



U n i v e r s i d a d d e P a n a m á
F a c u l t a d d e A r q u i t e c t u r a
M a e s t r í a e n V i v i e n d a S o c i a l

Sistema estructural LCU

TECNICA CONSTRUCTIVA PARA PRODUCIR UNA VIVIENDA ECONOMICA

**Proyecto de intervención para cumplir con los requisitos finales para la
obtención del grado de Master en vivienda social**

Autor: Arq. Lizandro Castrellón V.

Tutor: Mg Arq. César Cedeño

Junio de 2012

DEDICATORIA

Dedico este proyecto final de maestría para optar por el grado de Master en vivienda social a Dios ya que gracias a él tengo la maravillosa familia que tengo y que celebran junto a mí mis aciertos y desaciertos. A mi esposa y a mis hijas ya que son el motor inspirador para todo lo que hago.

AGRADECIMIENTO

Con inmensa gratitud por su apoyo constante a aquellos compañeros que me animaron a insistir en los trámites de aprobación de mi proyecto de intervención ya que por motivos ajenos a nuestra voluntad el camino se hizo casi interminable.

RESUMEN EJECUTIVO

Cada día los materiales y equipos para la producción de vivienda se hacen más caros, esto hace que uno de los mayores retos de los profesionales de la arquitectura sea el de introducir en sus diseños modelos o elementos que permitan hacer más eficientes los procesos de producción de unidades habitacionales, más que nada, para la gente de menos recursos.

En este sentido diversas son las investigaciones técnicas alrededor del mundo dirigidas a bajar los costos de construcción, la mayoría de ellas basadas en la prefabricación total o parcial de componentes rígidos que posteriormente son ensamblados en obra, es decir, manejan dos escenarios durante el proceso: fabricación en industria y aplicación en sitio con las exigencias de equipos según sea la necesidad.

Siguiendo la línea de las investigaciones tendientes a bajar los costos de construcción presentamos un proyecto que tiene por objetivo principal optimizar el uso de los materiales en la producción de vivienda incorporando un sistema estructural de fácil y rápido ensamblaje y que a la vez permita modular los cerramientos para minimizar las pérdidas o los desperdicios. Así el modelo utiliza columnas, vigas y entramados (para losas y paredes) de perfiles ligeros o livianos de calibre 14 a 17 lo que permite que el manejo del sistema sea prácticamente manual sin el uso de maquinaria pesada alguna contribuyendo con el propósito

fundamental de nuestro proyecto de intervención el cual es lograr costos relativamente bajos en la producción de una vivienda social.

En otro sentido, un sistema como este que genera casi nada o cero desperdicios y que además permite ahorrar energía, se convierte en una técnica amigable con el medio ambiente, propósito fundamental de las grandes industrias modernas del mundo.

INDICE

| | |
|--|-----|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimiento | ii |
| Resumen ejecutivo | iii |
| Indice general | v |
| Indice de ilustraciones | vii |
| | |
| Introducción | 1 |
| | |
| 1 Diseño de una vivienda Modelo | |
| 1.1 Etapa 1 | 3 |
| 1.2 Etapa 2 | 4 |
| 1.3 Etapa 3 | 5 |
| 1.4 Etapa 4 | 6 |
| | |
| 2 Diseño de los elementos del sistema | |
| | |
| 2.1 Fundaciones | 7 |
| 2.2 Diseño de los miembros estructurales axiales | |
| 2.2.1 Columnas | 9 |
| 2.2.2 Vigas | 11 |
| | |
| 2.3 Diseño de los nudos y acoples | 16 |
| | |
| 2.4 Diseño de losas y escaleras | |
| 2.4.1 Losas | 16 |
| 2.4.2 Escalera | 18 |
| | |
| 2.5 Diseño de los cerramientos | |
| 2.5.1 Paredes exteriores | 19 |
| 2.5.2 Paredes interiores | 21 |
| 2.5.3 Techo | 22 |
| 2.5.4 Puertas y ventanas | 22 |
| | |
| 2.6 Acabados y sellos | |
| 2.6.1 Acabados | 24 |
| 2.6.2 Sellos | 26 |
| | |
| 2.7 Modelo en conjunto | |
| | |
| 3 Análisis comparativo del proceso constructivo | |
| | |
| 3.1 Modelo construido con sistema convencional de losa de concreto y mampostería | 30 |
| 3.2 Modelo construido con sistema de losa metaldeck y mampostería | 31 |
| 3.3 Modelo construido con sistema LCU | 32 |

| | |
|---|----|
| 4 Análisis comparativo del costo y tiempo | |
| 4.1 Costos comparativos | 34 |
| 4.1.1 Casa con sistema convencional y mampostería | 34 |
| 4.1.2 Casa con losa metaldeck y mampostería | 35 |
| 4.1.3 Casa con el sistema LCU (con losa metaldeck, con losa de paneles) | 36 |
| 4.2 Tiempo | |
| 4.2.1 Eventos en una columna convencional | 38 |
| 4.2.2 Eventos en una columna LCU: | 38 |
| 5 Ventajas del sistema | 39 |
| 5.1 Aspectos tecnológicos | 39 |
| 5.1.1 Resistencia mecánica | 40 |
| 5.1.2 Incombustibilidad | 40 |
| 5.1.3 Versatilidad | 40 |
| 5.1.4 Durabilidad | 40 |
| 5.1.5 Estabilidad dimensional | 40 |
| 5.2 Herramientas | 41 |
| 5.3 Protección al ambiente | 42 |
| 5.4 Baja riesgos en el proceso | 43 |
| 5.5 Tiempo | 43 |
| 5.6 Economía | 43 |
| 6 Conclusiones | 44 |
| Bibliografía | 46 |
| Anexos | 47 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Planta baja etapa 1 | 3 |
| Planta baja etapa 1 y 2 | 4 |
| Planta baja etapa 1, 2 y 3 | 5 |
| Planta alta etapa 3 | 6 |
| Altillo etapa 4 | 7 |
| Detalle plataforma de fundación | 8 |
| Detalles perfiles básicos | 8 |
| Detalles de columnas | 9 |
| Detalles de vigas | 11 |
| Detalle entramado de losa | 13 |
| Refuerzos de puertas y ventanas | 14 |
| Detalle de arriostre con perfiles | 15 |
| Detalles de uniones de refuerzos de puertas y ventanas | 16 |
| Detalles de losa | 18 |
| Detalle de escalera | 19 |
| Detalle de paneles de cerramientos | 21 |
| Detalle de techo | 22 |
| Detalles de puertas y ventanas | 23 |
| Detalle de aplicación del sello de junta | 28 |
| Modelos terminados | 29 |
| Herramientas | 41 |

INTRODUCCION

Los sistemas constructivos vigentes en Panamá se levantan a base de estructuras masivas y costosas diseñadas exclusivamente para quienes los pueden pagar, es decir, familias de cómodos ingresos con la capacidad económica suficiente que las califican para accezar a una vivienda en cualquier edificio o complejo con una tipología estructural como las que de costumbre aplicamos en nuestros diseños (columnas, vigas y losas de grandes secciones de concreto o acero).

El manejo de las estructuras comúnmente diseñadas exige la utilización de grúas y otros equipos cuyas compras o alquileres generan grandes inversiones que son trasladadas a los costos de las viviendas con resultados desfavorables para las familias con bajos ingresos. Quiere decir entonces que de existir un sistema que no requiera de costosas maquinarias para ser construido, este podría proporcionar un alivio en la producción de viviendas de calidad, accesibles y que permitan la construcción de casas por ayuda mutua, autoconstrucción y por etapas si fuere necesario.

De lo anterior nos resulta una investigación que tiene por objetivo principal dar como producto ese sistema accesible a todo tipo de vivienda, que también se acople a los sistemas existentes y que por supuesto también pueda ser utilizado en la rehabilitación de edificios históricos.

Nuestro sistema constructivo se fundamenta en la utilización de elementos de gran resistencia, pero que a la vez son muy livianos para que puedan ser manejados sin la necesidad de utilizar equipos pesados los cuales generan altos costos operativos y de producción.

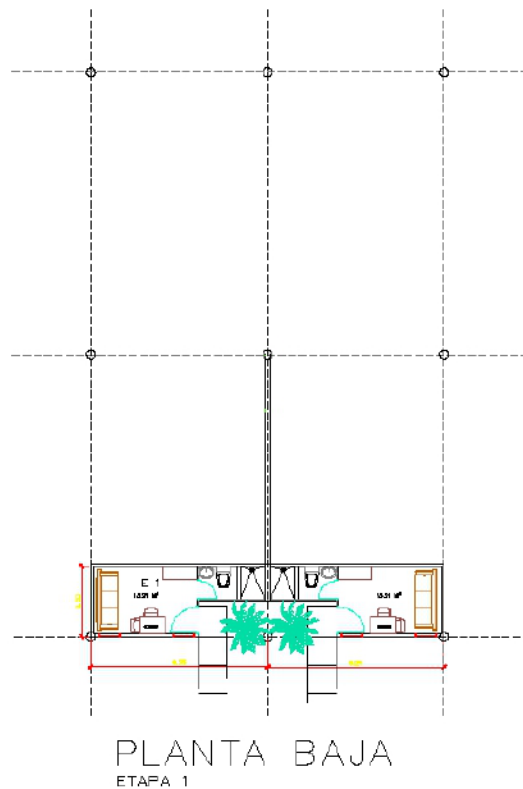
El mismo está compuesto por tres (3) formas geométricas básicas hechas con perfiles de acero ligero las cuales dan el nombre al sistema **LCU**. Estas formas combinadas permiten lograr elementos portantes y esqueletos de losa y cerramientos de una gran resistencia a las cargas propias y externas, pero lo más importante es lo económico del sistema estructural propuesto por lo que nos atrevemos a afirmar que **las viviendas construidas con el mismo tendrán un menor costo como producto final que las convencionales.**

1 DISEÑO DE UNA VIVIENDA MODELO.

Para poder desarrollar nuestro sistema se ha hecho necesario plantear una vivienda modelo diseñada para que pueda ser desarrollada por etapas de tal manera que los aspirantes a una unidad habitacional puedan partir desde la unidad básica hasta poder construir la vivienda completa en el tiempo que así le permita sus recursos. Así pues nuestra propuesta de vivienda modelo para aplicar el sistema constructivo puede desarrollarse en cuatro etapas como sigue.

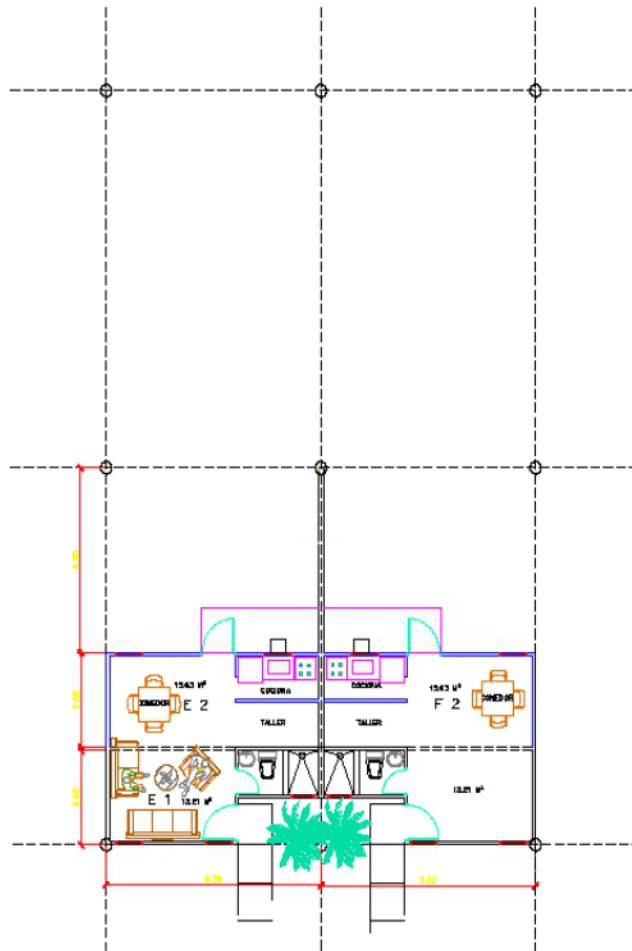
1.1 Etapa 1

Primera etapa de 13.21 metros cuadrados que incluye área de uso múltiple y baño.



1.2 Etapa 2

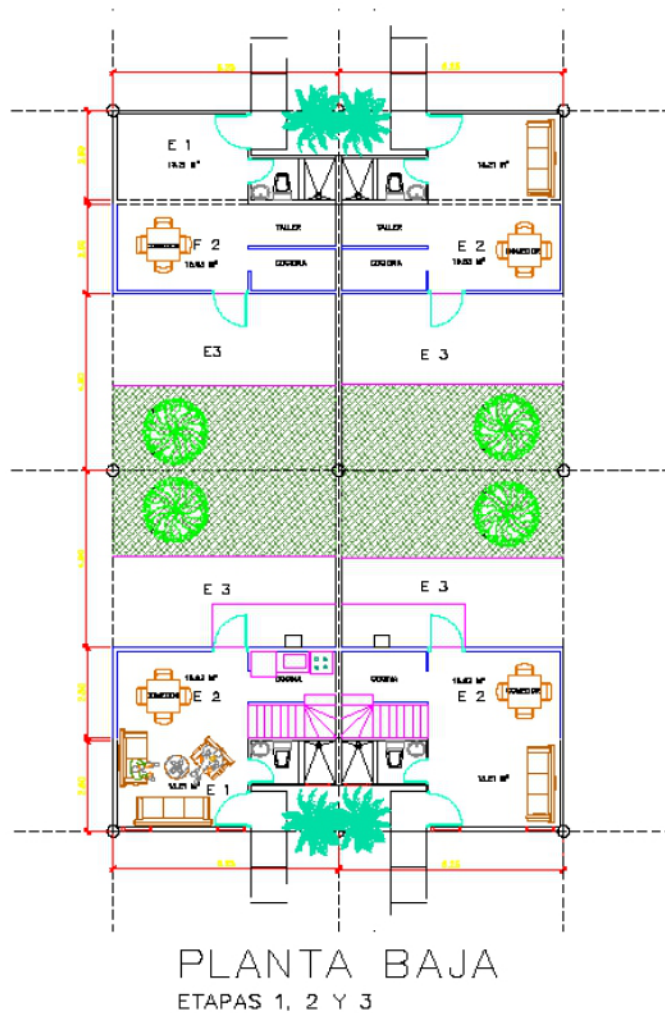
Segunda etapa de 15.63 metros cuadrados con área de comedor, cocina y pequeño estudio que sumados a la primera etapa darían una unidad de 28.84 m².

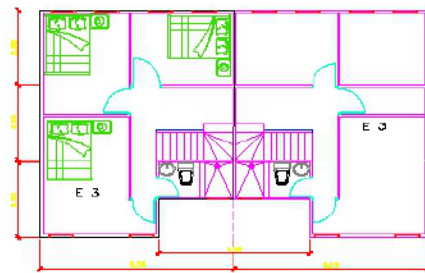
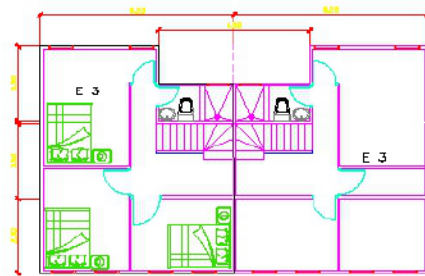


PLANTA BAJA
ETAPAS 1 Y 2

1.3 Etapa 3

La tercera etapa de 44.94 m² que consta de la planta alta con tres recamaras y un área abierta techada (lavandería y terraza) en planta baja de 15.62v m², mas la escalera de acceso a la planta alta. Este etapa agregada a las anteriores nos daría como resultado una vivienda de 89.40 m².

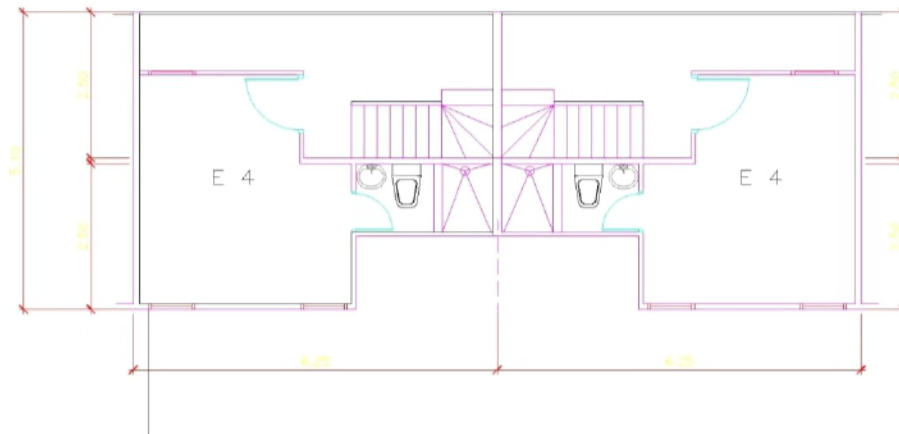




PLANTA ALTA
ETAPA 3

1.4 Etapa 4

La cuarta etapa sería el atillo de 27.11 m² con el que tendríamos al final una vivienda económica de 116.51m², quedando una unidad de vivienda con una distribución así:



ALTILLO ALT. 1

ETAPA 4

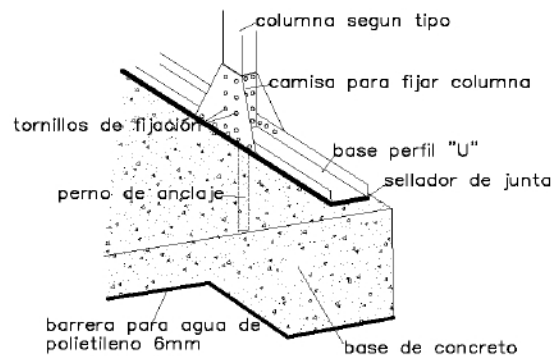


2. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.

2.1 Fundaciones

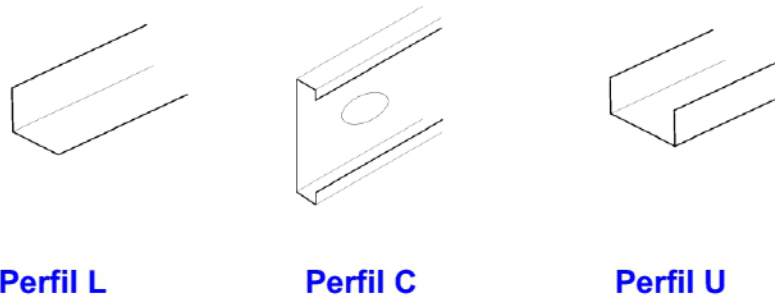
La fundación consiste de una plataforma integral de concreto reforzada con malla electro soldada de alambres de calibre según las exigencias del terreno o, emparrillado en dos sentidos con acero de 10mm (3/8") de diámetro. Sobre esta plataforma de concreto se fijan platos corridos de perfil "U" utilizando barras roscadas fijadas al concreto con anclaje químico.

Detalle de plataforma de fundación



2.2 Diseño de los miembros estructurales axiales.

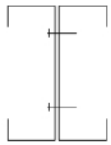
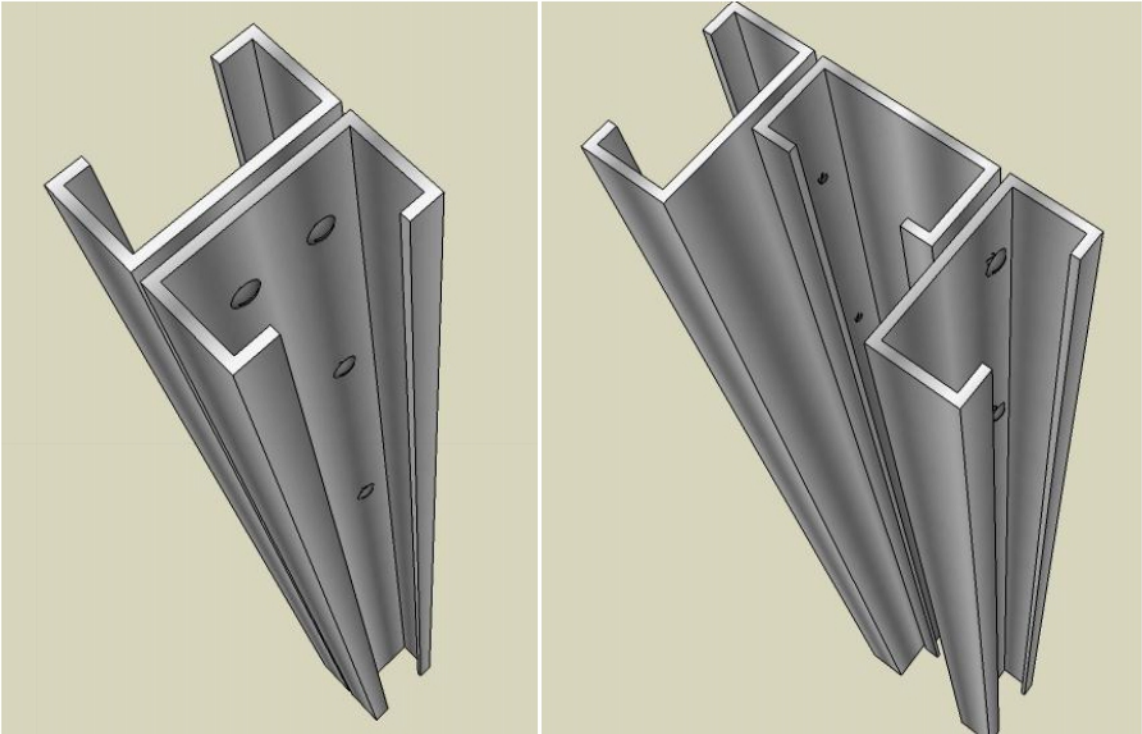
Los perfiles que componen el sistema están fabricados de láminas de acero galvanizado calibre 14, 16 y/o 17 con dobleces para aumentar la capacidad de soporte. Las formas básicas diseñadas para el sistema las componen las tres siguientes con las cuales se podrán hacer combinaciones según las exigencias de cargas y niveles de la construcción.



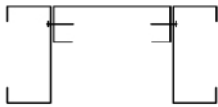
2.2.1 COLUMNAS

Las columnas son estructuradas con combinaciones del perfil "C" dado a que la plegadura adicional en el ala permite lograr vencer esfuerzos mayores que los

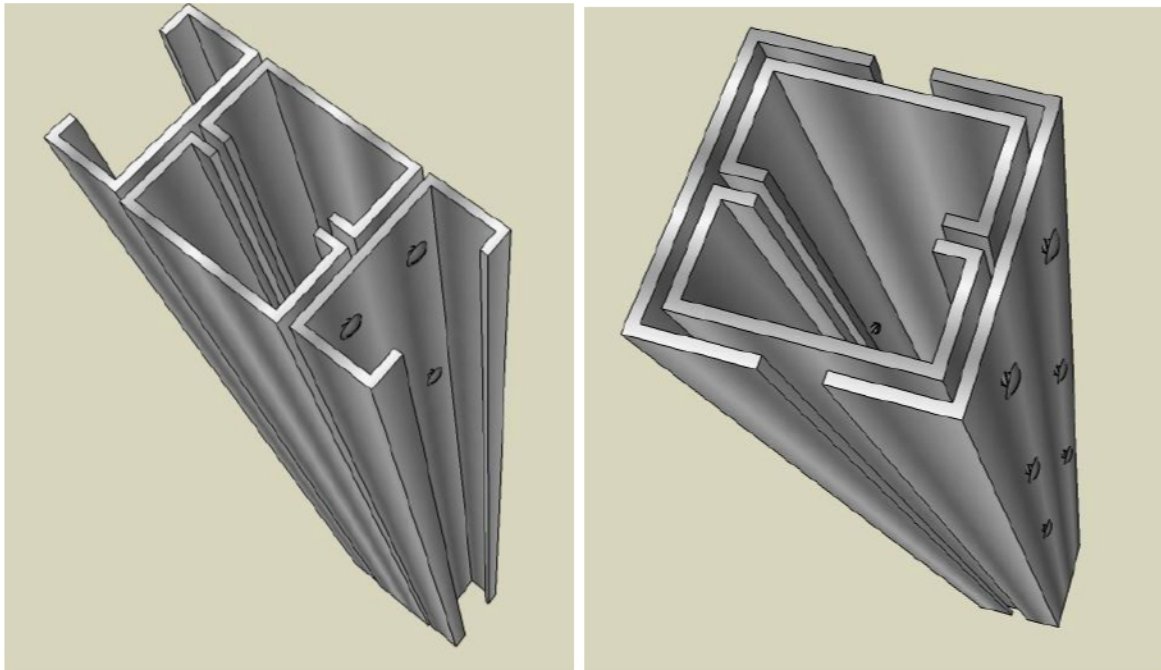
otros perfiles y los mismos pueden ser unidos entre sí en combinaciones dobles, triples o cuádruples como sigue:



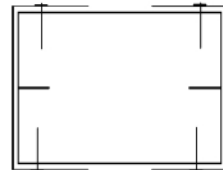
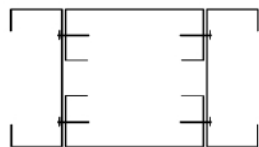
DOBLE



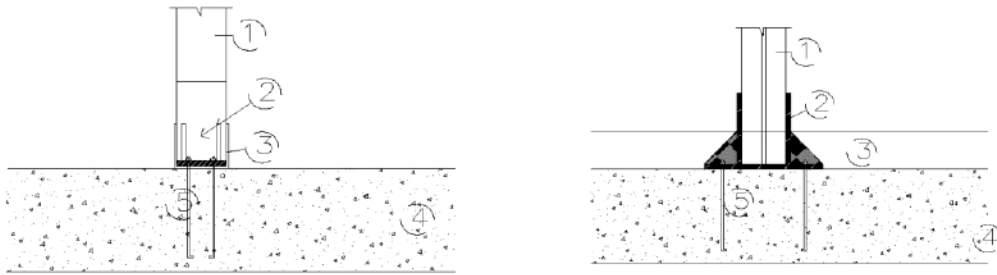
TRIPLE



CUADRUPLES



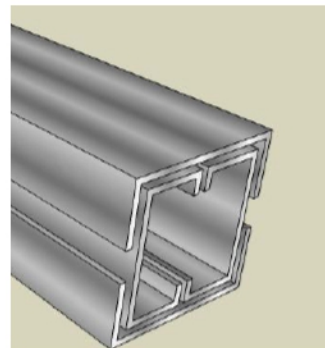
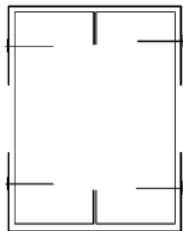
Para fijar las columnas al plato corrido de la plataforma de concreto (fundación), se utiliza una camisa de acero galvanizado sujeta al plato perfil "U" con pernos de anclaje desde la base y tornillos de alta resistencia desde los laterales.



- (1) Columna según tipo
- (2) Camisa para fijar columna
- (3) Base de perfil "U"
- (4) Base de concreto
- (5) Pernos para anclajes

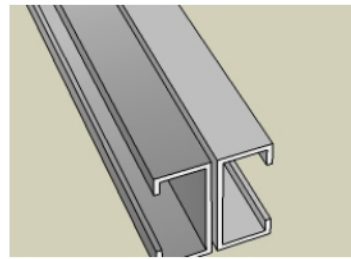
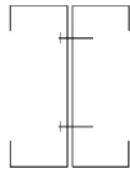
2.2.2 VIGAS

Las vigas resultan de combinaciones de perfiles C y U dependiendo de las necesidades del diseño y los detalles constructivos requeridos para los nudos y los acoples, así tenemos la viga en O, la viga doble C y la viga C+U.



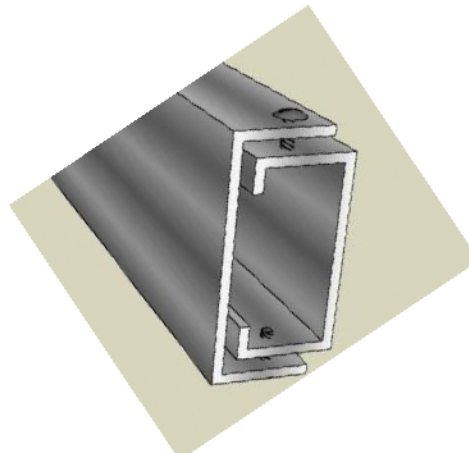
VIGA O

La viga en Q resulta de dos perfiles C y dos perfiles U como se muestra en el detalle. Este diseño con dos perfiles U adicionales (uno arriba y otro abajo) permite reforzar las fibras extremas mas comprimidas y/o traccionadas logrando vencer grandes cargas. Este diseño es apropiado para lograr entrepisos de espesores mínimos dado que el mismo permite soportar los perfiles C que forman las viguetas de forma lateral con la adición de otro perfil U en el o los costados.



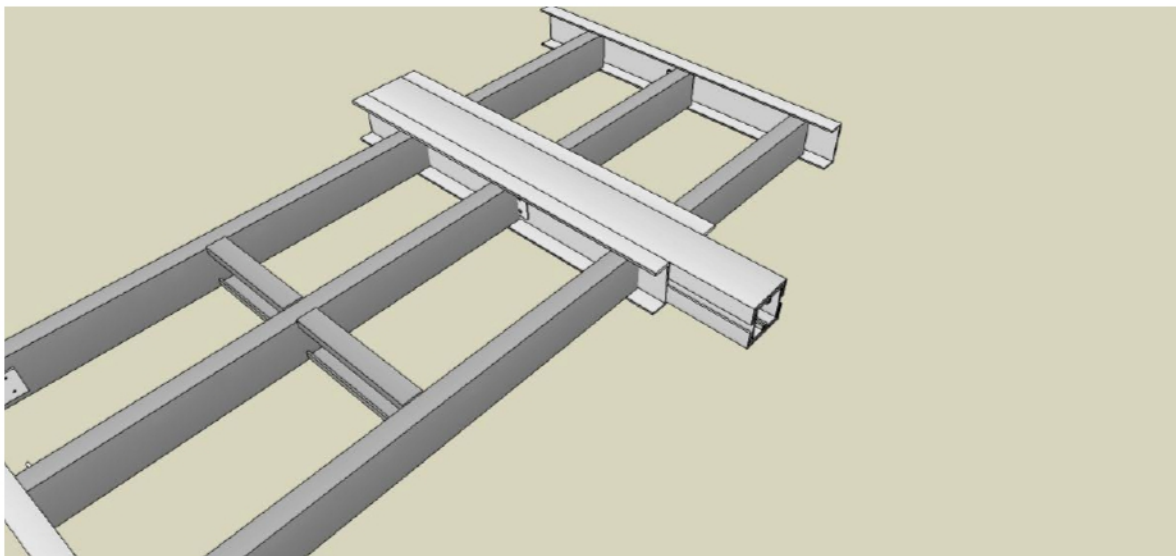
VIGA DOBLE C

La viga doble C solo usa dos perfiles C cacheteados alma con alma, es de rápido y fácil ensamblaje y se puede utilizar directamente para soportar las viguetas C sobre ella.

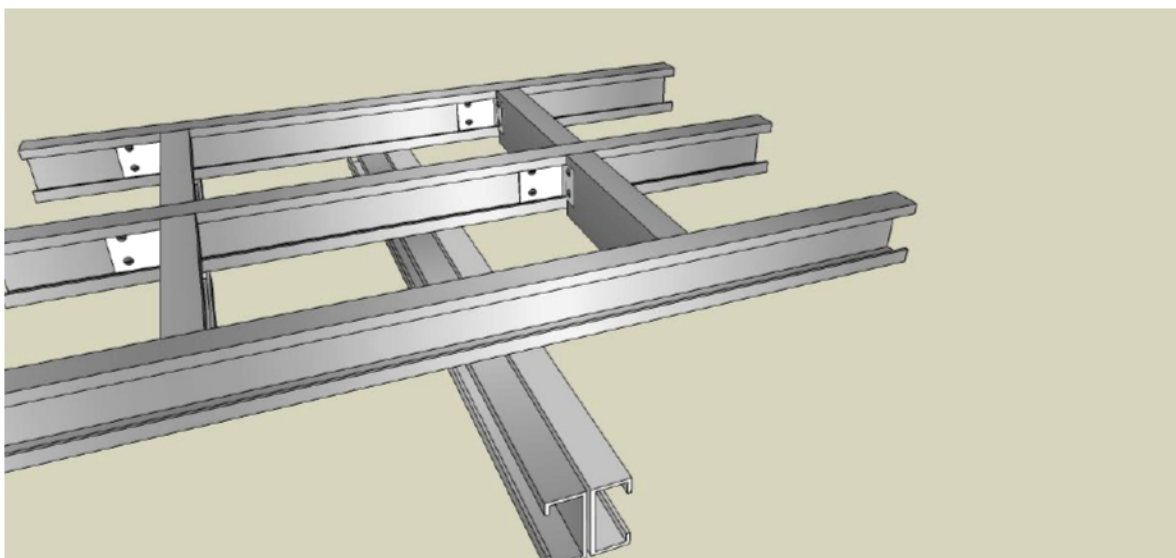


VIGA C+U

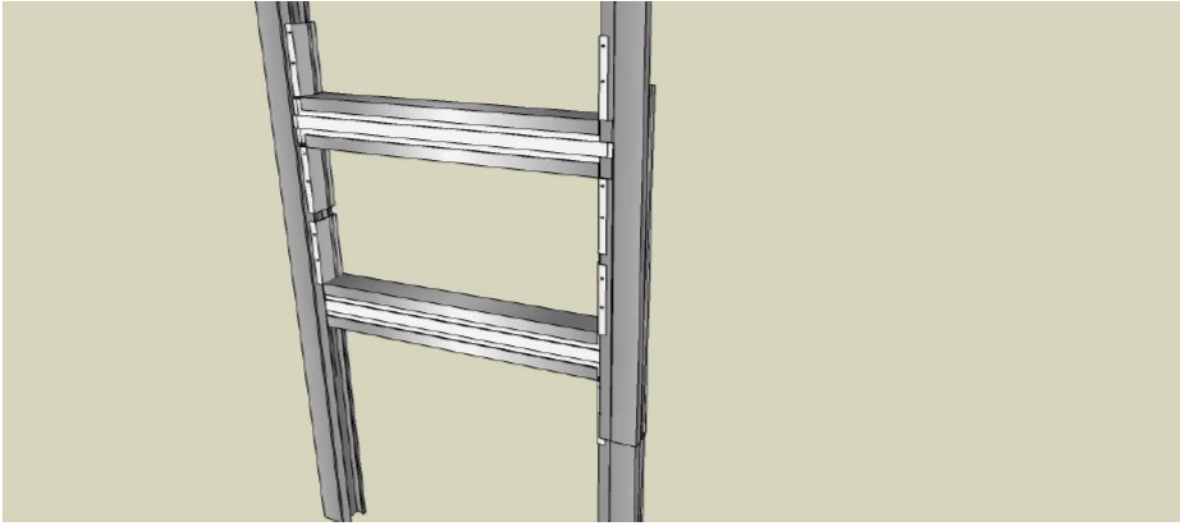
La viga C+U se logra con la unión de un perfil C y uno U. Esta viga se recomienda para vigas de techo, de amarre, dinteles y refuerzos de puertas y ventanas.



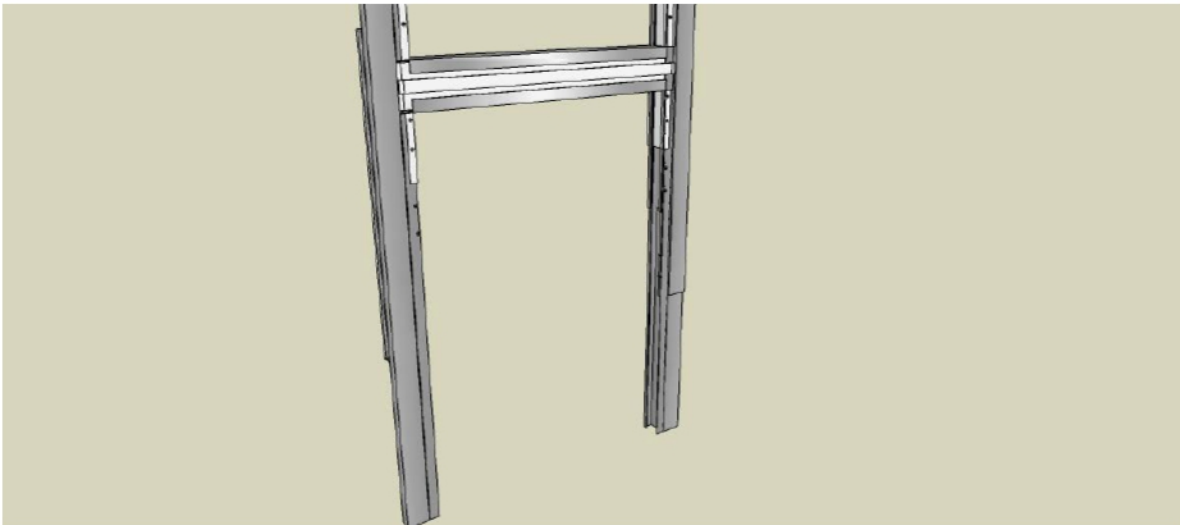
DETALLE DE ENTRAMADO DE LOSA CON VIGAS Q



DETALLE DE ENTRAMADO DE LOSA CON VIGAS DOBLE C



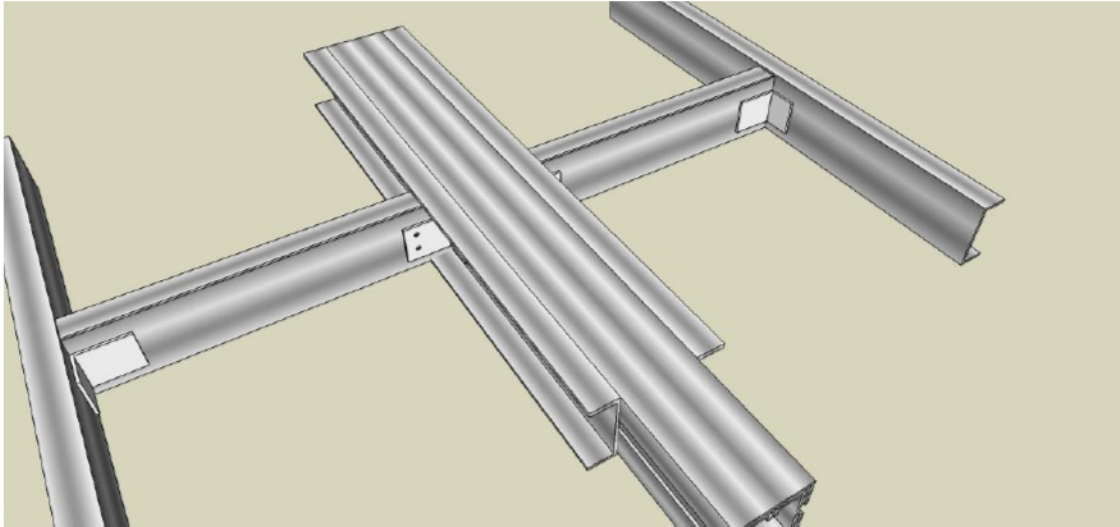
REFUERZO DE VENTANA



REFUERZO DE PUERTA

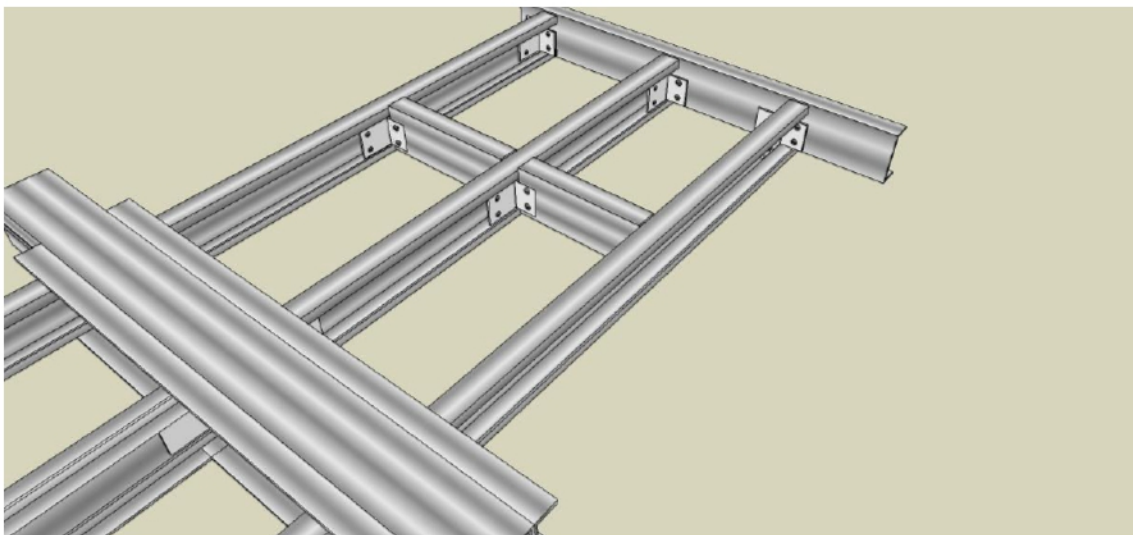
EL PERFIL L

El perfil L lo utilizamos para rigidizadores y/o arriostres así como también en los detalles de uniones entre perfiles y remates de losas metaldeck, según sea el caso donde se requiera.



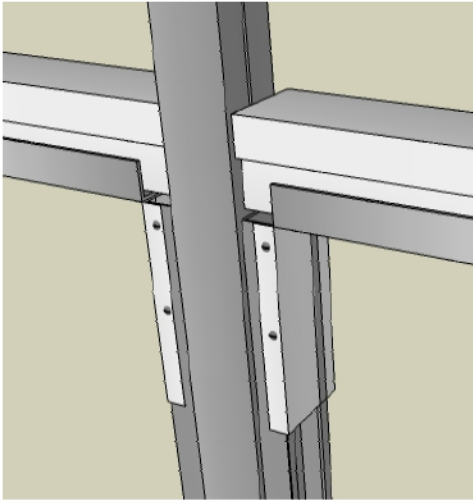
UNION DE PERFILES CON PERFIL L

El sistema es versátil y el mismo permite que en algunos detalles donde se requiera utilizar elementos que ayuden a evitar la rotación de los perfiles según sea el caso, así como también donde hay que hacer uniones entre elementos del sistema (entre soleras y columnas, columnas y vigas, vigas y viguetas, dinteles, etc.) se puedan utilizar retazos de perfiles sobrantes para evitar los desperdicios. Así mismo se pueden hacer combinaciones de perfiles diferentes a las propuestas atendiendo las exigencias de las cargas y los propósitos del sistema.

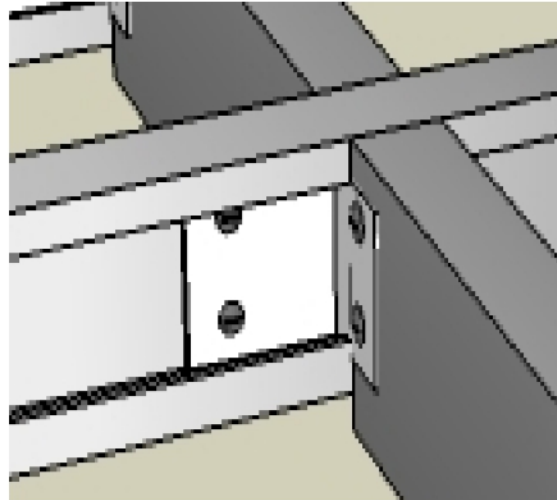


2.3. Diseño de los nudos y acoples.

Las uniones (nudos y acoples) de los elementos estructurales del sistema se hacen con piezas o cortes de cualquiera de los perfiles del sistema fijadas con tornillos de unión o con tornillos y tuercas de alta resistencia al cortante, evitando al cien por ciento el uso de soldaduras.



DETALLE UNION REF. DE PUERTAS Y VENTANAS



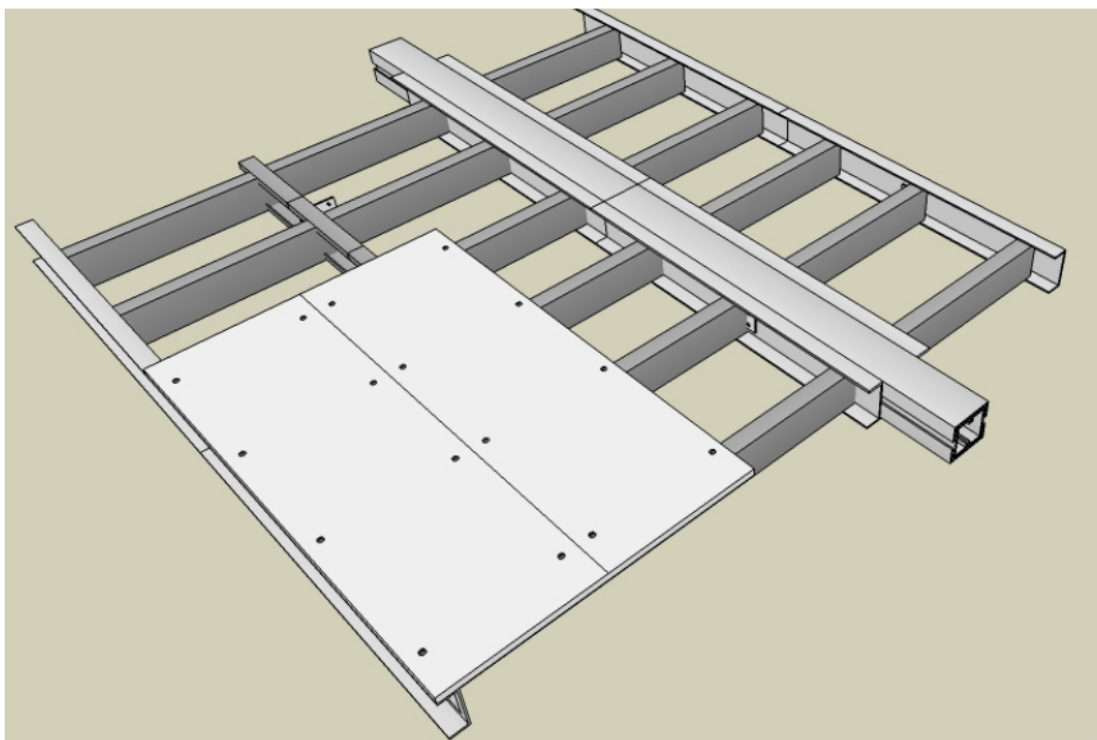
DETALLE UNION DE ARRIOSTRES

2.4 Diseño de losas y escaleras.

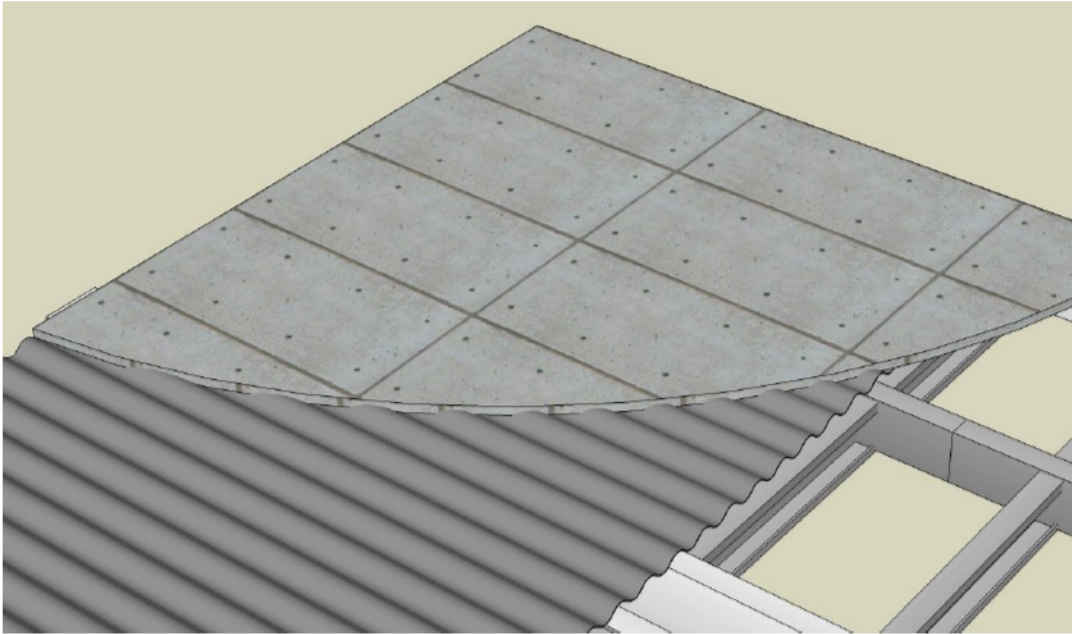
2.4.1 Losas:

Son estructuradas con vigas según las combinaciones de perfiles ya diseñados y viguetas de perfiles C con arriostres y rigidizadores propios del sistema. Las cargas determinadas por el uso y las luces o claros de la losa son condicionantes para proponer la sección de los perfiles a utilizar (de 4" o 6") para las vigas y las viguetas, más sin embargo, los diseños de los entramados de la perfilería manejará el mismo principio sin importar el peralte del perfil.

Para la superficie de la losa usamos láminas de fibrocemento, multi-laminado fenólico u otro resistente al fuego y al agua o el metaldeck del sistema dependiendo de los recursos económicos del beneficiario.



LOSA CON FRIBROCEMENTO O MULTILAMIDADO FENOLICO



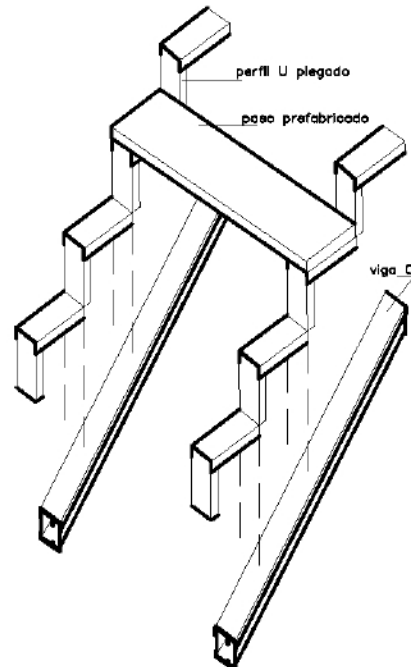
METALDECK CON ZINC Y CONCRETO

2.4.2. ESCALERA

La escalera se construye también con perfiles ligeros fabricando dos elementos estructurales básicos: una viga tubo como zanca y un perfil “U” plegado para las huellas y contrahuellas. Para la viga tubo se usa el modelo de viga diseñado en el numeral relacionado a los elementos axiales (columnas y vigas) y para los pasos usamos un perfil “U” y le hacemos pequeños cortes en lugares estratégicos para ir plegándolo según las huellas y contrahuellas diseñadas para escalera requerida en el diseño arquitectónico.

Como podemos ver en el tramo ejemplo dos zancas con sus perfiles plegados colocados paralelos uno al otro nos forman un tramo de escalera, solo habría que

adicionar al modelo los pasos que pueden ser confeccionados de madera, paneles de fibrocemento, fenólico y por qué no, de pasos prefabricados de concreto.



2.5 Diseño de los cerramientos.

El sistema permite utilizar para los cerramientos y divisiones internas elementos y/o materiales ya conocidos y utilizados en el mercado, así tenemos:

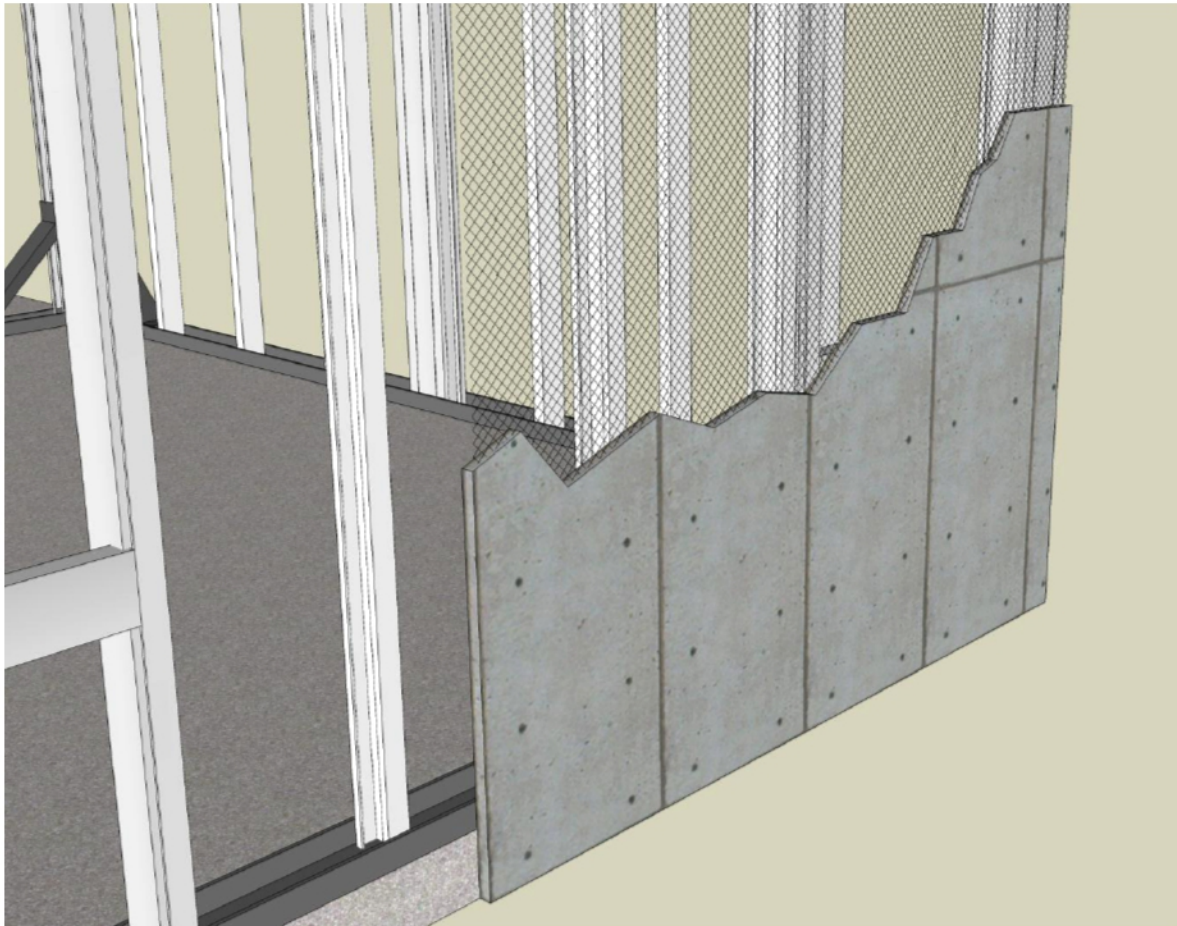
2.5.1 Paredes exteriores

Podemos utilizar paneles o placas industriales de fibrocemento, fiber rock, panel fenólico exterior, power panel H2O (conglomerado cementado y fibra de vidrio), panel de madera sintética, etc. Estas combinaciones con el sistema de perfilería proporcionan lo que conocemos como la Arquitectura seca, pues todo el cerramiento está constituido por paneles industriales listos para instalar, pero el sistema también puede ser combinado con materiales que requieren de morteros y

mezclas húmedas para garantizar el cerramiento tales como la malla stukanet, mallas de repello, paneles TMF, M2, etc., en fin con cualquier método de cerramiento que utilicemos el sistema constructivo trabaja y permite bajar costos por la rapidez del mismo y la no utilización de maquinaria y herramientas pesadas y costosas.



CERRAMIENTO CON PANELES INDUSTRIALES



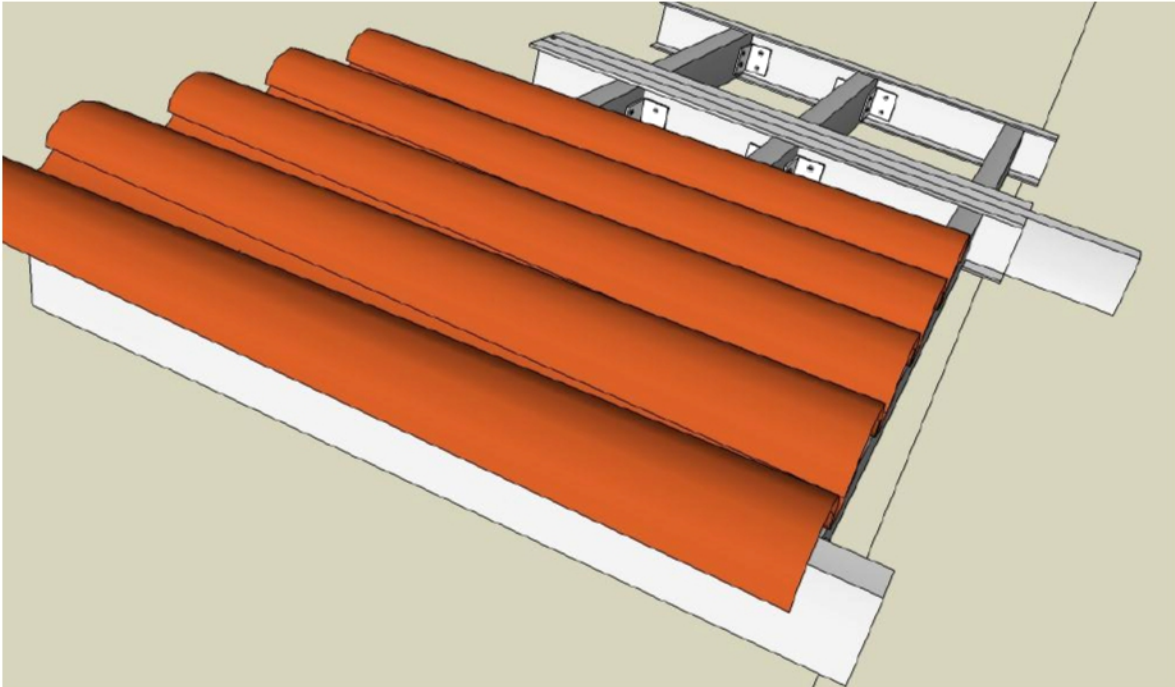
CERRAMIENTO CON MALLAS DE REPELLO

2.5.2 Paredes interiores

Cualquiera de las propuestas para exterior trabaja en el interior, pero las divisiones interiores no están expuestas a las inclemencias del tiempo y también pueden ser menos fuertes que las exteriores, pues no requieren de tanta seguridad para que no sean violadas por extraños, por tal razón pueden ser más económicas y para tal efecto se puede usar gypsum de $\frac{1}{2}$ " (regular o antihumedad), plycem de $\frac{1}{4}$ ", aglomerados, MDF, entre otros.

2.5.3 Techo

El techo se construye con vigas de perfiles diseñadas en el punto 1, perfiles **C** para las carriolas y perfiles **U** para las fascias y cierres. La cubierta puede ser de zinc, panalit, tejalit, tejas, láminas climatizadas, etc., todo va a depender de los recursos económicos disponibles.



DETALLE DE TECHO CON TEJALIT O SIMILAR

2.5.4 Puertas y ventanas

Nada diferente a lo que estamos acostumbrados a ver: puertas de madera, plywood, MDF, prensadas, laminadas, etc. Así mismo las ventanas: de madera o vidrio ya sean corredizas, de persianas toldetas, etc.



PUERTA HACIA EXTERIOR



PUERTA INTERIOR



PUERTA DE VIDRIO CORREDIZA



PROPUESTA DE VENTANAS

2.6. Acabados y sellos.

2.6.1 Acabados

Cualquier material de revestimiento al alcance, así puede ser concreto visto rústico o llaneado para los pisos donde se use este material, pero también las superficies de piso pueden acabarse con materiales cerámicos, porcelanatos, vinílicos, etc.

Las paredes también admiten revestimientos como acabados, sobre todo en las áreas de servicios sanitarios, cocinas y lavandería, pero igual, cualquier tipo de pintura o revestimiento disponible en el mercado es apto para darle acabado a las viviendas que se construyan con el sistema LCU.



BAÑO MODELO

2.6.2 SELLOS

Cuando las paredes de las casas se construyen con paneles o placas prefabricadas se generan juntas abiertas en las uniones de los paneles, esto demanda la utilización de sellos, sobre todo en las paredes hacia el exterior, para evitar la entrada del agua hacia el interior de la vivienda. Esas juntas se sellan con molduras y silicones resistentes al agua y 100% antihongos.

2.6.2.1 MATERIALES DEL SELLO DE JUNTAS

El sellado de las juntas se realiza con masilla-adhesiva mono-componente, a base de poliuretano, de elasticidad permanente y de gran adherencia. Debe ser un producto elastómero de alto módulo de elasticidad tipo B1 (UNE 53.622-89) o similar. Como fondo de junta se recomienda utilizar sello de espuma de polietileno de célula cerrada.

2.6.2.2 Diseño de juntas:

Los mejores resultados se obtienen cuando la junta es diseñada correctamente en la etapa de proyecto. El movimiento de dilatación máximo permanente no debe exceder en 100% de expansión / - 50% de contracción. La relación entre el ancho y la profundidad (Factor de Junta ideal) es 2:1 en el caso de juntas de dilatación. En ningún caso la profundidad de la junta deberá superar la 1/2 pulgada (1,25 cm).

Para juntas aserradas, podemos trabajar con un ancho de 6 mm y una profundidad también de 6 mm, es decir un Factor de Junta = 1 : 1. Para ajustar la

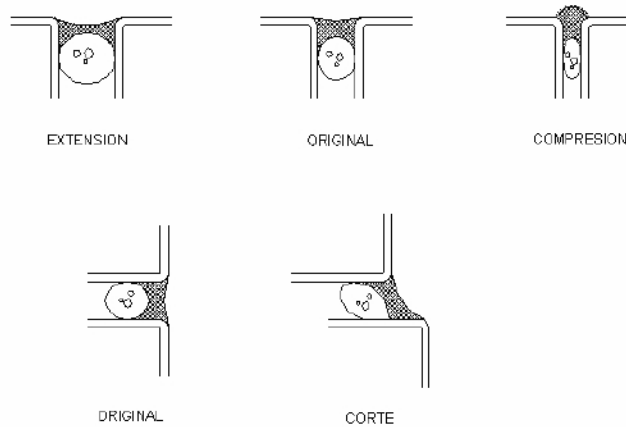
profundidad, el espacio libre debajo del sellador debe rellenarse con un material flexible, no absorbente y limpio; no usar rellenos asfálticos o aceitosos.

2.6.2.3 Colocación del sello de junta:

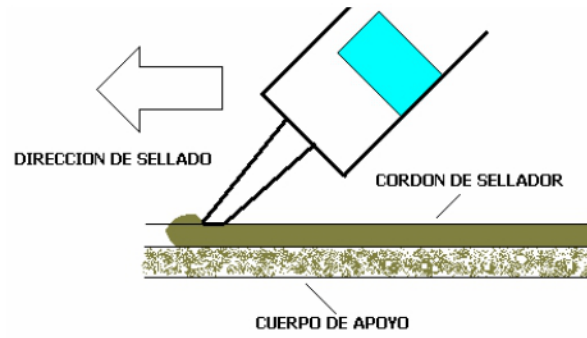
Por su consistencia autonivelante, la colocación del sello es fácil y rápida; se realiza en forma manual o mecánica, vertiéndolo en una sola dirección y permitiendo que fluya hasta el nivel requerido. Es importante evitar que se superponga una capa sobre otra para que no quede aire ocluido.

Los trabajos de sellado se hacen previo a la aplicación de los acabados finales en las paredes.

MOVIMIENTO DE LAS JUNTAS



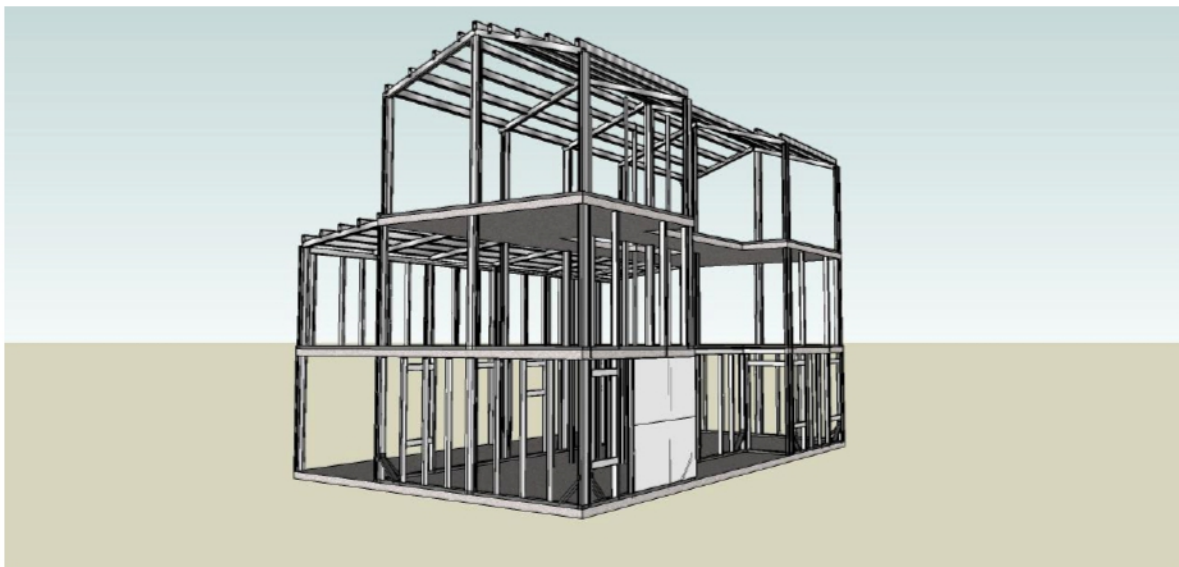
APLICACION DEL PRODUCTO



EJEMPLO CON MATERIAL EN VIVO



2.7 MODELO EN CONJUNTO:



MODELO EN ESTRUCTURAS



MODELO FINAL LISTO PARA OCUPAR

3. ANALISIS COMPARATIVO DE LOS EVENTOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO CON OTROS SISTEMAS.

Para la comparación se ha considerado como si el modelo propuesto para el análisis se construye con tres sistemas constructivos distintos, con losa de concreto y mampostería, losa metaldeck y mampostería y con el sistema de perfiles ligeros LCU propuesto.

Con tal propósito enlistamos las actividades o eventos que involucran el proceso constructivo en el orden lógico de ejecución de cada una a saber:

3.1 Modelo construido con sistema convencional de losa de concreto y mampostería

ACTIVIDADES

Conformación del terreno

Fundaciones de zapatas

Vigas sísmicas

Fundaciones corridas

Piso rústico

Columnas planta baja

Losas Nivel 100 área =95.375 m²

Escalera 1

Columnas Planta Alta

Losas Nivel 200 área =57.75 m²

Escalera 2

Aceras

Bloqueo de paredes de 4"

Bloqueo de paredes de 6"

Columnas de amarre

Vigas de amarre

Refuerzos de puertas y ventanas

Repellos y mochetas

Techo

Instalación de baldosas y azulejos

Instalación de de cielo raso

Instalación de puertas

Instalación de ventanas

Pintura

Instalación de cocina

Instalación de artefactos sanitarios

Barandas

3.2 Modelo construido con sistema de losa metaldeck y mampostería

ACTIVIDADES

Conformación del terreno

Fundaciones de zapatas

Pedestales

Vigas sísmicas

Fundaciones corridas

Piso rústico

Columnas de metal planta baja

Losas metaldeck Nivel 100 área =95.375 m²

Escalera 1

Columnas de metal Planta Alta

Losas metaldeck Nivel 200 área =57.75 m²

Escalera 2

Aceras

Bloqueo de paredes de 4"

Bloqueo de paredes de 6"

Columnas de amarre
Vigas de amarre
Refuerzos de puertas y ventanas
Repellos y mochetas
Techo
Instalación de baldosas y azulejos
Instalación de de cielo raso
Instalación de puertas
Instalación de ventanas
Pintura
Instalación de cocina
Instalación de artefactos sanitarios
Barandas

3.3 Modelo construido con sistema LCU

ACTIVIDADES

Conformación del terreno
Losa flotante
Platos de perfil U
Columnas losa 100
Vigas losa 100
Estructura losa 100

Columnas losa 200

Vigas losa 200

Estructura losa 200

Estructura de techos

Forro de losas (paneles o metaldeck)

Cubierta de techo

Aceras

Perfiles de paredes

Refuerzos de puertas y ventanas

Forro de paredes con paneles prefabricados o stukanet repelladas

Mochas de puertas y ventanas

Sellado de juntas

Instalación de baldosas y azulejos

Instalación de de cielo raso

Instalación de puertas

Instalación de ventanas

Pintura

Instalación de cocina

Instalación de artefactos sanitarios

Barandas

En cuanto al número de actividades solicitadas por cada sistema estos parecen tener la misma intensidad de trabajo, mas sin embargo si analizamos cada actividad en los detalles propios del proceso de construcción de cada una,

podemos ver que esto no es así, pues en un sistema convencional la gran mayoría de las actividades involucran una serie de sub actividades para poder completarse. En el sistema que proponemos la sencillez y versatilidad del mismo hace que casi todas las actividades se conviertan cada una de ellas en una sola acción, es decir que mientras que en una estructura convencional ejecutamos una cadena de eventos para cada actividad, en el sistema LCU al ejecutar una actividad es un solo evento.

4. ANALISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y TIEMPO.

4.1 Costos comparativos:

Este análisis lo hacemos partiendo del uso de hojas electrónicas de presupuesto utilizadas en el mercado de la construcción las cuales cuentan con costos actualizados de materiales y de mano de obra y que permiten llegar a precios finales casi exactos de lo que deseamos construir. Con la ayuda de estas hojas hemos logrado establecer un costo por m² de cada una de las fases constructivas que se requieren para lograr una vivienda terminada en su totalidad, así tenemos:

4.1.1 Casa con sistema convencional losa de concreto y mampostería

Resumen de costo por m² de casa

| | |
|------------|--------------|
| B/. 150.00 | estructura |
| B/. 124.29 | albañilería |
| B/. 22.00 | piso acabado |
| B/. 4.00 | Cielo raso |

| | |
|-----------|--------------|
| B/. 7.70 | pintura |
| B/. 12.63 | puertas |
| B/. 16.21 | ventanas |
| B/. 5.32 | mueble |
| B/. 17.00 | electricidad |
| B/. 15.00 | plomería |
| B/. 15.00 | techo |
| B/. 11.05 | azulejos |
| B/. 14.86 | barandas |

B/. 415.06 Por M²

118.21 M² por unidad

B/.49,064.24 costo de una unidad

4.1.2 Casa con losa metaldeck y mampostería

Resumen de costo por m² de casa

| | |
|------------|--------------|
| B/. 140.00 | estructura |
| B/. 124.29 | Albañilería |
| B/. 22.00 | piso acabado |
| B/. 12.00 | Cielo raso |
| B/. 7.70 | pintura |
| B/. 12.63 | puertas |

| | |
|-----------|--------------|
| B/. 16.21 | ventanas |
| B/. 5.32 | mueble |
| B/. 17.00 | electricidad |
| B/. 15.00 | plomeraía |
| B/. 15.00 | techo |
| B/. 11.05 | azulejos |
| B/. 14.86 | barandas |

B/. 413.06 por m²

118.21 m² por unidad

B/.48,827.82 costo de la unidad

4.1.3 Casas con sistema LCU (con losa metaldeck, con losa de paneles)

con losa LCU metaldeck

resumen de costo por m² de casa

| | |
|------------|-------------|
| B/. 104.12 | est y techo |
| B/. 78.77 | albañilería |
| B/. 22.00 | piso acab. |
| B/. 4.00 | Cielo raso |
| B/. 7.70 | pintura |

con losa LCU paneles

resumen de costo por m² de casa

| | |
|------------|-------------|
| B/. 100.68 | est y techo |
| B/. 78.77 | albañilería |
| B/. 22.00 | piso acab. |
| B/. 4.00 | Cielo raso |
| B/. 7.70 | pintura |

| | | | |
|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| B/. 12.63 | puertas | B/. 12.63 | puertas |
| B/. 16.21 | ventanas | B/. 16.21 | ventanas |
| B/. 5.32 | mueble | B/. 5.32 | mueble |
| B/. 17.00 | electricidad | B/. 17.00 | electricidad |
| B/. 15.00 | plom | B/. 15.00 | plom |
| B/. 11.05 | azulejos | B/. 11.05 | azulejos |
| B/. 14.86 | barandas | B/. 14.86 | barandas |
| B/. 308.66 | por m² | B/. 305.22 | por m² |

118.21 M2 por unidad

118.21 M² por unidad

B/.36,486.7 costo de una unidad

B/.36,080.06 costo de una unidad

Partiendo del mismo modelo de vivienda, pero calculando sus costos para construirlos con tres sistemas constructivos diferentes hemos logrado bajar alrededor de B/ 110.00 por m² con el sistema (LCU), que es precisamente lo que se pretende, bajar el costo de las unidades habitacionales.

El análisis de costos está planteado para modelos de dos unidades habitacionales adosadas, mas sin embargo al construir casas en hilera, los costos de las estructuras medianeras se distribuyen entre más propietarios, por lo que los costos bajan aun más permitiendo lograr mejores costos unitarios para cada vivienda.

4.2 Tiempo

Para comprobar la eficiencia en cuanto al tiempo solo basta con analizar una actividad crítica como lo es una columna, así tenemos que para los efectos vamos a desglosar los eventos que genera la construcción una columna en el sistema convencional y luego compararemos con una columna en el sistema propuesto:

4.2.1 Eventos en una columna convencional:

| Columna convencional | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cod. | eventos | secuencia del procedimiento | | | | | | | | |
| 1 | Excavación para la zapata | ■ | | | | | | | | |
| 2 | Conformación de la base | | ■ | | | | | | | |
| 3 | Formaleta de zapata | | | ■ | | | | | | |
| 4 | Acero de la zapata | | | | ■ | | | | | |
| 5 | Vaciado de la zapata | | | | | ■ | | | | |
| 6 | Acero de la columna | | | | | | ■ | | | |
| 7 | Formaleta de la columna | | | | | | | ■ | | |
| 8 | Vaciado de la columna | | | | | | | | ■ | |
| 9 | Desencofrado de la columna | | | | | | | | | ■ |
| 10 | Relleno de la base de columna | | | | | | | | | ■ |

4.2.2 Eventos en una columna LCU:

| Columna LCU | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------|-----------------------------|---|---|--|--|--|--|--|--|
| Cod. | eventos | secuencia del procedimiento | | | | | | | | |
| 1 | Plataforma de fundación | ■ | | | | | | | | |
| 2 | Anclar platos | | ■ | | | | | | | |
| 3 | Anclar columnas | | | ■ | | | | | | |

Como podemos ver en la comparación de los eventos la columna queda reducida en un tercio del proceso convencional, lo mismo ocurre con la mayoría de las otras

actividades dado a que el proceso constructivo convencional involucra sub actividades encadenadas en la cual cada una depende de la anterior para poder ejecutarse; por eso decimos que el sistema que hemos planteado como alternativa de construcción para producir una vivienda económica puede bajar el tiempo de producción considerablemente lo que en consecuencia genera grandes ahorros en los costos finales.

5 VENTAJAS DEL SISTEMA

Al hablar de una estructura convencional terminamos en dos prototipos rutinarios: masivas de concreto o de perfiles pesados de acero estructural. Esto demanda especialidades y procedimientos de compleja supervisión lo que necesariamente no es malo, pero si costoso.

El sistema propuesto ha sido planteado con el propósito de eliminar tantas especialidades y exageradas tecnologías, pues con poca instrucción permite que personas con poca preparación puedan ensamblar sus propias casas o paguen poco para que alguna empresa u otra persona la ensamble.

5.1 Aspectos tecnológicos

Los perfiles livianos presentan grandes ventajas al momento de decidir el material para la edificación de una estructura:

5.1.1 Resistencia mecánica: Además de los beneficios de tener una elevada relación resistencia/peso, los valores de tensiones de fluencia y rotura son

garantizados por los productores y se mantienen independientes de la humedad ambiente y de las condiciones de almacenaje.

5.1.2. **Incombustibilidad:** la estructura en acero galvanizado no es incombustible, constituyendo un elemento adicional a la seguridad ante un posible fuego en la vivienda.

5.1.3 **Versatilidad:** el acero liviano permite la construcción de cualquier tipo de vivienda, inclusive de varios pisos. Puede ser cortado sin dificultad en obra con herramientas usuales en la construcción. Por otra parte, existe la disponibilidad en el mercado de gran variedad de tornillos y conectores para materializar las uniones tanto de los miembros estructurales entre sí como de éstos con la Plataforma de fundación.

5.1.4 **Durabilidad:** por su recubrimiento de zinc, el acero galvanizado por inmersión en caliente brinda prolongada vida útil a la estructura, haciéndola además absolutamente resistente a la acción de termitas, hongos y roedores.

5.1.5 **Estabilidad dimensional:** el acero galvanizado no sufre alteraciones por la acción de humedad. No se comba, tuerce o alabea por acción del medio ambiente.

5.2 Herramientas:

Las herramientas necesarias son tan básicas que cualquier taller elemental y hasta quizás improvisado en campo es suficiente para producir los elementos del sistema, así tenemos por ejemplo:





Dobladoras para lámina



Dobladora universal de 3´ A 10´ hasta calibre 14

Dobladora standard de 3´ A 10´ hasta calibre 14

Dobladoras construidas en sólida placa de acero, ideales para trabajo pesado Estandar y Universales con dispositivos de fácil manejo para hacer todo tipo de dobleces en forma rápida y eficaz

5.3 Protección al ambiente:

Permite mayor control en el uso de los materiales y reduce el tiempo requerido para el producto final, por lo que el consumo energético es menor en los procesos de producción y ensamblaje, poco desperdicio, baja considerable en la generación de ruidos por la no utilización de maquinarias pesadas, pocos residuos

contaminantes, es reciclable puesto que se puede desmontar con facilidad y volver a montar.

5.4 Baja riesgos en el proceso:

La utilización de elementos livianos hace que se minimicen los riesgos laborales. La fabricación de la mayoría de los elementos que componen el sistema se hacen en industrias y no en campo lo que se traduce en una reducción considerable en la siniestralidad laboral.

5.5 Tiempo:

Como el sistema sustituye el proceso de construcción de un elemento la cual consta de una secuencia de actividades, por la instalación **del elemento**, este reduce el tiempo de ejecución, es decir por ejemplo, mientras que en el sistema convencional para erigir una columna necesitamos: Armar acero, formaletear, arriostrar, vaciar el concreto, desencofrar; etc., en nuestro sistema decimos anclar columna. Esto puede reducir hasta más de un 50 % en el tiempo desde el inicio hasta la terminación de la obra.

5.6 Economía

El material en si para cada elemento, unidad por unidad, es más económico en el sistema LCU que en los convencionales, los precios del acero galvanizado hacen de este material una opción muy conveniente para estructuras de viviendas industrializadas, no solamente en referencia a materiales sustitutos sino también

con respecto a la alternativa en nuestro medio de proveedores externos al por mayor. Todos estos factores enlistados con antelación señalan al acero liviano galvanizado como el material de conveniencia en la construcción de estructuras para viviendas industrializadas livianas, económicas y de rápida ejecución.

6 CONCLUSIONES.

El sistema constructivo con perfiles ligeros diseñado, según análisis de costos, permite bajar de 21% a 25 % los costos de una vivienda construida con los procedimientos diagramados para tales fines. Así mismo con el uso de esta técnica se reduce el tiempo de producción a más de un 50 % lo que ayuda a lograr soluciones habitacionales a corto plazo, característica fundamental que debe tener un sistema que se utilice para producir viviendas de interés social.

En otro sentido, con la implementación del sistema no desechamos los materiales y/o elementos constructivos utilizados con los sistemas convencionales, muy por el contrario, se adapta a lo tradicionalmente producido para cerramientos y/o losas haciéndolos más eficientes en lo que a costos unitarios se refiere, que es lo que perseguimos con el proyecto que presentamos.

El sistema de perfiles ligeros no utiliza maquinaria pesada para producir viviendas, por lo que ha permitido generar un sistema constructivo que baja costos, que genera baja contaminación, usa poca agua durante el proceso constructivo, es de fácil transportación, permite la construcción por etapas y aun más ventajoso es el

hecho que permite la autoconstrucción, es decir, las familias por sí mismas pueden levantar sus viviendas.

7 BIBLIOGRAFIA

PROYECTO DE VIGAS MIXTAS EMPLEANDO PERFILES DE ACERO LIGERO:

Autor: RODERA GARCÍA, AIDA;

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5594/1/00.pdf>

PERLISA PERFILES LIGEROS; Empresa dedicada a la fabricación e instalación de **perfiles** metálicos para la construcción y rehabilitación de viviendas.

<http://www.perlisa.com/perforjat.htm>

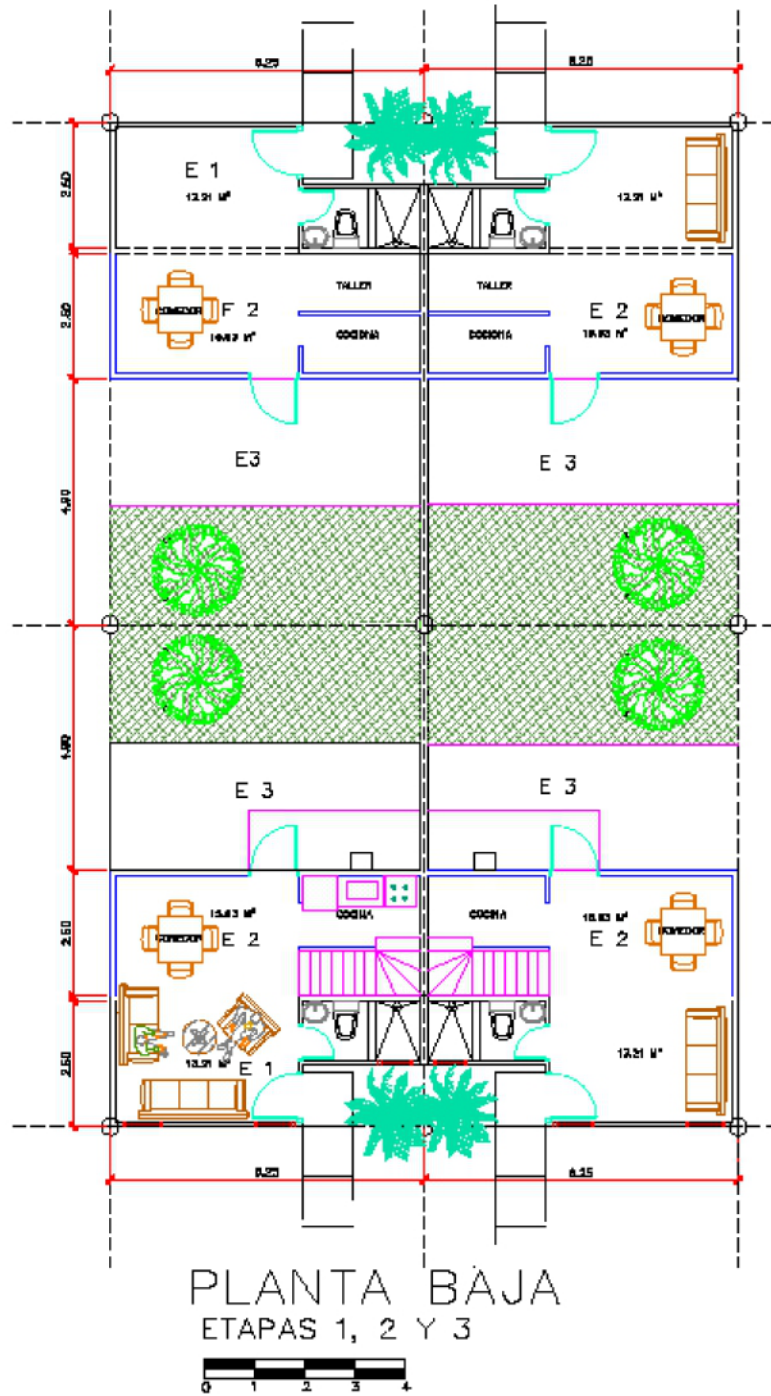
Perfiles Ligeros :: Constructalia; **Perfiles Ligeros. ... Perfiles** de formas múltiples obtenidos por un método de transformación;
www.constructalia.com/es_ES/products/productos_categoria.jsp?idApli=118451&sTipo=1 - 26k

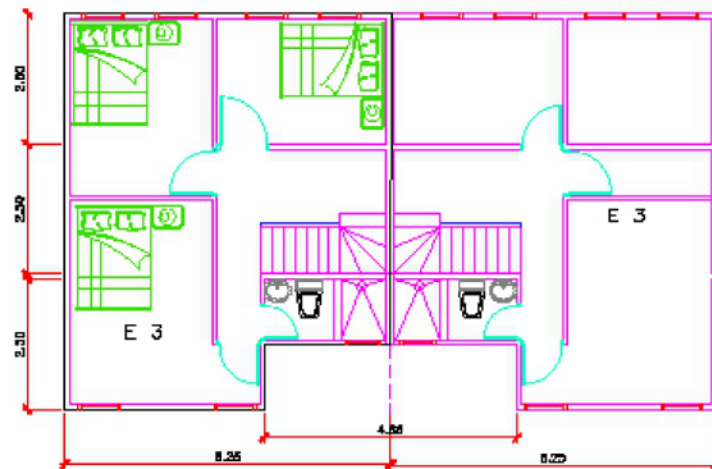
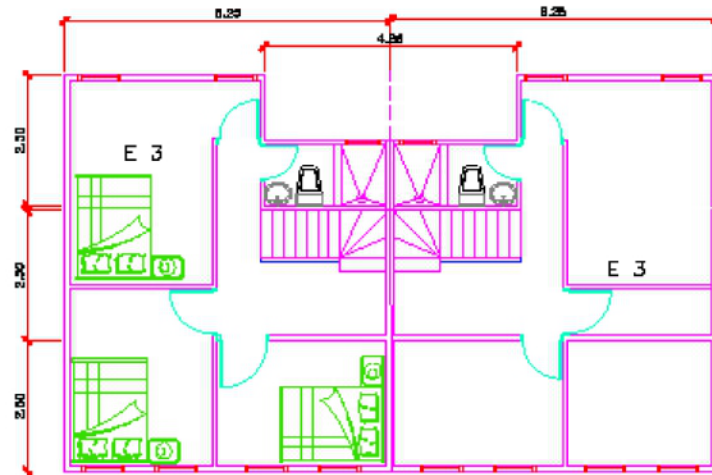
Entrepisos y cielos - Arquitectura en acero

www.arquitecturaenacero.org/index.php?option=com...id...

8 ANEXOS

8.1 Vivienda modelo para modelar estructura

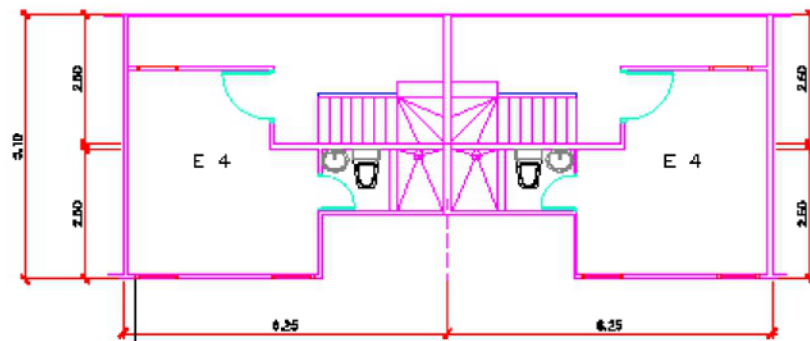
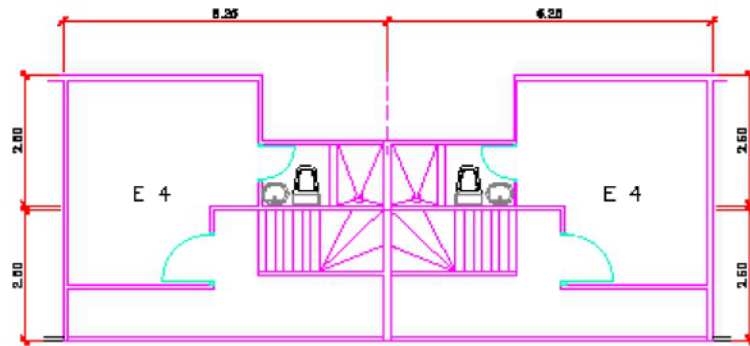




PLANTA ALTA

ETAPA 3



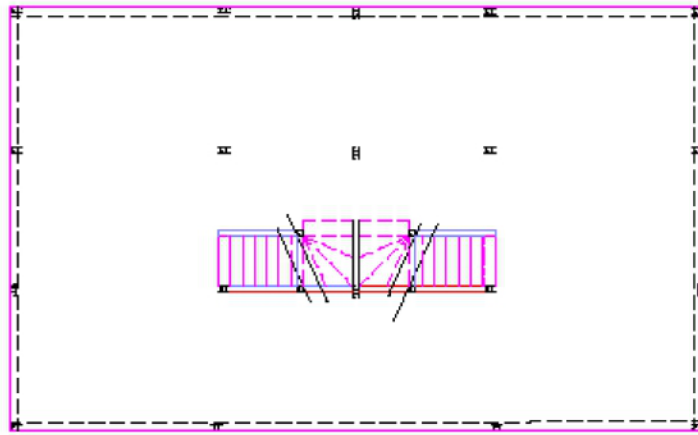


ALTILLO ALT. 1

ETAPA 4

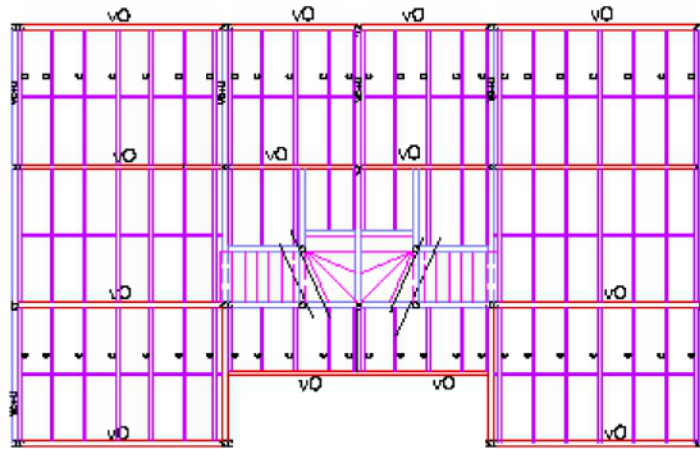


8.2 Estructura básica



PLANTA DE CIMENTO

ETAPA 3

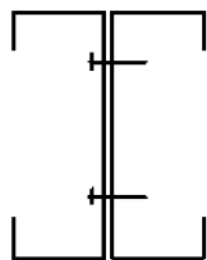


EST PLANTA ALTA

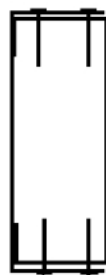
ETAPA 3



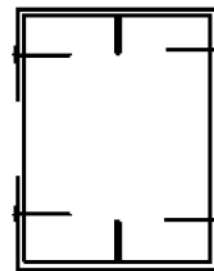
ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMBINANDO FIGURAS BASICAS



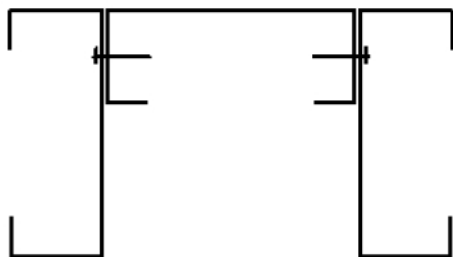
DOBLE C



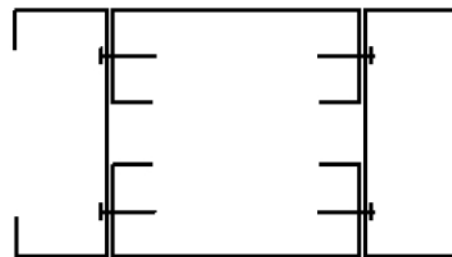
C+U



2C+2U

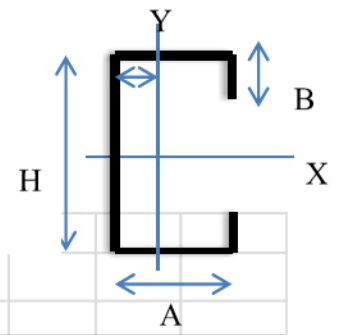


TRIPLE C



CUADRUPLE C

PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PERFILES

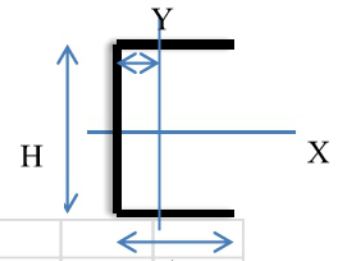


PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PERFILES C Y U

[Perfiles C](#) [Perfiles U](#)

PERFILES C

| PERFIL | ALTURA H mm | ANCHO A mm | LABIO B mm | ESP e mm | SECC. cm ² | RADIO r cm | PESO LAC kg/m | PESO GALV kg/m | JX cm ⁴ | JY cm ⁴ | WX cm ³ | WY P cm ³ | WYA cm ³ | IX cm | IY cm | ey cm |
|-------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|--------------------------|------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|----------|----------|----------|
| C80 | 80 | 50 | 15 | 1.6 | 3.15 | 0.25 | 2.47 | 2.53 | 38.24 | 10.95 | 7.16 | 3.51 | 5.82 | 3.48 | 1.86 | 1.88 |
| | | | 15 | 2 | 3.9 | 0.25 | 3.06 | 3.12 | 46.6 | 13.22 | 8.79 | 4.24 | 7.01 | 3.46 | 1.84 | 1.88 |
| | | | 20 | 2.5 | 5.03 | 0.3 | 3.94 | 4 | 63.54 | 17.66 | 11.05 | 5.93 | 8.73 | 3.56 | 1.87 | 2.02 |
| | | | 20 | 3.2 | 6.34 | 0.3 | 4.97 | 5.03 | 77.82 | 21.28 | 13.7 | 7.17 | 10.47 | 3.5 | 1.83 | 2.03 |
| C100 | 100 | 50 | 15 | 1.6 | 3.47 | 0.25 | 2.73 | 2.79 | 61.9 | 11.9 | 9.76 | 3.62 | 6.93 | 4.22 | 1.85 | 1.72 |
| | | | 15 | 2 | 4.3 | 0.25 | 3.38 | 3.44 | 75.66 | 14.37 | 12.01 | 4.38 | 8.36 | 4.19 | 1.83 | 1.72 |
| | | | 20 | 2.5 | 5.53 | 0.3 | 4.34 | 4.4 | 101.86 | 19.31 | 15.09 | 6.13 | 10.43 | 4.29 | 1.87 | 1.85 |
| | | | 20 | 3.2 | 6.98 | 0.3 | 5.48 | 5.54 | 125.38 | 23.3 | 18.77 | 7.42 | 12.53 | 4.24 | 1.83 | 1.86 |
| C120 | 120 | 50 | 15 | 1.6 | 3.79 | 0.25 | 2.98 | 3.05 | 92.52 | 12.69 | 12.6 | 3.71 | 8.04 | 4.94 | 1.83 | 1.58 |
| | | | 15 | 2 | 4.7 | 0.25 | 3.69 | 3.76 | 113.32 | 15.33 | 15.52 | 4.48 | 9.7 | 4.91 | 1.81 | 1.58 |
| | | | 20 | 2.5 | 6.03 | 0.3 | 4.73 | 4.8 | 151.25 | 20.68 | 19.52 | 6.28 | 12.11 | 5.01 | 1.85 | 1.71 |
| | | | 20 | 3.2 | 7.62 | 0.3 | 5.98 | 6.05 | 186.85 | 24.99 | 24.33 | 7.61 | 14.55 | 4.95 | 1.81 | 1.72 |
| C140 | 140 | 60 | 20 | 2 | 5.7 | 0.25 | 4.47 | 4.56 | 194.06 | 28.53 | 22.05 | 7.1 | 14.4 | 5.83 | 2.24 | 1.98 |
| | | | 20 | 2.5 | 7.03 | 0.3 | 5.51 | 5.6 | 236.34 | 34.1 | 27.01 | 8.47 | 17.29 | 5.8 | 2.2 | 1.97 |
| | | | 20 | 3.2 | 8.9 | 0.3 | 6.98 | 7.06 | 293.47 | 41.54 | 33.81 | 10.34 | 20.96 | 5.74 | 2.16 | 1.98 |
| | | | 25 | 3.2 | 9.86 | 0.3 | 7.74 | 7.83 | 427.59 | 48.43 | 42 | 12.07 | 24.35 | 6.59 | 2.22 | 1.99 |
| C160 | 160 | 60 | 20 | 2 | 6.1 | 0.25 | 4.79 | 4.88 | 260.87 | 29.86 | 26.62 | 7.21 | 16.06 | 6.54 | 2.21 | 1.86 |
| | | | 20 | 2.5 | 7.53 | 0.3 | 5.91 | 5.99 | 318.26 | 35.7 | 32.64 | 8.6 | 19.3 | 6.5 | 2.18 | 1.85 |
| | | | 25 | 3.2 | 9.86 | 0.3 | 7.74 | 7.83 | 427.59 | 48.43 | 42 | 12.07 | 24.35 | 6.59 | 2.22 | 1.99 |
| | | | 25 | 3.2 | 9.86 | 0.3 | 7.74 | 7.83 | 427.59 | 48.43 | 42 | 12.07 | 24.35 | 6.59 | 2.22 | 1.99 |
| C180 | 180 | 70 | 20 | 2 | 6.9 | 0.25 | 5.42 | 5.52 | 371.56 | 45.08 | 34.4 | 9.24 | 21.26 | 7.34 | 2.56 | 2.12 |
| | | | 20 | 2.5 | 8.53 | 0.3 | 6.69 | 6.79 | 454.63 | 54.21 | 42.29 | 11.09 | 25.69 | 7.3 | 2.52 | 2.11 |
| | | | 25 | 3.2 | 11.14 | 0.3 | 8.74 | 8.84 | 605.88 | 73.4 | 54.19 | 15.47 | 32.54 | 7.38 | 2.57 | 2.26 |
| | | | 25 | 3.2 | 11.14 | 0.3 | 8.74 | 8.84 | 605.88 | 73.4 | 54.19 | 15.47 | 32.54 | 7.38 | 2.57 | 2.26 |
| C200 | 200 | 80 | 25 | 2 | 7.9 | 0.25 | 6.2 | 6.32 | 539.34 | 70.51 | 43.85 | 12.86 | 28 | 8.26 | 2.99 | 2.52 |
| | | | 25 | 2.5 | 9.78 | 0.3 | 7.67 | 7.79 | 661.83 | 85.35 | 54.03 | 15.54 | 34.02 | 8.23 | 2.95 | 2.51 |
| | | | 25 | 3.2 | 12.42 | 0.3 | 9.75 | 9.86 | 829.05 | 105.38 | 68.07 | 19.23 | 41.83 | 8.17 | 2.91 | 2.52 |
| | | | 25 | 3.2 | 12.42 | 0.3 | 9.75 | 9.86 | 829.05 | 105.38 | 68.07 | 19.23 | 41.83 | 8.17 | 2.91 | 2.52 |
| C220 | 220 | 80 | 25 | 2 | 8.3 | 0.25 | 6.52 | 6.64 | 666.81 | 72.74 | 50.14 | 12.99 | 30.28 | 8.96 | 2.96 | 2.4 |
| | | | 25 | 2.5 | 10.28 | 0.3 | 8.07 | 8.19 | 818.96 | 88.07 | 61.81 | 15.71 | 36.8 | 8.93 | 2.93 | 2.39 |
| | | | 25 | 3.2 | 13.06 | 0.3 | 10.25 | 10.37 | 1027.01 | 108.75 | 77.92 | 19.43 | 45.25 | 8.87 | 2.89 | 2.4 |
| | | | 25 | 3.2 | 13.06 | 0.3 | 10.25 | 10.37 | 1027.01 | 108.75 | 77.92 | 19.43 | 45.25 | 8.87 | 2.89 | 2.4 |



PROPIEDADES MECANICAS DE LOS PERFILES C Y U

PERFILES U

A

| PERFIL | ALTURA H mm | ANCHO A mm | ESP e mm | SECC cm ² | RADIO r cm | PESO LAC kg/m | PESO GALV kg/m | JX cm ⁴ | JY cm ⁴ | WX cm ³ | WY P cm ³ | WY A cm ³ | IX cm | IY cm | ey cm |
|--------|-------------------|------------------|----------------|-------------------------|------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|
| U80 | 80 | 40 | 2 | 3.04 | 0.3 | 2.39 | 2.43 | 30.45 | 4.86 | 7.61 | 1.68 | 4.43 | 3.16 | 1.26 | 1.1 |
| | | 40 | 2.5 | 3.78 | 0.3 | 2.96 | 3.01 | 37.18 | 5.96 | 9.3 | 2.07 | 5.29 | 3.14 | 1.26 | 1.13 |
| | | 40 | 3.2 | 4.77 | 0.3 | 3.74 | 3.79 | 46.05 | 7.41 | 11.51 | 2.6 | 6.41 | 3.11 | 1.25 | 1.16 |
| U100 | 100 | 51 | 2 | 3.88 | 0.3 | 3.05 | 3.1 | 61.83 | 10.22 | 12.37 | 2.75 | 7.38 | 3.99 | 1.62 | 1.39 |
| | | 55 | 2.5 | 5.03 | 0.3 | 3.94 | 4 | 80.64 | 15.48 | 16.13 | 3.94 | 9.86 | 4.01 | 1.76 | 1.57 |
| | | 55 | 3.2 | 6.37 | 0.3 | 5 | 5.06 | 100.64 | 19.4 | 20.13 | 4.97 | 12.13 | 3.98 | 1.75 | 1.6 |
| U120 | 120 | 51 | 2 | 4.28 | 0.3 | 3.36 | 3.42 | 94.29 | 10.83 | 15.71 | 2.82 | 8.55 | 4.69 | 1.59 | 1.27 |
| | | 45 | 2.5 | 5.03 | 0.3 | 3.94 | 4 | 105.61 | 9.39 | 17.6 | 2.75 | 8.67 | 4.58 | 1.37 | 1.08 |
| | | 54 | 3.2 | 6.94 | 0.3 | 5.45 | 5.51 | 151.61 | 19.57 | 25.27 | 4.93 | 13.68 | 4.67 | 1.68 | 1.43 |
| | | 55 | 2.5 | 5.53 | 0.3 | 4.34 | 4.4 | 122.87 | 16.43 | 20.48 | 4.04 | 11.42 | 4.72 | 1.72 | 1.44 |
| | | 55 | 3.2 | 7.01 | 0.3 | 5.5 | 5.56 | 153.79 | 20.59 | 25.63 | 5.11 | 14.03 | 4.68 | 1.71 | 1.47 |
| U140 | 140 | 55 | 2.5 | 6.03 | 0.3 | 4.73 | 4.8 | 176.13 | 17.21 | 25.16 | 4.13 | 12.94 | 5.41 | 1.69 | 1.33 |
| | | 55 | 3.2 | 7.65 | 0.3 | 6 | 6.07 | 220.95 | 21.59 | 31.56 | 5.21 | 15.9 | 5.37 | 1.68 | 1.36 |
| | | 75 | 2.5 | 7.03 | 0.3 | 5.51 | 5.6 | 223.4 | 40.51 | 31.91 | 7.46 | 19.59 | 5.64 | 2.4 | 2.07 |
| | | 75 | 3.2 | 8.93 | 0.3 | 7.01 | 7.09 | 280.84 | 51.05 | 40.12 | 9.45 | 24.35 | 5.61 | 2.39 | 2.1 |
| U160 | 160 | 65 | 2.5 | 7.03 | 0.3 | 5.51 | 5.6 | 272.45 | 28.47 | 34.06 | 5.78 | 18.05 | 6.23 | 2.01 | 1.58 |
| | | 65 | 3.2 | 8.93 | 0.3 | 7.01 | 7.09 | 342.73 | 35.82 | 42.84 | 7.32 | 22.31 | 6.2 | 2 | 1.61 |
| | | 75 | 2.5 | 7.53 | 0.3 | 5.91 | 5.99 | 303.46 | 42.26 | 37.93 | 7.6 | 21.8 | 6.35 | 2.37 | 1.94 |
| | | 80 | 3.2 | 9.89 | 0.3 | 7.76 | 7.85 | 401.74 | 63.65 | 50.22 | 10.89 | 29.54 | 6.37 | 2.54 | 2.15 |
| U180 | 180 | 65 | 2.5 | 7.53 | 0.3 | 5.91 | 5.99 | 359.16 | 29.45 | 39.91 | 5.87 | 19.89 | 6.91 | 1.98 | 1.48 |
| | | 70 | 3.2 | 9.89 | 0.3 | 7.76 | 7.85 | 477.41 | 45.59 | 53.05 | 8.57 | 27.15 | 6.95 | 2.15 | 1.68 |
| | | 85 | 2.5 | 8.53 | 0.3 | 6.69 | 6.79 | 437.93 | 61.8 | 48.66 | 9.79 | 28.24 | 7.17 | 2.69 | 2.19 |
| | | 80 | 3.2 | 10.53 | 0.3 | 8.26 | 8.36 | 527.43 | 66.03 | 58.6 | 11.07 | 32.47 | 7.08 | 2.5 | 2.03 |
| | | 80 | 4.75 | 15.39 | 0.3 | 12.08 | 12.18 | 757.11 | 94.99 | 84.12 | 16.07 | 45.5 | 7.01 | 2.48 | 2.09 |
| U200 | 200 | 55 | 2.5 | 7.53 | 0.3 | 5.91 | 5.99 | 412.16 | 18.94 | 41.22 | 4.29 | 17.38 | 7.4 | 1.59 | 1.09 |
| | | 60 | 3.2 | 9.89 | 0.3 | 7.76 | 7.85 | 550.22 | 30.44 | 55.02 | 6.43 | 24.01 | 7.46 | 1.75 | 1.27 |
| | | 75 | 2.5 | 8.53 | 0.3 | 6.69 | 6.79 | 509.68 | 45.15 | 50.97 | 7.82 | 26.16 | 7.73 | 2.3 | 1.73 |
| | | 80 | 3.2 | 11.17 | 0.3 | 8.77 | 8.87 | 674.16 | 68.14 | 67.42 | 11.22 | 35.38 | 7.77 | 2.47 | 1.93 |
| U220 | 220 | 80 | 4.75 | 16.34 | 0.3 | 12.83 | 12.93 | 969.93 | 98.08 | 96.99 | 16.29 | 49.53 | 7.7 | 2.45 | 1.98 |
| | | 80 | 3.2 | 11.81 | 0.3 | 9.27 | 9.38 | 843.21 | 70.02 | 76.66 | 11.35 | 38.26 | 8.45 | 2.44 | 1.83 |
| | | 80 | 4.75 | 17.29 | 0.3 | 13.57 | 13.68 | 1215.46 | 100.83 | 110.5 | 16.49 | 53.51 | 8.38 | 2.41 | 1.88 |

FORMATOS DE PRESUPUESTO

PROYECTO " CASA DOS NIVELES"

mayo-12

| ACTIV. | UNID. | CANT. | C.U. | C.U. | OTROS | C.T. | C.T. | C.T. | COSTO T.D | CT | C.T. |
|--|-------|----------|------------|------|-------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| DESCRIP. | | | MO | MAT. | | MO | MAT. | OTROS | DE ACTIVIDAD | C.IND+ ADM | ACT. |
| Albañilería con placas | | | con prest. | | | | | | | | |
| Paredes de placas industriales 4' x 8' | m2 | 631.840 | 2.02 | 7.41 | 0.10 | \$ 1,276.32 | \$ 4,681.93 | \$ 63.18 | \$ 6,021.44 | \$ 903.22 | \$ 6,924.65 |
| Paredes de placas 4' x 8' altura | m2 | 125.520 | 3.27 | 7.41 | 0.53 | \$ 410.45 | \$ 930.10 | \$ 66.53 | \$ 1,407.08 | \$ 211.06 | \$ 1,618.14 |
| Entramado LCU para paredes | m2 | 450.360 | 3.10 | 7.30 | 0.15 | \$ 1,396.12 | \$ 3,287.63 | \$ 67.55 | \$ 4,751.30 | \$ 712.69 | \$ 5,463.99 |
| Andamios para montar placas | m2 | 757.360 | 0.00 | 0.00 | 0.55 | \$ - | \$ - | \$ 416.55 | \$ 416.55 | \$ 62.48 | \$ 479.03 |
| Sello de juntas | ml | 1,241.00 | 0.30 | 0.32 | 0.00 | \$ 372.30 | \$ 397.12 | \$ - | \$ 769.42 | \$ 115.41 | \$ 884.83 |
| Andamios para sello de juntas | m2 | 1,241.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | \$ - | \$ - | \$ 372.30 | \$ 372.30 | \$ 55.85 | \$ 428.15 |
| Refuerzos en puertas y ventanas y dinteles | ml | 238.00 | 3.80 | 7.80 | 0.30 | \$ 904.40 | \$ 1,856.40 | \$ 71.40 | \$ 2,832.20 | \$ 424.83 | \$ 3,257.03 |
| Mochetas de 0.10 @ 0.15 | ml | 238.00 | 0.95 | 0.80 | 0.15 | \$ 226.10 | \$ 190.40 | \$ 35.70 | \$ 452.20 | \$ 67.83 | \$ 520.03 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | <u>\$ 4,585.68</u> | <u>\$ 11,343.59</u> | <u>\$ 1,093.21</u> | <u>\$ 17,022.48</u> | <u>\$ 2,553.37</u> | <u>\$19,575.85</u> |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | TOTAL DE A | \$19,575.85 |

