cual se consigue mediante un galvanizado en caliente, con un recubrimiento de cinc de 275 g/m<sup>2</sup> por ambas caras.

Los espesores mínimos de la chapa así como el tipo de unión son establecidos de acuerdo a reglamentos nacionales o internacionales (como el Instituto Americano del Hierro y el Acero, AISI).

Dichos espesores se verifican para que resistan las cargas de viento y sismos.

Estudios realizados en Estados Unidos comprueban que las casas de estructura de acero tienen buenos resultados frente al viento; su bajo peso hace que su

comportamiento frente a sismos sea excelente.

Dada su ligereza estructural dicho sistema se integra fácilmente a cualquier construcción existente, por lo tanto es apropiado para ampliaciones o reformas. También es adecuado para la construcción de cubiertas ligeras así como cerramientos industriales.

### **Estandarización**

La estandarización de este sistema apunta a la reducción de costos por producción masiva de perfiles y a lograr técnicas estándares a la hora de construir. El número de perfiles deberá ser limitado, de manera que con pocos elementos sea posible lograr construcciones variadas.

Basado en esto, se han diseñado un grupo limitado de perfiles y los fabricantes han adoptado formas y medidas semejantes. Esta es una de las razones que han favorecido al éxito del sistema.

## **4.B.2 - MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **Fabricación en Obra**

Mediante este método de construcción los perfiles y paneles son cortados y montados en obra. Es común el uso de esta técnica en lugares en donde la prefabricación no es viable. Se puede decir que dicho método aumenta el costo de la mano de obra así como los desperdicios debido a los cortes.

### **Método por paneles prefabricados**

Los paneles pueden ser prefabricados en obra y montados en el sitio de la construcción.

Los tabiques y subsistemas se conectan en obra mediante técnicas convencionales utilizándose tornillos autoperforantes, punta de mecha, etc.

Este método tiene varias ventajas sobre el anterior: agiliza el montaje y minimiza los trabajos en obra, también logra mayor precisión en cuanto a las dimensiones (debido al montaje en la planta de fabricación).

### **Método de construcción de módulos**

Con este método constructivo las unidades modulares llegan listas para ser ensambladas en obra. Dichos módulos son prefabricados por completo ya que contienen en su interior todas las instalaciones sanitarias y eléctricas así como revestimientos y artefactos.

## **4.B.3 - APLICACIONES DEL SISTEMA**

### **Como elemento primario**

Este sistema puede ser utilizado en todo tipo de programas arquitectónico debido a su gran flexibilidad de diseño (vivienda, oficinas, hotelería, comercio, etc.). Por ser un

sistema abierto es posible usarlo para la conformación de cualquier tipo de edificio, existiendo construcciones de hasta 5 niveles.

### Como elemento secundario

El Steel framing puede ser utilizado como elemento secundario de estructuras convencionales, ya sea hormigón, mampostería, acero laminado en caliente, etc. (tanto para paredes como para cubiertas).

Otra posible aplicación de este sistema es la ampliación de estructuras y rehabilitación, debido a su bajo peso.

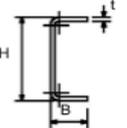
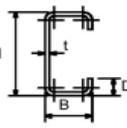
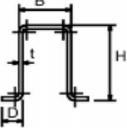
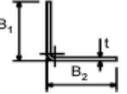
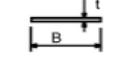
### 4.B.4 - COMPONENTES DEL SISTEMA STEEL FRAMMING

El sistema esté integrado por cinco conceptos: La estructura, las particiones interiores, el acabado, subsistemas y las conexiones.

#### 4.B.4.1 - La estructura

Está compuesta por perfilaría de acero galvanizado conformada en frío y unida mediante tornillos o soldada. El proceso de conformación en frío permite utilizar gran variedad de secciones diferentes optimizando la estructura.

En este sistema se utilizan muy pocas veces elementos aislados tales como vigas, columnas o pórticos; siendo las cargas distribuidas en forma uniforme en los perfiles ubicados a distancia modular.

SECCIÓN TRANSVERSAL	Designación	Utilización
	Perfil U $H \times B \times t$	Solera Puntal Bloqueador Cenefa Aliesador
	Perfil C $H \times B \times D \times t$	Montante Viga Puntal Aliesador Bloqueador Correa Cableo Larguero
	Perfil Galera $H \times B \times D \times t$	Correa Larguero Puntal
	Angulo Conector $B_1 \times B_2 \times t$	Conector Aliesador Puntal
	Cinta Fleje $B \times t$	Riostras Tensores Diagonales

## **Fundación**

La fundación debe ser continua ya que la carga se distribuye uniformemente a lo largo de los paneles estructurales. Dicha fundación (si la comparamos con otro tipo de construcciones) será menos exigida debido a la liviandad del sistema.

La estructura deberá estar firmemente anclada a la fundación de manera que el edificio resista la presión del viento.

### **Paneles Estructurales o autoportantes:**

Los paneles estructurales están sometidos a cargas verticales de entresijos, cubierta y de otros paneles así como a cargas horizontales como la del viento.

Los paneles tienen que resistir por lo tanto las cargas del propio peso de la estructura, sus componentes constructivos y las sobrecargas por el uso.

Estos paneles están compuestos por perfiles verticales llamados montantes (perfil C) y por perfiles horizontales llamados soleras (perfil U).

Los perfiles utilizados en este sistema son similares entre sí al comparar los distintos fabricantes.

La distancia entre los montantes es generalmente de 40 cm o 60 cm y está determinado por las solicitaciones del caso. Cuanto menor sea la separación entre montantes mayor será la carga.

### **Revestimientos estructurales en madera**

Los paneles de madera vienen en varios espesores, en general no menores de 9,5 mm. Su resistencia estructural les permite ser componentes estructurales de pisos y paredes.

Dichos paneles están compuestos de fibras de madera orientadas en múltiples sentidos, encolados con adhesivos fenólicos que resisten la humedad. Un ejemplo son las láminas de viruta OSB.

#### **4.B.4.2 - Las particiones interiores**

Las particiones interiores están hechas con placas de yeso, estas se colocan sobre esqueleto el metálico. Se caracteriza por su calidad en el acabado.

### **Paneles no Estructurales:**

Los paneles no estructurales no soportan cargas, solo el peso de sus componentes. Funcionan como división interna en los edificios. Los perfiles utilizados para paneles divisorios son menores que los perfiles de los paneles estructurales. Pero si es un panel divisorio externo se recomienda usar los mismos perfiles que los usados en los paneles estructurales.

#### **4.B.4.3 - Cerramientos - Acabado**

Los cerramientos para este sistema deberán ser modulares, de esta manera se logra mayor grado de industrialización de la construcción y mayor aprovechamiento en el uso de placas de revestimiento. Las dimensiones más comunes son 1,20 m de ancho por 2,40 m de largo. También deberán ser livianos ya que es una de las principales características del sistema.

Los cerramientos deberán cumplir ciertos requisitos y criterios de habitabilidad como por ejemplo el confort termo-acústico, el confort visual, durabilidad, estanqueidad, seguridad estructural e higiene entre otras. Se han desarrollado varios materiales que cumplen con estas condiciones.

#### **Revestimientos en placas de yeso-cartón**

Las placas de yeso en general son de 10, 12 y 15 mm de espesor.

Los revestimientos interiores de los tabiques (ya sean portantes o no) son generalmente de placas de yeso recubiertos en sus dos caras por cartón delgado. Este recubrimiento le da mayor consistencia al yeso ya que este es vulnerable a ralladuras y golpes.

Si lo comparamos con los paneles de madera su rigidez es menor, debido a esto algunos profesionales prefieren no usarlos como elementos para la estabilidad de las construcciones.

De todas formas dicho material es excelente para el revestimiento interior ya que regula la humedad contribuyendo al confort de las viviendas.

Otra cualidad de de estas placas de yeso es su buena aislación frente al fuego. Esto se debe a que dicho material contiene gran cantidad de agua en su composición molecular.

#### **Otros revestimientos**

Existen diversos paneles y formas de revestimientos, tales como los de acero, los revestimientos vinílicos decorativos, las placas tipo fibro-cemento, los machimbres de madera entre otros

El acabado exterior se realiza con paneles hidrófugos sobre el cual se aplica cualquier tipo de terminación.

#### **4.B.4.4 - Subsistemas**

Estos subsistemas incluyen: aislación termoacústica, instalaciones eléctricas e hidráulicas. Para que el sistema funcione de la mejor manera los subsistemas deberán estar correctamente interrelacionados y los materiales deberán ser los adecuados.

#### **4.B.4.5 - Las Conexiones**

El Steel framing es un sistema de elementos conectados entre sí, por lo tanto será de serán de gran importancia que las conexiones sean confiables. Las conexiones con

tornillo son las más comunes en nuestro medio. Dichos tornillos deberán dimensionarse según la exigencia de la conexión y será conveniente que sean de 10 mm a 12 mm más largos que el espesor total a conectar.

Aunque no sea común en nuestro medio, es posible emplear uniones soldadas para la construcción de paneles. Este método es implementado básicamente en industrias de los EE.UU.

Las soldaduras deberán ser efectuadas por soldadores calificados ya que hacerla sobre perfiles delgados ofrece mayores dificultades.

Con este método se logran conexiones de mayor fuerza en menor espacio que los tornillos. Las uniones deberán ser tratadas por galvanizado en frío para lograr mantener la protección.

Las conexiones entre los perfiles también podrán hacerse utilizando clavos de acero de alta resistencia instalados con pistola neumática. También es posible realizarla con remaches comunes, tornillos con tuerca, etc.

#### **4.B.5 - VENTAJAS Y DESVENTAJAS STEEL FRAMING**

Como la mayoría de las cosas, el sistema de construcción steel framing tiene ventajas y desventajas a la hora de su aplicación. Cuando se piensa construir utilizando este sistema es importante tenerlas en cuenta.

##### **4.B.5.1 - VENTAJAS**

###### **Tiempo de obra:**

Si lo comparamos con el método de construcción tradicional los plazos se reducen notoriamente. La velocidad del montaje en obra se debe al uso de materiales prefabricados y a que muchas de las tareas se pueden realizar en forma simultánea.

###### **Costos**

Como mencionamos anteriormente este sistema reduce los plazos de ejecución, a su vez se reduce la cantidad de mano de obra necesaria para los trabajos. El desperdicio de materiales disminuye ya que el método está sujeto a un cálculo preciso por unidad y no por volumen. Todos estos factores hacen que construir con este sistema sea más barato que con el tradicional.

###### **Limpieza**

El uso de materiales livianos reduce de manera considerable los espacios de acopio. La no utilización de materiales a granel (que fraguan en presencia del agua) favorece a la limpieza de la obra.

###### **Ejecución y reparaciones**

Los trabajos de ejecución y reparación de ductos de las diferentes instalaciones son más sencillos si lo comparamos con el sistema tradicional. Los ductos de electricidad, agua, gas y teléfono pasan a través de orificios en el alma de los perfiles, sin tener que

picar paredes. La reparación de los ductos es más sencilla debido a la facilidad en la detección y acceso a las pérdidas. Otra ventaja es que no hay posibilidad de ataques por álcalis de morteros.

### **Versatilidad**

El sistema puede ser el único elemento estructural o combinarse con otros sistemas de construcción. Admite una gran variedad de terminaciones tanto interiores como exteriores. Después de terminadas las obras la disposición puede ser modificada ya es totalmente desmontable y reciclable.

### **Confort Térmico**

La capacidad de de aislación térmica es buena, debido a que puede recurrirse a diferentes aislantes con distintos espesores aprovechando el concepto de muro hueco.

### **Durabilidad**

El acero galvanizado es un material muy duradero, no es atacado por termitas ni por otros animales, es inorgánico, no propaga el fuego y tiene bajo mantenimiento.

### **Calidad**

Los materiales utilizados en el Steel Framing cuentan con certificados 9001 y cumplen con los requerimientos de defensa civil, bomberos y distintos entes reguladores de cada área.

## **4.B.5.2 - DESVENTAJAS**

### **Estigmas**

En América Latina los sistemas prefabricados son frecuentemente asociados a viviendas de escasos recursos, ayudado por la percepción de debilidad de las estructuras livianas y de la debilidad de estas estructuras frente al fuego.

### **Vibraciones y ruido**

El sistema tiene menor aislación (si lo comparamos con nuestro sistema tradicional) frente a vibraciones y ruidos. En ocasiones esto obliga a construir con sistemas mixtos teniendo como resultado la pérdida de ligereza.

### **Modulación que establece el sistema**

La escasa variedad de modelos o la limitación de usar módulos fijos dificulta modificar el diseño (pañes de cierta altura o largo normalizados). Con la construcción tradicional este modulo esta dado por el tamaño del ladrillo o bloque usado en la mampostería.

### **Cantidad de niveles**

Según la información recabada, un edificio construido con este sistema puede tener como máximo 5 niveles de altura.

## Costo de perfiles galvanizados

Otro dato a tener en cuenta es el elevado costo de los perfiles galvanizados.

## Conductividad del acero

Debido a la gran conductividad del acero su eficiencia térmica no es buena. Para resolver este problema se utiliza la aislación térmica para evitar puentes térmicos.

## Mano de obra especializada

Este sistema constructivo necesita de mano de obra especializada para ser llevado a cabo. La falta en de empresas con experiencia en el tema puede resultar un inconveniente.

## 4.C - ESTUDIO DE UN CASO EN NUESTRO MEDIO



El sistema constructivo de las viviendas de nuestro país sigue siendo la tradicional estructura de hormigón armado (viga, pilar y losa) con cerramientos de mampostería unidos con mezcla. Algunos se atreven a usar el techo liviano, casas de madera, piedra, o con techos de quincho. En los últimos años han aparecido otras formas de construcción como el sistema Steel Framing; sistema que resulta innovador en nuestro país pero que forma parte de los sistemas tradicionales en lugares como EEUU y Europa.

Para tener un conocimiento más próximo de este sistema visitamos una obra en proceso de construcción por la empresa Steel Framing Uruguay. Es una vivienda ubicada en la Costa de Oro, más precisamente en el Pinar, Calle 2 y rambla Punta Pinare.

El objetivo principal de la visita fue recabar más información acerca de este método constructivo, poder corroborar (en la medida de lo posible) muchos de los datos obtenidos en libros y fichas técnicas. Dicha visita fue fundamental para observar y entender el proceso de construcción de la estructura metálica así como el proceso de configuración de la envolvente (colocación de paneles, pasajes de cañerías, etc.)

#### **4.C.1 - Características de la obra**

El área total de la vivienda es de 108 m<sup>2</sup> repartidos en dos niveles.

La casa se construyó completamente con el sistema Steel Framing, la totalidad de su estructura (a excepción de la fundación) está hecha con perfiles galvanizados.

#### **4.C.2 - Componentes de la obra**

##### **Fundación**

Se construyó una platea de hormigón armado sobre la cual se apoyaron los paneles. Previo a su llenado se colocaron las cañerías de instalación sanitaria y vigas de hormigón armado perimetrales. Debajo de ella se colocó un film de polietileno como aislación hidrófuga.

##### **Paredes Exteriores**

Las paredes exteriores están terminadas con módulos de placas cementicias, y su estructura está compuesta por montantes y solares colocados cada 40 cm (unidos entre sí mediante tornillos auto-perforantes). Según el arquitecto de la obra los paneles deben estar bien arriostrados si queremos que la estructura trabaje correctamente. La terminación interior de estas paredes es de placas de yeso pintada, se utilizó lana de vidrio como aislante térmico y barrera de vapor.

##### **Entrepisos**

Los entrepisos son resueltos con los mismos perfiles (aunque de mayor alma) colocados cada 40 cm. Sobre ellos se coloca un multilaminado fenólico y la aislación acústica (también a base de lana de vidrio).

##### **Paredes interiores**

Su estructura está formada por soleras y montantes colocados cada 60 cm; mientras que su terminación es de placas de yeso fijadas con tornillos auto-perforantes.

##### **Cubierta**

El techo fue resuelto con correas y cabriadas de acero galvanizado, paneles de madera multilaminados, aislación hidrófuga, aislación térmica y placas cementicias en el exterior.

#### **4.C.3 - Duración de la Obra**

La obra está siendo construida por 4 personas, de las cuales 2 son peones y 2 son oficiales especializados.

El tiempo de ejecución total de la vivienda (estimada por el arquitecto de Steel Framing Uruguay) es de 3 meses y medio. Pudimos confirmar que la utilización de este sistema reduce considerablemente los tiempos de obra, ya que al momento de nuestra visita esta mostraba grandes avances con solo 1 mes y medio de trabajo. Si observamos la casa desde afuera ésta estaba prácticamente terminada; los trabajos estaban

concentrados en la colocación de las instalaciones sanitarias y eléctricas dentro de los paneles.

#### 4.C.4 - Costos de la Obra

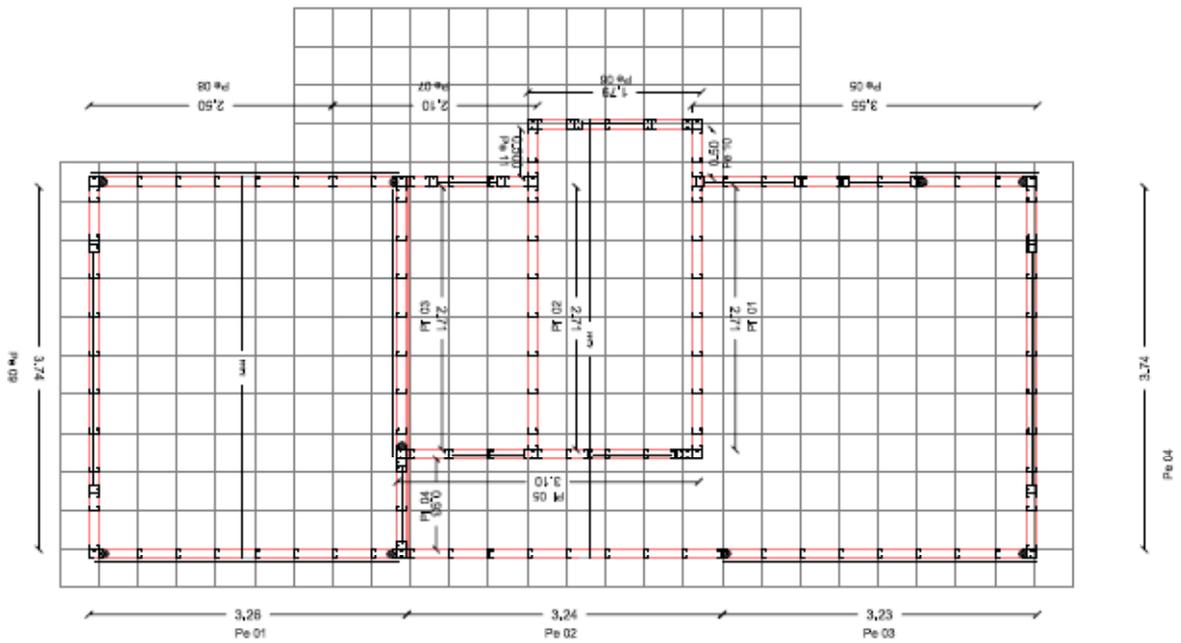
El Steel Framing reduce los tiempos de construcción, minimiza los desperdicios (cálculos por unidad y no por volumen) y como señalamos anteriormente requiere de poca mano de obra. Si lo comparamos con el sistema tradicional en nuestro país podemos decir que su costo total es menor (aunque el precio de los perfiles galvanizados sea elevado). Según el arquitecto de la obra la rapidez en la ejecución permite un rápido giro del capital invertido (esto hace que el sistema sea muy atractivo para los inversores).

#### 4.C.5 - Estructura y Cálculos

Los cálculos para la estructura de la vivienda fueron hechos por el ingeniero principal de la firma Steel Framing Uruguay. Fue la persona responsable de decidir la dimensión de ciertas piezas, el tipo y cantidad de uniones a utilizar, la cantidad de aberturas a colocar, el uso o no de cruces de San Andrés, etc. El estudio de todos estos elementos fue fundamental para lograr el correcto funcionamiento de la estructura.







PLANTA DE VIVIENDA / Proyecto sobre cuadrilla para facilitar armado de la estructura metálica

## 5) OBJETIVO ESPECÍFICO:

### ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL ACERO GALVANIZADO

A continuación se detallará como deben ser los encuentros, anclajes, empalmes, arriostramientos y las dimensiones necesarias de las piezas de acero galvanizado para el correcto funcionamiento del sistema.

El estudio se subdividirá en tres partes.

#### A) Perfiles en pisos

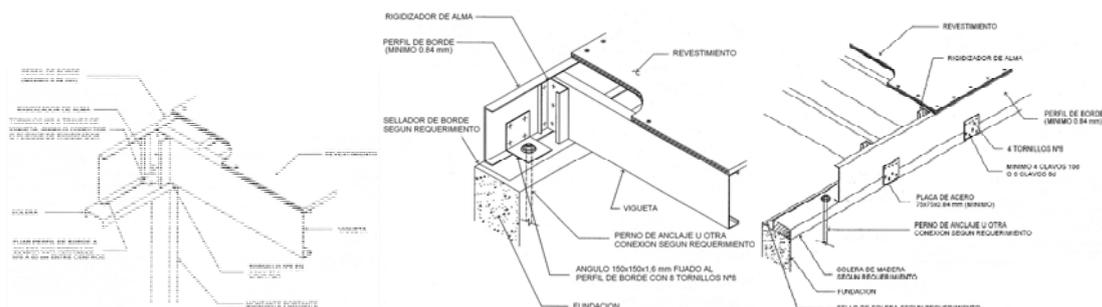
#### B) Perfiles en muros

#### C) Perfiles en techos

### 5.A - PERFILES EN PISOS

#### 5.A.1 - Apoyo de perfiles

De acuerdo a como indican las imágenes los perfiles de los pisos se anclarán a la fundación, muros estructurales ó soleras de madera.



- 1- Conexión estructural piso muro
- 2- Conexión piso con fundación
- 3- Conexión de piso solera de madera

#### 5.A.2 - Viguetas de piso

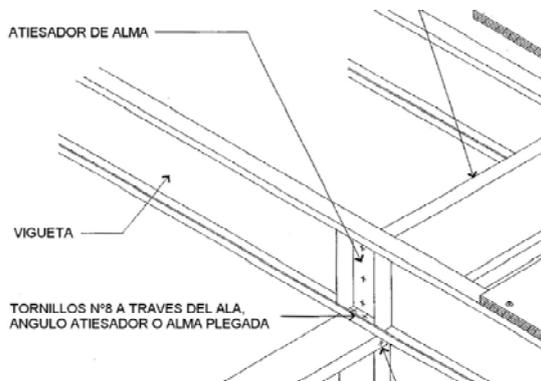
Las vigas de piso deben apoyarse 38 mm al menos en los soportes extremos y en 90 mm para apoyos en muros interiores.

El espesor mínimo de las soleras de apoyo deben ser 0,84 mm.

#### 5.A.3 - Atiesadores de apoyo

Los atiesadores de apoyo serán colocados en todos los apoyos de las viguetas de piso (como indica la imagen).

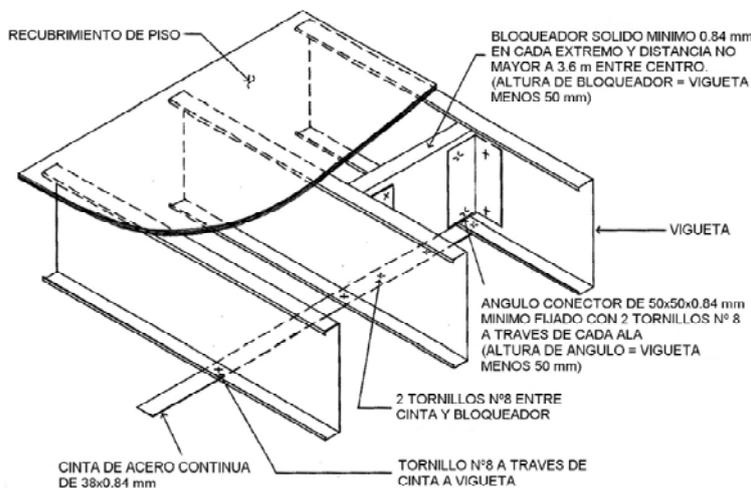
Serán fabricados por perfiles del tipo U de espesor mínimo 1,2 mm ó del tipo C con un espesor mínimo de 0,84 mm. Su largo deberá ser igual a la altura del perfil que atiesa, deberá fijarse a todo el alto del alma del perfil con tornillos N° 8.



#### 5.A.4 - Arriostramiento y bloqueo de vigas

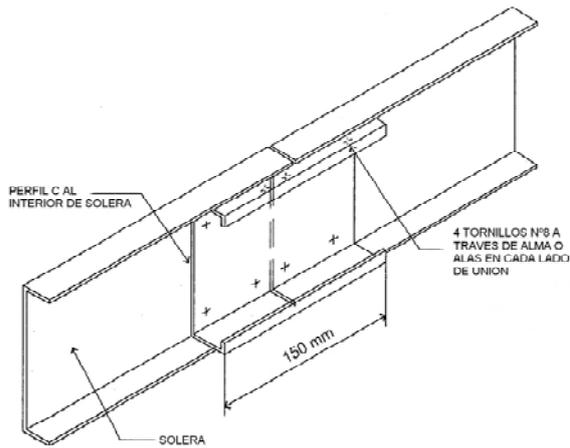
Las alas superiores de viguetas serán arriostradas lateralmente por el revestimiento de los pisos (diafragmas). Si estas viguetas exceden luces de 3,60 m deberán ser arriostradas en sus alas inferiores. Se podrán colocar cintas (flejes) de acero como indica la figura; sus dimensiones mínimas serán de 0,84 mm de espesor y 38 mm de ancho. Estas cintas deben ser fijadas al ala inferior de la vigueta y al bloqueador con tornillos N° 8. ( como muestra la imagen)

El bloqueador se instalará entre viguetas en una distancia máxima de 3,60 m.



#### 5.A.5 - Empalmes de viguetas

Si la viguetas deben ser empalmadas se hará con un elemento de igual o mayor resistencia y con un diseño aprobado por un profesional con experiencia en estructura.



## 5.B - PERFILES EN MUROS

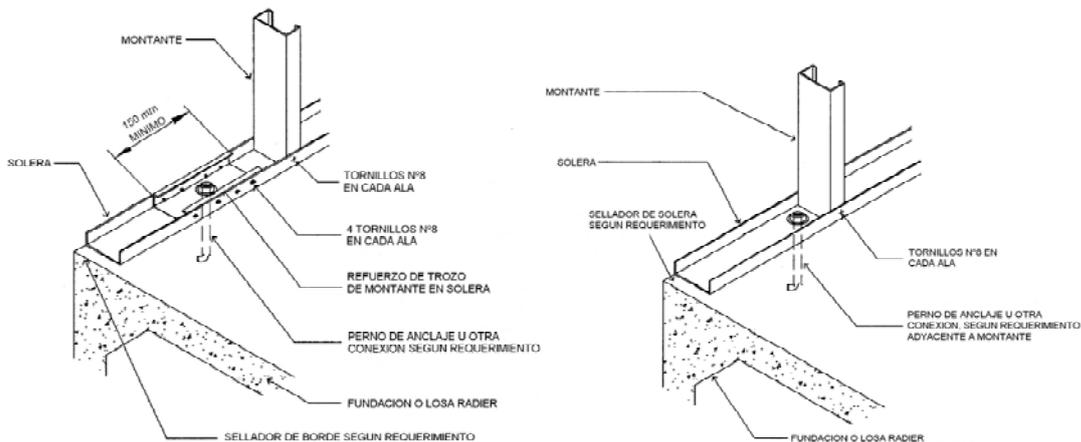
### 5.B.1 - Los montantes

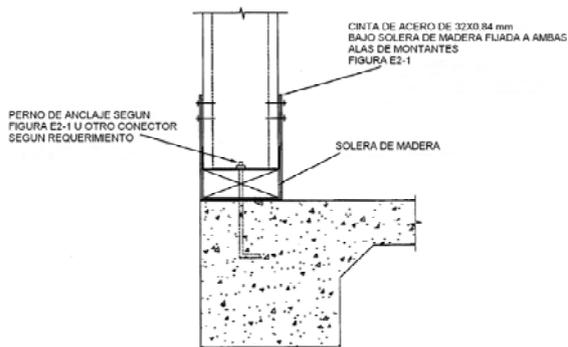
El cálculo estructural determinará las dimensiones de los montantes de los muros exteriores. Estarán determinados por las solicitaciones provenientes del peso propio, sobrecargas y cargas eventuales. Estos deberán verificar para los casos de carga crítica.

En muros exteriores los montantes deben verificar para el caso de compresión (o succión) combinado con la flexión originada por el viento.

Para el caso de tabiques interiores conviene verificarlos para al menos una diferencia de presiones de 0,15 kN/m<sup>2</sup> que pueden producirse entre las habitaciones.

Las siguientes imágenes muestran las diferentes formas de conexión entre los perfiles del muro y la fundación.





Las soleras (tanto superiores como inferiores) deben tener al menos el mismo espesor que los montantes de pared.

Los anclajes que se ven en las figuras deberán resistir las cargas transversales.

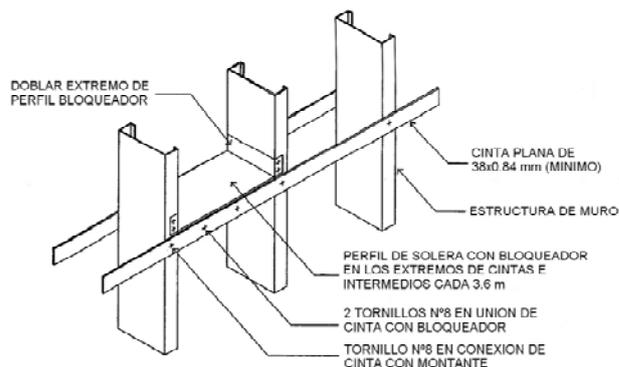
Si bien el revestimiento en muros confiere mayor resistencia algunos calculistas prefieren no tener en cuenta su contribución. Esto se debe al peligro que representa el hecho de que en algún momento sean retirados para cambiarlos.

### 5.B.2 - Arriostramiento de montantes

Las alas de montantes estructurales deben ser arriostradas lateralmente preferentemente de acuerdo al siguiente método:

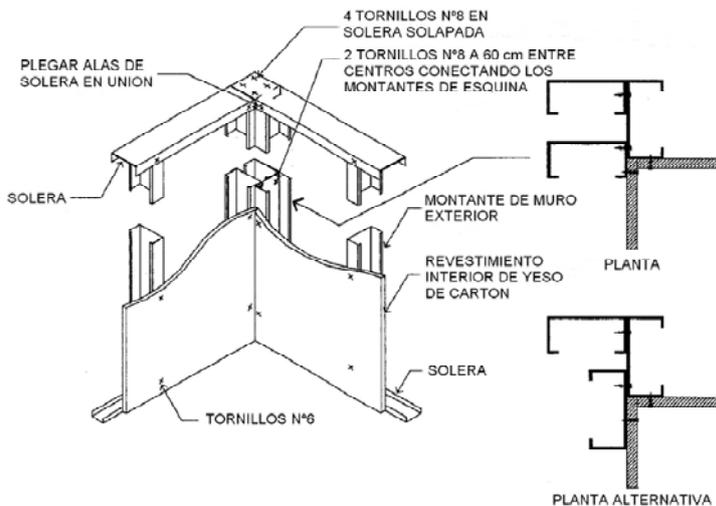
Deben colocarse cintas (flejes) de acero fijadas al montante (de acuerdo a la Figura) en ambas caras, en la altura media de 2,40 m y en un tercio de la altura en muros de más de 2,40 m, hasta un máximo de 4 m. Las cintas de acero horizontales deben ser no menos de 38 mm de ancho y de un espesor de no menos de 0,84 mm. Estas cintas deben ser fijadas a ambas alas del montante con tornillos número 8.

Se deben instalar en este sistema de riostras, elementos bloqueadores entre dos montantes contiguos en los extremos de estas líneas de cintas y bloqueadores intermedios a no más de 3,60 m a lo largo de dichas cintas.



### 5.B.3 - Estructuración de encuentros

En muros estructurales los montantes de encuentro de esquina y de la solera superior deben ser instalados de acuerdo con la Figura

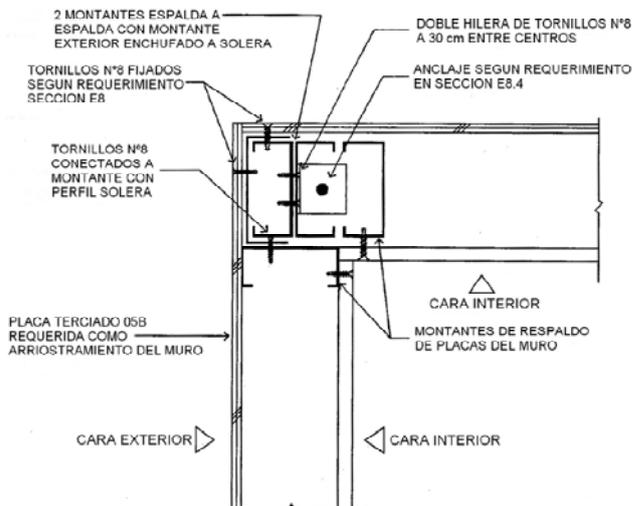


#### 5.B.4 - Arriostramiento de muro

Los muros exteriores deben ser arriostrados para proveer una resistencia lateral en el plano del muro contra la acción del viento y del sismo. Se emplean cintas diagonales de acero o revestimientos estructurales.

#### 5.B.5 - Arriostramiento de cintas en X

Las riostras en diagonal en X deben ir en ambas caras de los montantes y sus conexiones deben ser diseñadas e instaladas de acuerdo con un diseño aprobado. En zonas de fuertes vientos o sismos, todos los muros portantes deben llevar al menos un arriostramiento de este tipo. En zonas no sísmicas o de vientos moderados, podrá eliminarse esta exigencia de arriostramientos de cintas siempre que los revestimientos garanticen la estabilidad lateral de la estructura.



#### 5.C - CONSTRUCCIÓN DE TECHOS

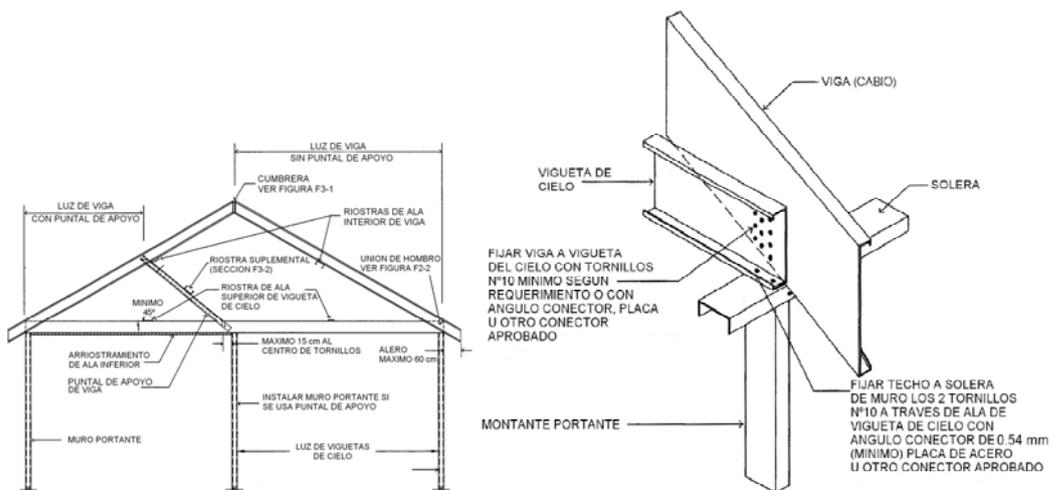
La estructuración de los techos de este tipo de viviendas a dos aguas, con pendientes de entre 25 y 100%, se realiza por medio de cabios que se instalan alineados con los montantes de los muros que soportan al techo. Al nivel del cielorraso se instalan

viguetas horizontales que se unen en sus extremos a los cabios.

### 5.C.1 - Viguetas de cielo

Las viguetas de cielo deben tener el tamaño y espesor que resulte de su cálculo estructural. Al determinarse el tamaño de las viguetas de cielo debe tenerse en cuenta el apoyo lateral del ala superior de las mismas.

Las viguetas de cielo deben tener apoyos de un largo de no menos de 38 mm y deben estar conectados a los cabios de acuerdo con la Figura.



### 5.C.2 - Arriostramiento del ala inferior de viguetas de cielo

Las alas inferiores de las viguetas de cielo deben ser arriostradas lateralmente por la instalación de revestimientos de yeso-cartón o cintas de acero continuas, en posición perpendicular a las viguetas de cielo.

Las alas superiores de las viguetas de cielo deben ser fijadas o arriostradas lateralmente con los siguientes perfiles:

1. Perfiles C, no menos de 0,84 mm de espesor.
2. Perfiles solera, no menos de 0,84 mm de espesor.
3. Cinta de acero, no menos de 38 mm x 0,84 mm.

### 5.C.3 - Empalme de viguetas de cielo

El empalme de las viguetas de cielo es permitido siempre que esas uniones estén soportadas en puntos de apoyo interiores. Estos empalmes no convierten a la viga en continua y deben estar apoyados en otros elementos estructurales de soporte, tales como muros o montantes.

### 5.C.4 - Cabios de techo

Los cabios de techo de perfiles tipo C con pestaña (tipo vigas), deben tener dimensiones y espesor determinados de acuerdo con el diseño estructural de los mismos, en función de la luz horizontal proyectada del cabio. Para la determinación de

las dimensiones de los cabios, se permite reducir las luces de los mismos cuando se instala un puntal de apoyo en el cabio.

Los cabios deben ser verificados para soportar las cargas de los pesos propios del techo y de las cargas eventuales. Para el caso del viento, se considerarán las dos posibilidades de presión y de succión sobre el techo.

#### **5.C.5 - Conexiones de cabios con viguetas de cielo y cumbrera**

Los cabios deben estar conectados a las viguetas de cielo que están en el mismo plano, a fin de constituir una unión firme entre las paredes exteriores y el techo.

#### **5.C.6 - Arriostramiento del ala inferior de los cabios**

Las alas inferiores de los cabios deben ser arriostradas lateralmente a una distancia no mayor de 2,40 m medidos a lo largo de los cabios.

## **6 - CONCLUSIONES**

Si comparamos el sistema constructivo Steel Framing frente a la construcción tradicional no cabe duda mencionar que ha introducido mejoras en los plazos, costos, calidad y medio ambiente.

Este último aspecto ha tomado un papel relevante en los últimos años. Podemos decir que la construcción en Steel Framing es una solución más sostenible si la comparamos con el sistema tradicional ya que supone una mayor economía de materiales y de energía. Esto es ayudado por la facilidad de desmontaje de las piezas de acero galvanizado y el hecho de que son reciclables.

Es importante aclarar que existen ventajas e inconvenientes a la hora de construir con este sistema y que dependiendo del programa lo hacen más o menos acertado.

Si hablamos de los costos directos, este método no tiene ninguna ventaja con respecto al tradicional debido al alto precio del acero galvanizado en nuestro país. Según la información recabada, también se puede decir que un edificio construido con este sistema puede tener como máximo 5 niveles de altura.

Como ya mencionamos el Steel framing es un sistema de elementos conectados entre sí, por lo tanto es de gran importancia que las conexiones sean confiables. Hemos detallado como deben ser los encuentros, apoyos, anclajes, empalmes, arriostramientos y las dimensiones necesarias de las piezas de acero para que el sistema funcione correctamente. Los perfiles deberán tener el tamaño y espesor que resulte de su cálculo estructural.

Es preciso decir que cada proyecto deberá ser independiente, evitando generalidades e improvisaciones en el armado de la estructura.

Su resistencia a la deformación se logra a través de la forma de la sección de las piezas de acero. La unión de dichas piezas y el trabajo en conjunto son

fundamentales para su estabilidad.

También es importante que las cargas sean distribuidas uniformemente en los perfiles ubicados a distancia modular.

Para proyectos donde hay una clara modulación el uso de este sistema es muy rentable ya que podríamos asimilarlo a una cadena de montaje. La estandarización de este sistema apunta a la reducción de costos por producción masiva de perfiles de acero galvanizados.

Es importante el hecho de que se han diseñado un grupo limitado de perfiles y que los fabricantes han adoptado formas y medidas semejantes. Esta es una de las razones que han favorecido al éxito del sistema. Otro aspecto a destacar es su versatilidad. Dada la ligereza de su estructura se integra fácilmente a cualquier construcción existente. El sistema puede ser el único elemento estructural o puede combinarse con otro.

Como ya hemos mencionado este sistema reduce los plazos de ejecución, a su vez reduce la cantidad de mano de obra necesaria para los trabajos. El desperdicio de materiales también disminuye ya que el método está sujeto a un cálculo preciso por unidad y no por volumen.

En Uruguay no existe aún una cultura de la construcción ligera; esta es frecuentemente asociada a viviendas de escasos recursos (ayudado por la percepción de debilidad de las estructuras livianas), no obstante, para obras de pequeña y mediana escala podemos decir que el Steel Framing es una buena solución siempre y cuando contemos con mano de obra capacitada.

De acuerdo a toda esta información podemos decir que el Steel Framing es un sistema con grandes posibilidades de crecimiento en nuestro medio; sobre todo en momentos en que el valor de la mano de obra y la suba de precios de los materiales eleva los costos de la construcción tradicional.

## 7 – BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Ingeniería de Steel Framing. Roberto C. G. Dannemann. Universidad de Chile.
- Introducción al Sistema Constructivo Steel Framing" Arq. Esteban Jáuregui
- [www.steel framing.com.uy](http://www.steel framing.com.uy)
- [www.steel framinguruguay.com](http://www.steel framinguruguay.com)
- Sistema constructivo Steel Frame. Entramado de acero de bajo espesor. Arq. Ana Mireya Fong Chan
- Análisis PwC: aumentos salariales impulsan costo de construcción. [Elespectador.com](http://Elespectador.com)
- [www.cronicas.com.uy/hnnoticia](http://www.cronicas.com.uy/hnnoticia)
- [www.masterhomes.com.uy](http://www.masterhomes.com.uy)
- [www.revistapropiedades.com.uy](http://www.revistapropiedades.com.uy)
  
- [www.prontoyeso.com.uy](http://www.prontoyeso.com.uy)
- [www.Alacero.org](http://www.Alacero.org) (Asociación latinoamericana del acero)
- [www.EPSEB.upc.edu](http://www.EPSEB.upc.edu) ( Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona)
- [www.constructora-ernst.com.uy/steel-framing](http://www.constructora-ernst.com.uy/steel-framing).
- [www.steel framing.org](http://www.steel framing.org)

