



ESCUELA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES Y DOMÓTICA

IMPLEMENTACIÓN DE PLANCHAS DENSGLASS EN PAREDES  
EXTERNAS DE LA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL CON  
ESTRUCTURA GALVANIZADA.

AUTOR

Marco Vinicio Velasco Pinchao

AÑO

2018



ESCUELA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES Y DOMÓTICA

IMPLEMENTACIÓN DE PLANCHAS DENSGLASS EN PAREDES EXTERNAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL CON ESTRUCTURA  
GALVANIZADA.

“Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de Tecnólogo en Construcción y Domótica”

Profesor Guía

Arq. Patricio Herrera Delgado

Autor

Marco Vinicio Velasco Pinchao

Año

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Arq. Patricio Herrera Delgado  
Arquitecto  
CI: 170357711-2

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Jorge Celiano Rosero Núñez  
Arquitecto  
C.I: 1705248449

## **DECLARACIÓN DE LA AUTORIA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se ha citado de fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen de los autores vigentes”

---

Marco Vinicio Velasco Pinchao  
CI: 1715006514

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy infinitas gracias a Dios y a la vida por la oportunidad de demostrar quién soy y a mi familia por apoyarme y haber confiado en mí.

Gracias a la Universidad de las Américas, y a todo el grupo de docentes que supieron impartir sus conocimientos durante la carrera, a mis compañeros y amigos colaboradores.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor, esfuerzo dedico el presente trabajo a las personas que han sido mi fortaleza y centro de mi vida y han hecho posible culminar con el proyecto trazado, los aprecio mucho.

Mi esposa Maribel y mis dos criaturas  
Alan y Amelia

## RESUMEN

El sistema que se plantea en el siguiente estudio investigativo el mencionado Steel Framing, que siendo una tecnología antigua, realizada con total normalidad en otros países, se está implementando en nuestro medio como una técnica nueva e innovadora, un sistema vinculado a las placas de revestimiento para formar paredes externas de las viviendas, refleja múltiples características, le da un perfil competitivo ante su rival, el método convencional de mampostería. Beneficios que hoy en día son primordiales, en el campo de la construcción mencionamos uno de muchos, el ahorro de tiempo en realización de proyectos constructivos que realizadas con perfilería Steel Frame y con las planchas de revestimiento que se traduce como ahorro de tiempo y dinero que son recursos a favor para quien los use.



## **ABSTRACT**

The system that arises in the following study Steel framing, which is an old technology, was carried out with total normality in other countries, is being implemented in our environment as a new and innovative, a system that will be attached to the cladding plates to form exterior walls of housing, great features, competitive profile before the rival, conventional method of masonry benefits that today are paramount, in the field of construction we mention one of many, saving time in the realization of constructive projects that it realizes with profiled Frame of steel and with the plates of lining that is translated like saving of time and money that are resources in favor for the use of the users.

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Formulación del problema .....	5
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo General .....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Alcance .....	6
<b>2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Sistema Steel Frame.....	8
2.2. Sistemas Constructivos .....	10
2.2.1. Sistema Constructivo con mampostería.....	11
2.2.2. Sistema constructivo con Steel Frame.....	12
2.2.3. Sistema constructivo con paneles para revestimiento .....	13
<b>3. CAPITULO III. DEFINICIÓN DEL SISTEMA</b>	
<b>STEEL FRAME.....</b>	<b>15</b>
3.1 Ventajas y características del sistema de estructura	
Steel Framing.....	17
3.2 Normativa acero galvanizado .....	18
3.2.1 Características de Resistencia Sísmica .....	19
3.2.2 Especificaciones técnicas del perfil.....	19
3.2.3 Cimentación .....	21
3.3 Diferencia de espesor entre perfilería.....	21
3.4 Diferencias estructurales.....	23
<b>4. CAPÍTULO IV. PROCESOS CONSTRUCTIVO</b>	
<b>STELL FRAME.....</b>	<b>25</b>
4.1 Área de cimentación y piso a implantarse .....	25

4.1.1	Equipo de seguridad .....	26
4.1.2	Herramientas y accesorios específicos del panel .....	26
4.2	Anclajes y fijaciones .....	27
4.2.1	Anclajes temporarios.....	28
4.2.2	Anclajes permanentes.....	28
4.2.3	Anclajes químicos .....	29
4.2.4	Anclajes metálicos de expansión .....	30
4.3	Distancia entre anclaje .....	30
4.3.1	Distancia de borde .....	31
4.3.2	Profundidad de empotramiento.....	31
4.4	Sistema de sujeción tornillos y anclajes .....	32
4.4.1	Composición .....	32
4.4.2	Resistencia a la corrosión .....	33
4.4.3	Tipos de cabezas .....	34
4.4.4	Tipos de punta .....	34
4.4.5	Descripción y usos .....	35
4.4.5.1	Recomendaciones de instalación .....	36
4.5	Modulación del sistema metálico.....	37
4.5.1	Solera Vano .....	40
4.5.2	Dintel.....	41
4.5.2.1	Distancia mínima requerida a los bordes y extremos.....	42
4.5.3	Formación de paneles.....	42
4.5.4	Rigidización de paneles mediante placas .....	45
4.5.4.1	Arriostramiento Cruz de San Andrés.....	46
4.5.4.1.1	Cartelas.....	47
4.5.4.2	Fleje de chapa galvanizada .....	47
4.5.4.3	Tensor de Cruz de San Andrés.....	48
4.5.4.4	Flejes .....	49
4.5.5	Panel sin vano .....	50
4.5.5.1	Panel con vano .....	51
4.5.6	Encuentro de paneles .....	51
4.5.6.1	Encuentro en esquinas .....	52

4.5.6.2 Encuentro triple .....	52
4.6.6.3 Encuentro cuádruple o en cruz .....	53
4.5.6.4 Encuentro a 45 <sup>o</sup> ángulo variable .....	53
4.5.7 Juntas de paneles .....	54

## **5. CAPÍTULO V. COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS TRADICIONAL VS STEEL FRAMMING .....57**

5.1 Comparación de los dos sistemas Steel Frame y Sistema Tradicional.....	58
5.1.1 Comparación.....	59
5.1.1.1 Costos.....	61
5.1.1.2 Incidencia de materiales y mano de obra.....	62
5.1.1.3 Tiempo de obra .....	63
5.1.1.4 Superficies en obra .....	64
5.2 Ventajas del sistema Steel Frame y paneles revestimiento. ....	66
5.3 Comparación.....	67

## **6. CAPÍTULO VI.REVESTIMIENTOS .....69**

6.1 Sistema de revestimiento Dens Glass.....	70
6.1.1 Composición .....	71
6.1.2 Ensamblaje .....	72
6.1.3 Características y ventajas del sistema.....	72
6.1.4 Desventajas .....	74
6.2 Sistema de revestimiento ZIP-WALL (MgO).....	74
6.2.1 Composición .....	75
6.2.2. Paneles para ensamblar .....	77
6.2.3 Características y ventajas del sistema.....	78
6.2.4. Desventajas .....	79
6.3 Sistema de revestimiento PlyRock .....	80
6.3.1 Composición .....	81
6.3.2 Paneles a ensamblar .....	81

6.3.3 Características y ventajas del sistema .....	83
6.3.4. Desventajas .....	84
<b>7 CAPÍTULO VII. SISTEMA DE AISLAMIENTO</b>	
<b>TÈRMICO Y ACÙSTICO .....</b>	<b>85</b>
7.1. Lana de vidrio.....	85
7.2. Celulosa proyectada.....	86
7.3 Aislamiento térmico reflectivo (Prodex Building Wrap) .....	87
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prototipo de residencia en Light Steel Framing en la Exposición Mundial de Chicago en 1933.....	8
Figura 2. Paneles sobre el suelo de tierra de vivienda habitacional Belo Horizonte.....	9
Figura 3. Bloque de hormigón prensado .....	11
Figura 4. Estructuras de Steel Frame.....	12
Figura 5. Tipos de revestimientos .....	13
Figura 6. Estructuras metálicas .....	15
Figura 7. Estructura acero galvanizado, .....	19
Figura 8. Diferencias entre espesores de metal .....	22
Figura 9. Anclajes.....	28
Figura 10. Pistolas de impacto .....	28
Figura 11. Anclajes permanentes.....	29
Figura 12. Anclajes químicos .....	29
Figura 13. Anclajes por expansión .....	30
Figura 14. Distancia de borde. ....	31
Figura 15. Anclajes permanentes.....	31
Figura 16. Recubrimiento de Zinc .....	32
Figura 17. Tipo de tornillos .....	34
Figura 18. Tipos de punta .....	35
Figura 19. Tornillos de fijación.....	36
Figura 20. Rosca de tornillo.....	36
Figura 21. Perfil tipo U.....	37
Figura 22. Perfil tipo C.....	38
Figura 23. Estructura omega.....	39
Figura 24. Vano del panel .....	40
Figura 25. Descripción vano.....	40
Figura 26. Solera superior e inferior .....	41
Figura 27. Descripción de dintel.....	41
Figura 28. Montante .....	42
Figura 29. Formación de panel.....	43

Figura 30. Atornillado de panel.....	44
Figura 31. Rigidización de panel .....	44
Figura 32. Escuadre de panel .....	45
Figura 33. Cargas laterales .....	45
Figura 34. Rigidización de paneles mediante placas .....	46
Figura 35. Fijación de cartelas .....	47
Figura 36. Fleje de chapa galvanizada.....	47
Figura 37. Tensor de cruz de San Andrés.....	48
Figura 38. Instalación de bulón .....	48
Figura 39. Esquema de instalación del bulón en panel .....	49
Figura 40. Cartela.....	49
Figura 41. Flejes.....	50
Figura 42. Cruces de San Andrés .....	50
Figura 43. Panel sin vano.....	51
Figura 44. Encuentro doble .....	52
Figura 45. Encuentro de esquinas.....	52
Figura 46. Encuentro triple .....	53
Figura 47. Encuentro en cruz .....	53
Figura 48. Encuentro de 45 grados .....	54
Figura 49. Sistema de juntas de paneles .....	55
Figura 50. Sistema de juntas de paneles .....	55
Figura 51. Instalación de sellador elastomérico .....	56
Figura 52. Diferencias en espacios .....	64
Figura 53. Panel Dens Glass.....	70
Figura 54. Detalles del panel SIP .....	75
Figura 55. Instalación de placas Zip-Wall.....	76
Figura 56. Instalación placas de Zip Wall.....	76
Figura 57. Sujeción continua horizontal de los paneles, .....	78
Figura 58. Placas PlyRock .....	81
Figura 59. Impermeabilizante .....	82
Figura 60. Instalación de la fibra de vidrio .....	85
Figura 61. Celulosa proyectada.....	86

Figura 62. Lámina aislante ..... 87



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características norma .....	20
Tabla 2	Diferencias estructurales .....	23
Tabla 3	Diferencias de sistemas tradicional y Steel Framing .....	60
Tabla 4	Comparativa de costos del sistema convencional y Steel Frame.....	62
Tabla 5	Incidencia de materiales y mano de obra .....	63
Tabla 6	Comparativa de tiempo de obra .....	64
Tabla 7	Relación de superficie útil y de muros .....	65
Tabla 8	Relación de superficie útil y de muros .....	65
Tabla 9	Balance de resumen de los sistemas .....	67
Tabla 10	Tamaños y dimensiones disponibles .....	71
Tabla 11	Valores .....	89
Tabla 12	Valor Mampostería de Bloque de 15 Vibroprensado .....	90
Tabla 13	Valor Enlucido Vertical mortero 1:3 .....	91
Tabla 14	Valor Estucado de paredes exteriores.....	92
Tabla 15	Valor pintura Vinil Acrílica.....	93
Tabla 16	Análisis de revestimientos .....	94
Tabla 17	Análisis de Precios Unitarios DensGlass.....	95
Tabla 18	Análisis de Precios Unitarios Zip- Wall .....	96
Tabla 19	Análisis de Precios Unitarios PlyRock .....	97

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El sistema conocido como Steel Framing, es la evolución del sistema norteamericano de construcción con perfiles de madera denominado Ballón Frame. El sistema Ballón Frame data de las décadas del siglo XIX y permitió a los estadounidenses el proceso de conquista del territorio hacia el oeste. La evolución de este sistema es producto de la falta de mano de obra calificada y el fácil acceso a la madera, la demanda exponencial de viviendas, y el auge de la industrialización. Su nombre (cuya traducción sería estructura de globo) refiere a la liviandad de este tipo de construcción. Su funcionamiento estructural es similar al del Steel Framing, se basa en parantes (o montantes) ligeros. Su rapidez y sencillez lo convirtió en un método exitoso y rápidamente se difundió desde Chicago hasta la costa del Pacífico, donde pequeños pueblos como San Francisco crecieron a una velocidad increíble convirtiéndose en grandes ciudades. El Platform Frame representa la evolución estructural del Ballom Frame. Mientras el Ballom Frame se constituía de montantes que iban de la fundación hasta la cubierta (independientemente de la cantidad de niveles de la construcción), el Platform Frame divide los montantes por nivel. Este cambio eliminó la excentricidad en la descarga de los entrepisos y mejoró la resistencia al fuego de las construcciones. Ya que el entrepiso funciona como una barrera que corta los montantes impidiendo el ascenso del fuego.

El acero como material constructivo surge en Inglaterra a mediados del siglo XVIII. Convirtiéndose en el material emblemático de los edificios de la era industrial (mercados, estaciones, etc.). Pero el inicio de su aplicación para viviendas está relacionado con el incendio de Chicago de 1871. Chicago la ciudad pionera en el uso de ballom Framing quedó destruida, se estima que alrededor de 100.000 personas perdieron su hogar, y el proceso de reconstrucción de la ciudad dará origen a la Escuela de Chicago. La escuela de Chicago cambiaría el paradigma arquitectónico mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas que llevarían al desarrollo de los rascacielos Curtain

Wall. La industria de la construcción estadounidense sería influenciada por los principios del Fordismo: serialización, maquinismo, precisión, economía, sistematización y agilidad. En 1933 durante la exposición mundial de Chicago se presentó la primera vivienda con estructura de perfiles de acero conformado en frío. La industria metalúrgica en Estados Unidos estuvo en permanente crecimiento durante el siglo XX, pero hasta la década de 1960 la idea de construir una vivienda con acero en lugar de madera, resultaba costosa a los habitantes. El “boom” de la construcción de vivienda en Steel Framing en esos años, está asociado con el desarrollo de las herramientas que comienzan a producirse masivamente y facilitan el montaje. Por este motivo, la mano de obra no necesita demasiada capacitación (los perfiles ya no precisan soldarse), y esto permite que se comience a construir a bajo costo, volviéndose más accesible y popular. Hoy en día en el mercado existen distintas alternativas de materiales de construcción que pueden ser utilizados e introducidos en la conformación de revestimientos exteriores y estructura de una vivienda, que no estén en las especificaciones técnicas, este sistema en mención se basa al costo y calidad de cada uno de los materiales que proponemos en el proyecto, la incorporación en la construcción de sistemas livianos, de acero estructural galvanizados y una gama de conectores, fijaciones y revestimientos que cuentan con soluciones estándar de instalación y calculo estructural .donde la correcta instalación asegura un comportamiento muy estable y resistente y predecible en el tiempo, con la incorporación de las planchas suplantaremos el uso de los bloques y el enlucido en las construcciones. (Raúl Siuciak) Steel Framing y sus principales usos en Uruguay, Febrero 2015

Hoy en día presenciamos un crecimiento demográfico y la concerniente necesidad de poseer una vivienda que supla con las necesidades y a los avances que se evidentes en el campo tecnológico y en la industria de la construcción civil en el mundo, es necesario recurrir a nuevos sistemas constructivos, que cumplan con las características de ser sistemas más eficientes con el objetivo principal de disminuir costos en la construcción y cubrir la demanda de habitabilidad. La construcción civil en la mayor parte de nuestra América latina

prevalece el sistema de la construcción artesanal, caracterizándose por su baja productividad y sus propiedades en ciertos puntos desfavorables en el proceso de construcción. El desperdicio generado, razón por la cual se ha visto en la necesidad de crear nuevos métodos constructivos y sistemas en el campo de la construcción civil, y por ende es la forma de permitir la industrialización y la racionalización de los procesos. El uso del acero en la construcción civil es una favorable alternativa para agilizar a este campo tan importante de la construcción.

Una de las características importantes que hay que destacar en el presente sistema es necesario el requerimiento de personal preparado, la preparación proyectos detallados e integrados, con el fin de minimizar las pérdidas de los tiempos en construcción.

Como un referente de sinónimo de modernidad, tomamos los sistemas de materiales livianos portables, de aquí radica nuestro estudio, sistema que se están tornando en la actualidad como una alternativa de construcción eficaz y eficiente, considerada como la tendencia actual, su modernidad y su funcionabilidad en el momento de realizar proyectos.

Aspecto importante que cabe destacar en estos tiempos, en nuestro medio es el crecimiento del sector de la construcción, que sin lugar a duda es el motor primordial para el crecimiento económico y social de nuestro país, sin duda se constata que es el sistema que se está utilizando en edificios, que permite optimizar recursos y tiempo de ejecución, que hoy en día es una característica prioritaria, y también acotar que es difícil abandonar los procesos que están arraigados, cambiar lo usual y lo tradicional e implementar nuevas tendencias que, es el pensamiento en nuestro medio, considerando que lo fuerte y rígido es una norma o patrón a seguir.

En nuestro medio porque no decirlo en nuestro país, para la construcción de paredes exteriores prevalece la denominada "construcción pesada" que es considerada como una de las técnicas utilizadas antiguamente y conocidas universalmente.

Es así como se está produciendo el cambio en este sector, poco a poco he ido desplazando el cemento, el bloque, el ladrillo y la madera por los sistemas nuevos que se han conocido a nivel mundial, este sistema ha llegado a nuestro país de manera lenta en sus principios, pero que a lo posterior se sigue posesionando en el mercado, por ende en las construcciones, muchos de los insumos que se utilizan en la construcción, deben ser importados por lo cual, directamente el aumento de la demanda, ha provocado un incremento de las importaciones en las construcciones en seco ya sean paneles de diferente material y acabado.

En las edificaciones enfocadas en las de ingreso de medio, medio-bajo prácticamente el 95 % de los componentes son productos de procedencia de fabricación nacional.

Los sistemas construlivianos cuentan con una imagen positiva en el medio, por su calidad y diseño, el precio comparado con los sistemas tradicionales es casi similar, además las diferencias son muy marcadas como un ejemplo, las que se identifican como en el transporte de desechos y mano de obra empleada y es así que se ha dado en estos últimos años un incremento de importaciones de productos relacionados con los sistemas en seco o construlivianos.

Generalmente se construyen paredes de una o dos hojas, que se emplean, en función de su espesor y características del material, todas las funciones que se deben cumplir en cuanto a protección climática y a la capacidad portante de una pared externa.

La construcción en seco o construlivianos se evidencia un notable avance en nuestro país, en nuestro entorno, en definitiva la utilización de tecnologías que evitan la vía húmeda (mampostería de bloque) en la realización de paredes exteriores. Con espesores menores que las paredes de la construcción pesada se ejecutan cerramientos con las mismas capacidades de resistencia y protección; que las paredes comunes en la actualidad nos es necesario en

investigar este nuevo sistema de paneles no portantes, tratando de implementarlo en nuestro medio, que en gran medida reemplace al método tradicional de la construcción de bloque, ya que en el hoy se priorizan nuevas prácticas y esto se traduce que debe ser óptimo en el campo de la construcción adaptable a nuestro entorno, a nuestra economía y de satisfacer al cliente, ofreciendo nuevas tendencias que sean aptas en el sector de la construcción

## **1.2. Formulación del problema**

En el campo de la construcción día a día presenciamos desafíos que debemos solucionar por ende se debe enfocar a nuevas técnicas de construir, de tal forma encontrar soluciones a bajo presupuesto y mejorar el aprovechamiento de los materiales. Para encausarnos a dichas problemáticas es sugerible una investigación sobre nuevas propuestas en el campo constructivo, en este caso el problema que propongo es suplantarlo con el sistema constructivo convencional con base de mampostería exterior de una vivienda, ya que se necesita una inversión considerable, al momento de usar materiales involucrados para el efecto, que conlleva la inversión de tiempo, mano de obra y lo más importante el recurso económico como el dinero.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Presentar el estudio de la factibilidad técnica, económica, financiera, diseño ejecución y operación del uso de la tecnología Steel Frame, conjuntamente con las planchas experimentales DensGlass (revestimientos), DeShields (para azulejos) y aislante térmico de fibra mineral en la construcción de paredes externas en construcciones.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Demostrar las características del material, posibilidades de uso modulación para su mejor aprovechamiento.

- Determinar qué tipos de soportes son los que pueden aplicarse ya sean con estructura o sobre mampostería.
- Mostrar las bondades que posee el sistema DensGlass y Steel Framing, la flexibilidad del material, tiempos de ejecución, costos mano de obra y espacios de almacenamiento.
- Constatar cual es la reacción ante la humedad inducida, que serán canalizados en fichas para registrarlos.
- Establecer metodología de trabajo secuencia del ensamblaje de los diferentes elementos y componentes del sistema.
- Realizar detalles de la ejecución del proyecto con gráficos técnicos del sistema constructivo.
- Efectuar fichas de presupuestos de acuerdo al material a usar.
- Entregar un análisis desde el punto de vista económico costos de acuerdo a los materiales que se implementaran.
- Realizar una comparación de la misma construcción con la otra si se fuese a realizare con la técnica tradicional y tiempo de diferencia en ejecución.

#### **1.4. Alcance**

Evidenciar por medio del presente las ventajas que tiene el sistema de Steel Frame, de una manera rápida y eficiente, dentro del cual abordaremos y evidenciaremos las ventajas de practicidad y rapidez del sistema conjuntamente con las placas de revestimiento de estudio, con este se pretendemos satisfacer la necesidad prioritaria de poseer un techo y de suplantar el uso de la mampostería en la construcción convencional, refiriéndome específicamente en paredes de áreas externas de las viviendas y edificios, donde se necesitaría un material con resistencia diferente a los paneles de yeso con la recubierta de papel o (drywall) .La implementación del sistema Steel Framing como soporte estructural metálico y conjuntamente con la combinación de las planchas experimentales DensGlass. Lo que se evidencia en construcciones convencionales conformadas de bloque o ladrillo que son considerados como

sistemas (no rápido y no tan eficientes). Los estudios concernientes de ingeniería, cálculos de resistencia de las estructuras son temas que no serán abordados a profundidad, que son de ámbito profesional particular de nuestra investigación, en el presente no se pretende un estudio exhaustivo estructuralmente hablando, pero seremos asesorados por profesionales relacionados, se enfocará en la combinación de estos dos sistemas que seguro revolucionara los métodos constructivos, en el campo de revestimiento y suplantar a la mampostería.



## 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Sistema Steel Frame

Los orígenes de los perfiles conformados en frío Steel Frame se remontan en los Estados Unidos e Inglaterra, hacia mediados del siglo XIX a los años 1810 y 1860, cuando en aquellos tiempos se multiplicó la población migrante. Para dar solución a los escasos de viviendas se usó materiales disponibles (la madera) surgió así el sistema Wood Framing para luego ser reemplazada por el acero.



Figura 1. Prototipo de residencia en Light Steel Framing en la Exposición Mundial de Chicago en 1933  
Tomado de: (Marshall, 2016).

Este método consistía en una estructura compuesta por piezas de madera de pequeñas secciones transversales, lo que se denominó como balloon framing, de aquí las construcciones denominadas como “Wood frame” que se convirtió en la tipología de las casas más comunes en los Estados Unidos.

Luego con el crecimiento de la economía de los Estados Unidos y la creciente producción de acero en el periodo de la post-Segunda Guerra Mundial contribuyó al proceso de fabricación de perfiles conformados al frío y el uso de perfiles de acero y la sustitución de la madera.



Figura 2. Paneles sobre el suelo de tierra de vivienda habitacional Belo Horizonte  
Tomado de: (Freitas, 2015, pág. 15)

El sistema tubo el impulso en el periodo de la II guerra mundial, específicamente al final de ella, este sistema está relacionado al desarrollo de otros inventos y patentes de ese entonces , entre estos se destacan la patente de la plancha yeso-cartón para revestimientos interiores, la madera contrachapada y posteriormente el OBS para los revestimientos arriostrantés(elementos rigidizadores en X ) y a mediados del siglo XX los tornillos autoperforantes que mejoran las conexiones tanto entre los elementos estructurales y las distintas planchas de revestimiento.

La guerra cambia drásticamente la realidad de los Estados Unidos que repercute la realidad económica y política, entre algunos efectos el uso civil del acero, que se enfrenta a serie de restricciones para suplir las necesidades de la industria militar. En lo posterior surgen necesidades que son prioritarias y de urgencias de construir viviendas que sean ligeras, transportables y de fácil construcción para albergar tropas militares.

Luego de la segunda guerra mundial los Estados Unidos enfrenta una grave crisis de vivienda para dar alojamiento a las tropas que regresan al país, que por la excesiva demanda supera a la oferta y la capacidad de producción en el país.

La LUSTRON Corporation inicia la producción de casas de modo masivo en una línea de producción a gran escala industrializada, con su fundador Carl

Strandlund obtiene la patente para el sistema constructivo de viviendas realizadas de acero, que incluyeron paneles de acero esmaltado para el revestimiento exterior, y en especial los sistemas de conexiones y fijación de los elementos de metal. La construcción de base de perfiles formados con acero galvanizados formados en frío, sistema que intenta posesionarse en el mercado de la vivienda en los Estados Unidos. Es cuando nacen los códigos y normas para las construcciones en perfiles laminados que no eran aplicables para los sistemas en frío. La AISI (American Iron & Steel Institution) fundada en 1855 como la American Iron Association, ya por los años de 1939 se promueve el desarrollo de normas y códigos para los perfiles conformados en frío, en 1946 se publica la primera especificación AISI para el diseño de perfiles de bajo espesor.

En los años de 1950 se obtiene la patente de los tornillos autoperforantes, que permite la fijación de elementos y miembros estructurales y a su vez para la fijación de revestimientos y acabados.

## **2.2. Sistemas Constructivos**

Antes de entrar en detalle de nuestro sistema planteado se debe entender que es y que significa un sistema constructivo, para mostrar claramente nuestro proyecto. El sistema constructivo es un conjunto de elementos, materiales, técnicas herramientas, procedimientos, equipos y tecnologías que se interrelacionan para lograr un determinado fin, la diferencia que existe entre uno u otro sistema constructivo es la forma de cómo se ven y se comportan estructuralmente cada uno de los elementos que la conforman en una construcción como son los pisos, muros, techos y cimentaciones.

El sistema constructivo no precisamente nos da la idea de una edificación concluida en su totalidad sino lo que nos muestra es las características de cada una de las partes que la conforman, es por esto que en el tema que se plantea es el empleo de Steel Frame como soporte para el revestimiento de paredes externas

y revestidas con el uso de planchas que se encuentran en el mercado, comparándolas entre sí para definir cuál de estas es la más idónea y conveniente para obtener el mejor aprovechamiento, para ser implementadas.

Para cada uno de los sistemas constructivos propuestos se usa diferentes procedimientos de ejecución, diferentes materiales de revestimiento, procedimientos de aislamiento térmico y acústico, todo esto con un solo propósito es el uso de estructura metálica galvanizada denominada Steel frame, elemento de soporte como bastidores, desde su descripción del material a usar instalación hasta la conformación de los paneles, con distintos tipos de planchas como revestimiento, y su funcionalidad y conveniencia comparándolas entre sí.

### **2.2.1. Sistema Constructivo con mampostería**

La vida del bloque se inaugura a mediados del siglo XIX, es cuando se empieza a fabricar en Estados Unidos e Inglaterra. Pero se sabe que las primeras patentes aparecieron a principios del siglo XIX. Es entonces que en el año de 1850 aparecieron los primeros bloques huecos por el inglés Joseph Gibbs. La evolución de este material conlleva al desarrollo de nuevas tecnologías como la del cemento portland.



Figura 3. Bloque de hormigón prensado

Este sistema constructivo nace como una alternativa económica que están compuestos de una mezcla de arena, cemento y calizas elaborados en moldes metálicos, luego de someterlos a un proceso de vibrado para obtener la compactación del material, en ocasiones se emplean aditivos para aumentar su capacidad de resistencia, estos elementos pétreos se colocan de forma

ordenada en unidades de mampostería, elementos que se unen entre sí con una mezcla denominado mortero de cemento, y su tamaño y peso varia de acuerdo del sistema que se vaya a emplear.

### **2.2.2. Sistema constructivo con Steel Frame**

El sistema Steel Frame se basa en el empleo de perfiles de acero galvanizado (recubierto de zinc). Elementos diseñados para la conformación de edificios y viviendas, este sistema se lo conoce como un esqueleto estructural de acero que está constituido por diversos elementos individuales que van unidos entre sí, que funcionan en conjunto en una edificación.

Este sistema es considerado como liviano y seco de características resistentes, su fundamento en una estructura metálica conformada por una gran cantidad de elementos verticales y horizontales de diferente ancho, al cual se atornillan las placas para revestir de diferente tipo y espesor, el alma que se formada por la perfilería se puede o no albergar material aislante de diferente composición o textura, la característica adicional de este sistema constructivo es que las uniones y las conexiones entre los elementos estructurales generalmente son mecánicas y por lo general atornilladas, aunque se dan soluciones de conexiones apernadas, las conexiones soldadas son poco comunes debido a que sometidas altas temperaturas de los procesos de la soldadura deforman los perfiles de bajo espesor .



Figura 4. Estructuras de Steel Frame

Tomado de: (INCOSE , 2016, pág. 101)

Sistema que se basa básicamente en la conformación de paneles, mediante el uso de perfiles de acero galvanizado que son doblados en frío, la diferencia es que este sistema constructivo no se emplea la obra húmeda y se conforma de una gran cantidad de subsistemas metálicos, cual tiene apariencia de un esqueleto, el empleo de piezas conformadas en C para montantes y U para las soleras, estos elementos facilitan el paso de las canalizaciones eléctricas, sanitarias y servicios de una vivienda, evitando la rotura de las paredes como sucede en la técnica de mampuestos .

### 2.2.3. Sistema constructivo con paneles para revestimiento

Las paredes externas que forman las fachadas, son elementos constructivos que en cualquier edificación son objeto de especial consideración, son denominados como el elemento constructivo que debe tener especial cuidado arquitectónico es la parte de la vivienda o edificación que se aprecia desde el exterior, y denota mucho lo que es su interior, es un recurso único para diferenciar a una edificación de lo singular a particular, lo que se expresa y se denota estéticamente son características que van relacionadas con los recubrimientos las fachadas o para proteger a una edificación, a lo largo de la historia ha sufrido múltiples transformaciones, ya sea este por el soporte donde se coloque o el lienzo donde se realicen los diferentes estilos de acabado, pero los cambios significativos y más profundos van inherentes a las técnicas constructivas.



Figura 5. Tipos de revestimientos  
Tomado de: (Medina, 2015)

En la arquitectura actual la fachada ha evolucionado en el sentido de ir mejorando la calidad interior del edificio, por lo cual es motivo de investigación y experimentación e implementación de nuevos sistemas constructivos, eficiencia energética y el valor estético de la vivienda, con la implementación de nuevos materiales en función de buscar mejoras en las construcciones. Por lo tanto los agentes principales de la degradación de los revestimientos en las paredes externas de las viviendas son las que están relacionadas con la agresividad del clima y agentes climáticos que deterioran mucho más, se han estudiado métodos con implementación de materiales, procesos y tecnologías para la aplicación de sistemas de construcción, para reducir o eliminar las diferentes patologías. Expondré tres diferentes métodos de implementación, y así determinar cuál es la idónea para ser utilizadas, las que se destacan por poseer un conjunto de características compatibles que vamos a detallar a continuación, entre el sistema de panel de yeso revestida de láminas de fibra de vidrio, de fabricación de empresa Americana denominada DensGlass, el empleo de paneles portantes ZIP-WALL con revestimiento de MgO (óxido de magnesio) que le confieren propiedades de rigidez, que son paredes portantes ensambladas en el país, y las conformadas con láminas de fibrocemento y malla denominado muro seco para formar paredes lisas ya sean paredes externas o internas, de fabricación centroamericana de la empresa PLYCEM y distribuidas por empresas nacionales.

### 3. CAPITULO III. DEFINICIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAME

El Steel Framing es el sistema constructivo, como se denominó en el ítem anterior que se basa principalmente en la utilización de perfiles de acero galvanizado formando paneles, para paredes externas, este sistema es liviano y es muy resistente, esto se explica en sus principales características, su rapidez de ejecución. Esto hace que las paredes de viviendas y edificios cerramientos verticales sean al mismo tiempo como elementos estructurales, gracias a sus perfiles de mayor espesor, estos perfiles dispuestos según la modulación del proyecto resiste una pequeña porción de la carga de la vivienda, esto permite realizar en la obra elementos estructurales más esbeltos que los convencionales mucho más livianos y más rápidos de ejecutar.

La característica principal es formar una estructura uniforme constituida por perfiles doblados en frío de acero galvanizado, utilizados para la conformación de paneles estructurales y no estructurales según el requerimiento en el campo de la construcción.



Figura 6. Estructuras metálicas  
Tomado de: Manual Instructivo Steel Framing.

La posibilidad de ser un sistema industrializado nos da la ventaja de construir en seco con gran rapidez, gracias a estas características el sistema Steel Framing también es conocida como sistema autoportante de construcción en seco.

Su interpretación deriva de la expresión inglesa STEEL FRAMING Steel =acero y Framing = que deriva de Frame =estructura esqueleto.



También considerada como sistema abierto, esto significa en que todos sus componentes y sus elementos que con una correcta implementación pueden ser realizados con el empleo del acero ligero, siendo a la vez compatibles con otros materiales y métodos constructivos (estructuras de acero convencional o de hormigón) y acabados tradicionales (revestimientos). En el caso nuestro, serán aplicadas en las viviendas conformadas con losas y entrepisos que no serán paneles portantes sino paredes de revestimiento, paneles que están compuestos por una gran cantidad de perfiles galvanizados muy livianos llamados montantes, que van separados entre sí por 400 o 600 mm.

Aprovechando la ventaja de estabilidad y rigidez ante los agentes externos nos ha llevado a la implementación del sistema en reemplazo de la mampostería en la construcción tradicional.

La modulación del sistema cuando se ejecute un proyecto optimiza mano de obra y costos, en la medida que se estandaricen sus componentes estructurales que lo conforman, en la construcción debe definirse los paneles si son de cerramientos portantes o no. Los paneles tienen la función de distribuir uniformemente las cargas transmitirlas hacia al suelo, el cerramiento de estos paneles puede hacerse con diversos materiales normalmente se aplican en el exterior placas cementicias o placas OSB (Oriented Strand Board) virutas de madera orientadas perpendicularmente. En el sistema planteado se expondrán tres tipos de placas de revestimiento exterior comúnmente usadas, luego del análisis determinaremos idoneidad.

El sistema Steel Framing en el campo de la construcción es ampliamente utilizado en países donde la construcción civil es mayormente industrializada, en la mayor parte de América latina se utiliza el método artesanal-convencional así en primeras instancias para tener una mejor visualización vamos a recurrir al tabique en seco (drywall) que es ampliamente utilizado en la conformación de paredes interiores, en la región que a pesar de no tener una función estructural, se utilizan perfiles galvanizados de bajo espesor, para construir un esqueleto en

el que se fijaran las placas del cerramiento, y es hasta aquí la similitud, el sistema Steel Framing como se expuso con anterioridad es uno de los sistemas más amplios y su implementación es de conocimiento general no es una tecnología nueva, pero desconocida en muchos de los casos, en nuestro ámbito pero como referencia de su uso en Uruguay, Chile, Argentina, Estados Unidos, que se lleva implementado hace mucho tiempo atrás, la factibilidad de esta tecnología en nuestro país es evidente sistema ha tomado un gran impulso, acompañando al cambio a los sistemas tradicionales, que conlleva superar los mitos y temores de su utilización por parte de los constructores, las bondades que se evidencian en este sistema ha logrado que los usuarios la tomen como una alternativa para aplicarla en viviendas preexistentes, viviendas de carácter social, en la implementación de paredes externas de viviendas y edificios, gracias a su rápida ejecución e instalación.

### **3.1 Ventajas y características del sistema de estructura Steel Framing**

**MEJORA LA CALIDAD.** - Elementos que conforman este sistema son estables, se deduce que todos los elementos estructurales que se realicen permanecen siempre derechos, no se deforman ni deterioran con el paso del tiempo y no dependen de otros materiales para conservar sus propiedades, el material en cuestión permite la incorporación de cualquier tipo de aislantes entre los espacios existentes entre los montantes, cumpliendo con las exigencias de aislación termoacústico sin afectar espesor de los muros.

**MAYOR DURACIÓN.** - El sistema Steel Framing utiliza elementos que son resistentes a la corrosión material que prevalecerá en el tiempo, perfiles galvanizados que son duraderos como el acero galvanizado, alrededor de 300 años promedio de vida útil, con un revestimiento de zinc con un espesor de 10 micrones que protegen a los perfiles de acero.

**COSTOS MENORES.** - Sistema liviano que facilita el recubrimiento que puede ser ejecutado en obra o en taller. La construcción de los paneles implica una menor cantidad de elementos, menor pérdida de material estimado que puede variar, alrededor del 2%, obtenemos rapidez en ejecución de proyectos, es un sistema eficiente, requiere menos elementos, el tiempo de obra se reduce a un tercio con respecto a su rival tradicional, también ahorro de fundiciones, enlucidos e intervención de mano de obra y por ser elementos livianos de fácil transportación y elaboración.

**INMUNE A PLAGAS.** - El sistema de acero galvanizado Steel Frame no es afectado por termitas ni plagas, por consiguiente la estructura no será dañada.

**ACABADOS-** Permite variedad de acabados y terminaciones exteriores se adapta a cualquier proyecto arquitectónico, posee una modulación fija y se puede incorporar múltiples decoraciones o revestimientos, superficies planas que facilita el trabajo de terminación como pinturas, texturas, empastados o empapelados.

**FACIL DE TRASPORTAR.** - El panel se lo puede transportar a diferentes sitios de difícil acceso por su característica de ser muy liviano.

**INSTALACIÓN SENCILLA Y EFICIENTE.** –No es necesario el uso de equipos ni maquinarias complicadas para su instalación, si se presentare algún problema en el interior de los paneles como instalaciones de servicios, su detección es simple y rápida en cuanto a su reparación es inmediata, es mucho más conveniente si realizamos una remodelación.

### **3.2 Normativa acero galvanizado**

La norma nos dice que se debe utilizar acero ASTM A653 SS Grado 80 ( $f_y = 550$  MPa) para todos los perfiles. El acero tiene recubrimiento galvanizado G90 Z275 con acción galvánica hasta 5mm.

Los perfiles estructurales que se utilizan en espesores de 0,55 mm, 0,75 mm y 0,95 mm. Este espesor corresponde al BMT (Base Metal Thickness).

El (American Iron and Steel Institute) que publicó los resultados de durabilidad para acero conformado en frío con diferentes grados de galvanizado, el acero ofrece una vida útil promedio estimada de 800 años y un mínimo de 120 años según pruebas AISI de la velocidad de corrosión. “Durability of Cold-Formed Steel Framing Members”.

### 3.2.1 Características de Resistencia Sísmica

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

El sistema Smart Steel Framing se rige y diseña bajo el Código Sísmico del Ecuador (NEC) y el AISI S100 de EEUU.

### 3.2.2 Especificaciones técnicas del perfil

#### SECCIÓN



Figura 7. Estructura acero galvanizado,  
Tomado de: Steel Frame (Uruguay, 2016)

ESPEORES                      0,75 mm/0,9mm/1,15mm.

RECUBRIMIENTOS            Los perfiles cuentan con la norma de recubrimiento Galvánico de zinc Z-275.

**NORMA** Las edificaciones con perfiles de acero liviano Laminado en frío y sus componentes se encuentran Regulados en la norma Ecuatoriana de la Construcción.

Se considera indispensable conocer la norma, en nuestro proyecto implementaremos en paredes externas con características no portantes, pero por ende deben soportar la intemperie, la dureza del clima y las cargas verticales y horizontales. También se puede usar como referencia el Manual de Ingeniería de Steel Framing del ILAFA 62 (Instituto Latinoamericano del Fierro y Acero) de Chile cuya base son las referencias antes mencionadas. Las geometrías de perfiles utilizados para la elaboración de estos sistemas de diafragmas se encuentran establecidas en la norma NTE INEN 2526. Perfiles especiales abiertos livianos pre-galvanizados y conformados en frío, para uso en estructuras portantes los espesores de la lámina de acero va desde 0,6mm hasta 3,5mm su límite elástico mínimo es de 250 N/mm<sup>2</sup> y su resistencia a la tracción mínima de 330N/mm<sup>2</sup>.

Tabla 1

Características norma

ATRIBUTO	GENERALES LIMITACION
	Ancho máximo de 12m
Dimensión	Largo máximo de 18m
Numero de niveles	2 niveles con una base
Velocidad de viento	Hasta 210 km /h
Tipos de exposición al viento	Terreno abierto c
Categoría sísmica	PGA <=0,4g
	MUROS
Peso propio de muros	0,5KN/m <sup>2</sup>
Altura máxima de muros	3m

Tomado de: (Ministerio de Desarrollo Urbano y de Vivienda, 2017)

La norma nos enuncia que los miembros estructurales de acero del muro deben ser diseñados de acuerdo a North American Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members (Specification) en su edición del 2007.

Los miembros del entramado de los muros deben ser como se especifican en un diseño aprobado o reorganizado de un diseño normado. Los miembros deben estar en buenas condiciones. Los miembros dañados deben ser reemplazados o reparados de acuerdo a un diseño que se apruebe o un diseño normado reconocido.

Instalación de los muros no estructurales su instalación se debe efectuar de acuerdo con la norma ASTM C754.

### **3.2.3 Cimentación**

“Se debe tener cuidado que la cimentación esté a nivel horizontal y libre de defectos debajo de los muros que estos estén bajo carga de apoyo. Si el cimienta no está a nivel horizontal se deben tomar medidas para proporcionar una superficie uniforme de apoyo con un máximo de 6,4 mm de separación entre el extremo del muro y la cimentación. Esto se debe lograr mediante el uso de un aditamento de apoyo fino o proveer con una lechada entre la parte inferior del muro, la espalda de la solera y la parte superior de la cimentación.”

(INEN , 2015, págs. 87,88,89,)

### **3.3 Diferencia de espesor entre perfilaría**

Los espesores de la chapa de acero van desde 0,6 mm hasta 3,5mm su limite elastico minimo es de 250 N/mm<sup>2</sup>. La resistencia a la tracción mínima es de 330 N/mm<sup>2</sup>. La propiedad anticorrosiva se obtiene con un recubrimiento de cinc de 275g/m<sup>2</sup> en caliente, 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 en instituto americano del hierro y el acero AISI).

Dichos espesores se verifican para que resistan las cargas del viento y sismos (Cueto, 2012, pág. 7)



Figura 8. Diferencias entre espesores de metal  
Tomado de: (Incese, 2016)

La construcción del sistema construlivianos involucra una estructura metálica de soporte que está constituida por varios elementos de perfiles de acero galvanizado liviano, es fundamental saber las diferencias que existen entre estos dos sistemas cuando vamos a construir, ya comúnmente se confunde en la implementación de la perfilería, un perfil para cada aplicación es obligatorio distinguir, la elección de la estructura recomendada es lo primero que se debe saber, antes de empezar a construir definir el tipo y características de la estructura metálica que se va a implementar.

Debemos establecer si la estructura que vamos a utilizar soportara o no cargas estructurales, en nuestro estudio plantearémos la conformación de paredes externas, paneles que forman parte de una pared que resistirá una carga adicional a la de su propio peso, en este caso reemplazaremos las paredes de mampostería externas, es obvio determinar que necesitamos paredes fuertes y seguras que formaran parte de cerramiento de la vivienda. Si la pared a construir reciba cargas estructurales, deberá tener una estructura que le asegure durabilidad y resistencia; condiciones solamente posibles si el espesor del perfil es el indicado, mayor que el sistema drywall.

Si se necesita realizar una pared de división interior que no reciba carga estructural, la perfilería a elegir será aquella denominada "para construcción es

seco “drywall, esta es fácilmente reconocida por su presentación ya que la estructura nos muestra una superficie punteada de bajo relieve en todo el perfil para poder cortar y además se muestran perforaciones en su alma para las conexiones.

Al elegir uno de estos dos sistemas, también debemos tomar en cuenta que su espesor sea el adecuado para cada necesidad o sistema a implantarse. Se ha notado que fabricantes en la actualidad comercializan perfiles de menor espesor al que estipula la norma, y es primordial saber sus diferencias.

El espesor mínimo de la perfilera metálica que se debe utilizar es de 0.52 mm de espesor final (0,50 mm de chapa base + espesor del recubrimiento galvanizado tipo Z120).

### 3.4 Diferencias estructurales

Tabla 2  
Diferencias estructurales

PERFILERIA DRYWALL	PERFILERIA STEEL FRAME
Se utilizan para generar particiones interiores que no reciben cargas estructurales.	Se utilizan como estructura portante de viviendas, fachadas y entresijos
No se deben utilizar como soporte de placas cementicias ni de otros tipos de placas para exteriores	Se deben utilizar como estructura de soporte de placas cementicias y otros tipos de placas para exteriores.
El espesor de montantes, soleras y omegas es de 0,52 mm.	El espesor de montantes, soleras y omegas es de 0,94 mm mínimo.
La cobertura de zinc de la chapa que los conforma es de 120 gr/m <sup>2</sup> (Z120)	La cobertura de zinc de la chapa que los conforma es de 275 gr/m <sup>2</sup> (Z275)
Presentan alas y almas con dobleces, nervios para aumentar su rigidez.	Presentan alas, almas y pestañas lisas.



Los montantes se entregan siempre con perforaciones en forma de H.	Los montantes y vigas (PGC) pueden venir con perforaciones o no. Las mismas son ovaladas y de 40 mm de ancho x 100 mm de largo.
Consultar al fabricante para realizar perforaciones adicionales.	No deben hacerse perforaciones adicionales a las estándar. En caso necesario, se debe reforzar la zona afectada.
En montantes, la medida de alma mínima normalizada es de 35 mm.	En montantes (PGC) la medida de alma mínima normalizada es de 90 mm.
Se utilizan para generar particiones interiores que no reciben cargas estructurales.	Se utilizan como estructura portante de viviendas, fachadas y entrepisos
No se pueden utilizar para entrepisos, soporte de placas de fachadas ni como estructura de edificios.	

---

*Nota:* diferencias entre sistema,

Tomado de: (Incose 2017)

Para construcción en seco Steel frame, estructuras que sí soportarán cargas; tales como los muros exteriores de una vivienda, una fachada o un entrepiso, en este caso se debe utilizar el sistema de mayor espesor, más resistente.

Se diferencia por su superficie lisa, a diferencia de la superficie punteada que mencionamos anteriormente del sistema drywall. Por otra parte estos perfiles podrán tener o no perforaciones. Cuando las tengan, nunca serán en forma de H sino ovaladas y su espesor es mayor.

## 4. CAPÍTULO IV. PROCESOS CONSTRUCTIVO STELL FRAME

### 4.1 Área de cimentación y piso a implantarse

Al principio del proceso de construcción es importante ver cuáles son los tipos de abuso y uso que la estructura va a soportar, durante las actividades diarias, ya que se elige tipo de revestimiento a implementarse y planchas específicas para el uso que se le dé en el exterior proponiendo reemplazar la mampostería, y a su vez especificar el sistema correcto para dicha aplicación, por ejemplo .Un hospital psiquiátrico, diseñado para mantener recluidos a los pacientes, a salvo de sí mismos y separados entre sí, requiere de un tipo de construcción distinta a la de una escuela primaria, cuyo objetivo es evitar que se produzcan golpes raspones y marcas .Ambas estructuras se requieren productos resistentes, pero se debe especificar el material más apropiado, si conocemos los requisitos acorto plazo se ahorrarán dinero a largo plazo.

El ensamblado de los paneles de estructura metálica debemos tener mucho cuidado con el aplome e los distintos montantes (pies derechos C), además la unión lo más perfecta posible entre el montante y el canal superior e inferior (soleras U).

- Verificación del área de cimentación y piso terminado en la fundición.
- Dimensiones de largo, ancho de la construcción que se va a realizar.
- Escuadra correcta.
- Nivelado correcto del contra piso.
- Tomar muy en cuenta cuando se comience a realizar el proyecto “mientras mejor este la platea de hormigón es decir nivelado y correctamente dimensionado, menos problemas se obtendrán durante la instalación del sistema planteado.

El armado de los paneles se puede optar por dos opciones, se puede armar a pie de obra o en taller, los tabiques se pueden transportar sin necesidad de equipo especial para su ejecución que se detallara más adelante.

#### **4.1.1 Equipo de seguridad**

La implementación del equipo de protección personal (EPP) es la actividad muy importante que se debe considerar, ya que no se puede descuidar en ningún proyecto de construcción, por lo que se es de sumo interés de los obreros las reuniones de seguridad laboral, que se deben ejecutar regularmente, y debe dictarse al comienzo de cada día, de esta manera se pueden minimizar o evitar muchas lesiones que ocurren en el campo laboral, el equipo de seguridad será específico, ya que cada actividad que se esté realizando y se deberá seguir las normas y reglas al pie de la letra.

#### **4.1.2 Herramientas y accesorios específicos del panel**

Las herramientas involucradas para la ejecución son las mismas que se utilizan para realizar el sistema de drywall simplemente varía en el espesor del perfil.

1. Paneles a utilizar para revestir.
2. Lámina barrera de humedad (building wrap).
3. cinta adhesiva o tornillo plano temporal.
4. malla de refuerzo para repello cementico.
5. morteros grises.
6. Sellador de poliuretano para las juntas de los paneles sikaflex 15 LM u opcional de poliuretano.
7. cinta de sellado de panel malla de junta

Estos materiales son alternativos ya que en la actualidad existe un sinnúmero de componentes o materiales que sirven para determinado fin, que en el proyecto de estudio se pueden implementar algunos que tengan características similares que remplacen a los mencionados.

## 4.2 Anclajes y fijaciones

Los anclajes y las fijaciones son piezas metálicas que se utilizan para fijar los elementos de los sistemas de paneles entre sí, o para fijar los elementos metálicos a los elementos constructivos (losas, vigas, columnas etc.,)

Las fijaciones de los componentes de los sistemas de paneles en seco se dividen en dos tipos:

- Fijación de los perfiles metálicos entre sí (metal-metal).
- Fijación de las placas de revestimiento sobre la perfilería metálica.

La sujeción de los paneles conformados de Steel Frame a la losa se puede realizar con elementos inducidos en el hormigón que se colocan antes o después de que este fragüe dependiendo de la situación presentada ya que los paneles deben apoyar por completo sobre la base de la fundación, esto para transmitir las cargas verticales por presión directa, sin que deforme la solera inferior.

La separación entre paneles y la losa será de 1mm (para colocar material de poliuretano). Para nivelar la superficie de apoyo (losa) de los paneles podrá recurrirse a la ejecución de mortero de nivelación por completo o fajas de nivelación. En caso que existiese una diferencia de nivelación se debe asegurar la adherencia de los morteros para la nivelación a la platea.

La estructura ya formada puede estar expuesto a deslizamientos o caídas, esto se evita aplicando por un lado los anclajes para absorber el corte ubicado a lo largo de la base de la pared y por otro, bulones (tornillos grandes) de anclaje en los extremos del panel.

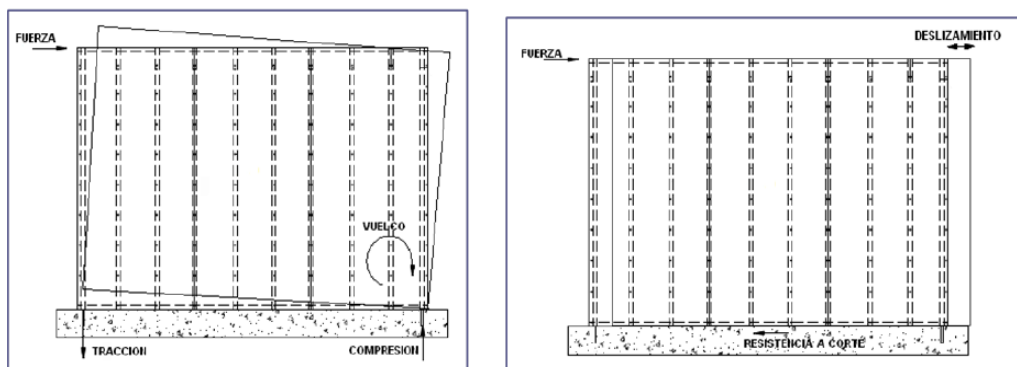


Figura 9. Anclajes  
Tomado de: (INCOSE , 2016, pág. 139)

#### 4.2.1 Anclajes temporarios

Este tipo de anclajes se utilizan para fijar temporalmente los paneles, se utilizan clavos fijados con el accionamiento de una herramienta a percusión y base de pólvora, sistema que permite la perforación y fijación de un elemento, en materiales con base de hormigón con el acero, se puede realizar fijaciones que soportan cargas importantes.



Figura 10. Pistolas de impacto  
Tomado de: (Uruguay, 2016)

#### 4.2.2 Anclajes permanentes

Se puede insertar una pieza metálica en el momento de la fundición del contrapiso, elementos que son colocados en el mismo para obtener mayor seguridad de los paneles a la base de hormigón.

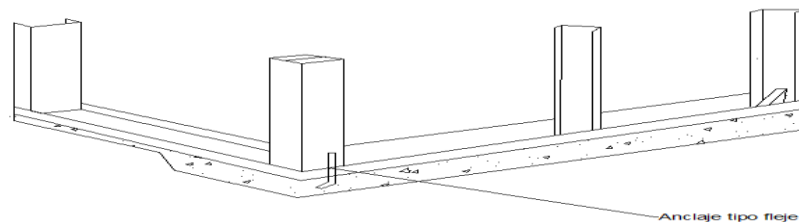


Figura 11. *Anclajes permanentes*

### 4.2.3 Anclajes químicos

Se utiliza una pieza metálica que une las placas y que permite unir el montante con la solera y se la debe colocar cuando la platea de hormigón está totalmente curada, luego se procederá a perforar con taladro. Primero es marcar el lugar donde se va a realizar la fijación, luego la perforación del hormigón con la broca adecuada para el efecto con el diámetro de la varilla roscada que se desea introducir, luego de perforada la base de hormigón, se realiza una limpieza del orificio y se rellena con el anclaje químico seleccionado, se coloca la varilla, y posteriormente de esperar algunos minutos, se empieza a realizar el anclaje, y el conector fijándola a la columna con la cantidad de tornillos a la platea mediante tuercas realizando el torque especificado.

Los anclajes químicos que se utilizan pueden ser de distinta composición, pueden ser estos de composición epóxidos, cementicias o de metacrilato.



Figura 12. *Anclajes químicos*  
Tomado de: (Incese, 2016, pág. 14)

#### 4.2.4 Anclajes metálicos de expansión

Estos anclajes son de tipo mecánico, sirven para anclar la estructura al hormigón, la expansión que estos dispositivos necesitan es a través de un torque de instalación, este es el que se encargará de realizar una expansión dentro del material que se va a fijar, este forma fricción /rozamiento en las caras internas del hormigón, lo que conlleva a la fijación.

Para la instalación primero se realiza la perforación en el hormigón con un taladro y se inserta el anclaje cuyo método de expansión varía según el modelo seleccionado.



Figura 13. *Anclajes por expansión*  
Tomado de: (INCOSE , 2016, pág. 145)

#### 4.3. Distancia entre anclaje

Mientras mayor sea el número de anclajes que se ubiquen en la zona del material, la base que se ve afectada es mayor, así pues va aumentando la presión en la base. Es decir que en el momento que tenemos varios anclajes, estas zonas pueden llegar a traslaparse esto produce que el material en estas zonas se encuentren más cargados, en función de la separación entre anclajes, la carga se puede transmitir en todo el material base, cada anclaje al material, se reduce razón por la cual es recomendable respetar las distancias de separación entre anclaje, cuanto más grande mejor, para una fijación más resistente de trabajo de los anclajes, la separación de entre los mismos es menos crítico en los elementos químicos que en los mecánicos, este fenómeno se debe a que las zonas de mayor esfuerzo están más cerca del cuerpo del anclaje, en los anclajes químicos esto quiere decir con una misma separación entre anclajes es más favorable un anclaje químico que uno mecánico.

### 4.3.1 Distancia de borde

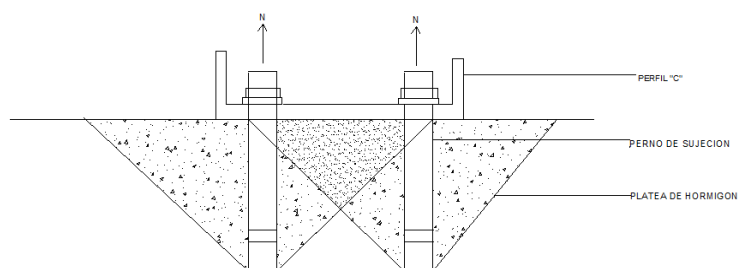


Figura 14. *Distancia de borde.*

Colocar el anclaje cerca del borde de la placa que se va anclar la zona del hormigón se transmite la presión es similar a la de un cono, esta relación radica en función a la distancia que existe al borde de la placa, la carga se puede transmitir a cada anclaje, material que unido a la placa de hormigón se reduce.

### 4.3.2 Profundidad de empotramiento

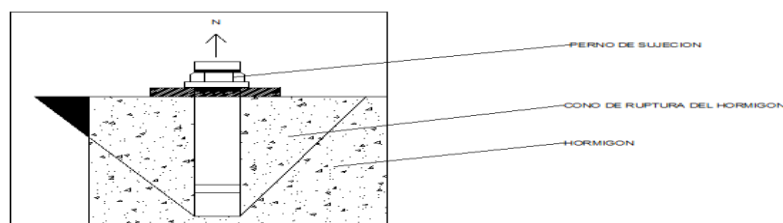


Figura 15. *Anclajes permanentes*

Cuando introduzcamos un tipo de anclaje se deduce una relación, en cuanto a mayor profundidad el cono de hormigón que trabaja es igual mayor, por lo tanto la resistencia del anclaje por ruptura de cono del hormigón es mayor.



## 4.4 Sistema de sujeción tornillos y anclajes

Los tornillos son los elementos metálicos que permiten unir y fijar los perfiles de acero y los paneles de revestimiento estos están diseñados para transmitir las cargas que actúan sobre ellas.

### 4.4.1 Composición

En su composición de los tornillos Steel Framing presentan un tenor (proporción) de carbono de 0,13 % a 0,27 % con un tenor de manganeso de 0,60 % a 1,71 % los tornillos autoperforantes se comercializan con espesores de capa de cinc de sacrificio de entre 4-10 micrómetros, y para tornillos de alta resistencia con espesores de cinc de sacrificio y de barrera de entre 6-12 micrómetros. El tenor se puede dar en porcentaje, partes por mil o partes por millón si la concentración es muy baja. Un tenor del 10% significa que por 10 toneladas extraídas de la mina, 9 de cola (material estéril) y 1 son del mineral (elementos) mena.

Protección tipo BARRERA.- Actúa de forma de un aislante en medio del ambiente, se podría enunciar un tipo de pintura o de algunos recubrimientos metálicos como el aluminizado que consiste en aplicar un recubrimiento de aluminio puro sobre el acero.

Protección tipo CATODICA.-se agrega un elemento al circuito de corrosión

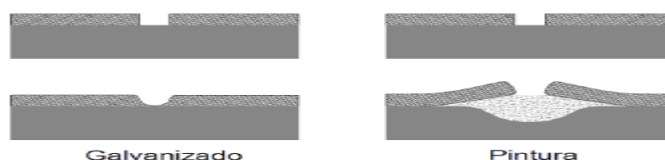


Figura 16. *Recubrimiento de Cinc*  
Tomado de: (INCOSE , 2016, pág. 27)

**Corrosión en los tornillos.**- la humedad existente en el medio ambiente, afecta a los tornillos sufriendo así el proceso de corrosión, en caso de que no poseer recubrimiento de protección alguno. El recubrimiento no solo sirve para la corrosión, es utilizado también para realizar la rosca y lubricar el desplazamiento del tornillo en el metal, así usa menos torque en el atornillador.

#### **4.4.2 Resistencia a la corrosión**

La resistencia debe ser conocida y documentada a partir de ensayos, los tornillos a ser utilizados debe poseer una resistencia a la corrosión ensayada en laboratorio (mínimo 48 horas) en la cámara de niebla salina, la longitud de los tornillos que fijan las placas a los perfiles metálicos (placa /metal) es definido por el espesor y cantidad de placas, la resistencia a la tracción de los tornillos deberá ser determinada y publicada por el fabricante, a fin de impedir la falla frágil y brusca por tracción del tornillo, La corrosión es el fenómeno que se debe precautelar ya que es el deterioro de un metal o de una aleación que debilitaría la estructura fijada, este cambio se produce por la interacción del medio ambiente y este repercute negativamente en el estado de los metales.

La elaboración de los tornillos empieza con una pieza de alambrón de acero previamente estudiada y ensayada en laboratorios que es la materia prima, esta pasa a la planta de fabricación y la conformación de los diferentes diseños de tornillos según la necesidad.

El tornillo debe fijar todas las capas y traspasar el perfil metálico por lo menos 10mm; la longitud de los tornillos que fijan los perfiles metálicos entre sí (metal/metal) debe traspasar el último elemento metálico con la rosca con un mínimo de tres filetes.

### 4.4.3 Tipos de cabezas

La cabeza del tornillo define el tipo de material a fijar, los tornillos con cabeza de tipo lenteja, hexagonal o tanque son usados para la unión de metal con metal, donde no se va a emplantar, pues la dimensión de la cabeza impediría el montaje de las placas con los perfiles de acero para dar la sujeción, estos se los conoce como tornillos estructurales, su uso es para la unión de paneles entre sí, perfiles estructurales PGC y PGU y unir paneles formados en las esquinas.

#### Tornillos tipo trompeta

Tienen la cabeza tipo trompeta, permiten la fijación de las placas, unión de la placa /metal. Se utilizan para la unión de las placas o tipo de revestimiento que se emplearía a la perfilería estructural (mayor  $\geq 0,9\text{mm}$ ) se realizan de acuerdo al espesor de la placa a fijar y que se determina la longitud del tornillo a utilizar.

#### Punta mecha

Tornillo con alas en la punta, su uso habitual es en la unión de las placas (cementicias, fenólicas, OBS y sidings) sobre perfilería metálica estructural



Figura 17. Tipo de tornillos

Tomado de: (INCOSE , 2016, pág. 134)

### 4.4.4. Tipos de punta

**PUNTA DE AGUJA.-** Este tipo de punta en los tronillos se utiliza para la fijación entre perfiles de 0,05 mm de espesor para la construcción en seco y chapa con espesor máximo de 0,7mm

**PUNTA MECHA BROCA O TALADRO** - Los tornillos con punta mecha o de taladro son para unir entre si perfiles estructurales de 0,09 mm de espesor y fijar entre ellos distintos elementos metálicos, chapa con espesor de entre 0,7 y 2mm.



Figura 18. *Tipos de punta*  
Tomado de: (INCOSE , 2016)

#### 4.4.5 Descripción y usos

**Cabeza plana.-** este tipo de tornillo sirve para fijar perfiles metálicos su característica principal es el ancho de su cabeza .tipo lenteja permite fijar firmemente las chapas de acero sin que estas se desgarran con la cabeza chata permite en ciertos casos el emplacado de revestimiento, este tornillo se utiliza fundamentalmente para la unión de montantes y soleras.

**Trompeta.-** Este tipo de tronillo sirve para la fijación de placas de revestimiento sobre los perfiles metálicos, permite entrar en el substrato que se está utilizando quedando al ras del mismo. Estos no se utilizan para unir los perfiles entre sí, cuentan con una protección fosfatada o cadmiada. Las longitudes son muy variables oscilando entre los 25 y 100mm.

**Tornillo hexagonal punta mecha.-** El perfil de su cabeza le impide a ser usado donde se colocaran las placas pues que si se instalan este aparecerá sobre montado, el uso fundamentalmente es estructural sirviendo para unir perfiles entre sí, rigidizadores y encuentros de perfiles.

**Tornillo cabeza de trompeta y fresada,** viene incorporado alas en su punta mecha este tronillo tiene la cabeza tipo trompeta que se utilizan para fijar el panel cementicias a la estructura, y los de cabeza fresada le dan un gran poder de

sujeción entre metales, logrando un buen fresado debido al nervurado o estriado.



Figura 19. *Tornillos de fijación*  
Tomado de: (INCOSE , 2016)

#### 4.4.5.1 Recomendaciones de instalación

Los tornillos que se van a emplear deberán ser de 10 a 12 mm más largos del espesor total que se va a unir, es decir sobresalga la plancha la punta de los tornillos, esta debe tener por lo menos tres hilos que sobresalgan de la cara del material para obtener una conexión segura.

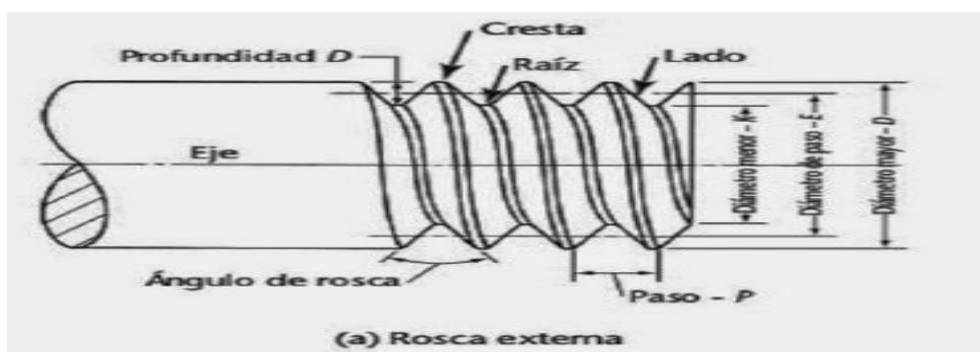


Figura 20. *Rosca de tornillo*  
Tomado de: (INEN , 2015)

La longitud de la punta sin rosca debe ser la suficiente para asegurar y que el perforado termine (atravesando totalmente el diámetro del material a perforar) antes que el primer hilo de rosca alcance el metal, y se comience a cortar la rosca. La longitud de la rosca del tornillo debe ser lo suficiente para que encaje en su totalidad en la cara de la chapa, más alejada de la cabeza, es importante que respetar la velocidad de la máquina, torque del apriete y espesor de los

tornillos, se recomienda utilizar dos tornillos para unir elementos individuales metálicos, logrando así una fijación segura y para obtener un buen desempeño de la unión y duración de este, es necesario su correcto montaje, para el efecto es necesario contar con un atornillador eléctrico o a baterías, con la velocidad variable y la reversa de marcha, recomendable es el uso de máquinas no mayores de 2000/2500 r.p.m. y el control de torque, al momento de trabajar con tornillos punta de mecha y entre 3000 -5000 r.p.m. y tope de profundidad cuando se trabaje con tornillo con punta de aguja. En caso de retirar un tornillo por estar mal colocado o temporalmente, para facilitar la labor manual no es recomendable colocar sobre el mismo agujero, mejor que se deberá perforar en otro punto así obtendremos la unión segura de los elementos.

#### 4.5 Modulaci3n del sistema metálico

El Steel Framing est3 constituido de varios elementos metálicos que cumplen distintas funciones, en la formaci3n de los paneles, a continuaci3n, se mencionan los elementos metálicos que son parte de la conformaci3n de los paneles

Perfil PGU (perfil galvanizado U)

Perfil PGC (perfil galvanizado C)

Perfil PGO (perfil galvanizado omega O)

Perfil **PGU** galvanizado tipo u

El perfil galvanizado **PGU** sirve de portante de los elementos que van dentro del canal los perfiles C se denomina solera.

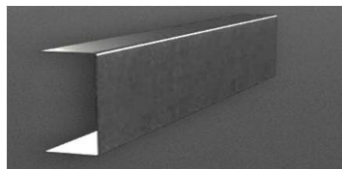


Figura 21. *Perfil tipo U*  
Tomado de: (INEN , 2015)

Se conoce como riel, este elemento se dispone de forma horizontal, también sirve de guía con los parantes, se une directamente con la platea de hormigón o base donde se instale, formarán parte del bastidor (panel) sobre el cual se atornillarán las (montantes) estos se fijan al piso y a la pared dando la forma de un marco metálico. Está compuesta de dos alas de igual longitud de 25mm y por un alma del perfil, de longitud variable: 39mm, 65mm o de 90mm; según el uso de los paneles a conformarse se encuentran en el mercado en largos estándar de 3.00 m y medidas especiales según la necesidad.

### Perfil PGC (Perfil Galvanizado C)

Es un elemento estructural cuya función es transmitir las cargas y ser la base sobre la que se colocan las terminaciones. La diferencia que posee con el PGU son los dobleces que le proporcionan mayor rigidez y distribución de las cargas a la sección del panel.

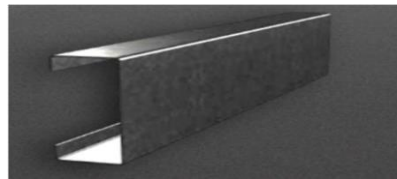


Figura 22. *Perfil tipo C*  
Tomado de: (INEN, 2015)

Conocida como parlante o (montante) al elemento de acero galvanizado que se predisponen de forma vertical en el panel, compuesto de dos alas de longitud de (38mm) y por un alma de longitud variable (38mm). (64mm) o (89mm).

Presenta perforaciones en el alma para usar en el paso de las instalaciones.

Las alas son modeladas para permitir a fijación de los tornillos autorroscantes estos elementos se presentan en el mercado de 2.44 m. y 3.66m según el fabricante. El uso que se le da a este elemento metálico es formar parte del bastidor, al que se atornillara la placa de revestimiento, también se usa en tabiques y cielos rasos.

### Perfil **PGO** (Perfil Galvanizado Omega)

Su función es posibilitar el aseguramiento de placas de revestimiento, a paredes y cerramientos preexistentes, realizados en sistema constructivo tradicional.



Figura 23. *Estructura omega*  
Tomado de: (INEN , 2015)

La modulación de los paneles está básicamente relacionado a las dimensiones de las placas interiores y exteriores, que se implementen en el proyecto, ya que estas placas se aseguran sobre la estructura metálica, en el sistema Steel Framing se conocen dos métodos que otorgan resistencia las cargas laterales del viento o de los sismos. Las cruces de San Andrés y las platinas de Rigidización.

El proyecto en estudio es la comprobación de este sistema Steel Framing en paredes no portantes, que no serán sometidas a carga alguna, sino la resistencia que debería soportar idéntica a la de una pared de sistema convencional, las inclemencias del clima, dilatación ,viento ,y sismos es por esto que la delimitación superior e inferior del vano está dada ,al igual que a paneles portantes ,por dos soleras solo cuando es el caso de vanos para puertas en donde solo hay solera superior estas quedan sujetas al montante lateral del vano.

Se describe los elementos que los conforman en un panel:



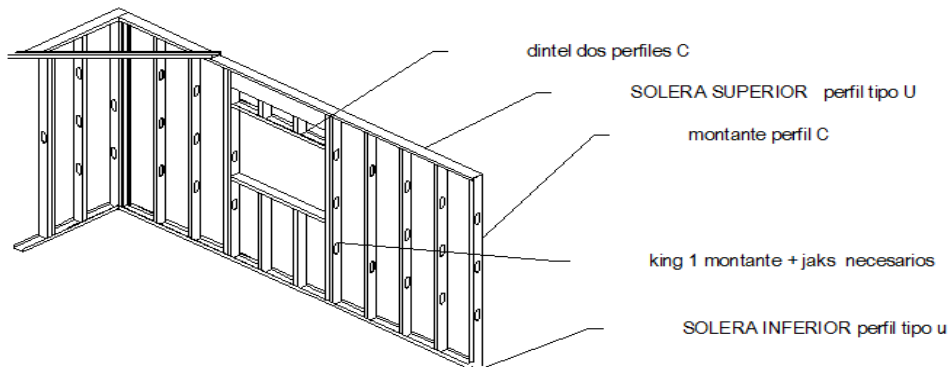


Figura 24. *Vano del panel*  
Tomado de: Incose

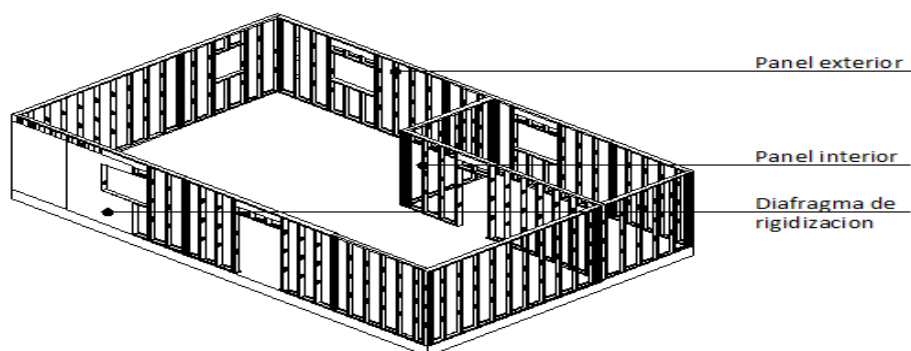


Figura 25. *Descripción vano*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016, pág. 13)

Para el marcado de las dimensiones y para poder cortar los perfiles se debe utilizar un marcador, y es muy importante trabajar con exactitud de milímetros.

#### 4.5.1 Solera Vano

Solera superior e inferior se las realizan con acero galvanizado conformado en frío de espesor de 0,84 mm (acero base) conexión estructural entre los montantes y con el piso de hormigón, y la losa y con los otros paneles la fijación a este se la hizo con tornillos espaciados no más de 600 mm.

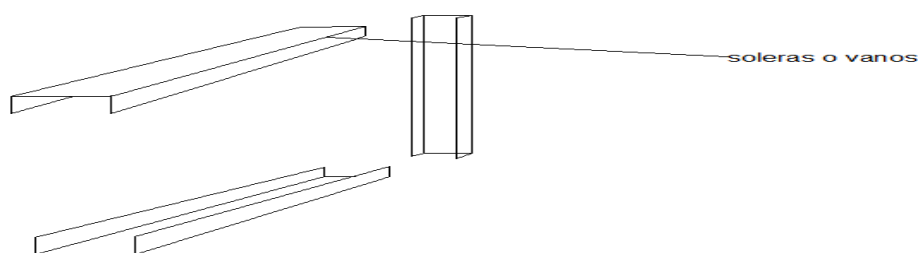


Figura 26. *Solera superior e inferior*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016, pág. 11)

Si el panel contiene vanos de acuerdo a los requerimientos constructivos debemos realizar las piezas denominadas soleras de 10 que son los perfiles PGU superiores e inferiores de los vanos, su longitud será de 200 mm superior del ancho del vano, se debe cortar con amoladora, las pestañas del perfil en las marcas llegando hasta el alma, pero sin cortarla para luego ser doblada al lado contrario para juntar las almas y proceder a atornillar y doblar formando la solera.

#### 4.5.2 Dintel

Similarmente lo que sucede en el sistema tradicional, es la construcción del elemento que es destinado a desviar las cargas, que aparecen sobre un vano. En las estructuras que se realizan con el sistema Steel Frame los dinteles son confeccionados como piezas pre-armadas, combinando para darle solidez, es un conjunto de perfiles “C” y “U” perfiles entrelazados que componen el dintel, generalmente este elemento tiene una altura y espesor de chapa mayores que del panel que conforma su totalidad.

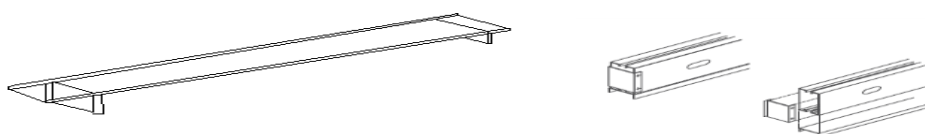


Figura 27. *Descripción de dintel*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016, pág. 13)

#### 4.5.2.1 Distancia mínima requerida a los bordes y extremos

La distancia mínima desde el centro del tornillo hasta el borde de cualquier de las partes deberá ser mayor o igual que 1,5 diámetros.

Todas las uniones atornilladas se aplican para tornillos de 2,03 mm menor o diámetro menor  $0 = 6,35$  mm. Todos los tornillos deben formar o cortar la rosca, con o sin una punta auto perforantes, los tornillos se deben instalar y ajustar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, la resistencia nominal de las barras fraccionadas unidas con tornillos.

#### 4.5.3 Formación de paneles

Los paneles están conformados por una cantidad de piezas metálicas que se enlazan, y que conforman la estructura de Steel Framing, (paredes entrepiso, paredes en vertical) y las características de espesor que deberá tener cada elemento (aberturas para instalación)

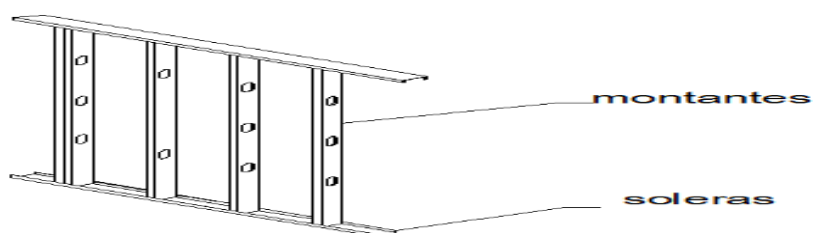


Figura 28. *Montante*  
Tomado de: (Steel Framing, 2016)

Para realizar un panel se toman los PGU que se denominan soleras superiores e inferiores estos elementos van anclados en las platea de hormigón, tanto en contra piso como en la losa de la construcción, luego se procede a marcar la modulación es decir las medidas de separación de los montantes, es decir la posición de los montantes. Estos elementos se realizan con acero galvanizado, alma de 90 mm en espesor de 0,84mm. (Acero base). La separación entre los

montantes no deberá ser superior a 600mm. (60cm) .la unión con las soleras deberá realizarse con tornillos de 13mm. De longitud tipo cabeza plana auto perforantes en ambas alas del montante.

**Fijaciones.** - Cuando reducimos los espacios entre los elementos de fijación en el borde de los paneles se ve una mejora de resistencias en el revestimiento con las placas, se encuentra disponible en un grosor de  $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) a elementos con espesores de 0,84mm a 1,09mm, se deben utilizar tornillos auto perforantes de 4,2 x 25mm (diámetro y longitud) de Cabeza plana o de embudo para ser embebidos en la superficie.

Luego se procede atornillando las esquinas del panel, con un solo tornillo en cada unión, debemos tener muy en cuenta que el PGC (perfil galvanizado tipo C) tiene que unirse y anclar en interior del PGU y su externo debe incorporarse con el alma del mismo, de la misma manera el alma del PGC debe estar alineada con el extremo del PGU para no sumar milímetros a la longitud o altura total del panel que se realiza.

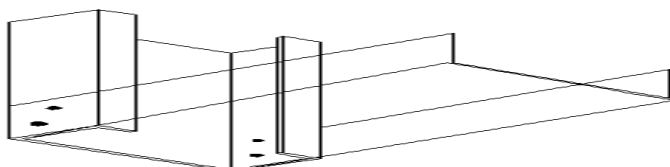


Figura 29. *Formación de panel*

Luego de asegurar con tornillos, las esquinas una vez cumplidas estas condiciones se proceden a atornillar el resto de las uniones, uno por cada montante.

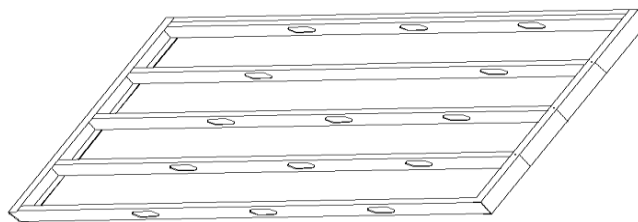


Figura 30. *Atornillado de panel*

Luego de atornillados todos los parantes, elementos que están en el interior se procede a virar el panel y comenzamos atornillar en forma similar, en esta cara se confirman los escuadres, el panel moviendo el mismo hasta que las dos caras diagonales sean iguales que se reafirman con el uso de una escuadra, y así asegurar la simetría entre montantes y soleras inferiores y superiores formando un marco metálico.

**El marco-** Según estudios realizados se ha demostrado que el uso de un revestimiento de mayor espesor y montantes dobles en los extremos del marco de la pared, unidos por sus almas permite un desempeño favorable de la pared resiste más las cargas laterales.

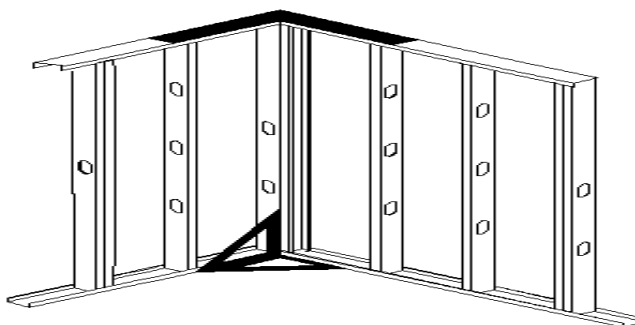


Figura 31. *Rigidizacion de panel*

Luego de realizado el escuadre de nuestro panel inmediatamente entonces procedemos a colocar los arriostres (pieza metálica puesta temporalmente) que garantizaran la escuadra durante el transporte y luego para su montaje.

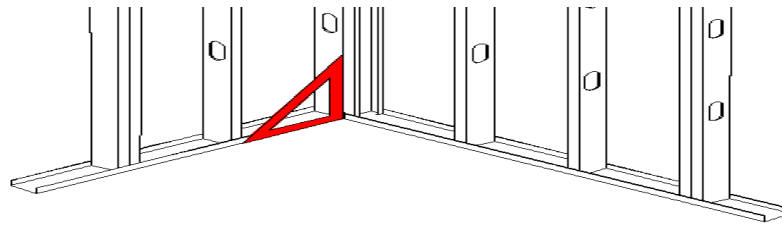


Figura 32. *Escuadre de panel*

#### 4.5.4 Rigidización de paneles mediante placas

La estructura de Steel Frame están formados por montantes aislados, que logran un buen trabajo ante las cargas verticales, que son sometidos en una losa, los paneles que se han formado hasta el momento son capaces de resistir cargas horizontales, en el plano del panel en su base, si no se prevén elementos estructurales que colaboren con el panel, la misma tenderá a deformarse como muestra la imagen.

Si la estructura no es capaz de soportar esfuerzos horizontales que son provocados por el viento y los sismos, para lograr una estabilidad lateral se debe formar elementos de arriostramiento y con las placas de revestimiento exteriores.

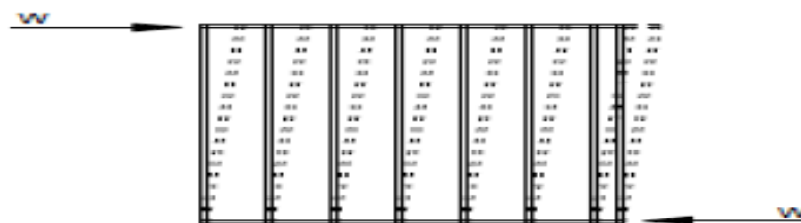


Figura 33. *Cargas laterales*  
Tomado de: (Incese, 2016, pág. 39)

EL diafragma de Rigidización, es la base de esta estructura también conocida como “strapping y bloquing” es de suma importancia evita una menor altura de pandeo de los montantes, en la estructura que siempre va a estar sometido a compresión o (flexo-compresión )en la estructura que se transmite las cargas laterales a la fundación se lo materializa con las planchas de yeso reforzado, para alturas superiores de 2,50 son necesarias la formación de líneas de

rigidización en la mitad de altura, si se van a realizar a mayores alturas es recomendable rigidizar cada metro.

La Rigidización de los paneles se realizan mediante placas, cintas o flejes de acero en ambas caras de los montantes, estos se unen mediante tornillos. Estas cintas forman el “strapping” son quienes logran menor altura del pandeo trabaja con la misma lógica de las cruces de SAN ANDRES, en la cual las cargas se distribuyen en diagonal, con la ventaja de que las placas mejoran la resistencia del perfil porque disminuye la altura de pandeo por torsión, .las placas empleados para la rigidización pueden ser de OBS o multilaminado fenólico de no menos de 12mm y unidas a la estructura, particularmente en nuestro proyecto emplearemos placas que se anclaran a la estructura mediante tornillos con alas.

Cuanto menos elemento (placas o recorte) sean utilizados para rigidizar el panel, mejor funcionara el plano rigidizaste.

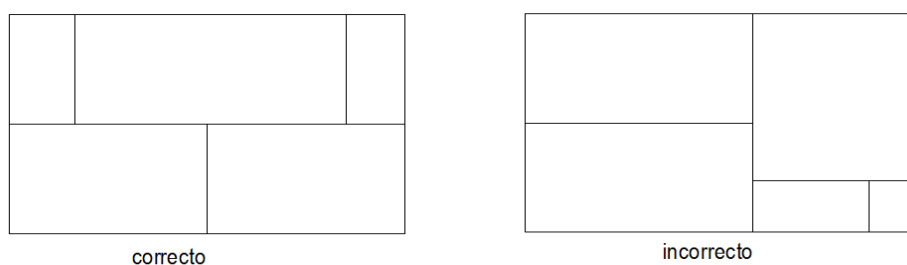


Figura 34. *Rigidización de paneles mediante placas*

#### 4.5.4.1. Arriostramiento Cruz de San Andrés

Para lograr un arriostramiento en el sistema Steel Frame se utiliza cruces de san Andrés, este arriostramiento lo logramos con la utilización de diagonales, es decir con cintas de acero en el exterior de cada panel, estas cintas serán las que absorban los esfuerzos de tracción accionadas por las fuerzas horizontales y posteriormente conducidos a la cimentación, La Rigidización del panel se logra

a través de dos elementos: el diagrama de Rigidización (mencionado entre los componentes) y las cruces de san Andrés.

#### 4.5.4.1.1. Cartelas

Son piezas metálicas tipo chapa, que se colocan en los extremos del panel, las cartelas las fijamos a la solera y al montante mediante tornillos punta mecha, la dimensión y espesor de la cartela, así como la cantidad de tronillos a colocar responderá a lo indicado en el cálculo estructural si fuere el caso de paredes portantes.

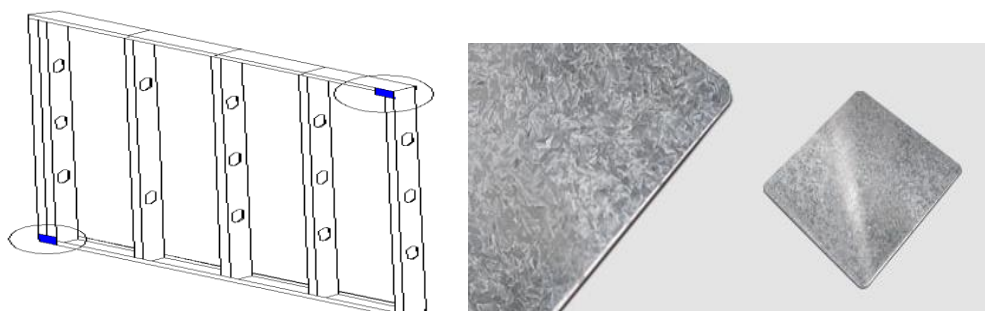


Figura 35. *Fijación de cartelas*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016, pág. 17)

#### 4.5.4.2 Fleje de chapa galvanizada

Al momento de atornillar el fleje de chapa galvanizada de las dimensiones y especificaciones que indica el proyecto, el fleje debe ser estirado, pero no en tensión.

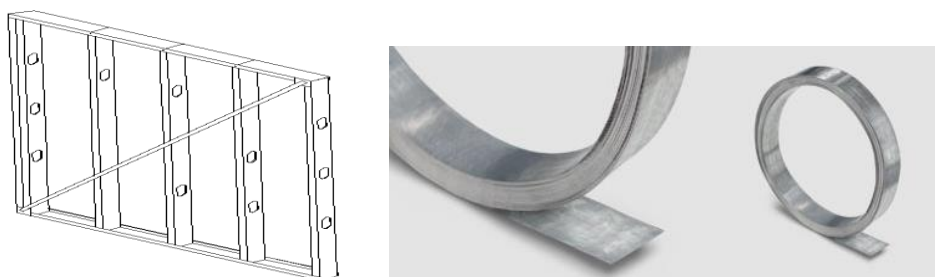


Figura 36. *Fleje de chapa galvanizada*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016, pág. 17)



#### 4.5.4.3 Tensor de Cruz de San Andrés

Consisten en flejes colocados de forma diagonal con un anclaje que impide la rotación y deformación del panel.

Permite el estiramiento de la cruz de San Andrés en forma fácil y segura logrando así la tensión necesaria para la transmisión de las cargas horizontales que aparecen a nivel de la solera superior hacia los anclajes inferiores.

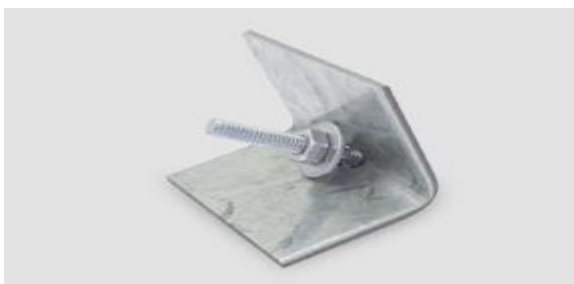


Figura 37. *Tensor de cruz de San Andrés.*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016, pág. 17)

Se debe realizar un orificio de 4,5mm de diámetro en el eje del fleje para pasar el bulón (tornillo de mayor dimensión) por su interior, tal como se muestra en el esquema, presentar el tensor y ajustar el bulón hasta que el fleje quede tensado debidamente.

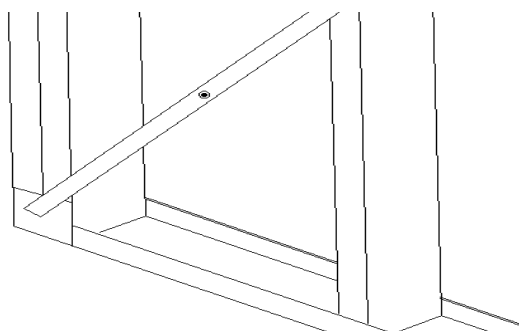


Figura 38. *Instalación de bulón*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016, pág. 17).

Repetimos los pasos anteriores en el otro cruce de la cruz de san Andrés de la forma tal de X de extremo a extremo para obtener la tensión requerida.

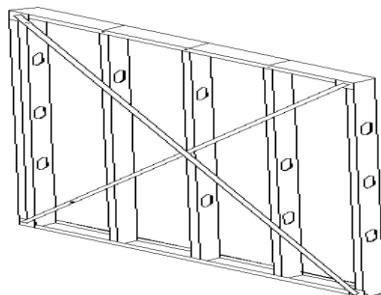


Figura 39. Esquema de instalación del bulón en panel



Figura 40. Cartela

El ángulo de las cruces de san Andrés debe ser considerada como una acción de suma importancia, ya que para lograr una mayor resistencia a los requerimientos de las estructuras diagonales se traduce, a menor ángulo con la horizontal o vanos, la tensión de la cinta sería menor, y por lo tanto a mayor ángulo con las diagonales, este deja de servir y no trabajarían para el efecto, según estudios es recomendable el ángulo a trabajarse en parámetros de entre los 30 y 60 grados.

#### 4.5.4.4 Flejes

Los flejes deben colocarse en ambas diagonales, con un ángulo que permita que las diagonales cumplan con las sollicitaciones que van entre 30ª y 60ª fuera de este parámetro en fleje diagonal comienza a perder efectividad. Es fundamental al momento de la fijación del fleje diagonal este se encuentre tenso con la ayuda del tensor antes mencionado para evitar la mínima deformación.

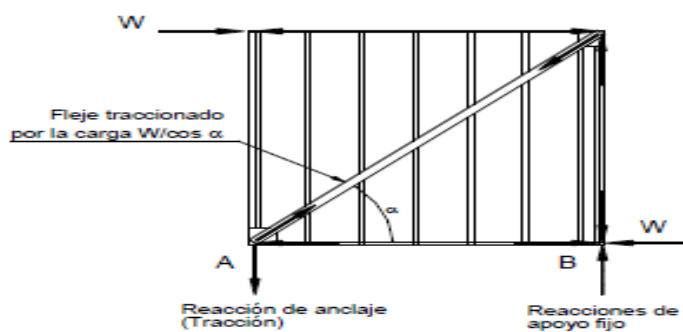


Figura 41. *Flejes*  
Tomado de: (INCOSE , 2016, pág. 139)

El diseño del panel (sus proporciones, aberturas etc.) condicionara la disposición de las cruces a continuación se muestran dos opciones de Rigidización válidas para el mismo panel.

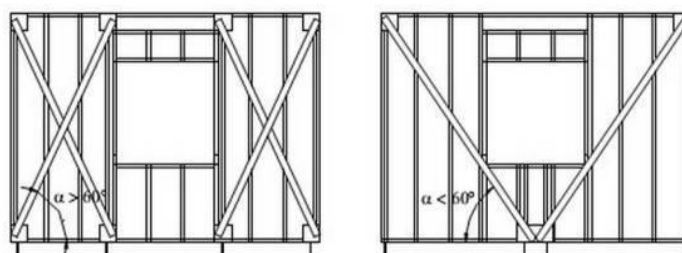


Figura 42. *Cruces de San Andrés*  
Tomado de: (INCOSE , 2016)

#### 4.5.5 Panel sin vano

Esta estructura consiste en dos perfiles PGU actuando como solera superior y solera inferior y cantidad de perfiles PGC dispuestos como montantes, cada ala de los montantes se une a la solera con un tornillo de punta mecha, .los montantes se colocaran a cada 40 o 60 cm. Esta distancia va relacionada con las medidas en que se fabrican las terminaciones (placas de yeso o cementicias y de acuerdo al proyecto diseñado.).

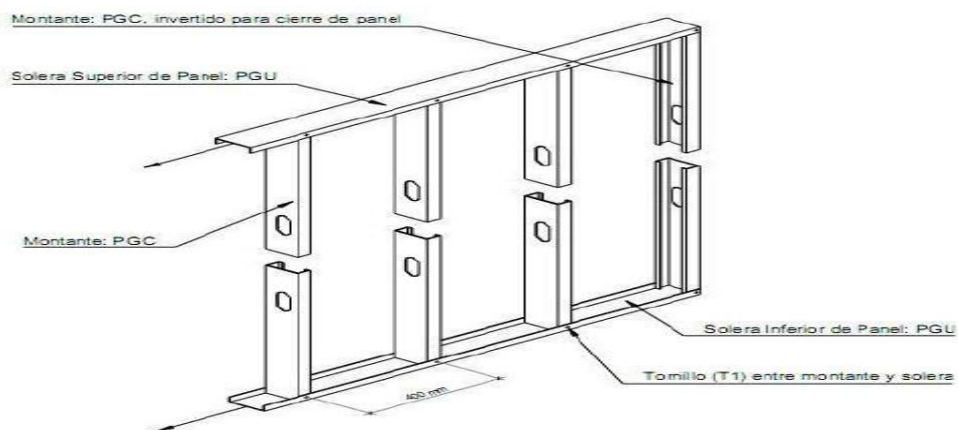


Figura 43. *Panel sin vano*  
Tomado de: (Steel Framee, 2016)

#### 4.5.5.1. Panel con vano

Los vanos son elementos que sirven para redireccionar las cargas en puertas y ventanas, tienen los mismos elementos (solera superior, solera inferior y montantes) y las estructuras que conforman, y cumplen funciones constructivas que repartirán las cargas que deberían soportar los montantes, función del dintel.

**Viento.** -Las fuerzas del viento actúan en estructura a través de cargas horizontales similares a la de un terremoto, estas fuerzas actúan sobre el revestimiento que la cubre (paneles), a pesar de que el sismo produce esfuerzos horizontales iguales como el viento, el resultado en la estructura expuesta puede ser completamente distinto, el viento produce una acción que depende de la superficie expuesta, no importando las características dinámicas de la estructura.

#### 4.5.6 Encuentro de paneles

Existen diferentes uniones entre paneles dependiendo su modulación esto se constata cuando estos se juntan sus alamas de los montantes (elementos C). La unión de PGC se realiza con tornillos de cabeza hexagonal para brindar mayor seguridad.

## Encuentros dobles

Es el encuentro de dos paneles alineados, se define como la unión de los montantes de borde PGC unidos por sus almas.

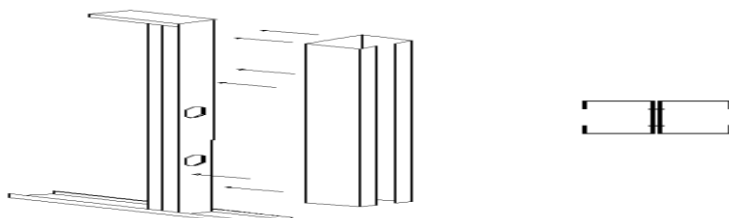


Figura 44. *Encuentro doble*

### 4.5.6.1 Encuentro en esquinas

Se efectúa esta unión cuando un encuentro esquinero, entre dos paneles uno de estos actúa como tapa y el otro es el panel que llega al encuentro, el panel tapa tienen en su extremo una pieza conformada por tres montantes PGC que permitirá el atornillado del panel.

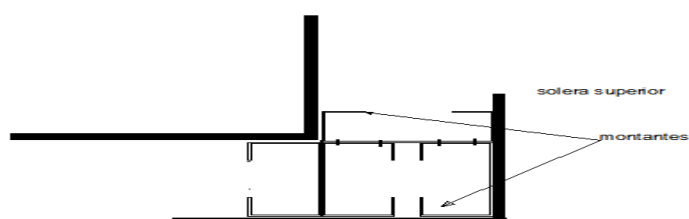


Figura 45. *Encuentro de esquinas*

### 4.5.6.2 Encuentro triple

Esta pieza está formada por tres montantes PGC que estos van alojados en un mismo panel y este permite la fijación de otro panel que llega al encuentro a 90° se denomina encuentro en T.

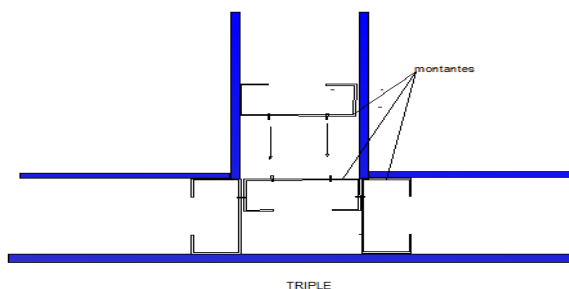


Figura 46. *Encuentro triple*

#### 4.6.6.3 Encuentro cuádruple o en cruz

Esta estructura está conformada por cuatro montantes PGC que van dentro en un mismo panel, y simultáneamente permite la fijación de dos paneles, uno a cada lado se lo define como encuentro en cruz, los encuentros se realizan uniendo los paneles que llegan al encuentro a  $90^\circ$  con uno que recibe.

Los encuentros se realizan uniendo los dos paneles que llegan al encuentro a  $90^\circ$ .

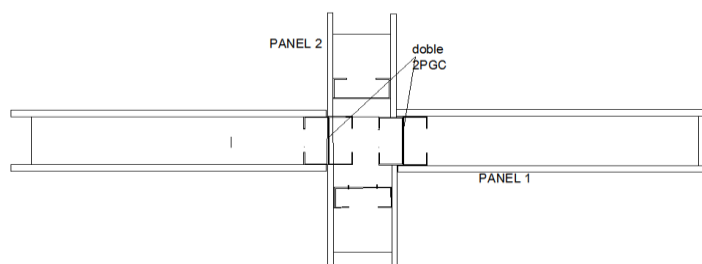


Figura 47. *Encuentro en cruz*

#### 4.5.6.4 Encuentro a $45^\circ$ o ángulo variable

Para estos casos especiales que no son muy comunes, pero si indispensable conocer, se deberá utilizar piezas de chapa galvanizada plegadas según el

ángulo del proyecto con el propósito de unir los paneles y ofrecer una superficie donde se pueda atornillar las placas con las que se va a revestir.

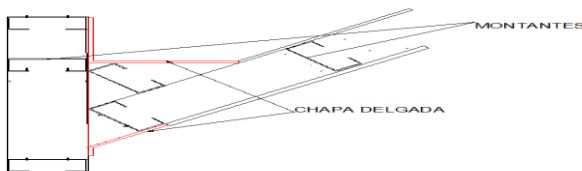


Figura 48. Encuentro de 45 grados

#### 4.5.7 Juntas de paneles

Para realizar las juntas de los paneles de revestimiento mezclamos el mortero muro seco, hasta dejarlo homogéneo, se aplica la primera mano de mortero en toda la superficie de la junta con una espátula de 6" es decir de 15cm .se fija la malla con el compuesto fresco por toda la superficie de la junta con el uso de una llana para evitar excesos, es recomendable aplicar capas delgadas no más de 1,5mm de espesor luego dejamos secar al tacto unos cuantos minutos.

El uso del mortero muro seco de PlyRock para interiores o exteriores está diseñando para cubrir las juntas de los tres sistemas, posteriormente se mencionará en el estudio, ya que se utiliza como materia base para fijar las mallas de refuerzo, gracias a su excelente manejabilidad y su máxima adherencia al panel o cualquier sustrato, este material es muy fácil de mezclar y re- mezclar, de baja penetración o absorción de agua y su gran resistencia al rayado.

#### VENTAJAS

- Se aplica directamente sobre la superficie para repellar, luego con la malla.
- No se requiere de agua, cementos, aditivos, el producto está listo para usar.
- Es de fácil aplicación.

- Permite un recubrimiento impermeabilizante y monolítico.
- Sirve de base para la aplicación de revestimientos texturados, pinturas y enchapes etc.
- El producto es flexible, de gran plasticidad y de alta adhesión y resistencia.
- Su secado es rápido.
- Duradero, contiene arena de alta calidad y propiedades físicas y no contiene sales de cloruro.
- Contiene polímeros flexibles que reduce el fisuramiento y aumenta la resistencia a la flexión y tensión.



Figura 49. *Sistema de juntas de paneles*  
Tomado de: (INEN , 2015)

De inmediato que se ha secado, aplicamos una primera capa de mortero cementicio a la superficie, en forma uniforme tratando de expandir 50 cm de las orillas de la junta abriendonos en forma lateral de la junta.



Figura 50. *Sistema de juntas de paneles*  
Tomado de: (INEN , 2015, pág. 3)

Luego aplicar una tercera mano para afinar a la superficie, con una llana de hule estos procesos pueden ser opcionales, ya que se realizan con cualquier tipo de revestimiento cementicio que se encuentran en el mercado.



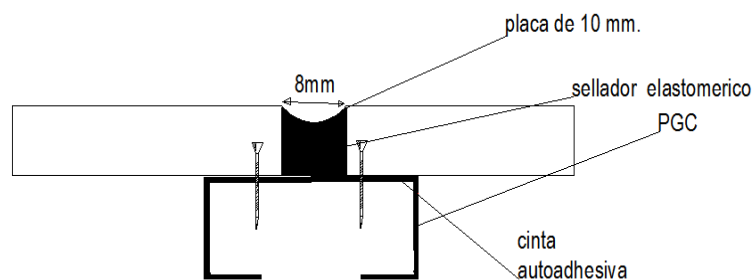


Figura 51. Instalación de sellador elastomérico

Antes de empezar a montar los paneles es conveniente realizar un plano gráfico de replanteo de la estructura, tomando como referencia dinteles y los ejes de simetría, en caso de realizar ajustes de módulos, efectuarlos en los extremos y niveles inferiores de la fachada. Cada placa debe ser colocada verificando su nivel de plomo y escuadra de manera independiente del resto.

Se debe disponer, como mínimo, una separación entre placas de 8mm, a fin de materializar las juntas, aplicando un sellador poliuretano, apto para pintar como terminación se pueden aplicar pinturas de buena calidad para exteriores permeables al vapor o revestimientos plásticos.

## 5. CAPÍTULO V. COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS TRADICIONAL VS STEEL FRAMMING

Para realizar un análisis de diferenciación del sistema tradicional vs. El sistema Steel frame primero se debe conocer los componentes, para constatar y registrar el objetivo que se plantea obtener, definir que hay una marcada diferencia en la construcción entre estos dos sistemas, el sistema antiguo y el moderno.

En primer caso encontramos varios tipos de materiales que se involucran para la ejecución de paredes externas en una obra, en si se emplean materiales que son comunes, su acabado y tiempo de ejecución marcan la diferencia. Si hablamos de construcción en seco es mucho más rápida su conformación brindan un mejor aislamiento termoacústico y por ende una mejor calidad de vida del propietario, por otro lado lo que obtenemos con el sistema de mampuestos es la implementación de la obra húmeda y relacionado como un sistema lento, y la dependencia de albañiles que realicen la obra.

En la construcción con el sistema Steel Framing con las planchas resistentes propuestas en el estudio con una pared conformada con múltiples capas desde dentro hacia afuera describimos sus componentes a continuación:

- Placas de yeso cartón en el interior si fuera el caso de doble cara.
- Estructura de elementos metálico STEEL FRAMMING.
- Aislamiento termo acústico que se coloca en medio de la estructura.
- Paneles para revestir estas con sus características superiores, que se definirá a lo posterior.
- Componentes de poliuretano para las juntas conjuntamente con el compuesto cementicios para cubrirlas.
- Malla de juntas para las uniones de las placas.

La construcción con el sistema propuesto es superior, es calidad que se nota obtenemos aislamiento y ahorro energético superior, y ampliaciones y remodelaciones se realizan en menor tiempo sin complicaciones.

### **5.1 Comparación de los dos sistemas Steel Frame y Sistema Tradicional**

Cuando pretendemos construir con el método tradicional es involucrar albañiles con sus ayudantes y disponer de mucho tiempo para ejecutar la construcción. Sistema en los que se arman paredes sólidas y pesadas, en la que conlleva más actividades para su ejecución y por ende, involucra periodos más largos para su terminación, en este sistema constructivo es el cual los materiales se disponen uno sobre otro como mampuestos, y son adheridos con mortero que es una mezcla de arena, cemento y agua que posterior se mezclan formando un amasado que se utiliza para adherir el bloque o ladrillo.

Es conocido como sistema húmedo con sus tiempos y sus múltiples elementos rígidos y su costo superior en los acabados.

- Conlleva el empleo de mayor mano de obra actividades y elementos para su ejecución
- Empleo de mayor tiempo de ejecución y plazos largos para la entrega de la obra.
- Involucra el mayor control de calidad, tanto en obra negra, obra gris y la obra blanca.
- El desorden que son característicos del sistema constructivo tradicional.
- Ruptura de paredes para las instalaciones, debilitando en ciertos casos la pared.
- Mayor incidencia de mano de obra, lo que conlleva más gastos en pago de obreros.
- Conseguimos una casa pesada, de mayor riesgo en caso de sismos.
- Pérdida de calor y puentes térmicos.
- Necesitan mayor mantenimiento.



























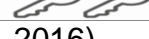
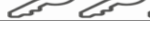
- Obra complicada, molesta, sucia y mucho desperdicio.
- Sistema pesado que a lo posterior afecta a la salud corporal.
- Se requiere de maquinaria pesada o grúas para la conformación de losas.

### **5.1.1 Comparación**

Como referencia el precio del m<sup>2</sup>, terminado de la construcción convencional, precio de la vivienda construida tradicionalmente es tan solo un 2% más elevado que la construcción en seco Steel Frame, por lo que se concluye que es prácticamente un enunciado que podemos considerar de coincidencia cuando comparamos estos dos sistemas.

- En cuanto a la incidencia de cada proceso que intervienen en la construcción, la etapa estructural de Steel Frame tiene la incidencia más alta, en comparación con los revestimientos y terminaciones.
- En el sistema tradicional, la mano de obra requerirá alrededor de un 40% del costo total de una construcción, a comparación del sistema Steel Frame que esta alrededor 30%, este principalmente es a causa de que los tiempos de obra de ejecución de la construcción con Steel Frame corresponden a lo mucho 1/3 del tiempo total de la construcción tradicional.

Tabla 3  
Diferencias de sistemas tradicional y Steel Framing

	Steel Framing	Obra húmeda (mampostería)
1 - Tiempos de ejecución.		
2 - Aislamiento térmico con mayor superficie útil.		
3 - Confort acústico.		
4 - Resistencia estructural.		
5 - Limpieza de obra.		
6 - Menores riesgos de accidentes.		
7 - Rapidez, facilidad y limpieza en remodelaciones.		
8 - Resistencia al fuego.		
9 - Adecuado comportamiento ante sismos.		
10 - Durabilidad.		
11 - Mantenimiento y prevención de patologías.		
12 - Consumo de agua durante el proceso constructivo.		
13 - Posibilidad de construir en altura.		
14 - Acceso a créditos hipotecarios.		

Tomado de: (GEORGIA PACIFIC , 2016)

Cuando se elija uno de los dos métodos y definamos cual es el idóneo para construir si decidimos un sistema u otro, este se reduce a tiempo y gustos técnicamente hablando, los dos sistemas ofrecen características confortables y duraderas; no así en las ampliaciones y remodelaciones, que se ven más fáciles a realizarse en la construcción en seco. Sería predecible que la tendencia sea los materiales livianos, pero mientras siga en nuestra costumbre arraigada y el prejuicio a la falta de conocimiento de nuevas tendencias en el campo de la construcción. Como es el caso del Steel Frame y la creación de empresas que brinden servicios constructivos que se empleen métodos modernos, será un proceso mucho más lento insertar este sistema de estructura galvanizada y paneles de revestimiento exterior a nuestra sociedad.

- El precio por metro cuadrado de un proyecto construido con el sistema Steel Frame es notoriamente inferior, comparado a los valores de la construcción tradicional y dependen del tipo de terminaciones y las aislaciones que se implementen en el proyecto.

“En una comparación de costos en base a los precios publicados en la revista vivienda agosto de 2017 de la casa Do que es un prototipo tomado como referencia, considerando una vivienda simple con tres dormitorios, se obtuvieron un valor aproximado de 674,897 dólares por metro cuadrado” (CONSUL STEEL , 2017, pág. 1)

Para obtener los resultados se debió realizar el estudio todo el sistema constructivo desde la fundición del contra piso hasta la instalación que incluyen materiales y mano de obra, lo cual podría denominarse en una vivienda “llave en mano. “

- Los gastos de obra, que involucran costos directos e indirectos, están considerados como porcentajes fijos que se suman al costo final.

El costo del proyecto estudiado está estimado como un plazo de dos meses como máximo para desarrollar la obra completa, utilizando como mano de obra dos parejas compuestas por un oficial y un ayudante.

Este ejemplo tomado de la comparativa de costos, fue con el fin de tener una idea global y clara del sistema de Steel Frame, que se estima que un proyecto utilizando el sistema simple en paredes de una vivienda, y comparándolo con uno construido en el sistema tradicional y se obtendría una relación con la elaboración del sistema planteado en las viviendas con las paredes externas.

#### **5.1.1.1 Costos**

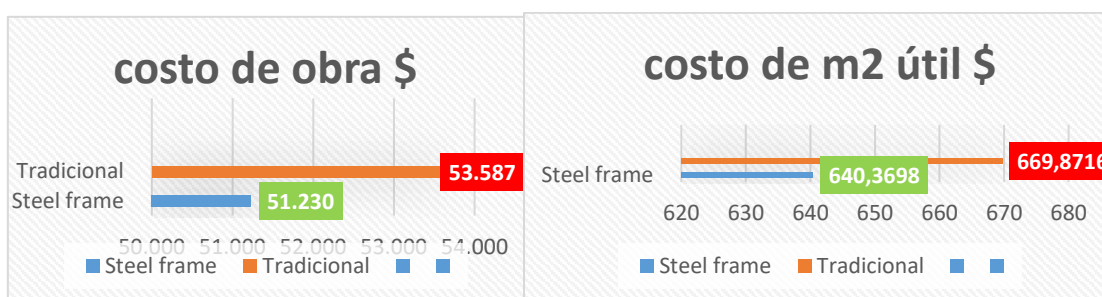
Lo que se busca es comparar elementos que cumplan las funciones de habitabilidad para la construcción de paredes tanto en la construcción húmeda y la construcción en seco, si se realiza un estimado de un sistema u otro por lo que en cada método constructivo conlleva varias actividades que suben su costo dependiendo del tipo de material y acabado obtendríamos una referencia estimada de costos involucrados.

## Sistema Steel Framing

Enunciando el sistema de Steel Frame los paneles que conformarán como paredes, se componen de una estructura de perfiles de acero galvanizado estructural rigidizados, material de aislamiento termoacústico y cubiertos con las planchas de revestimiento.

Tabla 4

Comparativa de costos del sistema convencional y Steel Frame



Tomado de: (CONSULSTEEL , 2016)

### Sistema tradicional

Para este caso del sistema tradicional utilizamos una pared de bloque, más ladrillo macizo con una aislación entre ambos, revocados con terminaciones y estucado interior, los dos sistemas construidos con una losa ya conformada lo que se implementa las paredes externas de la vivienda, y considerando una platea de hormigón armado.

#### 5.1.1.2 Incidencia de materiales y mano de obra

En la gráfica podemos observar los costos globales de materiales y de mano de obra junto con la incidencia que representa en total para cada sistema constructivo.

Tabla 5

Incidencia de materiales y mano de obra



Tomado de: (CONSULSTEEL , 2016)

En el sistema Steel Framing se ve una relación muy diferente a la tradicional, donde los materiales que se emplean representan un porcentaje significativo dentro de la obra, pero debemos controlar que se realicen mínimos desperdicios en la conformación de la estructura, se podría decir que es una ventaja comparada con los elementos adicionales que se deben considerar para la construcción tradicional de mampostería.

La mano de obra generalmente es cotizada, como mano especializada tienen una menor incidencia al Steel Frame con la rapidez para terminar la obra y la mano de obra mínima requerida.

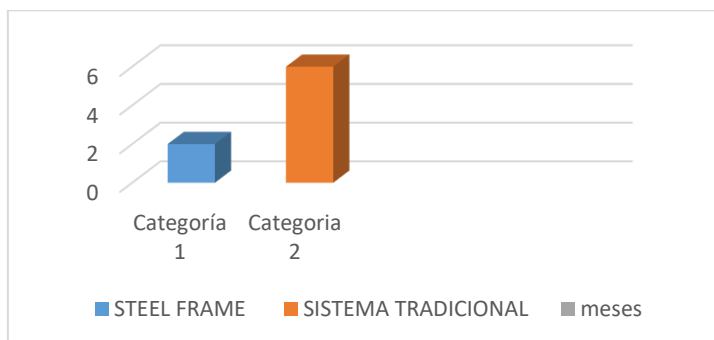
### 5.1.1.3 Tiempo de obra

A continuación, se presenta el tiempo probable de ejecución de obra según constructores, donde es fácil construir con el sistema Steel Framing el prototipo de estudio en mención, en dos meses, y por lo menos tres veces más rápido que en el sistema tradicional, el tiempo de diferencia que se refleja cuando se construye con el sistema húmedo mientras se espera que se sequen algunas actividades relacionadas, en el otro en cambio se sigue avanzando en el proceso de ejecución.



Tabla 6

Comparativa de tiempo de obra



Tomado de: (CONSULSTEEL , 2016)

#### 5.1.1.4 Superficies en obra

Al tratar este sistema de Steel Frame la característica única que hay que destacar, que con el empleo del sistema obtenemos una pared de menor espesor, comparándola con la de una pared tradicional.



Figura 52. *Diferencias en espacios*  
Tomado de: (CONSULSTEEL , 2016)

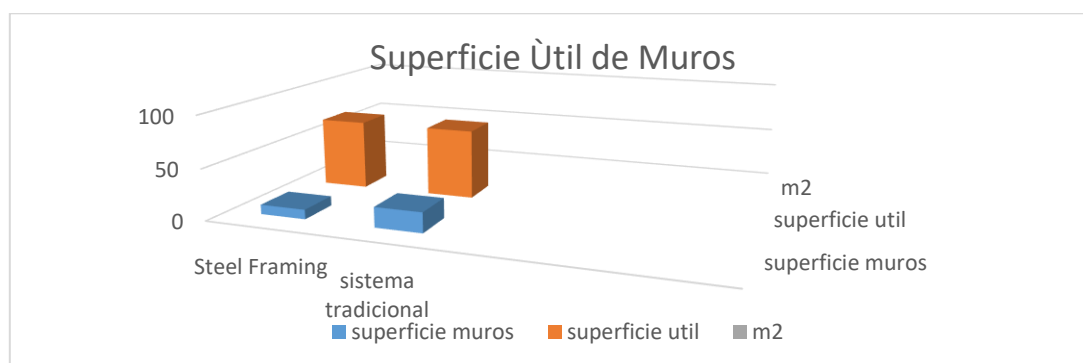
En la representación vemos reflejada que la superficie que se emplea para la conformación de las paredes, que en el mismo espacio útil, con el sistema Steel Frame se ocupa aproximadamente menos área, menos que en el sistema tradicional, .si se realizan obras de mayor escala el resultado que se obtendría

serian cada vez más convenientes, lo que significa más superficie útil que se está pagando.

Con el sistema Steel Framing vamos a obtener más metros cuadrados útiles de espacio interior, comparándolos con las incidencias de los muros que hay una diferencia llevando el 12% en el sistema Steel Framing y el de 22% en el sistema tradicional del total de área de metros cuadrados construidos. El espesor que vemos en las plantas del proyecto es evidente de las características del sistema Steel Frame.

Tabla 7

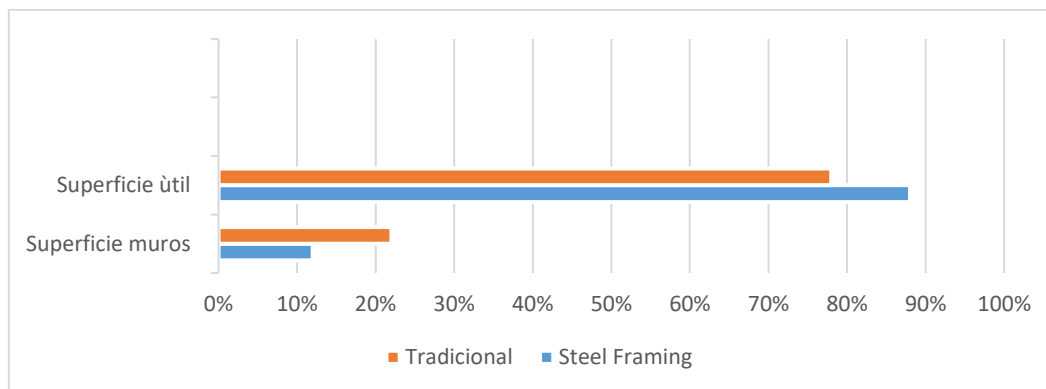
Relación de superficie útil y de muros



Tomado de:(CONSULSTEEL , 2016)

Tabla 8

Relación de superficie útil y de muros



Tomado de: (CONSULSTEEL , 2016)

Estos números nos muestran un resultado conveniente, en incidencia de costos y se puede ver que ante el mismo proyecto con Steel Framing vamos a obtener más metros cuadrados interiores útiles. Al mismo tiempo se puede asumir que el volumen de la pared más liviana ventaja que no se puede descartar que presenta un adecuado comportamiento ante los sismos.

## 5.2 Ventajas del sistema Steel Frame y paneles revestimiento.

Si se pone en consideración los costos y tiempos de construcción obtendríamos una considerable ventaja con el sistema Steel Framing.

- El sistema Steel Framing en paredes internas o externas se aprovecha la superficie de construcción, hay un 13% más de superficie útil, debido a la menor ocupación de muros.
- Implementando el sistema Steel Framing obtenemos economizar alrededor de un 5% en nuestra obra.
- Construyendo el sistema Steel Framing se construye 3 veces más rápido, y logramos alta calidad en la ejecución.
- En el sistema Steel Framing se reduce la incidencia de mano de obra.
- Con el sistema Steel Frame lo que obtenemos es construir obras 7 veces más livianas que las convierte seguras y un adecuado comportamiento ante los sismos a diferencia del sistema convencional.
- La facilidad que otorga para realizar cambios, remodelaciones y ampliaciones en la construcción, con la perfilería de acero permite realizar obras de alto nivel de confort.
- En los dos sistemas constructivos los rubros de mayor incidencia son estructura y terminaciones.
- Se consigue mayor confort, aislamiento térmico y mayor calidad de vida.

La comparación entre los sistemas la construcción en seco Steel Framing, un sistema moderno y efectivo y por otro lado lo tradicional empleando mampostería

y obra húmeda. Podemos apreciar que la elección de uno u otro tipo de materiales puede llevar a una obra más económica o más costosa en el caso del Steel Framing el mercado permite emplear materiales de altas prestaciones y calidad. Con sistema Steel Frame logramos confort a precios a nuestro alcance

Tabla 9

## Balance de resumen de los sistemas

Actividad a realizar	UNIDAD	STEEL FRAMING	SISTEMA TRADICIONAL	VENTAJAS DEL SISTEMA STEEL FRAMING
Superficie útil	m2	68,91	68,5	
Costo final	m2	\$51.229,571	\$53.587,0499	13%menos
Relación costo final	Dólares	<b>100%</b>	<b>104,60%</b>	ocupación de terreno
Relación \$/m2 útil	\$/m2	\$640,3698	\$669,8716	+4,60% más económico
Tiempo de obra	Meses	2	6	
Relación tiempo de obra	%	<b>100%</b>	<b>300%</b>	3 veces más rápido
Incidencia de materiales	%	68,29%	61,87%	6,43 % menor incidencia de Mano de Obra
Incidencia mano de obra	%	31,71%	38,13%	

*Nota:* tabla comparativa de precios en la construcción  
Tomado de: (CONSULSTEEL , 2016)

### 5.3 Comparación

Estos dos sistemas constructivos se evidencian resultados muy convenientes, comprobando que en el sistema de construcción Steel Framing implementado en paredes convencionales es el sistema idóneo por sus múltiples cualidades.

- Es mucho más competitivo en muchos aspectos frente al modelo convencional, con una leve pero marcada variación si comparamos estos

dos sistemas se revela que los materiales en el sistema Steel framing es mucho más alto, por ende tenemos a dar dos opciones de elección en la construcción.

La elección de los materiales a implementarse puede conducirnos a un proyecto más económico o una más costoso, se evidencia cuando se ofrece la industrialización a gran escala del sistema, utilizando materiales de alta prestación y de calidad disminuiría su costo, la industrialización de los componentes que conforman el sistema nos abre múltiples posibilidades para proceso de elaboración de los paneles.

- El empleo de la mano de obra contratada, como especializada en el sistema tiene baja incidencia en el costo total, debido a tiempos relativamente cortos de ejecución de la obra.
- Permite realizar una documentación detallada mediante planos de los componentes que se integran en obra, nos facilita hacer el estudio y control de los desperdicios estructurales,
- La rapidez para realizar los proyectos y la consecución de los mismos, en ambos sistemas constructivos brinda como dato una reducción estimada de hasta el 70 % del tiempo empleado.
- Las paredes elaboradas con Steel Framing tienen distintos espesores y los datos se demuestran que ante el mismo espacio se obtiene más área.
- Tienen un buen comportamiento ante los sismos.
- Los paneles actúan como barrera de protección y ayudan a estabilizar el encofrado estructural.

## 6. CAPÍTULO VI. REVESTIMIENTOS

La historia de estos sistemas de construcción liviana en seco (SCLS) se remontan a finales del siglo XIX en los Estados Unidos, con la creación de la placa de yeso cartón, este se creó no con la intención de sustituir un material de la construcción ya existente, sino que daba la solución a un problema de empaque, su inventor fue AUGUST SACKETT en 1898 a quien USG (United States gypsum Company) que luego compró su planta en 1909.

En la gran depresión de los años 30 se dio a conocer este material y se implementó en los sistemas constructivos y se construyeron algunos edificios en Chicago y es aquí en el que se masificó este sistema y con lo que provocó el desarrollo de nuevos productos como aislantes, cinta de juntas y paneles mejorados he aquí nace un nuevo sistema constructivo.

El estudio en el sistema que se plantea en el presente trabajo se realizarán en paredes externas, empleando los tres tipos de revestimiento que se encuentran en el mercado para así determinar cuál es el idóneo, en lo económico que es un factor que determinara cual se puede aplicar el sistema de placa yeso reforzado denominado placas DensGlass, el sistema ZIPWALL que son paneles portantes y las placas de fibrocemento de PLYCEM denominadas PlyRock, que según sus características son las idóneas para elaborar su estudio.

Paneles DENSGLASS sistema que une la ciencia con la tecnología, las placas de MgO óxido de magnesio que son paredes portantes y las planchas de fibrocemento PlyRock. Se componen únicamente con elementos aprobados, que se han sometido a pruebas de rendimiento riguroso, para la conformidad con los requerimientos de barrera de aire y resistentes al agua, materiales vigentes en el código internacional de construcción ICB y el código internacional de conservación de la energía IECC.

Se ha comprobado que la infiltración del agua es el principal culpable o inconveniente del fallo dentro de un sistema envolvente de un edificio o vivienda,

de echo en la historia se ha demostrado que en la construcción convencional para que pueda penetrar algo de humedad ya sea por la pared estructural o aberturas a causa de la dilatación o grietas, no es cuestión de que si la humedad se introducirá en una construcción, sino se trata de una cuestión de cuándo.

El sistema de revestimiento con paneles de barreras, es la solución hasta hoy en día aceptada en la industria de la construcción es resistente al agua no produce moho. Detallaremos a continuación cada uno de los sistemas de revestimiento para así definir cuál es el conveniente tanto en bondades, características y sus respectivas desventajas.

### 6.1 Sistema de revestimiento Dens Glass

El revestimiento tiene un centro tratado resistente al agua con un frente y parte trasera de placa de fibra de vidrio para ofrecer protección superior de los elementos contra el moho y la humedad.

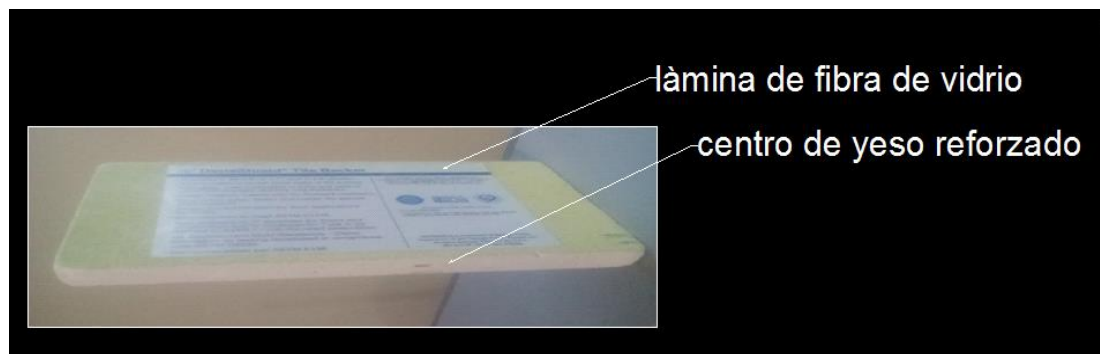


Figura 53. *Panel Dens Glass*

Según la garantía de fábrica cuenta con el respaldo de 12 meses contra daños producidos por la exposición climática locales (de laminación, deterioro y desintegración).

## TAMAÑOS Y DIMENSIONES DISPONIBLES

Se encuentra disponibles en un grosor de 12,7mm y se fabrican en un grosor de 15,9mm. Este sistema se encuentra en el mercado con medidas estándar.

Tabla 10

Tamaños y dimensiones disponibles

4 pies es decir	1219mm de ancho	1,22 cm de ancho
8 pies es decir	2438mm	2,43 cm
9 pies,	2743mm	274,3cm
10 pies,	3048mm	304,8cm de largo y otros largos que se pueden hacer bajo pedido

*Nota:* dimensiones Dens Glass

Tomado de: Manual de instalación Dens Glass.

El revestimiento es el sistema preferido para ser utilizado debajo de ladrillos, piedras, estucos, revestimientos y aislamientos. se debe especificar qué tipo de trabajo se va a realizar gracias a su característica de flexibilidad y su fácil instalación de este tipo de revestimiento, sin las complicaciones habituales

### 6.1.1 Composición

Este tipo de revestimiento está formado por una lámina de fibra de vidrio y con un núcleo de yeso resistente a la humedad, resisten al desprendimiento y deformación del panel, este tipo de paneles son planchas resistentes al abuso e impactos se deben instalar de modo similar a los paneles de yeso tradicional, estas placas eliminan una fuente eminente de presencia del moho y aceleran el plazo de construcción del proyecto.



### **6.1.2 Ensamblaje**

Este sistema es compatible con otros materiales o soportes y se pueden combinar con paneles de diferente calidad, la estructura que se emplee debe especificarse si es un panel portante o no, esta estructura metálica galvanizada es compatible con diferentes sistemas y tiene la capacidad de combinarse con paneles de hormigón, madera, yeso etc. Gracias a que este sistema funciona como un producto estándar de la construcción denominado en seco o liviano.

La resistencia a la tensión del revestimiento es la misma en ambas direcciones esto significa que el revestimiento se puede instalar de forma horizontal como vertical sin alterar su solidez del muro entre los parantes, los paneles actúan como barrera de protección y ayudan a estabilizar el encofrado estructural. Los sistemas revestimiento en mención pueden colocarse en forma paralela o de forma perpendicular al estructurado de metal o de madera se debe utilizar una orientación adecuada para las placas tratando de aprovechar su modularidad del sistema el ancho del encofrado no debe de ser inferior a (38mm) en los encofrados de madera de (32mm) y en encofrados de acero.

Los sujetadores se colocan al ras de la superficie sin avellanar (sobresalga la plancha), en el sistema de encofrado se colocan los sujetadores a una distancia de 9mm de distancia como mínimo de los extremos y bordes del revestimiento se pueden utilizar clavos y tornillos, en este sistema no se debe utilizar como base para enclavar ni para otros sistemas de sujetadores.

### **6.1.3 Características y ventajas del sistema**

- El revestimiento de placas de fibra de vidrio obtuvo una calificación de 10 es el nivel más alto de rendimiento de la resistencia al moho de acuerdo con la norma ASTM D3273
- Las fibras de vidrio penetran en el panel como una unidad integrada brindándole una mayor solidez, resistencia a la delaminación y deterioro.

- Este tipo de revestimiento es extremadamente resistente a ondearse o doblarse y al pandeo incluso en condiciones húmedas, superaron la norma ASTM C1396.
- El revestimiento tiene un centro tratado resistente al agua con un frente y parte trasera de placa de fibra de vidrio para ofrecer protección superior.
- No es indispensable aplicar una capa impermeable para brindar protección al revestimiento de yeso durante la implementación de este sistema.
- El sistema es fácil de transportar, manipular es liviano y se puede ajustar con herramientas y sujetadores comunes para los paneles de yeso, este producto es más fácil de manipular.
- cuenta con una garantía limitada por 12 meses por exposición a las condiciones climáticas normales y con una garantía limitada de 5 años contra defectos de fabricación y una garantía limitada de 12 años cuando se utiliza como sustrato.
- El revestimiento DensGlass no es combustible según la norma ASTM E136 o CAN /ULC S114

Como se conoce que no existe material que soporte el fuego la mayoría de materiales son sensibles al fuego y de fácil combustibilidad y colapsan a una determinada temperatura por lo que más importante sería como proteger la estructura y establecer "RATINGS" de escape El revestimiento DensGlass no es combustible según se describe y se prueba de acuerdo a la norma ASTM E136 O CAN/UCL S114 el revestimiento DensGlass fireguard de 5/8 15,9mm se incluye en una variedad de listados y diseños en el manual de diseño de resistencia al fuego.

- No es indispensable aplicar una capa impermeable para brindar protección al revestimiento de yeso durante la implementación de este sistema
- Cumple con la norma ASTM1117.las normas de aplicación, cuando corresponden, se encuentran con la Gypsum Association publication

GA-253 para revestimientos de yeso o con la norma 1280

## MATERIALES PARA SU INSTALACIÓN

- Lámina Dens Glass 1.22x2.44x10mm.
- Montantes (poste metálico C) espesor 0.70mm 3.05 m largo.
- Soleras superiores inferior (perfil metálico U) 0.70mm 3,05 largo.
- Tornillo de estructura para unión de perfiles.
- Tornillo para fijación de láminas a estructura metálica.
- Masilla para las juntas.
- Malla para entre paneles (base de poliuretano) para evitar la dilatación y
- Evitar el ingreso de humedad.
- Facia bota aguas de 3,05m largo

### 6.1.4 Desventajas

El material está prohibido su importación hechos y fenómenos ocurridos en el país de origen Estados Unidos no se logró importar el producto para realizar su respectivo estudio como lo mencionan los datos técnicos y se relaciona su precio alto tanto en plancha y terminado, no es factible de ser implementado en nuestro ámbito.

### 6.2 Sistema de revestimiento ZIP-WALL (MgO)

Se denominan paneles SIP (Structural Insulated Panel) aislante estructural son elaborados por la empresa ZIPWALL y sus aplicaciones son para la construcción residencial y comercial.

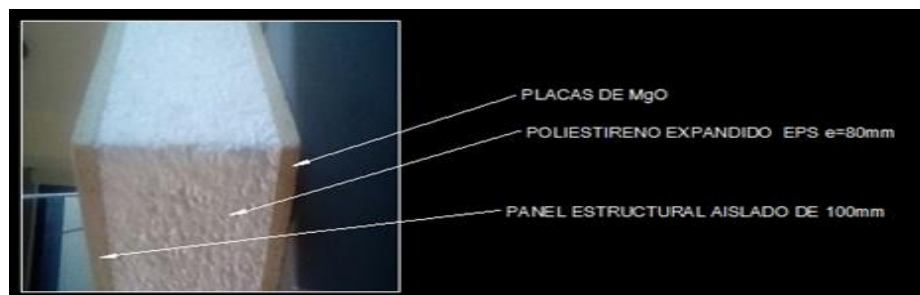


Figura 54. *Detalles del panel SIP*

Este sistema presenta una opción en el empleo de paneles grandes prefabricados de fácil ensamblaje, que hace fácil construir casas y edificios con rapidez y economía, una de las ventajas que estos paneles son elementos portantes al momento de repartir las cargas estructurales sobre las grandes áreas de paneles, que permite eliminar la gran cantidad de montantes individuales que se suele utilizar en el sistema de encofrados para estructuras de hormigón armado o para Steel Frame. Los paneles están fabricados industrialmente con placas externas de Oxido de Magnesio laminado y pulido “MgO” y con una parte interna de bloque interno de Poliestireno de alta densidad, con un acabado auto ignífugo.

### 6.2.1 Composición

Los paneles están compuestos por placas aislantes de poliestireno expandido de alta densidad (EPS) entre las caras internas y las externas conformadas por oxido de magnesio (MgO). Cuando se integran estos dos elementos el poliestireno expandido con el revestimiento del óxido de magnesio en la cara interior y exterior se refleja un ahorro considerable, en el cual se eliminan la mayor cantidad de fuga de aire, y su fácil ensamblaje ideal para la construcción de edificios con alta eficiencia energética.

La característica más importante son su aislamiento de (EPS) en los paneles es continua, lo que mejora el rendimiento térmico general de el cubrimiento de la edificación en comparación con edificaciones realizadas con el método de mampostería y estructuras aporticadas. Los muros se pueden emplear como

muro auto portante, si la comparamos con una pared de mampostería común los paneles son mucho más resistentes.

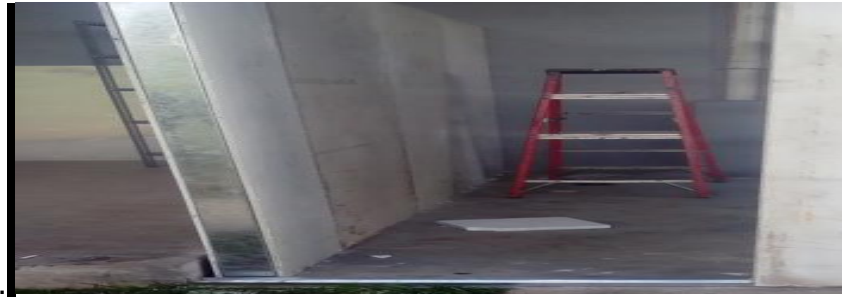


Figura 55. *Instalación de placas Zip-Wall*



Figura 56. *Instalación placas de Zip Wall*

Este sistema ZIPWALL se fundamenta en la tecnología constructiva estructural insulated panels que es conocida como “SIP” estas placas tienen muchas aplicaciones en el mundo debido a sus excelentes propiedades estructurales, confortabilidad, economía, seguridad, sismo resistencia. Estos paneles son producidos industrialmente en forma modular y automatizada cuyas dimensiones son estándar e 1,22 de ancho y con dos opciones de longitud sean estas de 2,44 m. o en 3,00 m.

Este panel tiene dos placas de MgO de espesor de 6mm puede también llegar a ser de 18mm. Tiene una densidad de 15Kg /m<sup>3</sup>, tiene un espesor estándar de 90mm. Para paredes interiores y exteriores, para las cubiertas y losas de entrepisos 140mm tiene propiedades ignífugas según la norma ASTM 84-06 y ASTM E-119 para su uso en la construcción.

### 6.2.2. Paneles para ensamblar

Los paneles Zip Wall, esta como un sistema listo para instalarse (Ready-to-Assemble) la principal ventaja del sistema SIP, es la prefabricación de paneles auto portantes para su rápida instalación y su ensamblaje en obra, y con la incorporación de estructuras y componentes estructurales adicionales que son instalados en situ.

1. Los paneles RTA se reducen considerablemente los tiempos en obra.
2. Mejora la eficiencia de planificación de los materiales que se requieren para la construcción.
3. Integra todos los elementos arquitectónicos y estructurales.
4. Reduce el tiempo de financiamiento de construcción.

Los planos de diseño arquitectónico y de ingeniería son usados por los asesores de ZIPWALL el proceso constructivo requiere la supervisión del equipo de técnicos para crear detalles constructivos del sistema para su revisión y la aprobación. La revisión de los paneles prefabricados y posterior entrega en obra, son efectuados por personal responsable y profesionales certificados para aprobación de los planos arquitectónicos y de ingeniería y la supervisión de los planos estén a la par con los diseños y de los requerimientos estructurales del proyecto.

1. Planos arquitectónicos de planta con dimensiones.
2. Elevaciones arquitectónicas con dimensiones y niveles.
3. Secciones arquitectónicas que reflejen las dimensiones y uniones de los paneles a instalar
4. Planos de instalaciones eléctricas e instalaciones hidrosanitarias y de talles de ventanas, altura de dinteles y antepechos.
5. Plano de cimentación con detalles y dimensiones.
6. Requisitos y cálculos estructurales del diseño estructural.

El sistema en mención está diseñado con características de resistencia y durabilidad .para aprovechar al máximo la resistencia del panel, este debe estar sujetos entre sí ,asegúrese de que los paneles estén firmes en todas las juntas e intercesiones, además fijar los paneles a todos los miembros de la estructura de soporte, pueden ser de madera o acero galvanizado, usar tipo y calibre de tornillos estructurales y los requerimientos espaciales entre cada uno de los elementos, qué detallaremos a continuación.

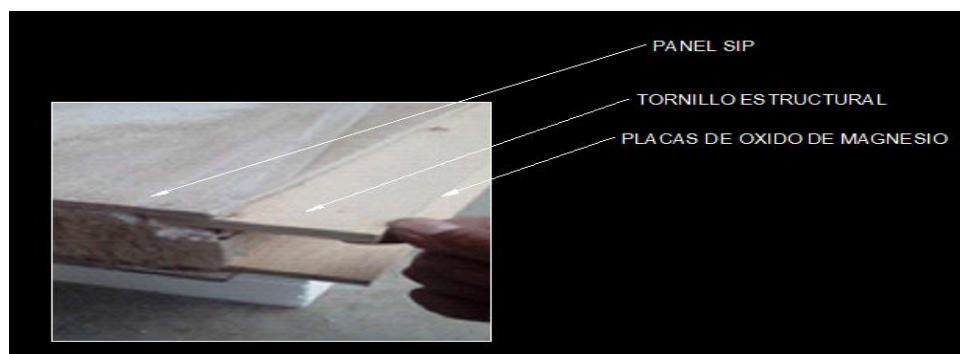
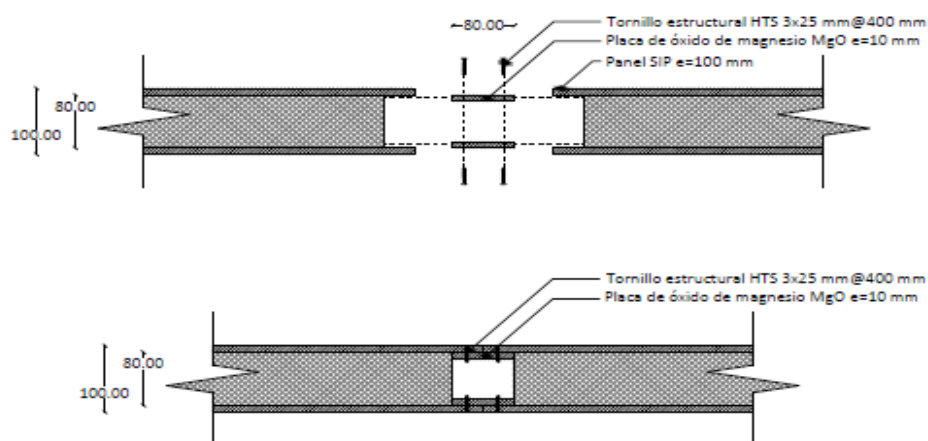


Figura 57. Sujeción continua horizontal delos paneles

### 6.2.3 Características y ventajas del sistema

- Alta resistencia a la humedad y a las condiciones climáticas externas.
- Son paneles portantes, que no necesita realizar actividades extraordinarias.
- Resistente al impacto ya que está conformada con malla y dos laminas resistentes de MgO en sus lados característica que le otorga seguridad.

- Estabilidad en el sellado de juntas con el mortero muro seco PlyRock diseñado para recubrir juntas de placas de revestimiento.
- Permite la construcción de paredes continuas sin juntas abiertas o expuestas y paredes portantes.
- No afecta el moho, roedores o insectos barrenadores (taladrar o barrenar produciendo aserrín debilitando el elemento).
- Ahorro de tiempo y dinero en ejecución de proyectos habitacionales.
- El entorno de trabajo es limpio y ordenado.
- Salud no contiene sustancias nocivas a la salud al momento de cortar es polvo similar a la leche de magnesio.
- Seguridad gracias a sus elementos de malla y MgO y tiene un alto rendimiento en el aislamiento acústico y térmico en la construcción. .
- Confort en todo sentido gracias a su lamina tipo sandwich de poliestireno.

#### MATERIALES PARA SU INSTALACIÓN

- Lámina SIP de 1,22x2, 44x10mm.
- Montantes (poste metálico C) espesor 0.70mm 3.05 m largo.
- Soleras superiores inferior (perfil metálico U) 0.70mm 3,05 largo.
- Tornillo de estructura para unión de perfiles.
- Tornillo para fijación de láminas a estructura metálica
- Masilla para las juntas.
- Malla para entre paneles.
- Facia bota aguas de 3,05m largo.

#### 6.2.4. Desventajas

- Las instalaciones para las ingenierías son algo complicadas realizarlas ya que se procede a cortar la placa rígida de MgO y con pistola de calor se realizan los surcos.



- No cuenta con un biselado en los extremos para minimizar la junta con la malla, por ende tenemos que recubrir toda la superficie para un acabado perfecto.
- El acabado no es estético formando especie de “costillas” que se denotan cuando se reviste y se pinta la superficie.
- Sus componentes y herramientas para su instalación se debería adquirir o acoplarlas al sistema, esto involucra gastos extras.
- Tornillos y fijaciones son de mayor magnitud que se deberían importar.
- Su precio es relativamente caro solo las placas de MgO, si sumamos los acabados y mano de obra requerido esta fuera de los costos para un sistema conveniente por el hecho de ser sus láminas de MgO material importado y ensamblado en el país con el poliestireno que relativamente sube sus costos.
- Los parantes metálicos para unir las placas son realizados bajo pedido el espesor del material no es industrializado aún.
- Su peso oscila 85 Kg. Y ocupa demasiado espacio para su acumulación y transportación.

### **6.3 Sistema de revestimiento PlyRock**

El sistema PlyRock está compuesto de diversos productos propios y complementarios, que constituyen el sistema de paredes. Estas láminas están elaboradas a partir de fibras celulósicas reforzadas con cemento, PlyRock es una lámina que tiene mayor densidad que el Fibrolit, por lo cual la resistencia que posee al impacto es mayor y cuenta con una mejor estabilidad dimensional. Además la lámina de 8 mm posee 2 bordes rebajados, lo cual beneficia la aplicación de acabado sobre la lámina. Tiene un acabado liso en su parte externa y cuentan con un espesor de 8mm en placas para uso de paredes interiores y de 10mm para paredes exteriores y con 1.219 mm de ancho por 2.438 mm o 3.048 mm de longitud.

### 6.3.1 Composición

Este sistema pesa 12.52Kg/m<sup>2</sup> este sistema completo con estructura y doble recubrimiento tiene un peso de alrededor de 35 Kg/m<sup>2</sup>. El producto es una lámina que tiene mayor densidad que el fibrolit, por lo cual su resistencia al impacto es mayor y posee una mejor estabilidad dimensional, esto significa que estos productos no pierden su forma y mantienen sus dimensiones originales además, la lámina de 8mm cuenta con dos bordes rebajados, lo cual beneficia múltiples acabados y sobre todo para cubrir las juntas entre láminas, dispone de diferentes dimensiones, su trabajabilidad de la lámina, menor costo por metro cuadrado y la lámina es 100% impermeable.



Figura 58. *Placas PlyRock*

Es considerado un moderno sistema de recubrimiento de lámina de fibrocemento, malla y de revestimiento, está diseñado para realizar paredes externas e internas completamente lisas con sus uniones invisibles con el proceso de aplicación sobre las láminas tiene múltiples ventajas que se convierte en el sistema que suplante al recubrimiento antes propuesto como el DensGlass.

### 6.3.2 Paneles a ensamblar

Colocamos las planchas de revestimiento sobre la superficie metálica Steel Frame, con las uniones a tope cualquier separación que existiese entre las láminas se utilizan o rellenan con sikaflex 15 LM para otorgar al sistema mayor seguridad e impermeabilización o se pueden utilizar múltiples productos de poliuretano similares que se encuentran en el mercado.



Figura 59. Impermeabilizante

De acuerdo con lo comparado utilizamos planchas de diferente característica unas con MgO dióxido de magnesio, otras con fibras de vidrio de alta resistencia, como las DensGlass pero en definitiva todas son compatibles con el sistema Steel Frame pero hay que recalcar que la lámina con mayores beneficios en cuanto a precios y características requeridas es la planchas para revestimiento exterior son de fibrocemento de la casa Plycem.

#### MATERIALES PARA SU INSTALACIÓN

- Lámina de PlyRock de 1,22x2,44x10mm
- Membrada impermeable PRODEX
- Montantes (poste metálico C) espesor 0.70mm 3.05 m largo
- Soleras superiores inferior (perfil metálico U )0.70mm 3,05 largo
- Tornillo de estructura para unión de perfiles
- Tornillo para fijación de láminas a estructura metálica
- Masilla PlyRock
- Malla PlyRock
- Esquinero plástico de 3.05 m largo.
- Facia bota aguas de 3,05m largo.
- Junta de control en "V" o cuadrada de 3,05m largo.

Distribuidos por la empresa Sicon ya que el precio radica su beneficio ante los dos sistemas antes mencionados.

### 6.3.3 Características y ventajas del sistema

- Alta resistencia a la humedad y a las condiciones climáticas externas.
- Alta resistencia al impacto ya que está conformada con malla y fibrocemento.
- Su resistencia al impacto es mayor y posee una mejor estabilidad dimensional.
- Este sistema es completo con estructura y doble recubrimiento tiene un peso de alrededor de 35 Kg/m<sup>2</sup>.
- Estabilidad en el sellado de juntas con el mortero muro seco PlyRock diseñado para recubrir juntas de fibrocemento de Plycem.
- Permite la construcción de paredes continuas sin juntas abiertas o expuestas.
- Cuenta con dos bordes rebajados, lo cual beneficia múltiples acabados y sobre todo para cubrir las juntas entre láminas.
- No afecta el moho, roedores o insectos barrenadores (taladrar o barrenar produciendo aserrín debilitando el elemento).
- Sistemas son compatibles con otros materiales o soportes y se pueden combinar con paneles de diferente calidad.
- El sistema es fácil de transportar, manipular es liviano y se puede ajustar con herramientas y sujetadores comunes para los paneles de yeso
- Ahorro de tiempo y dinero en ejecución de proyectos habitacionales.
- El entorno de trabajo es limpio y ordenado.
- Salud no contiene sustancias nocivas a la salud.
- Seguridad gracias a sus elementos de malla y fibrocemento
- Menor costo por metro cuadrado y la lámina es 100% impermeable.
- Confort en todo sentido.
- Cuenta con certificaciones UL para paredes de fibrocemento, las cuales son de 1 hora y 1.5 horas
- Cuenta con la garantía del fabricante local, mayor resistencia al impacto, disponibilidad de dimensiones, trabajabilidad de la lámina, menor costo por m<sup>2</sup> y la lámina es 100% impermeable.

#### **6.3.4. Desventajas**

Este sistema en mención sostiene todas cualidades requeridas tanto en precio que radica en la diferencia ante los demás sistemas expuestos, que se ha buscado, analizado las múltiples cualidades y beneficios del material se concluye como el material idóneo a utilizar con el sistema Steel Frame.

## 7 CAPÍTULO VII. SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO

Las paredes formadas con el sistema Steel Framing, deben ser recubiertas interiormente con placas de yeso cartón conocido como sistema drywall y exteriormente con placas de cerramientos, a menudo suelen presentarse problemas de humedad en las placas externas, falta de ventilación en el interior del inmueble, pérdidas de calor y ruidos provenientes del exterior de la vivienda, este problema se soluciona con el empleo del sistema de aislamiento termoacústico, en el mercado se presentan según el requerimiento del usuario. El espacio que existe entre los perfiles luego de culminar de emplanchar la cara externa se recomienda usar algún tipo de aislante termoacústico, el más usado en nuestro medio es la lana de vidrio o también se suele utilizar celulosa proyectada, pero por su costo se puede frenar su uso.

En el caso de los paneles Zip Wall que ya viene incorporado en su interior tipo sandwich es la lámina de espumaflex o poliestireno.

### 7.1. Lana de vidrio

La lana de vidrio es un material aislante térmico y acústico que es utilizado con gran demanda en la industria y en la construcción, producto que se obtiene de la fundición de arena a altas temperaturas que luego de un proceso de fibrado se obtienen un producto de características para el aislamiento.



Figura 60. *Instalación de la fibra de vidrio*  
Tomado de: (INEN , 2015)

Aislante que vienen en rollos de 18m y su precio es mucho menor que el de la celulosa proyectada, su instalación resulta mucho más demorosa pero indispensable, esta actividad que debe realizarse con el apoyo de administración de obra, actividad que se debe realizar en las uniones de los perfiles (dobles o uniones en ángulo ) los perfiles que se rellenen con lana de vidrio debe ser una actividad minuciosa, porque se puede olvidar de realizarse esta actividad, generando puentes térmicos, al dejar espacios vacíos, su coeficiente de conductividad térmica es de 0.038 Kcal/hm<sup>2</sup>C.

## 7.2. Celulosa proyectada

Es el único aislante térmico, acústico y de control de condensación del ambiente actividad que se efectúa en una sola aplicación, son fibras celulósicas que son preparadas especialmente y tratadas químicamente para resistir al moho y al fuego. Es material de características naturales como la celulosa reciclada y su aplicación que es proyectada y adaptable a cualquier superficie.

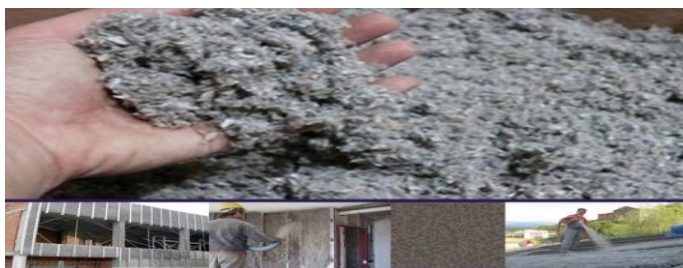


Figura 61. *Celulosa proyectada*  
Tomado de:(INEN , 2015)

El resultado final es un revestimiento formando en un solo cuerpo, fuerte y de características duraderas en espesor su composición se adiciona un 15% de bórax y ácido bórico. Este producto al ser un producto nocivo para la salud conlleva su aplicación de gran demanda y es compatible con el resto de elementos su aplicación se realiza sin protección especial.

Tiene un costo mayor, ya que requiere uso de logística para ser implementado en obra, generalmente hay maquinaria y empresas que realizan esta actividad, esta se realiza de una manera rápida y segura ya que toda la superficie resulta aislada, la instalación se realiza en un día y es sugerible esperar entre 24 a 48 horas antes de seguir trabajando su coeficiente de conductividad térmica es de 0,027 Kcal/hm<sup>2</sup>C.

### 7.3 Aislamiento térmico reflectivo (Prodex Building Wrap)

Se presenta como una lámina de Aluminio reforzado más espuma de poliestireno formando una capa protectora, micro perforado.

Es una barra de aire reflectiva, se utiliza para proteger la estructura de las construcciones de los diferentes factores climáticos que se ven sometidos, los sistemas livianos, este material consta de un núcleo de 1,5mm de polietileno EPS (poliestireno expandido material plástico comúnmente llamado espuma flex.) de baja densidad, espumado con un tratamiento de micro perforaciones cuenta con un laminado de PET aluminizado de baja emitancia ,el cual se coloca con una cinta autoadhesiva FAST ACCION para asegurar la impermeabilidad de traslape entre las láminas que se coloquen en el exterior .

Este innovador sistema permite que el vapor de agua pase a través de las paredes, evitando su concentración, esto permite que el vapor no se acumule en las cavidades de las paredes y dañe la estructura metálica. Sistema que colabora con el control de paso de agua y vapor previniendo que la lluvia pase a través de la estructura, permitiendo el paso del vapor de agua escapar del recinto.



Figura 62. Lámina aislante

Tomado de: Sicon Ecuador



Las edificaciones se ven sometidas a diversas condiciones ambientales como el flujo de calor, el aislante reflectiva elimina el calor radiante, este fenómeno se produce en días calurosos existe transferencia de calor en lugares que no disponen de un aislante o en cavidades de aire

Flujo de aire. -las barreras de aire se producen por convección es decir existe una diferencia de presión entre la casa y el exterior se denomina (efecto stack) Suele presentarse en espacios abiertos o grietas entorno de la construcción y por causa del viento.

Flujo de vapor. -difusión por infiltración se evitará de esta manera la concentración de humedad en los paneles, ya que el aire siempre cuenta con una porción de agua en forma de vapor y a menor temperatura que se presente el aire, menor cantidad de vapor tendrá esto debido a la condensación.

## 8. CONCLUSIONES

Es posible construir paredes y suplantar a la tradicional de entre 100m y 200m<sup>2</sup> en 90 días, y aquí radica su eficiencia, el costo de mano de obra en Steel Framing está por debajo, mientras que la construcción de paredes convencionales alcanza casi el 50%. Es notable la reducción del margen de desperdicio varía en un 20% para la construcción convencional y un 5% para la construcción con el sistema Steel frame.

Otro aspecto que contribuye en la eficiencia de la estructura Steel Framing en las paredes externas de una vivienda, nos permite saber con exactitud la cantidad de material que se empleará, la memoria de cálculo estructural, en el caso que toda la vivienda se emplee el sistema Steel Frame. Con el control de materiales en la que obtenemos 100% de optimización y una eficiencia en la mano de obra empleada, para una visualización complementaria presentamos rubros que se emplean en la construcción convencional así tenemos una idea global de lo que implica y su diferencia con el tradicional.

Tabla 11

Valores

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE 15 PRENSADO	m2	1,00	15,79	17,15
ENLUCIDO VERTICAL MORTERO 1:3	m2	1,00	8,50	8,89
ESTUCADO DE PAREDES	m2	1,00	3,84	5,58
PINTURA VINILICA BASE AGUA	m2	1,00	5,42	5,54
	TOTAL:			37,16

*Nota:* Tabla precio por m<sup>2</sup> mampostería

Se evidencia los rubros que se necesitan para ejecutar un metro cuadrado de pared con el método tradicional, que involucra mucho más elementos para su conformación y con su precio mayor se estima de 37,16 USD por metro cuadrado que se incluyen el costo de transportación de cada uno de los materiales a ser empleados. A continuación se demuestra los análisis de precios unitarios APUs de cada rubro en mención para tener clara la diferencia.

Tabla 12

## Valor Mampostería de Bloque de 15 Vibroprensado

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ( VALORES EN USD )</b>					
PROYECTO:					
OFERENTE:					
Rubro:	1			Unidad:	m2
MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE 15 VIBROPENSADO				Código:	
Especificación:				Rend/día:	
				Elaboró:	
<b>M.- EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Costo US\$/ Hora/Maq. B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/ Unidad D= C*R
Herramienta Menor	2,00	0,30	0,60	0,8000	0,480
Andamio	2,00	0,52	1,04000	0,61400	0,639
Subtotal de Equipos M					1,119
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad Hombres A	Jornal Hora US\$/ Hora B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Peón en General -Estruct. Ocup. E2	1,00	3,4100	3,4100	0,8000	2,728
Albañil	1,00	3,4500	3,4500	0,8000	2,760
Inspector de obra	0,10	3,8300	0,3830	0,8000	0,306
Subtotal de Mano de Obra N					5,7944
<b>O.- MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Costo Unitario US\$ B	Costo Unitario US\$/Unidad C= A*B	
Cemento	50kg	0,2100	8,88	1,865	
Arena	m3	0,0310	14,00	0,434	
Agua	m3	0,0080	0,80	0,006	
bloque prensado de 15x20x40cm.	u	13,0000	0,39	5,070	
Subtotal de Materiales O					7,3752
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Distancia Km. B	Costo Unitario US\$ C	Costo Unitario US\$/Unidad D= A*B*C
Subtotal del Transporte P					
Quito,08 de Enero de 2018	TOTAL COSTO DIRECTOS: X= ( M+N+O+P)				14,2882
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD Y =			20%	2,8576
	OTROS INDIRECTOS : Z=				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO ( US\$) X+Y+Z				
NO ESTA CONSIDERADO EL IVA		<b>PRECIO UNITARIO OFERTADO ( US\$)</b>			17,15

Tabla 13

Valor Enlucido Vertical mortero 1:3

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ( VALORES EN USD )</b>					
PROYECTO:					
OFERENTE:					
Rubro:	2			Unidad:	m2
ENLUCIDO VERTICAL MORTERO 1.3				Código:	
				Rend/día:	
Especificación:					Elaboró:
<b>M.- EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Costo US\$/ Hora/Maq. B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/ Unidad D= C*R
Herramienta Menor	1,00	0,30	0,30000	0,61400	0,184
Andamio metálico	2,00	0,52	1,04000	0,61400	0,639
Subtotal de Equipos M					0,823
<b>N.-MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad Hombres A	Jornal Hora US\$/ Hora B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Peón en General	1,00	3,41	3,4100	0,61400	2,094
Albañil	1,00	3,45	3,4500	0,61400	2,118
Inspector de obra	0,10	3,83	0,3830	0,61400	0,235
Subtotal de Mano de Obra N					4,4472
<b>O.- MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Costo Unitario US\$ B	Costo Unitario US\$/Unidad C= A*B	
Cemento	50kg	0,2100	7,89	1,657	
Arena	m3	0,0200	7,00	0,140	
Agua	m3	0,0100	0,62	0,006	
Subtotal de Materiales O					1,8031
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Distancia Km. B	Costo Unitario US\$ C	Costo Unitario US\$/Unidad D= A*B*C
Subtotal del Transporte P					0,0000
Quito,08 de Enero de 2018	TOTAL COSTO DIRECTOS: $X= ( M+N+O+P)$				7,0731
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD Y=			20%	1,4146
	OTROS INDIRECTOS : Z=				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO ( US\$) $X+Y+Z$				8,4877
NO ESTA CONSIDERADO EL IVA					<b>PRECIO UNITARIO OFERTADO ( US\$)</b>
					<b>8,49</b>

Tabla 14

## Valor Estucado de paredes exteriores

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ( VALORES EN USD )</b>					
PROYECTO:					
OFERENTE:					
Rubro:	3			Unidad:	m2
ESTUCADO DE PAREDES EXTERIORES				Código:	
Especificación:				Rend/día:	
				Elaboró:	
<b>M.- EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Costo US\$/ Hora/Maq. B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/ Unidad D= C*R
Herramienta Menor (5,00%)					0,090
Andamio metálico	1,00	0,52	0,52000	0,31250	0,163
Subtotal de Equipos M					0,253
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad Hombres A	Jornal Hora US\$/ Hora B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Ayudante en general	0,50	3,41	1,7100	0,31250	0,534
Albañil	1,00	3,45	3,4500	0,31250	1,078
maestro mayor	0,10	3,82	0,3820	0,31250	0,119
Subtotal de Mano de Obra N					1,7319
<b>O.- MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Costo Unitario US\$ B	Costo Unitario US\$/Unidad C= A*B	
Sika empaste monotop exterior -interior	Kg	1,0000	2,50	2,500	
Andamio metálico	1,00	0,52	0,52000	0,31250	
Subtotal de Materiales O				2,6625	
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Distancia Km. B	Costo Unitario US\$ C	Costo Unitario US\$/Unidad D= A*B*C
Subtotal del Transporte P					0,0000
Quito,08 de Enero de 2018	TOTAL COSTO DIRECTOS: X= ( M+N+O+P)				4,6469
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD Y =			20%	0,9294
	OTROS INDIRECTOS : Z=				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO ( US\$) X+Y+Z				5,5763
<i>NO ESTA CONSIDERADO EL IVA</i>					<b>PRECIO UNITARIO OFERTADO ( US\$)</b>
					5,58

Tabla 15

Valor pintura Vinil Acrílica

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ( VALORES EN USD )</b>					
PROYECTO:					
OFERENTE:					
Rubro:	4			Unidad:	m2
PINTURA VINIL ACRILICA				Código:	
Especificación:				Rend/día:	
				Elaboró:	
<b>M.- EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Costo US\$/ Hora/Maq. B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/ Unidad D= C*R
Herramienta Menor (5,00%)					0,140
Andamio metálico	1,00	0,52	0,52000	0,39000	0,203
Subtotal de Equipos M					0,343
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad Hombres A	Jornal Hora US\$/ Hora B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Maestros obra	0,10	3,8200	0,3820	0,39000	0,149
Pintor	1,00	3,4500	3,4500	0,39000	1,346
Peon	1,00	3,4100	3,4100	0,39000	1,330
Subtotal de Mano de Obra N					2,8244
<b>O.- MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Costo Unitario US\$ B	Costo Unitario US\$/Unidad C= A*B	
Pintura vinil acrílica base agua	gl	0,0700	17,50	1,225	
Lija	u	0,5000	0,45	0,225	
Agua	m3	0,0050	0,30	0,002	
Subtotal de Materiales O					1,4515
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Distancia Km. B	Costo Unitario US\$ C	Costo Unitario US\$/Unidad D= A*B*C
Subtotal del Transporte P					0,0000
Quito, 08 de Enero de 2018	TOTAL COSTO DIRECTOS: X= ( M+N+O+P)				4,6187
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD Y =			20%	0,9237
	OTROS INDIRECTOS : Z=				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO ( US\$) X+Y+Z				
NO ESTA CONSIDERADO EL IVA					<b>PRECIO UNITARIO OFERTADO ( US\$)</b>
					5,54

Si se realiza una comparación con el sistema convencional se refleja que es mínima la diferencia en cuanto a costos, sin embargo para la realización de una pared con mampostería como siempre involucra más elementos para las diferentes etapas de la construcción de una pared. Podemos deducir que la elección de uno u otro tipo de materiales puede llevar a una obra más económica o más costosa y, en el caso del Steel framing el mercado permite emplear materiales de altas prestaciones y calidad, ahora se definirá cual sistema de revestimiento es el que cumple con el estudio de factibilidad para ser empleado siempre relacionándolo con el sistema tradicional ya comparado anteriormente.

Tabla 16  
Análisis de revestimientos

ANALISIS DE REVESTIMIENTOS				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
REVESTIMIENTO CON PANEL DENSGLASS	m2	1,00	25,00	25,00
REVESTIMIENTO ZIP-WALL	m2	1,00	35,00	35,00
REVESTIMIENTO PLYROCK	m2	1,00	15,24	15,24
				0,00
		TOTAL:		0,00

*Nota:* Precios referenciales de los revestimientos

Los sistemas de recubrimiento se expondrán para tener una idea clara de cual recubrimiento a ser implementado, como se conoce que conjuntamente con el soporte en el Steel frame.

Tabla 17

## Análisis de Precios Unitarios DensGlass

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ( VALORES EN USD )</b>					
PROYECTO:					
OFERENTE:					
Rubro:	1			Unidad:	m2
INSTALACION DE REVESTIMIENTO DENSGLASS				Código:	
				Rend/día:	
Especificación:					Elaboró:
<b>M.- EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Costo US\$/ Hora/Maq. B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/ Unidad D= C*R
Herramienta Menor	2,00	0,30	0,60000	0,80000	0,480
Subtotal de Equipos M					0,480
<b>N.-MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad Hombres A	Jornal Hora US\$/ Hora B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Maestrode obra	1,00	3,5700	3,5700	0,40000	1,428
instalador	1,00	3,2200	3,2200	0,40000	1,288
Peon	0,10	3,1800	0,3180	0,40000	0,127
Subtotal de Mano de Obra N					2,8432
<b>O.- MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Costo Unitario US\$ B	Costo Unitario US\$/Unidad C= A*B	
solera metálica U	ml	1,0000	4,39	4,390	
Montante metalico C	ml	3,0000	4,50	13,500	
Malla para junta de paneles	rollo	1,0000	2,62	2,620	
Placas de revestimiento DensGlass	u	0,4000	25,00	10,000	
Remaches o tornillo T1 punta de broca 8*1 1/2	u	10,0000	0,25	2,500	
Fijaciones	u	3,5000	1,50	5,250	
Tornillo T2 cabeza de trompeta 35 mm	Kg	8,0000	0,04	0,320	
Masilla para juntas	Kg	0,1000	0,53	0,053	
Masilla muro seco	Kg	0,1000	0,53	0,053	
Subtotal de Materiales O					38,686
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Distancia Km. B	Costo Unitario US\$ C	Costo Unitario US\$/Unidad D= A*B*C
Subtotal del Transporte P					0,0000
Quito,08 de Enero de 2018	TOTAL COSTO DIRECTOS: X= ( M+N+O+P)				42,0092
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD Y = 20%				8,4018
	OTROS INDIRECTOS : Z=				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO ( US\$) X+Y+Z				
NO ESTA CONSIDERADO EL IVA					<b>PRECIO UNITARIO OFERTADO ( US\$)</b>
					<b>50,41</b>



Tabla 18

## Análisis de Precios Unitarios Zip- Wall

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ( VALORES EN USD )</b>					
PROYECTO:					
OFERENTE:					
Rubro:	2			Unidad:	m2
INSTALACION DE REVESTIMIENTO ZIP-WALL				Código:	
				Rend/día:	
Especificación:					Elaboró:
<b>M.- EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Costo US\$/ Hora/Maq. B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Herramienta Menor	2,00	0,30	0,60000	0,80000	0,480
<b>Subtotal de Equipos M</b>					<b>0,480</b>
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad Hombres A	Jornal Hora US\$/ Hora B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Maestro de obra	1,00	3,5700	3,5700	0,40000	1,428
Instalador	1,00	3,2200	3,2200	0,40000	1,288
Peon	0,10	3,1800	0,3180	0,40000	0,127
<b>Subtotal de Mano de Obra N</b>					<b>2,8432</b>
<b>O.- MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Costo Unitario US\$ B	Costo Unitario US\$/Unidad C= A*B	
solera metálica U	ml	2,0000	4,39	8,780	
Montante metálico C	ml	2,0000	4,50	9,000	
Malla para junta de paneles	rollo	1,0000	2,62	2,620	
Placas de revestimiento tipo sándwich de MgO	u	0,4000	35,00	14,000	
Remaches o tornillo T1 punta de broca 150 mm	u	6,0000	0,40	2,400	
Fijaciones	u	3,5000	0,80	2,800	
Tornillo T2 cabeza de trompeta 35 mm	Kg	12,0000	0,02	0,240	
Masilla para juntas	Kg	0,1000	0,53	0,053	
Masilla muro seco	Kg	0,1000	0,53	0,053	
Placas de material para juntas	ml	3,00	1,0000	3,000	
<b>Subtotal de Materiales O</b>					<b>39,946</b>
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Distancia Km. B	Costo Unitario US\$ C	Costo Unitario US\$/Unidad D= A*B*C
<b>Subtotal del Transporte P</b>					<b>0,0000</b>
Quito, 08 de Enero de 2018	TOTAL COSTO DIRECTOS: X= ( M+N+O+P)				<b>43,2692</b>
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD Y =			<b>20%</b>	<b>8,6538</b>
	OTROS INDIRECTOS : Z=				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO ( US\$) X+Y+Z				
<i>NO ESTA CONSIDERADO EL IVA</i>					<b>PRECIO UNITARIO OFERTADO ( US\$)</b>
					<b>51,92</b>

Tabla 19

## Análisis de Precios Unitarios PlyRock

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ( VALORES EN USD )</b>					
PROYECTO:					
OFERENTE:					
Rubro:	3			Unidad:	m2
INSTALACION DE REVESTIMIENTO BASE FIBROCEMENTO PLYROCK				Código:	
Especificación:				Rend/día:	
				Elaboró:	
<b>M.- EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Costo US\$/ Hora/Maq. B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/ Unidad D= C*R
Herramienta Menor (5%MO)					0,14
Subtotal de Equipos M					0,140
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad Hombres A	Jornal Hora US\$/ Hora B	Costo Hora US\$/ hora C= A*B	Rendimiento R	Costo Unitario US\$/Unidad D= C*R
Maestro de obra	0,10	3,5700	0,3570	0,40000	0,143
Instalador	1,00	3,2200	3,2200	0,40000	1,288
Peon	1,00	3,1800	3,1800	0,40000	1,272
Subtotal de Mano de Obra N					2,7028
<b>O.- MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Costo Unitario US\$ B	Costo Unitario US\$/Unidad C= A*B	
solera metálica U	ml	1,0000	3,40	3,400	
Montante metálico C	ml	3,0000	4,39	13,170	
Malla para junta de paneles	rollo	1,0000	2,62	2,620	
Placas de revestimiento PlyRock	u	0,4000	15,24	6,096	
Remaches o tornillo T1 punta de broca 15mm	u	8,0000	0,02	0,160	
Fijaciones	u	2,5000	0,80	2,000	
Tornillo T2 cabeza de trompeta 35 mm	Kg	6,0000	0,02	0,120	
Masilla para juntas	Kg	0,1000	0,53	0,053	
Masilla muro seco	Kg	0,1000	0,53	0,053	
Subtotal de Materiales O				27,672	
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Distancia Km. B	Costo Unitario US\$ C	Costo Unitario US\$/Unidad D= A*B*C
Subtotal del Transporte P					
Quito, 08 de Enero de 2018	TOTAL COSTO DIRECTOS: X= ( M+N+O+P)				30,5148
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD Y =			20%	6,1030
	OTROS INDIRECTOS : Z=				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO ( US\$) X+Y+Z				36,6178
NO ESTA CONSIDERADO EL IVA					<b>PRECIO UNITARIO OFERTADO ( US\$)</b>
					36,62

Comparando los resultados de todos los costos de construcción, para los diferentes métodos constructivos, los paneles implementados con PlyRock son una alternativa factible tanto técnica, económica frente a los sistemas constructivos tradicionales.

Las placas de PlyRock se importan en grandes cantidades, lo que se difiere en costos menores de venta al consumidor, si es evidente que tiene un costo mayor. .Al final de la obra se traduce en ahorro, en costos directos para el constructor, logrando así menor pérdida de materiales, mayor velocidad de conformación, por ser rápido de trabajar, y logrando gran precisión en la ejecución de obras.

Es evidente el precio de cada uno de los elementos, la conveniencia de emplear el sistema PlyRock conjuntamente con el sistema Steel frame.

- En definitiva podemos comprobar que el acero usado en el sistema Steel frame no se pudre, no se agrieta, no se deforma, y además es un sistema estándar ya que las estructuras de acero galvanizado y las planchas en mención son compatibles con cualquier otro tipo de acabado, además de las múltiples opciones de acabado que se pueden realizar con la implementación de materiales de alta calidad. La solidez del acero y la cualidad de ser material no inflamable, 100% reciclable con la incorporación de los paneles de fibrocemento PLYROCK que tienen la propiedad de ser más resistentes tanto a la humedad como al moho y con la variedad de productos que se ajustan a cada necesidad en construcción de paredes externas. Formando un conjunto de elementos resistentes que perfectamente acoplados accionan y reaccionan dando estabilidad a la vivienda
- Particularmente el sistema Steel Frame es resistir y transmitir las cargas de los componentes, suplantar las paredes externas manteniendo el espacio arquitectónico sin sufrir deformaciones de incompatibilidad.
- El acero galvanizado asociado a las planchas PLYROCK de origen centroamericano es una solución lógica y eficaz para las crecientes

necesidades, del actual mercado de construcción de viviendas. Ofrece múltiples beneficios tanto por sus precios estables y competitivos, como por su instalación mucho más rápida, dando como resultado una financiación más reducida en la construcción y un importante ahorro en los costos. La limpieza en el proyecto acabado desde el inicio hasta su puesta en obra.

- El ahorro de materiales es evidente, optimizando la cantidad de material empleado en cada elemento y así la disminución radical de los escombros, desperdicios y restos de su ejecución, lo que conlleva la reutilización de los productos de desecho.

La construcción con estos dos sistemas empleados conlleva numerosas ventajas como rapidez y eficacia de montaje sin problemas de humedad y sin necesidad de utilizar equipos o herramientas complicadas para su instalación y mantenimiento, La estructura con sus características de ser desmontable, involucra pocos gastos de transporte y producen menos residuos de obra que es muy conveniente en minimizar costos.

Los elementos de la estructura se fabrican con agujeros punzonados en sus almas para permitir el paso de instalaciones; lo que se traduce en un considerable ahorro de tiempo, para los profesionales involucrados en la construcción. Además los elementos de acero galvanizado y las planchas de fibrocemento pesan mucho menos que los componentes de ladrillo y hormigón; en consecuencia, se pueden reducir el empleo de mano de obra.

Para construir una vivienda que conlleve el uso de una pared convencional se necesita mano de obra calificada y su costo final relativamente alto.

La Modulabilidad es la característica de conseguir una variedad de posibilidades o tipologías de edificios con unos pocos módulos tipo, realizados a gran escala.

El sistema PlyRock se puede utilizar para sustituir a los sistemas denominados DensGlass, con la ventaja que la lámina es trabajable, económica y resistente.

## REFERENCIAS

- CONSULSTEEL . (AGOSTO de 2016). CONSTRUCCION CON ACERO LIVIANO. *MANUAL DE PROCEDIMIENTO* . BUENOS AIRES , DE BUENOS AIRES , ARGENTINA .
- Cueto, A. –D. (2012). *STEEL FRAMING*. U. *Steel Framee*. (2016). Obtenido de ¿que es el steel frame :  
<http://utumaldonado.edu.uy/wp/wp-content/uploads/2013/10/steel-framing.pdf>
- INCOSE . (2016). MANUAL DE RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION CON ESTRUCUTRAS DE PERFILES DE ACERO GALVANIZADO LIVIANO CONFORMADO EN FRIO STEEL FRAMING . BUENOS AIRES .
- Incese, P. (2016). *Perfiles*. Obtenido de  
[http://www.incese.org.ar/images/stories/noticias\\_incese/Logos-perfiles.jpg](http://www.incese.org.ar/images/stories/noticias_incese/Logos-perfiles.jpg)
- INEN . (2015). CAPÍTULO 10: VIVIENDAS DE HASTA DOS PISOS CON LUCES. QUITO.
- Marshall. (2016). Obtenido de  
<http://webpages.marshall.edu/~brooks/STRAN/stran1.htm>
- Medina, J. L. (2015). Obtenido de (<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRogCZ8IMsnH20KhBc8XMr9-BQMMWqX-1NJUZ-ebHMmrZR6fyhB>)
- Ministerio de Desarrollo Urbano y de Vivienda. (2017). Obtenido de  
<http://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Uruguay, B. (2016). Obtenido de  
[http://barbieriuruguay.com.uy/img/pgc\\_perfil\\_c.jpg](http://barbieriuruguay.com.uy/img/pgc_perfil_c.jpg)

# ANEXOS

## **ANEXO 1**

“Que es la norma ASTM. -Desde su fundación en 1898, ASTM International (American Society for Testing and Materials) es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores, entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias”. (AEC, 2017, pág. 1)

**NORMA ASTM D 3273** en ausencia de pruebas específicas para amplia categoría de los productos de construcción, la industria utiliza las normas ASTM C473 y D3273 con este fin la norma ASTM C473 mide la absorción de agua de los paneles con un porcentaje de peso .la norma ASTM D 3273 mide la resistencia al crecimiento de moho en la superficie de los revestimientos interiores cuando se expone a un ambiente cálido y húmedo ,el resultado de estas pruebas no representan el rendimiento instalado definitivo en las condiciones específicas de un proyecto pero proporciona medidas indicativas del rendimiento. Estas pruebas ASTM D 3273 con la calificación de 10 indican que no hubo desarrollo de moho en una prueba controlada de 4 semanas de duración .la resistencia al moho de cualquier producto de construcción utilizado en condiciones reales en el lugar de trabajo, podrían producir los mismos resultados obtenidos en un entorno controlado de laboratorio .ningún material se puede considerar a prueba de moho .cuando se utilizan adecuadamente con diseño manejo y prácticas de construcción adecuadas.

Los productos de yeso Dens Brand proveen una mayor resistencia al moho en comparación con los paneles de paredes de papel estándar.

### **RATINGS**

Las construcciones que resistentes al fuego están clasificadas en (rating) que es la relación con el periodo de tiempo donde el material y sus componentes resisten a la exposición del fuego, que sin perder de forma sustancial su capacidad de resistencia estructural antes de que colapse.

Los materiales que se emplean para dar protección contra el fuego en construcción no debe ser no combustibles y soportar altas temperaturas degradarse y estos materiales deben poseer la propiedad de baja conductibilidad térmica para aislar el calor a, los materiales de la estructura que se debe proteger y resistir al colapso.

- Soportar la acción del fuego bajo determinada carga sin el colapso estructural previniendo y evitando el paso de las llamas a través del panel
- Prevenir una transmisión del calor a través del panel para la cual se define a una temperatura de falla límite de 139<sup>a</sup> C promedio con un máximo puntual de 181<sup>a</sup>C

ICC-ES legacy Report ER 4305



