

Diseño de un nuevo sistema de paredes exteriores e interiores para el sistema constructivo JPM Casa Total, utilizando el Sistema de ensamble tipo *Rosette*.



# **Diseño de un nuevo sistema de paredes exteriores e interiores para el sistema constructivo JPM Casa Total, utilizando el Sistema de ensamble tipo *Rosette*.**

BEATRIZ SALAS ACUÑA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre, 2009

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

PREFACIO.....	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	5
METODOLOGÍA.....	9
RESULTADOS.....	17
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES.....	42
APÉNDICES.....	43
ANEXOS.....	100
REFERENCIAS.....	110

# Prefacio

El sistema de construcción JPM Casa Total se caracteriza por ser un sistema liviano integrado por materiales versátiles que permiten obtener construcciones con buenos acabados y de alta calidad.

El sistema ha sido diseñado para adaptarse a las necesidades del mercado y ser desarrollado a partir de materiales como el acero y los paneles livianos. Es posible aprovechar los avances tecnológicos disponibles para lograr procesos más eficientes, económicos y amigables con el ambiente.

Por lo indicado resulta necesario hacer mejoras continuas en los sistemas de producción que posibiliten un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, mantengan los estándares de calidad establecidos y aseguren el cumplimiento de las normas y los códigos aplicables.

Lo anterior se logra actualizando los diseños de manera que su perfeccionamiento propicie alcanzar una eficiencia más allá del buen uso de los materiales y facilite extenderse hasta los procesos constructivos.

Es preciso que el sistema sea fácil de ensamblar, capaz de promover un avance eficiente de la construcción y que requiera de poca mano de obra calificada, en virtud de que esto representa un alto costo para los desarrolladores y su disponibilidad puede ser baja en muchos de los sitios donde se establecen los proyectos. Además, resulta necesario evitar el desperdicio de materiales en el sitio de construcción, por lo que un sistema preensamblado propicia una disminución en la cantidad de materiales que deben ser manipulados. De esta manera, mediante la utilización del sistema de ensamble *Rosette* en la conformación de las paredes se logra que el proceso de construcción de las viviendas pueda ser ágil y se adapte mejor a las condiciones que se presentan en los países donde

tradicionalmente se ha instalado el sistema. Así, se hace necesario el desarrollo de un sistema de paredes integral en el que no solo el preensamblaje es característico sino también la presencia de conexiones mecánicas fáciles de realizar y el uso de la modulación resulte clave para disminuir el desperdicio de materiales.

Igual relevancia presenta la necesidad de que el sistema completo pueda ser embalado y transportado adecuadamente, por lo que los diseños propuestos y las modificaciones que se plantean deben considerar las limitaciones en este aspecto.

Por lo anterior, el objetivo principal de este proyecto consiste en desarrollar un sistema de paredes acorde con el Sistema Constructivo JPM Casa Total ya existente, de manera que sea fácil de ensamblar utilizando la tecnología *Rosette* disponible.

Conviene resaltar el agradecimiento a la empresa E.A. Euroamérica S.A. por la oportunidad y el apoyo brindados durante la elaboración del presente proyecto; al Ing. Gerardo Jiménez, Gerente de Departamento Técnico; al Ing. César Moya, supervisor del proyecto por parte de la empresa y al Ing. Mario Coronado.

De igual forma, se le agradece al Ing. Gustavo Esquivel, de la Jefatura de Producción de Abonos Agro por la ayuda brindada. Adicionalmente, se extiende el agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la culminación del proyecto.

# Resumen Ejecutivo

El desarrollo de un nuevo sistema de paredes para el sistema de construcción JPM CasaTotal obedece a la necesidad de contar con un sistema de fácil ensamblaje a un bajo costo

## Objetivos

### General

Diseñar un nuevo sistema de paredes exteriores e interiores para el sistema de construcción JPM Casa Total, de fácil ensamblaje y utilizando la tecnología *Rosette*, dirigido al mercado nacional e internacional.

### Específicos

- Establecer los parámetros que condicionarán el diseño del sistema de paredes, desde el punto de vista de la tecnología de fabricación disponible, de los requerimientos de embalaje, de los materiales a utilizar y los diseños establecidos.
- Realizar la modulación correspondiente de los elementos para la adecuada colocación de los paneles (*JPM Gypsum Fiber Boards*) y otras estructuras.
- Diseñar la estructura de acero de las paredes (exteriores e interiores) de manera que puedan ser fabricadas utilizando el sistema de ensamble tipo *Rosette* disponible.

- Diseñar los anclajes entre la estructura sismorresistente y la losa de cimentación, así como las conexiones entre paredes.
- Definir la distribución más adecuada y económica de las instalaciones eléctricas y mecánicas dentro de las paredes.
- Diseñar las uniones entre la estructura de las paredes y los marcos de las puertas y ventanas.
- Realizar un estudio de la optimización del embalaje, la capacidad volumétrica y peso de los contenedores considerando las nuevas estructuras de paredes.
- Comparar técnica y económicamente el sistema de paredes que se utiliza actualmente y el sistema de paredes propuesto.
- Elaborar un manual de ensamblaje del nuevo sistema constructivo JPM Casa Total desarrollado.

## Metodología

A continuación se resume la metodología aplicada en el desarrollo del proyecto.

Los factores limitantes del diseño fueron determinados considerando el diseño arquitectónico existente para una casa de 50 m<sup>2</sup>, la tecnología *Rosette* disponible, los materiales a utilizar y el embalaje utilizado para el transporte.

Respecto a la modulación, se procedió a un acomodo de las láminas JPM para determinar la ubicación de los elementos necesarios.

El trazo de paredes consideró un diseño geométrico propuesto basado en los factores limitantes establecidos y en la modulación. Posteriormente el diseño estructural se cumplió de acuerdo con lo establecido en el Código Sísmico de Costa Rica y el Reglamento de Construcciones. Para este fin, se determinó el peso de la estructura, el coeficiente sísmico y la fuerza sísmica; de igual forma se calculó la fuerza de viento y se determinó aquella que rigiera el modelo. Adicionalmente se determinaron las cargas permanentes y temporales aplicadas.

El modelo utilizó el programa de análisis estructural SAP, al que se le definieron los parámetros correspondientes a materiales, perfiles, combinaciones de carga y cargas aplicadas. Posteriormente se obtuvieron las fuerzas de cada elemento y éstas fueron comparadas con las capacidades reportadas para los perfiles.

Respecto a los anclajes, se seleccionó aquel que fuera fácil de instalar, resistente y que no requiriera soldadura para su instalación, además de contar con un costo aceptable. Las fuerzas a las que iban a estar sometidos estos anclajes fueron obtenidas del análisis efectuado en el SAP y posteriormente se compararon con las capacidades reportadas por el fabricante. En cuanto a las conexiones, se determinó el tipo de conexión más apropiado y la fuerza sobre éstos fue determinada considerando la incidencia de la fuerza de viento sobre el techo; de igual forma, esta fuerza obtenida fue comparada con las capacidades reportadas.

La distribución de las instalaciones electromecánicas se efectuó con base en la distribución original y en ciertos casos fueron necesarios cambios menores para lograrlo.

La optimización del embalaje consideró un estudio del peso y el volumen ocupado por los materiales necesarios para la construcción y una propuesta de acomodo de éstos dentro del contenedor, de manera que se cumpliera con la legislación aplicable respecto a la distribución del peso por ejes. Adicionalmente, se elaboró una maqueta a escala 1:10 de los materiales embalados, de manera que se tuviera una forma sencilla de visualizar el acomodo.

La comparación económica se realizó calculando el costo de materiales y mano de obra de la casa; consideró el sistema tradicional de paredes y el sistema propuesto. A partir de ello

se estimó el costo total de la casa y el costo por unidad de área.

La guía de ensamble se hizo considerando los pasos a seguir para colocar el sistema de paredes propuesto.

## Resultados y análisis

De los factores limitantes determinados, los requisitos de instalación de las láminas JPM representan el factor más determinante y el modelo planteado tomó esto en consideración.

El diseño geométrico propuesto se presenta en el Plano 1, así como la modulación de las láminas correspondiente. Este diseño tuvo que ser alterado en varias ocasiones con el fin de obtener un diseño estructural seguro. En el diseño estructural se comprobó la capacidad de todos los elementos y se determinó, para todos éstos, una tasa de utilización de la capacidad reportada de manera que ésta siempre se cumpliera. Adicional a la estructura de acero propuesta, será necesario colocar perfiles tipo "stud" a una distancia dada para poder cumplir con los requerimientos de instalación de las láminas.

Los anclajes serán hechos utilizando un adhesivo epóxico y pernos roscados HAS de la marca Hilti. Este tipo de anclajes permiten una instalación fácil y rápida, y poseen una alta resistencia. El análisis y el diseño resultaron útiles para el anclaje crítico de cada pared, y en todos los casos se comprobó que la capacidad en tensión y cortante de los pernos de 5/8" de diámetro y del epóxico fuera menor a la requerida; adicionalmente se revisó la interacción entre estas fuerzas. Respecto a las conexiones, se decidió colocar una solera que sirva para unir la parte superior de las estructuras de pared y esta unión se hará con tornillos autorroscantes tipo A325 de 1/4" de diámetro; de igual forma se comprobó que la capacidad de los tornillos no fuera sobrepasada por las fuerzas a las que se encontraban sometidos.

La distribución de las instalaciones electromecánicas se logró mantener similar a la original y se muestra en el Plano 2; sin embargo fue necesario aplicar algunos cambios en los sistemas de desagüe y eléctricos para lograrlo. En este sentido, se cambió el desagüe a pared original del fregadero y el lavamanos por desagües a piso; la tubería de 31 mm de la acometida por dos tubos paralelos de 18mm, la

tubería de 31mm del circuito de cocina por dos paralelos de 18 mm; y la utilización de un centro de carga (caja de *breakers*) de tipo parche.

La unión entre la estructura de pared y los marcos de puertas y ventanas se hará con los tornillos normales utilizados en cada caso (para aluminio y madera), ya que se determinó que el perfil cuerda colocado puede soportar la colocación de dichos marcos sin necesidad de utilizar un refuerzo.

Respecto al embalaje, se determinó que la carga total del contenedor será de 12,55 toneladas y ocupará un volumen de 23.95 m<sup>3</sup> considerando materiales y tarimas. El acomodo propuesto dentro del contenedor se presenta en el Plano 3 y, de acuerdo con esta propuesta, el peso correspondiente a los ejes delanteros del contenedor es de 6507,5 kg y para los ejes traseros es de 6051,0 kg, con lo cual se respeta lo establecido por la ley, que establece un peso máximo de 17 toneladas por eje.

La comparación de costos consideró las diferencias establecidas entre un sistema de paredes y otro, para lo que se determinó el costo de materiales y mano de obra de ambas alternativas. En el caso de una casa construida con el sistema de paredes tradicional, el costo total es de ¢7.597.499,54 (\$259,74/m<sup>2</sup>) y utilizando el sistema de paredes propuesto es de ¢7.994.185,6 (\$273,31/m<sup>2</sup>).

La guía de ensamble propuesta considera los pasos a seguir para el adecuado ensamble de las paredes desde la colocación de los anclajes, la colocación de la estructura de paredes y las conexiones.

## Conclusiones

- \* La instalación de las láminas **JPM**<sup>®</sup> Gypsum Fiber Board es el factor que mas afecta el diseño.
- \* Los anclajes tipo Hilti resultan ser los más adecuados, si se considera la facilidad de colocación, la resistencia y el costo.
- \* Las conexiones entre paredes se harán con tornillos tipo A325 autorroscantes por tratarse de la opción más viable desde el punto de vista técnico.
- \* Se logró mantener la distribución original de las instalaciones electromecánicas.
- \* La propuesta de embalaje y acomodo de materiales dentro del contenedor asegura una

utilización adecuada del espacio y una distribución de pesos acorde con la ley.

\* La programación de las actividades establece un ahorro total de 3 días en la construcción de una casa de 50 m<sup>2</sup> utilizando el sistema de paredes propuesto.

\* El costo por metro cuadrado de construcción utilizando el sistema tradicional es de \$259,74; utilizando el sistema *Rosette* es de \$273,31.

\* El factor determinante al momento de la elección entre el sistema tradicional y el sistema *Rosette* es el ahorro en el tiempo de construcción.

\* La guía de ensamble es simple y fácil de comprender y pretende ser una base para una futura guía o un folleto gráfico.

# Introducción

El presente proyecto consiste en la creación del diseño geométrico y estructural de un sistema de paredes para el sistema de construcción JPM Casa Total utilizando el sistema de ensamble tipo *Rosette*.

El referido diseño responde principalmente a la necesidad de disminuir la cantidad de mano de obra calificada requerida para la construcción de las edificaciones, ya que su disponibilidad es muy escasa en los países donde generalmente se instala el sistema y se requiere de capacitación constante para garantizar un adecuado proceso constructivo, en términos del tiempo, el costo y la calidad requerida.

Lo anterior hace que sea necesario utilizar la tecnología disponible para el desarrollo de innovaciones que conduzcan a facilitar el proceso constructivo y que, al mismo tiempo, mantenga los estándares establecidos. La tecnología *Rosette* coadyuva a obtener componentes preensamblados de acero galvanizado de alta resistencia, que se utilizan normalmente en la elaboración de paredes y entrepisos, muros y cerchas (Rosette Systems Ltd, 1997).

En general, *Rosette* utiliza una producción mecanizada que garantiza componentes de alta calidad; en esta el adecuado manejo del equipo facilita la eliminación de los desperdicios y los defectos. El sistema utiliza una línea de producción en la que la lámina enrollada de acero galvanizado pasa por un proceso de rolado para obtener los perfiles que conformarán los elementos de los distintos componentes (Rosette Systems Ltd, 1997), y la unión utilizada propicia obtener conexiones formadas por el mismo acero de los elementos, sin que sea necesario el uso de materiales adicionales o procesos que dañen el material (Kaitila *et al*, 2001).

El diseño se basa en los modelos de casas existentes, y se determinaron todos aquellos factores que delimitan las posibilidades del diseño, tal como los materiales a utilizar, la tecnología disponible, el embalaje y la distribución arquitectónica; adicionalmente se tomaron consideraciones respecto a la capacidad de producción del sistema, así como consideraciones estructurales siguiendo la normativa vigente correspondiente, como el Código Sísmico de Costa Rica y el Reglamento de Construcciones, de manera que se cumpla con los requerimientos establecidos.



# Sistema Constructivo JPM Casa Total

El sistema de construcción JPM Casa Total es un sistema liviano que se basa en perfiles de acero galvanizado y paneles de fibroyeso JPM; es un sistema ampliamente utilizado en vivienda y comercio, y por ser liviano se recomienda para ampliaciones y remodelaciones.

En general, el sistema se compone de una fundación tipo losa flotante, un sistema de paredes formado por perfiles de acero y láminas JPM y una estructura de cerchas del sistema Techo Total, por lo que se puede afirmar que es un sistema rápido y fácil de ensamblar.

Como el presente proyecto se centra en el mejoramiento del sistema de paredes, se presenta a continuación una descripción más detallada de los componentes específicos de éstas.

## Descripción de materiales

Los elementos utilizados en la conformación de las paredes se pueden dividir en la estructura principal de acero galvanizado y los paneles utilizados como cerramientos. Adicionalmente, en algunas ocasiones se coloca una lana de fibra de vidrio para mejorar el aislamiento térmico y acústico de la construcción en general.

Igual importancia presentan todos los elementos empleados para la fijación de los paneles a la estructura, así como los utilizados para darles un acabado óptimo a las paredes. A continuación se presenta una descripción detallada de estos componentes.

### Láminas JPM®

Las láminas **JPM®** Gypsum Fiber Board y **GYPROCK®** son hechas con una mezcla homogénea de yeso altamente puro y fibras de celulosa. Su conformación ocurre mediante un proceso de prensado y horneado a fin de obtener un panel de alta resistencia.

## Características

Algunas de las principales características y ventajas que ofrecen los paneles son:

- ❖ Alta resistencia al impacto.
- ❖ Capacidad de carga de hasta 50 kg utilizando un anclaje para pared hueca.
- ❖ Resistencia al agua por estar impregnados con hidrofugante.
- ❖ Resistencia al fuego e incombustibles.
- ❖ Bajo peso y fácil de trabajar.
- ❖ Instalación rápida.
- ❖ Resistencia a plagas.
- ❖ Material no tóxico.
- ❖ De fácil acabado.

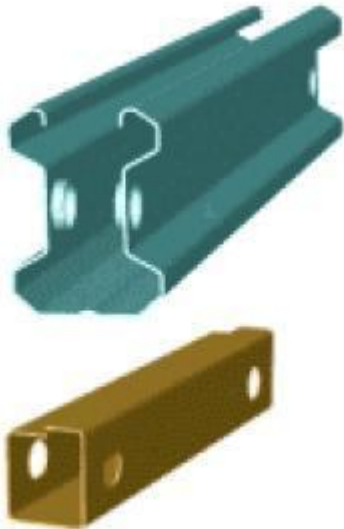
Las láminas pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones, tanto en interiores como exteriores, incluyendo paredes, cielos rasos, aleros, precintas, facias, tapicheles, etc. Adicionalmente, es posible lograr láminas curvas si se sumergen los paneles en agua por un periodo de 12 horas y se moldean las formas requeridas.

Estas láminas pueden ser cortadas, cepilladas, taladradas, perforadas y lijadas con el uso de herramientas convencionales.

## Perfilería galvanizada

El acero galvanizado y los perfiles que se utilizan para la estructura metálica de las paredes cuentan con las siguientes características:

- ❖ Perfil Cuerda con dimensiones de 89 x 58 mm.
- ❖ Perfil Refuerzo con dimensiones de 29 x 29 mm.
- ❖ Espesores de 0,95, 1,2 y 1,5 mm.
- ❖ El acero cumple con la Norma JIS G – 3141 SPCC – 1D.
- ❖ El Proceso de Galvanizado cumple con las Normas ASTM A 653 / A 653 M – 03.
- ❖ Esfuerzo de Fluencia: 2310 kg/cm<sup>2</sup>.
- ❖ Módulo de Elasticidad: 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Perfiles Cuerda y Refuerzo utilizados en el sistema de ensamble tipo *Rosette*. (Tomado de Rosette Systems Ltd., 1997)

## Otros componentes

Aparte de la estructura metálica y los paneles utilizados en la construcción de las paredes, existen elementos que se emplean en la fijación de la estructura, así como los utilizados para darles un adecuado acabado a las paredes. A

continuación se presenta una breve descripción de éstos:

- ❖ Rigidizador de acero, que se utiliza cuando las paredes tienen una altura mayor a 2,44 m.
- ❖ Tornillos avellanadores para lámina JPM, útiles para fijar la lámina a la estructura metálica.
- ❖ Lana de fibra de vidrio, utilizada como aislante térmico y acústico.
- ❖ Pasta para interiores y exteriores JPM Joint Compound, para el tratamiento de juntas.
- ❖ Cinta de papel y cinta de malla para el tratamiento de juntas.
- ❖ Pinturas, revestimientos, repellos y estucos, para dar acabado a la superficie.

# Objetivos

## General

Diseñar un nuevo sistema de paredes exteriores e interiores para el sistema de construcción JPM Casa Total, de fácil ensamblaje y utilizando la tecnología *Rosette*, dirigido al mercado nacional e internacional.

## Específicos

- Establecer los parámetros que condicionarán el diseño del sistema de paredes, desde el punto de vista de la tecnología de fabricación disponible, de los requerimientos de embalaje, de los materiales a utilizar y los diseños establecidos.
  - Aplicar la modulación correspondiente de los elementos para la adecuada colocación de los paneles (*JPM Gypsum Fiber Boards*) y otras estructuras.
  - Realizar el diseño de la estructura de acero de las paredes (exteriores e interiores) de manera que puedan ser fabricadas utilizando el Sistema de ensamble tipo *Rosette* disponible.
  - Diseñar los anclajes entre la estructura sismorresistente y la losa de cimentación, así como las conexiones entre paredes.
  - Definir la distribución más adecuada y económica de las instalaciones eléctricas y mecánicas dentro de las paredes.
  - Diseñar las uniones entre la estructura de las paredes y los marcos de las puertas y ventanas.
- Ejecutar un estudio de la optimización del embalaje, la capacidad volumétrica y el peso de los contenedores considerando las nuevas estructuras de paredes.
  - Comparar técnica y económicamente el sistema de paredes utilizado actualmente y el sistema de paredes propuesto.
  - Elaborar un manual de ensamblaje del nuevo sistema constructivo JPM Casa Total desarrollado.

# Metodología

El presente proyecto ha sido desarrollado en las oficinas de E.A. Euroamérica S.A.

Se presenta a continuación la descripción detallada de los procedimientos con el fin de lograr los objetivos planteados.

## Factores que limitan el diseño

El sistema de paredes propuesto debe formar parte integral del sistema de construcción existente y, por lo tanto, su diseño está limitado por factores relacionados con las dimensiones, ubicación de elementos como puertas y ventanas, materiales e, incluso, requerimientos de embalaje y transporte disponibles.

Lo anterior hace que sea necesario describir todos estos factores, de manera que se cuente con una idea clara acerca de las posibilidades del diseño, y de los elementos que pueden ser alterados y los que no.

## Códigos aplicables

El Código Sísmico de Costa Rica establece que para sistemas sismo-resistentes hechos a base de perfiles laminados en frío se debe considerar una ductilidad global de 1 y los componentes deben ser calculados con las cargas sísmicas amplificadas CSa, lo que significa que el coeficiente sísmico obtenido debe ser multiplicado por la Sobreresistencia.

Además se establece que los elementos que integren el sistema sismo-resistente deben tener un espesor de lámina de 2.4 mm debido a la dificultad de armado de perfiles soldados, a los daños en las paredes delgadas debido a la soldadura, y a la reducción de la sección por la presencia de corrosión.

## Diseños existentes

El sistema de paredes que se propone debe adaptarse a los modelos de casas existentes, por lo que la distribución arquitectónica de las casas no se verá alterada; de igual forma, se mantendrá la ubicación de las puertas y ventanas, así como sus dimensiones.

Además, el sistema de paredes deberá adaptarse completamente a las estructuras principales, como la losa de fundación y las cerchas.

## Tecnología disponible

La tecnología *Rosette* disponible se basa en la fabricación de cerchas a partir de láminas de acero galvanizado de bajo calibre. Las cerchas están formadas por dos tipos de perfiles diferentes: un perfil cuerda y un perfil refuerzo, ensamblados mediante una unión denominada *Rosette*. Esta unión se caracteriza por la utilización del mismo material de los perfiles para su conformación, sin la necesidad de utilizar otros materiales, soldar, usar remaches o pernos.

La tecnología *Rosette* posibilita la elaboración de una amplia gama de componentes para la construcción, como paneles estructurales y cerchas, y se basa en líneas de producción automatizadas, controladas por computadora, para obtener una producción continua, sin desperdicios y con un alto valor agregado.

Las cerchas son fabricadas en líneas de producción a partir de flejes de acero laminado en frío, de dimensiones variadas para formar las cuerdas superior e inferior de las cerchas así como los refuerzos. Los perfiles son elaborados en dos diferentes tamaños y formas, de manera que su ensamble es sencillo y rápido.

## Otros materiales a utilizar

Uno de los componentes más distinguidos en este sistema de construcción es la utilización de paneles **JPM®Gypsum Fiber Board** y **GYPROCK®**, como cerramientos de las paredes interiores y exteriores; por tanto, los requerimientos de instalación de éstos son uno de los parámetros vitales a considerar al momento de establecer el diseño.

Los paneles se fabrican en varios tamaños y espesores, y la diferencia entre ellos radica en la capacidad del **GYPROCK®** de responder adecuadamente en ambientes húmedos y a la intemperie, mientras que el **JPM®Gypsum Fiber Board** se recomienda para interiores.

Las dimensiones nominales de los paneles son de 61x122cm, 122x244cm, 122x274cm y 122x305cm, y pueden tener espesores de 8,0, 9,5 y 11,0mm.

Los requerimientos de instalación de los paneles son:

- ❖ Para los paneles **JPM®Gypsum Fiber Board** es necesario contar con una estructura de soporte vertical a cada 61,0 cm.
- ❖ En el caso de los paneles **GYPROCK®**, la estructura de soporte vertical debe estar a cada 40,5 cm.
- ❖ Los paneles deben ser atornillados verticalmente a cada 61,0 cm ó 40,5 cm según sea el caso, y horizontalmente en los extremos del panel.

- ❖ Los tornillos deben colocarse cada 20 cm, dejando una distancia de 12 mm del extremo del panel, y en las esquinas el tornillo se debe poner a 5 cm en una dirección y a 10 cm en la otra.
- ❖ Se debe dejar una separación de 2 a 4 mm entre láminas.

## Embalaje y transporte

Este es uno de los parámetros primordiales a considerar, puesto que el principal mercado del sistema Casa Total es internacional y, por ende, es necesario embalar los componentes en contenedores para su transporte.

Por lo anterior, es necesario considerar las dimensiones y la capacidad de los contenedores para que el diseño sea el adecuado y se ajuste a la oferta de contenedores disponibles en el mercado.

El Cuadro 1 muestra las dimensiones del espacio interno y de las puertas de los dos contenedores que se utilizan en el transporte de los elementos del sistema.

En el Cuadro 2 se presenta la capacidad volumétrica de los contenedores y el peso máximo tolerado para cada uno de ellos.

<b>CUADRO 1. DIMENSIONES Y ESPACIO INTERNO DISPONIBLE DE LOS CONTENEDORES UTILIZADOS EN EL TRANSPORTE</b>					
Tipo/Tamaño	Puerta		Espacio interno		
	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Largo (m)
40 std (40'x8'x8'6")	2,34	2,274	2,35	2,393	12,032
40 high (40'x8'x9'6")	2,34	2,577	2,35	2,697	12,032

<b>CUADRO 2. PESOS MÁXIMOS Y CAPACIDAD VOLUMÉTRICA DE LOS CONTENEDORES UTILIZADOS EN EL TRANSPORTE.</b>				
Tipo/Tamaño	Peso			Capacidad volumétrica (m3)
	Bruto máximo (kg)	Tara (kg)	Útil máximo (kg)	
40 std (40'x8'x8'6")	32500	3700	28800	67
40 high (40'x8'x9'6")	32500	3880	28620	76

## Diseño de paredes

El diseño de las paredes considera dos etapas: la primera consiste en el diseño o modelo geométrico de las paredes, que considera los factores limitantes, los materiales y la tecnología de fabricación. La otra etapa consiste en realizar el diseño estructural de los modelos propuestos, para lo cual es necesario considerar, además del diseño propuesto, las cargas que actúan sobre la estructura. En este caso, se escogió la casa de 50 m<sup>2</sup> para el diseño completo.

El modelo geométrico se cumplió manteniendo la distribución arquitectónica original de la casa y considerando las características de los materiales a utilizar y los requerimientos del sistema de ensamble *Rosette*. El modelo se construyó utilizando el *software* AutoCAD versión 2006.

Para el caso del diseño estructural, se determinó la fuerza sísmica para cada pared individualmente, la fuerza de viento y las cargas gravitacionales sobre la estructura.

- Cargas Gravitacionales

Para la obtención de las Cargas Gravitacionales se incluyeron los pesos propios de cada uno de los elementos de las paredes, sean estos estructurales o no. Además se incluyó el peso de la estructura de techos:

- peso de estructura de techos (cubierta, clavadores y cerchas);
- peso de estructura de acero de las paredes;
- peso de láminas **JPM**<sup>®</sup> Gypsum Fiber Board y **GYPROCK**<sup>®</sup>;
- peso del mortero para repello.

- Parámetros Sísmicos

Los Parámetros Sísmicos clasifican al edificio de acuerdo con su importancia y desempeño ante un eventual sismo.<sup>1</sup>

- Zonificación Sísmica;

---

<sup>1</sup> Todos los valores aquí nombrados fueron tomados de los **capítulos 2 y 4** del Código Sísmico de Costa Rica 2002.

- Sitios de Cimentación;
- Aceleración Efectiva;
- Uso de la Estructura;
- Importancia;
- Sistema Estructural;
- Regularidad;
- Ductilidad;
- Factor sobre-resistencia;
- Factor espectral dinámico.

- Coeficiente Sísmico

El Coeficiente Sísmico, *C*, se obtuvo a partir de la fórmula 5-1 del Código Sísmico de Costa Rica:

$$C = \frac{aef * I * F.E.D.}{S.R.}$$

donde:

*aef*: Aceleración Pico Efectiva

*I*: Factor de Importancia

*F.E.D.*: Factor Espectral Dinámico

*S.R.*: Factor de Sobrerresistencia

- Peso de la Edificación

El peso  $W_{trib}$  considerado para determinar la Fuerza Sísmica aplicada a cada pared fue calculado tomando en cuenta el peso asociado al ancho tributario de cada pared.

$$W_{trib} = \sum_{i=1}^N W_i$$

donde:

*W<sub>i</sub>*: Peso asignado a cada pared *i*

*N*: Número de paredes que tributan

- Fuerza de viento

La Fuerza de viento se determinó basándose en el Reglamento de Construcciones y considera lo siguiente:

- Clasificación de edificio;
- Presión básica del viento según la Tabla XXII 9.2, para la altura definida.
- Coeficiente de uso;
- Coeficiente de topografía;
- Factor de forma.

La Fuerza de Viento se obtuvo a partir de la fórmula siguiente:

$$F_v = q_d * c_p * A$$

*donde:*

*F<sub>v</sub>: fuerza del viento*

*q<sub>d</sub>: presión de diseño*

*C<sub>p</sub>: factor de forma*

*A: área expuesta*



- Diseño Estructural de las Paredes

El diseño estructural de las paredes se basó en las capacidades estructurales de los perfiles utilizados. Estas capacidades fueron provistas por el fabricante Rosette Systems Ltd. y determinadas en un estudio a cargo de Olli Kaitila, Jyrki Kesti y Pentti Makelainen (2001) de la Universidad Tecnológica de Helsinki, en Finlandia. En dicho estudio, los investigadores analizaron el comportamiento de las uniones y los elementos siguiendo la metodología Eurocode 3 y la AISI 1996 (LFRD).

El modelo propuesto se efectuó y se analizó utilizando el programa de Análisis Estructural SAP y considerando las características del material (acero), las propiedades de las secciones, la geometría propuesta y las combinaciones de carga establecidas en el Código Sísmico de Costa Rica. Como el programa utilizado para el análisis (SAP) no cuenta con perfiles laminados en frío de forma similar a los requeridos, se utilizaron perfiles C con las dimensiones correspondientes a los perfiles de 0,96 mm espesor, pues solo para éstos se contaba con la información correspondiente.

<b>CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS DEL ACERO DE LOS PERFILES UTILIZADOS</b>		
Propiedad	Perfil	
	Cuerda	Refuerzo
Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	2,1x10 <sup>6</sup>	2,1x10 <sup>6</sup>
Esfuerzo de Fluencia (kg/cm <sup>2</sup> )	2310	2310
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	7925,05	9212,52

<b>CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS PERFILES</b>		
Dimensión (m)	Perfil	
	Cuerda	Refuerzo
Alto	0,06	0,029
Ancho	0,089	0,034
Espesor	9,6x10 <sup>-4</sup>	9,6x10 <sup>-4</sup>

<b>CUADRO 5. COMBINACIONES DE CARGA UTILIZADAS DE ACUERDO CON EL C.S.C.R.</b>	
I	1,4 CP
II	1,2 CP + 1,6 CT
III	1,05 CP + $\xi$ CT $\pm$ CS
IV	0,95 CP $\pm$ CS

Una vez completado el análisis estructural de las paredes, se procedió a verificar los requerimientos de cada uno de los elementos respecto a las capacidades reportadas por el fabricante para las diferentes fuerzas analizadas (Fuerza Axial, Fuerza Cortante, Momento Flector y Capacidad de la Unión). Como el análisis procedió para perfiles de 0,96 mm de espesor, las capacidades utilizadas fueron las correspondientes a este espesor.

Esta verificación consiste en la comparación entre la fuerza actuante y la capacidad de los elementos, de manera que se compruebe que la tasa de utilización de las capacidades es menor a la unidad, y por ende, adecuada.

## Diseño de Anclajes y Conexiones

- Diseño de Anclajes

La elección de los anclajes a utilizar entre la estructura de las paredes y la losa de concreto se basó en la necesidad de contar con un anclaje fácil de instalar, que no requiriera el uso de soldadura y que brindara una alta capacidad de resistencia. Por ello, se decidió utilizar un tipo de anclaje de la marca Hilti, compuesto por un perno roscado (HAS) y un adhesivo epóxico de 2 componentes.

La capacidad de este tipo de anclajes viene dada por la capacidad en tensión y cortante del perno, así como por la capacidad de unión (tensión y cortante) entre el concreto y el adhesivo epóxico; en este caso, se deben considerar aspectos como la distancia respecto al borde y la distancia entre pernos, que implican una reducción en la capacidad nominal de la unión, según sea el caso.

Las fuerzas de diseño (cortante y axial) de estos anclajes se determinaron a partir del modelo analizado mediante el *software* SAP 2000 v14, en el cual se establecieron apoyos tipo articulación en la base de las paredes, a una distancia variable según su geometría, y se obtuvieron las reacciones en estos apoyos. Se consideró la colocación de un perno en cada una de las articulaciones y se tomó la articulación más crítica de cada pared para efectos del diseño. Además, se realizó la comprobación

correspondiente a la interacción tensión-cortante mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,2$$

donde:

*N<sub>u</sub>*: carga de tensión sobre el tornillo

*∅N<sub>n</sub>*: resistencia de diseño del tornillo en tensión

*V<sub>u</sub>*: carga por cortante sobre el tornillo

*∅V<sub>n</sub>*: resistencia de diseño del tornillo por cortante

- Diseño de Conexiones

La conexión entre paredes se hizo colocando una estructura de acero continua en la parte superior de las paredes (solera), de manera que se brinde continuidad y amarre a las estructuras individuales de las paredes, y se colocarán tornillos autorroscantes para fijar ambas estructuras.

Las fuerzas cortantes y de tensión correspondientes se determinaron con base en la fuerza de viento correspondiente a la estructura de techos. Para este efecto, se consideraron las fuerzas de presión y succión a causa del viento sobre el techo y se aplicó una distribución tributaria de éstas sobre cada pared.

Se propuso colocar tornillos autorroscantes de ¼ de pulgada de diámetro a cada 0,5 m y se determinaron las fuerzas de diseño (cortante y tensión) para cada tornillo y su interacción mediante la siguiente fórmula:

$$\left( \frac{P_u}{\phi P_n} \right)^2 + \left( \frac{V_u}{\phi V_n} \right)^2 = 1$$

donde:

*P<sub>u</sub>*: carga de tensión sobre el tornillo

*∅P<sub>n</sub>*: resistencia de diseño del tornillo en tensión

*V<sub>u</sub>*: carga por cortante sobre el tornillo

*∅V<sub>n</sub>*: resistencia de diseño del tornillo por cortante

Posteriormente, se comparó la capacidad última de los tornillos en tensión y cortante con las fuerzas de diseño obtenidas.

## Distribución de instalaciones electromecánicas

Para las instalaciones electromecánicas se logró mantener la distribución original dentro de la casa, puesto que su alteración implicaría modificaciones en la distribución arquitectónica.

En este caso era necesario introducir todas las tuberías y los desagües, así como los tubos conduit dentro de las paredes, pero, dada la forma de los perfiles, esta tubería no podía superar los 3 cm de diámetro.

Por el motivo señalado, se procedió a la distribución con base en los planos originales, y solamente en algunos casos fueron necesarios cambios menores, pues por el diseño eléctrico y mecánico, los calibres de tubería no podían ser colocados dentro de los perfiles, por su diámetro.

## Uniones de estructura de paredes con marcos de puertas y ventanas

En el caso de los marcos de puertas y ventanas, estos deben ser atornillados directamente sobre los perfiles cuerda colocados, de acuerdo con el diseño, alrededor de los buques.

## Optimización del embalaje

Para la optimización del embalaje fue necesario determinar el peso total de cada uno de los materiales que integran una casa de 50 m<sup>2</sup>, y verificar que su peso total no excediera el permitido por el “Reglamento de Circulación por Carretera con base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga”. Además, se cumplió con una distribución de la carga de manera que el peso por ejes del camión fuera el requerido por la ley.

Adicionalmente, se estimó el volumen ocupado por todos los materiales para asegurar que éste no sobrepasara la capacidad del contenedor de 76 m<sup>3</sup>; esta estimación se hizo agrupando los materiales en los paquetes en que normalmente son embalados.

Asimismo, se diseñó una maqueta a escala 1:10 del contenedor y todos los materiales con el objetivo de facilitar estas estimaciones, la

visualización y la distribución óptima de la carga correspondiente.

## Comparación económica

La comparación económica fue dividida en dos partes: el costo de los materiales y el costo de mano de obra.

En el caso del costo de los materiales, se determinó el costo para cada una de las actividades, considerando que la única diferencia se dio en la actividad denominada *Paredes*, para la cual se tenían diferentes materiales (los utilizados tradicionalmente y los nuevos propuestos).

La mano de obra se determinó con la ayuda de entrevistas a trabajadores (contratistas e ingenieros) que han construido tanto en Costa Rica como en países africanos. A través de estas entrevistas se logró calcular el tiempo requerido (por actividad y total) para la construcción de una casa de 50 m<sup>2</sup> considerando una cuadrilla de 5 trabajadores.

Una vez determinado el costo de materiales y mano de obra de cada opción, se determinó su costo total por metro cuadrado y se hicieron las comparaciones correspondientes.

## Guía de ensamble

La guía de ensamble se basó en la descripción, paso a paso, de las diferentes etapas y actividades necesarias para ensamblar correctamente el nuevo sistema de paredes. Esta descripción es simple, de manera que pueda ser entendida por los trabajadores responsables de ejecutar dicho trabajo.

Las referidas descripciones serán la base para la elaboración, a futuro, de una guía ilustrada que facilite aún más el entendimiento de los procesos.

# Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos en este proyecto,

## Diseño geométrico de paredes

El diseño geométrico de paredes propuesto se presenta en el Plano 1, e incluye la modulación de láminas.

## Diseño estructural de paredes

### Determinación del peso de la estructura

El peso total de la estructura se determinó considerando los materiales utilizados en la conformación de los diferentes elementos del sistema: el techo, las paredes y los acabados, tal como se presenta en el Cuadro 6.

El Cuadro 7 muestra el área total de cada pared y su correspondiente peso, el cual fue utilizado para la determinación de la fuerza sísmica. El desglose de los materiales y las cantidades requeridas para este cálculo se ofrecen en el Apéndice A.

### Fuerza sísmica

El coeficiente sísmico fue determinado de acuerdo con los parámetros establecidos por el Código Sísmico de Costa Rica. Incluye suposiciones tales como la ubicación probable de la construcción y el tipo de suelo, así como parámetros reales respecto al tipo de construcción, el tipo de materiales y las condiciones generales de la estructura, tal como se presenta en el Cuadro 8.

El Cuadro 9 muestra la fuerza sísmica obtenida para cada pared.

<b>CUADRO 6. PESO DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL SISTEMA DE PAREDES Y ACABADOS</b>		
Elemento	Peso	Unidad
Lámina 9,5 mm	11,422	Kg/m <sup>2</sup>
Lámina 11 mm	12,765	Kg/m <sup>2</sup>
Repello	2000,000	Kg/m <sup>3</sup>
Estructura acero (perfil cuerda)	3,250	kg/m
Estructura acero (perfil refuerzo)	1,450	kg/m

CUADRO 7. ÁREA TOTAL Y PESO DE CADA UNA DE LAS PAREDES		
Pared	Área (m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
A	14,88	970,12
A´	5,34	361,00
B	12,74	872,65
C	10,11	684,74
D	14,88	970,12
1	5,45	392,28
1´	3,57	271,88
2	7,37	489,08
3	6,35	434,43
4	8,49	590,01
4´	2,34	162,87
5	5,51	396,02

CUADRO 8. PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE SÍSMICO		
Zona Sísmica	III	Por localizarse en San José
Tipo de Suelo	S3	Por no contar con información
Uso de la estructura	Normal	Por ser una casa de habitación
Factor de importancia	1	Por ser una ocupación normal
Sistema estructural	Tipo marco	Por ser de marcos de acero
Regularidad	Regular	Por ser regular en altura y planta
Ductilidad global	1	Por ser de acero laminado en frío
Periodo	0,12	Por ser un sistema tipo marco de acero
FED	2,435	Por localizarse en un suelo III y tener una ductilidad global de 1
Sobrerresistencia	2	Por utilizar el Método Estático con sistemas tipo marco
Aceleración efectiva	0,36	Por ser un suelo tipo 3 en una zona sísmica III
<b>Coeficiente Sísmico Base</b>	<b>0,4383</b>	
<b>Coeficiente Sísmico Amplificado</b>	<b>0,8766</b>	

<b>CUADRO 9. DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA POR PARED</b>				
Pared #	Peso tributario (kg)		Total (kg)	Fuerza sísmica (kg)
	Paredes	Techo		
1	882,62	138,53	1021,15	895,14
2	1215,81	222,97	1438,78	1261,23
3	1029,44	166,82	1196,26	1048,64
4	1122,76	137,37	1260,13	1104,63
5	906,21	85,01	991,22	868,90
A	1285,38	157,07	1442,45	1264,45
A´	721,88	118,66	840,54	736,82
B	1937,19	159,97	2097,16	1838,37
C	1220,57	122,17	1342,74	1177,05
D	1585,34	153,13	1738,47	1523,94

### Fuerza de viento

La fuerza de viento fue determinada de acuerdo con los parámetros establecidos en el Reglamento de Construcciones. lo cual considera una estructura de uso normal ubicada en campo abierto, tal y como se presenta en el Cuadro 10. El Apéndice B presenta la determinación de la fuerza de viento sobre cada pared externa, considerando los distintos ángulos de incidencia.

### Distribución de la fuerza de viento

La fuerza total de viento obtenida se distribuyó de acuerdo con el área tributaria sobre cada una de las cuerdas o elementos de acero verticales de las paredes perpendiculares a la incidencia del viento. Adicionalmente, se determinó la fuerza cortante sobre las paredes paralelas a ésta. Los Cuadros 11, 12, 13 y 14 exponen la forma en que se distribuyó la fuerza de viento sobre cada una de las estructuras de pared. Esta distribución incluye áreas tributarias a cada una de las cuerdas de la estructura.

<b>CUADRO 10. PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DE LA FUERZA DE VIENTO</b>	
Edificio grupo B	Normal
Coefficiente uso	1
Coefficiente topográfico	1

<b>CUADRO 11. FUERZA DE VIENTO DISTRIBUIDA SOBRE LAS CUERDAS VERTICALES EN LA DIRECCIÓN 90°</b>			
Pared frente al viento			
Eje 1	Cuerda interna	69,312	kg/m
	Cuerda externa	17,86	kg/m
Eje 1'	Cuerda interna	46,588	kg/m
	Cuerda externa	7,37	kg/m

<b>CUADRO 12. FUERZA DE VIENTO DISTRIBUIDA SOBRE LAS CUERDAS VERTICALES EN LA DIRECCIÓN 90°</b>			
Pared de fondo			
Eje 3	Cuerda externa	26,752	kg/m
Eje 4	Cuerda externa	19,608	kg/m
	Cuerda interna	10,032	kg/m
	Cuerda central	29,64	kg/m
Eje 5	Cuerda interna	34,808	kg/m
	Cuerda externa	9,12	kg/m

<b>CUADRO 13. FUERZA DE VIENTO DISTRIBUIDA SOBRE LAS CUERDAS VERTICALES EN LA DIRECCIÓN 0°</b>			
Pared frente al viento			
Eje A	Cuerda interna	74,176	kg/m
	Cuerda externa	35,72	kg/m
Eje A'	Cuerda interna	24,198	kg/m
	Cuerda externa	35,386	kg/m
	Cuerda central	59,584	kg/m

<b>CUADRO 14. FUERZA DE VIENTO DISTRIBUIDA SOBRE LAS CUERDAS VERTICALES EN LA DIRECCIÓN 0°</b>			
Pared de fondo			
Eje C	Cuerda externa	12,540	kg/m
	Cuerda central	37,088	kg/m
	Cuerda interna	29,184	kg/m
Eje D	Cuerda interna	37,088	kg/m
	Cuerda externa	17,860	kg/m

## Cargas permanentes y temporales

Las cargas permanentes utilizadas para el diseño estructural de las paredes se determinaron considerando el peso de la estructura de techos (cerchas, clavadores y cubierta) y basándose en el hecho de que las cerchas descansan directamente sobre éstas

paredes, por lo que les transmiten directamente la carga en forma distribuida. Los resultados obtenidos para cada pared se presentan en los Cuadros 15, 16, 17, 18 y 19. En cuanto a la carga temporal, se consideró una carga de 40 kg/m<sup>2</sup> y la carga correspondiente a cada pared se muestra en el Cuadro 20.

<b>CUADRO 15. CARGA PERMANENTE CORRESPONDIENTE A LA PARED A</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina HG#28	4,51	kg/m2	14,02	m2	63,23	kg
Clavadores	2,830	kg/m	19,75	m	55,89	kg
Cerchas	37,95	uni	1,00	uni	37,95	kg
<b>TOTAL</b>					<b>157,07</b>	<b>kg</b>
					<b>18,99</b>	<b>kg/m</b>

<b>CUADRO 16. CARGA PERMANENTE CORRESPONDIENTE A LA PARED A´</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina HG#28	4,51	kg/m2	12,07	m2	54,44	kg
Clavadores	2,830	kg/m	13,74	m	38,88	kg
Cerchas	25,34	uni	1,00	uni	25,34	kg
<b>TOTAL</b>					<b>118,66</b>	<b>kg</b>
					<b>21,08</b>	<b>kg/m</b>

<b>CUADRO 17. CARGA PERMANENTE CORRESPONDIENTE A LA PARED B</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina HG#28	4,51	kg/m2	16,95	m2	76,44	kg
Clavadores	2,830	kg/m	20,56	m	58,18	kg
Cerchas	25,34	uni	1,00	uni	25,34	kg
<b>TOTAL</b>					<b>159,97</b>	<b>kg</b>
					<b>28,41</b>	<b>kg/m</b>



<b>CUADRO 18. CARGA PERMANENTE CORRESPONDIENTE A LA PARED C</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina HG#28	4,51	kg/m <sup>2</sup>	12,98	m <sup>2</sup>	58,54	kg
Clavadores	2,830	kg/m	13,53	m	38,29	kg
Cerchas	25,34	uni	1,00	uni	25,34	kg
<b>TOTAL</b>					<b>122,17</b>	<b>kg</b>
					<b>21,70</b>	<b>kg/m</b>

<b>CUADRO 19. CARGA PERMANENTE CORRESPONDIENTE A LA PARED D</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina HG#28	4,51	kg/m <sup>2</sup>	14,62	m <sup>2</sup>	65,94	kg
Clavadores	2,830	kg/m	17,40	m	49,24	kg
Cerchas	37,95	uni	1,00	uni	37,95	kg
<b>TOTAL</b>					<b>153,13</b>	<b>kg</b>
					<b>18,52</b>	<b>kg/m</b>

<b>CUADRO 20. CARGA TEMPORAL CORRESPONDIENTE A CADA PARED</b>	
Pared	Carga (kg/m)
A	68
A'	86
B	121
C	93
D	71

### Diseño estructural de paredes

El diseño estructural de las paredes utilizó el Programa de Análisis Estructural SAP, útil para determinar las fuerzas a las que se encontraba sometido cada elemento de acuerdo con las cargas aplicadas. En este sentido se aclara que la fuerza de sismo rigió el diseño sobre la fuerza de viento.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para la pared B (Cuadros 21 y 22), tanto para los perfiles cuerda como para los perfiles refuerzo. Los cuadros correspondientes a las paredes restantes se presentan en el Apéndice C, y siguen un formato similar.

**CUADRO 21. CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED B**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de la Unión (kg)	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	1,00	590,56	T	2231,40	0,26	1020,60	0,58
2	0,80	50,99	T	2231,40	0,02	1020,60	0,05
3	1,00	672,51	C	920,50	0,73	1047,85	0,64
4	0,80	3,03	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
5	1,00	663,73	T	2231,40	0,30	1020,60	0,65
6	0,80	16,33	C	1396,53	0,01	1047,85	0,02
7	1,00	631,77	C	920,50	0,69	1047,85	0,60
8	1,00	606,64	C	920,50	0,66	1047,85	0,58
9	0,80	51,49	C	1396,53	0,04	1047,85	0,05
10	1,00	636,77	T	2231,40	0,29	1020,60	0,62
11	0,80	6,47	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
12	1,00	639,76	C	920,50	0,70	1047,85	0,61
13	0,80	16,43	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
14	1,00	604,93	T	2231,40	0,27	1020,60	0,59
15	0,50	16,92	C	2395,51	0,01	1047,85	0,02
16	0,50	24,58	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
17	0,50	26,55	T	2231,40	0,01	1020,60	0,03
18	0,50	35,46	C	2395,51	0,01	1047,85	0,03
19	1,00	393,40	T	2231,40	0,18	1020,60	0,39
20	0,80	33,70	T	2231,40	0,02	1020,60	0,03
21	1,00	486,38	C	920,50	0,53	1047,85	0,46
22	0,80	5,25	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
23	1,00	477,05	T	2231,40	0,21	1020,60	0,47
24	0,80	11,72	C	1396,53	0,01	1047,85	0,01
25	1,00	455,15	C	920,50	0,49	1047,85	0,43
26	1,00	277,91	C	920,50	0,30	1047,85	0,27
27	0,80	19,23	C	1396,53	0,01	1047,85	0,02
28	1,00	565,19	T	2231,40	0,25	1020,60	0,55
29	0,80	14,00	C	1396,53	0,01	1047,85	0,01
30	1,00	550,73	C	920,50	0,60	1047,85	0,53
31	0,80	13,58	T	2231,40	0,01	1020,60	0,01
32	1,00	527,06	T	2231,40	0,24	1020,60	0,52
33	0,50	175,88	T	2231,40	0,08	1020,60	0,17
34	0,50	200,37	C	2395,51	0,08	1047,85	0,19
35	0,50	13,33	T	2231,40	0,01	1020,60	0,01
36	0,50	4,82	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00

**CUADRO 22. CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED B**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,80	1028,31	C	3374,11	0,30	8,66	165,14	0,05	6,29	2517,84	0,00
2	0,50	509,38	C	3374,11	0,15	33,11	165,14	0,20	132,06	2517,84	0,05
3	0,80	22,44	T	7441,38	0,00	9,28	165,14	0,06	8,83	2517,84	0,00
4	0,90	26,53	T	7441,38	0,00	2,86	165,14	0,02	16,07	2517,84	0,01
5	0,80	0,00	-	-	-	6,90	165,14	0,04	16,06	2517,84	0,01
6	0,50	0,00	-	-	-	4,96	165,14	0,03	20,21	2517,84	0,01
7	0,80	0,00	-	-	-	6,90	165,14	0,04	15,67	2517,84	0,01
8	0,90	0,00	-	-	-	1,97	165,14	0,01	9,70	2517,84	0,00
9	0,60	33,73	C	3374,11	0,01	4,26	165,14	0,03	11,69	2517,84	0,00
10	0,60	722,73	T	7441,38	0,10	2,75	165,14	0,02	2,78	2517,84	0,00
11	0,60	721,14	T	7441,38	0,10	1,23	165,14	0,01	0,24	2517,84	0,00
12	0,60	1495,82	T	7441,38	0,20	6,90	165,14	0,04	9,45	2517,84	0,00
13	0,60	238,13	C	3374,11	0,07	24,01	165,14	0,15	46,42	2517,84	0,02
14	0,60	238,52	C	3374,11	0,07	3,84	165,14	0,02	4,57	2517,84	0,00
15	0,60	1043,96	C	3374,11	0,31	1,10	165,14	0,01	0,57	2517,84	0,00
16	0,60	1045,55	C	3374,11	0,31	10,17	165,14	0,06	15,76	2517,84	0,01
17	0,60	203,68	T	7441,38	0,03	23,82	165,14	0,14	46,55	2517,84	0,02
18	0,60	202,09	T	7441,38	0,03	4,11	165,14	0,02	4,93	2517,84	0,00
19	0,60	965,35	T	7441,38	0,13	1,15	165,14	0,01	0,87	2517,84	0,00
20	0,60	963,77	T	7441,38	0,13	9,97	165,14	0,06	15,57	2517,84	0,01
21	1,20	788,31	C	3374,11	0,23	3,29	165,14	0,02	22,44	2517,84	0,01
22	1,20	1538,22	C	3374,11	0,46	6,90	165,14	0,04	9,91	2517,84	0,00
23	0,90	837,00	C	3374,11	0,25	3,02	165,14	0,02	17,44	2517,84	0,01
24	0,80	800,82	C	3374,11	0,24	5,82	165,14	0,04	3,92	2517,84	0,00
25	0,50	454,96	C	3374,11	0,13	22,16	165,14	0,13	87,79	2517,84	0,03
26	0,80	211,79	C	3374,11	0,06	9,46	165,14	0,06	21,16	2517,84	0,01
27	0,80	241,18	C	3374,11	0,07	6,83	165,14	0,04	45,80	2517,84	0,02
28	0,40	4,41	C	3374,11	0,00	8,39	165,14	0,05	17,61	2517,84	0,01
29	0,90	6,36	C	3374,11	0,00	8,39	165,14	0,05	35,63	2517,84	0,01
30	0,90	40,59	C	3374,11	0,01	1,98	165,14	0,01	27,26	2517,84	0,01

Continuación

31	0,80	0,00	-	-	-	4,88	165,14	0,03	11,61	2517,84	0,00
32	0,50	0,00	-	-	-	3,89	165,14	0,02	15,49	2517,84	0,01
33	0,80	0,00	-	-	-	5,55	165,14	0,03	12,79	2517,84	0,01
34	0,80	228,16	T	7441,38	0,03	21,29	165,14	0,13	141,43	2517,84	0,06
35	0,40	0,00	-	-	-	7,96	165,14	0,05	32,81	2517,84	0,01
36	0,90	6,36	T	7441,38	0,00	2,72	165,14	0,02	29,49	2517,84	0,01
37	0,60	49,87	C	3374,11	0,01	3,83	165,14	0,02	36,18	2517,84	0,01
38	0,60	476,66	T	7441,38	0,06	3,19	165,14	0,02	4,52	2517,84	0,00
39	0,60	475,07	T	7441,38	0,06	0,92	165,14	0,01	0,74	2517,84	0,00
40	0,60	1031,88	T	7441,38	0,14	4,88	165,14	0,03	6,59	2517,84	0,00
41	0,60	165,47	C	3374,11	0,05	16,33	165,14	0,10	31,12	2517,84	0,01
42	0,60	167,05	C	3374,11	0,05	2,34	165,14	0,01	2,59	2517,84	0,00
43	0,60	747,77	C	3374,11	0,22	0,78	165,14	0,00	0,40	2517,84	0,00
44	0,60	749,35	C	3374,11	0,22	7,33	165,14	0,04	11,32	2517,84	0,00
45	0,60	56,37	T	7441,38	0,01	12,52	165,14	0,08	20,78	2517,84	0,01
46	0,60	54,78	T	7441,38	0,01	0,87	165,14	0,01	1,55	2517,84	0,00
47	0,60	721,87	T	7441,38	0,10	0,87	165,14	0,01	0,85	2517,84	0,00
48	0,60	720,29	T	7441,38	0,10	8,00	165,14	0,05	12,73	2517,84	0,01
49	1,20	325,66	C	3374,11	0,10	32,45	165,14	0,20	198,76	2517,84	0,08
50	0,60	326,50	C	3374,11	0,10	0,86	165,14	0,01	2,15	2517,84	0,00
51	0,60	976,26	C	3374,11	0,29	5,55	165,14	0,03	7,80	2517,84	0,00
52	1,20	155,03	C	3374,11	0,05	9,24	165,14	0,06	8,61	2517,84	0,00
53	1,20	157,40	C	3374,11	0,05	7,96	165,14	0,05	8,61	2517,84	0,00
54	1,20	53,25	C	3374,11	0,02	3,46	165,14	0,02	4,41	2517,84	0,00
55	1,20	28,50	C	3374,11	0,01	5,32	165,14	0,03	4,41	2517,84	0,00

## Diseño de anclajes y conexiones

### Anclajes

Los anclajes Hilti elegidos están integrados por un perno roscado (HAS) y un adhesivo epóxico de dos componentes; la resistencia de este tipo de anclajes viene dada por la resistencia del perno en sí y por la resistencia de la unión entre el epóxico y el concreto.

En el presente caso se eligió utilizar un perno roscado de 5/8" de diámetro y una longitud de 6 1/2", con una profundidad de empotramiento de 11 cm y una distancia al borde de 7 cm.

El Cuadro 23 presenta la capacidad admisible de los pernos roscados, mientras que el Cuadro 24 exhibe la capacidad admisible de la unión epóxico-concreto para las características correspondientes.

Las condiciones específicas en las que trabajarán los anclajes requieren aplicar un ajuste (disminución) en la capacidad de la unión con el concreto. Cuanto mayor sea la cercanía con se coloque el perno al borde del elemento de concreto (losa), menor será su capacidad en cortante y en tensión; este detalle se muestra en el Cuadro 25. De igual forma, cuanto menor sea la distancia entre pernos adyacentes, menor será su capacidad, lo que se muestra en el Cuadro 26.

<b>Cuadro 23. Capacidad admisible en cortante y en tensión de los pernos roscados (HAS) Hilti</b>		
Diámetro (mm)	Capacidad admisible	
	Tensión (kg)	Cortante (kg)
15,9	3333	1712,5

Fuente: Hilti, Inc. Product Technical Guide, 2008.

<b>Cuadro 24. Capacidad última y admisible de la unión epóxico-concreto de los anclajes Hilti</b>					
Diámetro (mm)	Profundidad de empotramiento (mm)	Capacidad admisible		Capacidad última	
		Tensión (kg)	Cortante (kg)	Tensión (kg)	Cortante (kg)
15,9	110	3155	4796	12620	14388

Fuente: Hilti, Inc. Product Technical Guide, 2008.

<b>Cuadro 25. Disminución de la capacidad admisible de la unión epóxico-concreto debido a la distancia del perno al borde de la losa</b>					
Capacidad admisible (kg)		Factor de disminución		Capacidad real (kg)	
Tensión	Cortante	Tensión	Cortante	Tensión	Cortante
3155	4796	0,7	0,46	2208,5	2206,16

Fuente: Hilti, Inc. Product Technical Guide, 2008.

<b>Cuadro 26. Disminución de la capacidad admisible de la unión epóxico-concreto debido al espaciamiento entre pernos adyacentes.</b>					
Capacidad admisible (kg)		Factor de disminución		Capacidad real (kg)	
Tensión	Cortante	Tensión	Cortante	Tensión	Cortante
3155	4796	0,86	0,86	2713,3	4124,56

Fuente: Hilti, Inc. Product Technical Guide, 2008.

El Cuadro 27 ofrece las fuerzas de tensión y cortante obtenidas para cada perno crítico de cada pared, así como la interacción obtenida entre estas dos fuerzas.

<b>Cuadro 27. Tensión, cortante e interacción obtenida para cada uno de los anclajes críticos de cada pared</b>			
Pared	Tensión crítica (kg)	Cortante (kg)	Interacción
A*	1076,37	482,81	0,77
A´	2330,81	753,00	1,18
B	1559,06	543,23	0,81
C*	1638,14	551,06	1,06
D*	1688,27	521,78	1,07
1*	890,46	439,96	0,66
2	1666,29	633,54	0,90
3	2072,78	693,15	1,06
4A	1899,70	698,03	1,01
4B*	1069,85	389,66	0,71
* 5*	1177,81	457,07	0,80

Paredes afectadas por la reducción debido a la distancia al borde.

## Conexiones

Las conexiones entre paredes incluyeron la colocación de una solera capaz de amarrar todos los paneles de paredes en su parte superior; por ello se decidió utilizar tornillos tipo A325 autorroscantes de ¼" de diámetro, colocados a cada 0,5m, de manera que se unió la solera con la cuerda superior de las paredes.

En el caso de estos tornillos, por ser autorroscantes, se utilizó el diámetro efectivo en el cálculo del área para determinar su capacidad última, la cual se muestra en el Cuadro 28.

El Cuadro 29 presenta estas fuerzas obtenidas para cada uno de los tornillos de las paredes.

<b>Cuadro 28. Resistencia de los tornillos tipo A325 de ¼" de diámetro</b>				
Fuerza	Esfuerzo nominal (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de resistencia	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia última (kg)
Cortante	3375	0,75	0,166	420,187
Tensión	6327	0,75	0,166	787,711

Tomado de Rojas, 2004.

<b>Cuadro 29. Cortante y tensión obtenidos para cada pared y cada perno crítico</b>						
Pared	Cortante (kg)	Tensión (kg)	Cantidad de pernos	Cortante por perno (kg)	Tensión por perno (kg)	Interacción
A	17,94	171,41	10	2,69	17,14	0,001
A´	254,45	60,70	6	63,61	10,12	0,023
B	107,74	234,63	22	7,35	10,67	0,000
C	199,12	123,08	10	29,87	12,31	0,005
D	25,81	171,41	10	3,87	17,14	0,001
1	18,24	85,71	6	4,56	14,29	0,000
1´	39,90	55,92	8	7,48	6,99	0,000
2	255,36	85,71	6	63,84	14,29	0,023
3	287,73	85,71	6	71,93	14,29	0,030
4	155,95	57,89	8	29,24	7,24	0,005
4´	155,95	55,64	2	116,96	27,82	0,079
5	56,73	85,71	6	14,18	14,29	0,001

## Distribución de instalaciones electromecánicas

La distribución propuesta para las instalaciones electromecánicas se presenta en el plano 2 la cual ofrece una mejor visualización de manera gráfica.

## Uniones de estructura de paredes con marcos de puertas y ventanas

Las uniones entre la estructura de paredes y los marcos de puertas y ventanas se harán con tornillos. Estos tornillos por lo común se usan para este tipo de fijación, al considerarse que son marcos de aluminio. En lo que concierne a las ventanas y los marcos de madera (puertas) y considerando que estos marcos estarán soportados por los perfiles cuerda, no será necesario colocar refuerzo extra (perfil C) como se hace tradicionalmente.

## Optimización de embalaje

El embalaje de los materiales se hará en contenedores tipo 40' high (40' x 8' x 9'6") con una capacidad máxima de 28.62 toneladas y de 76 m<sup>3</sup> puesto que este, por su altura, facilita la colocación vertical de las estructuras de paredes. Por lo indicado se requirió conocer el peso y el volumen a ocupar por los materiales totales a ser exportados para asegurar que cumplen con lo establecido. El Cuadro 30 presenta el peso y volumen total por actividad de todos los materiales y el desglose de los cálculos para todos los materiales por actividad aparece en el Apéndice D.

Para el caso de acomodo de los materiales, se propuso empacarlos considerando el tipo de material, su peso y su volumen. Esta propuesta de empaque se presenta en el Cuadro 31 y el desglose de los materiales incluidos en cada empaque en el Apéndice E.

El Plano 3 presenta la distribución propuesta de los materiales dentro del contenedor.

<b>Cuadro 30. Resumen del peso y el volumen total a ocupar por los materiales de construcción en el contenedor</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Paredes	4415,930	10,653
Puertas	125,250	0,583
Ventanas	8,955	0,044
Cerchas	2006,000	3,026
Canoas y bajantes	29,176	0,214
Cielo raso	1237,225	1,677
Instalación eléctrica	58,103	0,077
Instalación mecánica	6,846	0,046
Instalación sanitaria	19,645	0,105
Loza sanitaria	49,095	0,209
Mortero lanzado	2830,510	3,202
Accesorios y acabados	1290,168	1,125
Embalajes 1, 2, 3, 4, y 5		0,524
<b>Total sin tarimas</b>	<b>12076,902</b>	<b>21,487</b>
<b>Total con tarimas</b>	<b>12551,902</b>	<b>23,947</b>



<b>Cuadro 31. Peso correspondiente a los empaques propuestos</b>	
<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>
Tarima 1	1256,56
Tarima 2	2000,00
Tarima 3	999,04
Tarima 4	843,00
Tarima 5	2335,00
Empaque 1	166,73
Empaque 2	5,85
Empaque 3	10,30
Empaque 4	23,87
Empaque 5	60,52
Cubierta	276,92
Cerchas	1400,00
Estructura de paredes	1200,00
Aislante térmico	231,00
Pintura	70,50
Inodoro	41,00
Lavatorio	8,00
Fregadero	3,09
Puertas	82,10
Ventanas	7,86
Tubería	87,03
Perfilería 1	306,52
Perfilería 2	339,28
Perfilería 3	133,25
Perfilería 4	75,90
Perfilería 5	113,90
<b>Total</b>	<b>12077,21</b>

## Comparación de costos

El Cuadro 32 muestra los costos de materiales obtenidos para las diferentes actividades utilizando el sistema de paredes tradicional y el sistema *Rosette* propuesto.

<b>Cuadro 32. Costo total de materiales según actividad utilizando el sistema de paredes tradicional y el sistema <i>Rosette</i></b>		
<b>Actividad</b>	<b>Costo de materiales (¢)</b>	
	<b>Sistema tradicional</b>	<b>Sistema <i>Rosette</i></b>
Paredes	1.716.317,72	2.315.618,00
Puertas	183.190,00	183.190,00
Ventanas	317.742,00	317.742,00
Cerchas	837.635,48	837.635,48
Canoas y bajantes	52.573,34	52.573,34
Cielo raso	473.489,60	473.489,60
Instalación eléctrica	219.601,60	217.309,50
Instalación mecánica	34.915,00	34.915,00
Instalación sanitaria	49.437,40	46.608,40
Loza sanitaria	59.405,20	59.405,20
Mortero lanzado	351.264,00	351.264,00
Accesorios y acabados	400.150,00	400.150,00
<b>Subtotal</b>	<b>4.695.721,34</b>	<b>5.289.900,52</b>
<b>Utilidad (15%)</b>	<b>704358,201</b>	<b>793485,078</b>
<b>Total</b>	<b>5.400.079,54</b>	<b>6.083.385,60</b>

Cuadro 33. Duración y programación de las actividades de construcción para una casa de 50 m2 utilizando el sistema de paredes tradicional de JPM Casa Total

Actividad	Días	Días																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Colocación de columnas y solera	2	■	■																						
Colocación de cerchas y clavadores	2			■	■																				
Colocación de cubierta	2				■	■																			
Colocación de estructura JPM para paredes	3				■	■	■																		
Colocación de refuerzos de puertas y ventanas	2						■	■																	
Colocación de lámina exterior	1								■																
Colocación de nervomalla	1									■															
Colocación de Multicoat JPM	4										■	■	■	■											
Instalación eléctrica	2													■	■										
Colocación de aislante térmico en paredes	1															■									
Colocación de lámina interior	2															■	■								
Colocación de estructura JPM para cielos	2																■	■							
Colocación de lámina cielos, aleros y precintas	2																	■	■						
Empaste interior	3																		■	■	■				
Cajas de registro	1																				■				
Colocación de marcos, puertas y ventanas	2																					■	■		
Colocación de loza sanitaria	1																						■		
Canoas y bajantes	1																							■	
Colocación de pilas	1																							■	
Pintura	2																							■	■

Cuadro 34. Duración y programación de las actividades de construcción para una casa de 50 m2 utilizando el sistema de paredes *Rosette*.

Actividad	Dias	Dias																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Colocación de anclajes al piso	1	■																				
Colocación de estructura principal de paredes	1		■																			
Colocación de cerchas y clavadores	2			■	■																	
Colocación de cubierta	2				■	■																
Colocación de refuerzo secundario de paredes	1					■																
Colocación de lámina exterior	1						■															
Colocación de nervomalla	1							■														
Colocación de Multicoat JPM	4								■	■	■	■										
Instalación eléctrica	2											■	■									
Colocación de aislante térmico en paredes	1													■								
Colocación de lámina interior	2														■	■						
Colocación de estructura JPM para cielos	2															■	■					
Colocación de lámina para forro de cielos, aleros y precintas	2																■	■				
Empaste interior	3																	■	■	■		
Cajas de registro	1																		■			
Colocación de marcos, puertas y ventanas	2																		■	■		
Colocación de loza sanitaria	1																			■		
Canoas y bajantes	1																				■	
Colocación de pilas	1																				■	
Pintura	2																				■	■

**Cuadro 35. Costo total de mano de obra para la construcción de una casa de 50 m<sup>2</sup> utilizando ambos sistemas de paredes**

Tipo de sistema	Cantidad de días	Cantidad de trabajadores		Costo total (¢)
		Maestro obras	Operarios	
Tradicional	23	1	4	2.197.420,00
Rosette	20	1	4	1.910.800,00

**Cuadro 36. Comparación de costos totales para una casa de 50 m<sup>2</sup> utilizando ambos sistemas de paredes**

Costo	Tipo de Sistema	
	Tradicional	Rosette
Materiales	5.400.079,54	6.083.385,60
Mano de Obra	2.197.420,00	1.910.800,00
Total	7.597.499,54	7.994.185,60
Total ¢/m2	151.949,99	159.883,71
Total \$/m2	259,74	273,31

Tipo de cambio: ¢585/dólar

## Guía de ensamble

Pasos para colocar la estructura de paredes utilizando el sistema *Rosette*:

1. Es necesario que la losa de concreto esté completamente endurecida para iniciar la colocación de los anclajes.
2. Demarcar sobre la losa los puntos en los cuales se colocarán los pernos de anclaje.
3. Taladrar la losa en los puntos marcados. El hoyo debe ser de una profundidad de, aproximadamente, 11 cm.
4. Eliminar todo tipo de residuos de los hoyos; se debe utilizar una pera para soplar.
5. Preparar la pistola con los dos componentes del epóxico, tal y como lo indica el fabricante.
6. Colocar el epóxico dentro de cada hoyo a una altura de, aproximadamente, 2/3 de la profundidad, y colocar el perno asegurándose de que el epóxico llegue hasta la superficie.
7. Esperar 8 horas para asegurar que el epóxico seque y adquiera su resistencia.
8. Cortar los tubos de la solera y armarla.
9. Una vez que los anclajes hayan secado completamente, se colocan las estructuras de pared en su lugar correspondiente, se apuntalan para que se mantengan en posición, y se socan los pernos con las tuercas.
10. Colocar la solera y atornillar la parte superior de las paredes con la solera.
11. Colocar los refuerzos secundarios necesarios para atornillar las láminas. Si el espacio entre elementos verticales es menor a 80 cm, se coloca un refuerzo; si el espacio está entre 80 y 120 cm, se colocan dos refuerzos; y si el espacio es mayor a 120 cm, se colocan tres refuerzos. Es indispensable que se considere el ancho de las láminas (1,22 m), de manera que los refuerzos coincidan con los extremos de éstas cuando sea necesario.
12. Continuar con el proceso de construcción tradicional. A partir de este punto, todos los procesos son similares a los del sistema tradicional de

# Análisis de resultados

## Diseño geométrico

El diseño geométrico propuesto (Plano 1) considera el diseño establecido por el modelo de casa seleccionado, respetando la capacidad de la tecnología disponible y de la materia prima.

Igualmente, el diseño procuró lograr un desempeño estructural adecuado a un costo bajo, lo que indica que el modelo fue modificado cuando fue necesario para asegurar que estructuralmente soportara las cargas impuestas, pero que, al mismo tiempo, fuera viable en el ámbito económico.

A partir de esta premisa, se propuso un diseño que cumpliera con el hecho de que la estructura de paredes debía comportarse, en un sentido, como una cercha, por lo que se realizó un diseño basado en elementos tipo cuerda y elementos diagonales unidos por articulaciones. En este caso, los elementos considerados como cuerdas serán hechos en un perfil de forma y dimensiones distintas a los elementos diagonales o refuerzos, y las uniones tomadas como articulaciones serán uniones tipo *Rosette*.

Cabe resaltar que, dada la necesidad de atornillar las láminas JPM a una distancia de 60 cm, será necesario colocar un perfil adicional en la estructura misma que permita tener elementos verticales a esta distancia para cumplir con los requisitos de colocación de las láminas. Estos perfiles serán del mismo tipo y calibre que los utilizados actualmente para este fin, con la diferencia de que sus dimensiones se adaptarán a las de los perfiles cuerda y refuerzo utilizados para la estructura en general.

## Diseño estructural

El diseño estructural de las paredes se realizó tomando en consideración la normativa vigente en Costa Rica: Código Sísmico de Costa Rica y Reglamento de Construcciones, necesarios en la determinación de la Fuerza Sísmica, la Fuerza de Viento y las consideraciones generales de diseño para los perfiles de acero laminado en frío.

Específicamente, el Código Sísmico de Costa Rica establece un espesor mínimo de 2,4mm para elementos estructurales; sin embargo el diseño y el análisis previeron un espesor menor, dada la capacidad de la tecnología disponible.

En el Cuadro 6 se presentan los pesos de los materiales utilizados en la determinación del peso total de las paredes para efectos de la determinación de la Fuerza Sísmica correspondiente. El área total de cada pared, así como su peso, se exhiben en el Cuadro 7.

El Cuadro 8 presenta el resumen de los parámetros utilizados para determinar el Coeficiente Sísmico a aplicar. Como se aprecia, este coeficiente fue determinado considerando el capítulo 10 del Código Sísmico de Costa Rica, el cual establece los requisitos para acero estructural y, específicamente para acero laminado en frío, en el que se indica que los elementos y componentes del sistema se deben calcular con cargas sísmicas amplificadas  $CS_a$ , lo que significa que, una vez obtenido el coeficiente sísmico base, este debe ser multiplicado por la sobrerresistencia asignada previamente. Lo anterior hace que el coeficiente obtenido sea alto y que, por ende, la fuerza sísmica sea alta.

El Cuadro 9 muestra la fuerza sísmica obtenida para cada pared en el eje correspondiente a la incidencia del sismo; considera el coeficiente sísmico amplificado y el peso tributario asociado a cada pared. Como se aprecia, la pared B es la que presenta la fuerza sísmica más alta, pues es la pared con mayor dimensión y mayor aporte tributario de peso; así mismo, la pared A' es la que presenta la menor fuerza sísmica.

Respecto a la fuerza de viento, el Cuadro 10 presenta los parámetros utilizados para su determinación. Esta fuerza de viento se determinó para las paredes externas y el techo en los diferentes ángulos de incidencia (Apéndice B) y como se observa, la mayor fuerza de viento se presenta sobre las paredes correspondientes al ángulo de incidencia de 0°, debido a que el área expuesta es mayor en ésta dirección. Posteriormente se realizó la distribución de esta fuerza en los distintos elementos de las paredes que serían afectados. Esta distribución aparece en los Cuadros 11, 12, 13 y 14.

Las cargas permanentes aplicadas sobre la estructura consideran la disposición de la estructura de techos respecto a las paredes, por lo que se determinó que las paredes cargadas contarán con cerchas descansando directamente sobre ellas. De esta forma se les transmite una carga distribuida que se presenta en los Cuadros 15, 16, 17, 18 y 20. En el caso de las cargas temporales, se consideró una carga de 40 kg/m<sup>2</sup> y ésta fue distribuida sobre las paredes de manera similar a la carga permanente; el Cuadro 20 presenta esa distribución. Tomando en consideración lo anterior, se determinó que la pared B es la que se encuentra más cargada, tanto por las cargas permanentes y temporales, como por la fuerza sísmica.

El diseño estructural contó con la ayuda del programa de análisis estructural SAP, por lo que a partir de este análisis se obtuvieron las fuerzas a las que son sometidos cada uno de los elementos que forman las estructuras de pared.

Una vez realizado el análisis considerando tanto la fuerza sísmica como la fuerza de viento, se determinó que la fuerza que rige el diseño es la sísmica. Lo anterior, se debe principalmente a la magnitud de la fuerza sísmica obtenida como resultado de un coeficiente sísmico alto y al hecho de que la fuerza de viento fue calculada para condiciones normales en nuestro país.

Las fuerzas obtenidas para cada elemento, fueron comparadas con las capacidades de diseño presentadas por Kaitila, Kesti & Makelainen (2001) para cada uno de los perfiles y las uniones.

En este caso, para los perfiles de refuerzo se revisó la carga axial y la capacidad de la unión, y para los perfiles cuerda, la carga axial, el momento flector y el cortante.

Respecto a los elementos de refuerzo, aquellos sometidos a fuerzas axiales de compresión resultan ser más críticos que los sometidos a tensión, esto principalmente debido a la posibilidad de que se presente pandeo como consecuencia de la fuerza axial aplicada. Al analizar estos elementos, se puede observar que, para el caso de la pared B (Cuadro 21), los que se encuentran bajo fuerzas de tensión presentan tasas de utilización bajas, de hasta un 30%, mientras que los elementos bajo compresión presentan tasas de utilización de hasta 75%; y respecto a las uniones, el porcentaje obtenido es de hasta 65% para ambos casos de carga axial.

El Cuadro 22 presenta los resultados correspondientes a los perfiles cuerda de la pared B, en este caso, los elementos con fuerzas axiales de compresión presentan una tasa de utilización de hasta 46% mientras que los elementos con fuerzas axiales de tensión alcanzan valores del 20%. Para el momento flector, la utilización máxima obtenida es del 20% y para el cortante es de 5%.

Estas tasas de utilización varían de acuerdo a la posición del elemento dentro de la estructura y de acuerdo a la pared que se analice, por lo que es posible encontrar elementos más esforzados que otros, pero siempre con una tasa de utilización menor a 1.

Basado en los resultados antes mencionados y en los obtenidos para el resto de las paredes diseñadas, de manera general se puede afirmar que, para los elementos tipo refuerzo, las tasas de utilización más altas fueron las correspondientes a las cargas axiales de compresión, siendo éste estado el más crítico para el modelo en general al obtenerse utilizations de hasta 99% para algunos pocos casos, seguido por las respectivas uniones tipo *Rosette*, las cuales presentaron tasas de hasta 90%. Para el caso de los elementos cuerda, al presentar capacidades estructurales mayores, las utilizations obtenidas han sido mas bajas y en la



mayoría de los casos no han superado el 65% de la capacidad.

En conclusión, se puede asegurar que, a pesar de ser perfiles con un espesor menor al establecido por el CSCR, su capacidad estructural es alta y soporta de manera adecuada las exigencias del diseño propuesto.

## Anclajes y conexiones

### Anclajes

Los anclajes propuestos están formados por un perno roscado HAS y un epóxico. Este tipo de anclajes presentan la ventaja de tener una alta resistencia trabajando en concreto endurecido, son fáciles de colocar y, en este caso específico, facilitan el proceso constructivo.

El Cuadro 23 presenta la capacidad admisible de los pernos roscados de 5/8" a utilizar. El Cuadro 24 muestra la capacidad admisible de la unión epóxico-concreto para el diámetro del perno elegido y la profundidad de empotramiento establecida.

En los Cuadros 25 y 26 aparecen las reducciones consideradas debido a la distancia del perno al borde de la losa y a la distancia entre pernos. En ambos casos se determinó la disminución en la capacidad admisible y se utilizó la que diera menor de las dos en los casos en los que aplicara; esto porque solo algunas paredes se encuentran en el borde de la losa y la distancia general entre pernos es suficientemente grande como para no afectar la capacidad de la unión epóxico-concreto.

En este caso, la pared D presenta el anclaje de borde más crítico, el cual utiliza el 76% de la capacidad en tensión y el 30% de la capacidad en cortante y presenta una interacción tensión-cortante de 1,07; mientras que la pared A' tiene el anclaje interno más crítico, utilizando el 74% de la capacidad en tensión y el 44% del cortante, para una interacción de 1,18. El resto de los anclajes presentan porcentajes de utilización menores a los de estas paredes y en ninguno de los casos la interacción superó el límite permitido. Lo anterior permite asegurar el adecuado desempeño estructural de los anclajes.

### Conexiones

Las conexiones serán hechas con tornillos tipo A325 de 1/4", colocados a cada 0.5 m, de manera que se una la parte superior de la estructura de paredes con la solera a colocar como elemento de amarre. Se eligió este tipo de conexión (tornillos), debido a la necesidad de forrar las paredes con láminas JPM y la utilización de placas no fue factible, porque el espesor de éstas no habría permitido la correcta instalación de las láminas sobre la estructura de acero.

Las fuerzas de Cortante y Tensión utilizadas en el diseño fueron obtenidas a partir de la fuerza de viento sobre el techo y distribuida sobre cada pared. De igual forma se comparó la capacidad de los tornillos tipo A325 con la capacidad requerida y, además, se revisó la interacción entre ambas fuerzas. Se observa que la capacidad de estos es muy alta en comparación con lo requerido, por ejemplo, según el Cuadro 29, los tornillos más críticos utilizan el 27% de la capacidad en cortante y el 3,5% de la capacidad en tensión y la interacción obtenida para dicho caso es de 0,079, lo que significa que los requerimientos de los tornillos a utilizar se encuentran muy por debajo de su capacidad.

Sin embargo, se decidió utilizar este diámetro de tornillos, y no uno menor, principalmente para facilitar el proceso de colocación porque deben ser resistentes al momento de atornillarlos, a fin de evitar que se doblen o se quiebren.

## Distribución de Instalaciones Electromecánicas

Como se puede apreciar en el Plano 2, la distribución planteada se ajusta a la establecida en el modelo existente. Sin embargo, con el fin de poder cumplir con tal distribución, fue necesario realizar cambios, debido a que el espesor de pared efectivo por el que pueden pasar estas instalaciones es de 3 cm. Por lo tanto, fue necesario cambiar el desagüe del lavatorio y del fregadero a un desagüe a piso y, además, se tuvieron que utilizar dos tubos conduit paralelos de 18 mm, en vez de uno solo de 31 mm, para el circuito correspondiente a la cocina y para la acometida. Adicionalmente se utilizará un centro

de carga (caja de *breacker*) de tipo parche, puesto que se cuenta con un espesor de pared de 10cm.

## Optimización de embalaje

Los materiales serán embalados en contenedores tipo 40' high (40' x 8' x 9'6") con una capacidad máxima de 28.62 toneladas y de 76 m<sup>3</sup>. Para el caso del transporte terrestre, las especificaciones de peso por tipo de camión se incluyen en el "Reglamento de Circulación por Carretera con base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga" que aparece en el Anexo D.

Específicamente, el transporte de los materiales se hará en un tipo de transporte denominado Tractocamión con Semirremolque del tipo T3-S2, el cual cuenta con un cabezal de 3 ejes y una carreta o semirremolque de 2 ejes, por lo que, en total, se tienen 5 ejes y 18 llantas. De acuerdo con estas especificaciones, se perfila una configuración de ejes 1-2-2, y el peso máximo tolerado para esta configuración es de 7-17-17 toneladas, respectivamente.

En el Cuadro 30, el peso total a ser transportado es de 12551,9 kg que consideran los materiales y las tarimas a utilizar, lo que significa que se está utilizando el 63% del peso permitido por la ley (20 toneladas de carga).

Para el caso del volumen, los materiales serán empacados utilizando tarimas o cajas, el Cuadro 30 indica que el volumen total a ocupar es de 23,947 m<sup>3</sup> el cual representa el 32% de la capacidad del contenedor; sin embargo, es usual que la cantidad de carga por contenedor se determine por el peso permitido por ley más que por la capacidad volumétrica del contenedor.

Respecto al acomodo de los materiales dentro del contenedor, el Cuadro 31 ofrece la propuesta de los diferentes empaques y el peso correspondiente de cada uno.

Con el fin de distribuirlos dentro del contenedor, era necesario conocer, además de su peso, su volumen a ocupar y su nivel de fragilidad. De esta manera los materiales se acomodaron de forma que el peso estuviera balanceado en cada uno de los ejes, y así cumplir con lo estipulado por la ley. El peso total no sobrepasa el peso máximo permitido total de 41 toneladas establecidas. Estas 41 toneladas incluyen el peso de la carga, el peso del contenedor y el peso del cabezal. De igual forma

se cumple con lo establecido para el peso máximo permitido por eje del camión; como se mencionó anteriormente se autoriza un peso de 7-17-17 ton. Para el caso en específico del cabezal, se asume que se cumple con las 7 toneladas, lo cual varía de acuerdo con el modelo que se tenga; en el caso de las 17 ton por cada eje cargado, se tienen 6507,5 kg en el eje delantero del contenedor y 6051,0kg en el eje trasero, por lo que se cumple con lo establecido.

Observando el Plano 3, el acomodo propuesto pretende balancear la carga colocando la estructura de acero de cerchas y paredes en los costados del contenedor, las tarimas distribuidas a lo largo del contenedor, la perfilería y tubería a los lados de las tarimas y los materiales empacados individualmente en los espacios entre tarimas. Los materiales frágiles, como las ventanas, fueron colocados encima de las tarimas.

## Comparación de costos

Los costos se calcularon con base en los precios actualizados de los materiales manejados por la empresa, el margen de utilidad aplicado y el costo de mano de obra indicados.

En el caso de la comparación de costos, la diferencia básica entre el sistema tradicional y el sistema *Rosette* radica en el rubro de paredes, en el que la utilización de diversos materiales para formar la estructura sismorresistente y de soporte de láminas marcan la diferencia. En el resto de las actividades los costos permanecen similares.

De acuerdo con el Cuadro 32, el costo total obtenido para los materiales con el sistema tradicional es de \$5.400.079,54 mientras que el costo de los materiales con el sistema *Rosette* es de \$6.083.385,60. La diferencia radica en el costo de la estructura de paredes propuesta y en la necesidad de colocar perfiles extra para poder atornillar las láminas.

Los Cuadros 33 y 34 presentan la programación de las actividades, considerando las diferencias entre un sistema y otro. Es necesario aclarar que esta programación se inicia a partir de las actividades de paredes; por el sistema de anclajes propuesto, es necesario contar con una losa de concreto totalmente endurecida (28 días). Para alcanzar una programación razonable y comparable entre ambos sistemas, se decidió quitar la construcción

de la losa de la programación. Como se muestra en el Cuadro 33, la duración de las actividades es de 23 días con el sistema tradicional y, de acuerdo con el Cuadro 34, de 20 días con el sistema propuesto, considerando una cuadrilla de 5 trabajadores (un maestro de obras y cuatro operarios) en ambos casos. La diferencia radica en la rapidez con la que son instaladas las estructuras de pared, puesto que los anclajes y las conexiones son relativamente fáciles de hacer.

Con el sistema propuesto se logra un ahorro en el proceso constructivo de 3 días por casa. Si bien en la construcción de una sola casa puede no ser mucho, en proyectos masivos, el tiempo de construcción se verá reducido considerablemente.

El costo de mano de obra total para cada sistema considera la cantidad de días necesarios para la construcción de la casa de 50 m<sup>2</sup> y el salario pagado en la empresa a sus trabajadores; este costo incluye cargas sociales. En el Cuadro 35, el costo para el sistema tradicional es de ¢2.197.420,00 y para el sistema *Rosette*, de ¢1.910.800,00.

Finalmente, el Cuadro 36 ofrece el costo total incluyendo mano de obra y materiales para cada tipo de sistema. En el caso del sistema tradicional, el costo por metro cuadrado es de ¢151.949,99 (\$259,74) y para el sistema *Rosette*, de ¢159.883,71 (\$273,31).

El costo total de una casa mediante el uso del sistema tradicional resulta más barato que para una casa en el sistema *Rosette*, por lo que el tiempo de duración de la construcción resulta ser el factor determinante a la hora de la elección entre un sistema y otro.

## Guía de ensamble

La guía de ensamble propuesta abarca únicamente aquellos pasos de la construcción que difieren de un sistema a otro; es decir, las paredes. Aparece redactada de manera sencilla, para que sea del entendimiento de los trabajadores, y ha sido pensada para que, a futuro, sea una base para elaborar una guía gráfica (con ilustraciones) que resulte aún más fácil de entender.

# Conclusiones

\* Se determinó que los requerimientos de instalación de las láminas **JPM**<sup>®</sup> Gypsum Fiber Board son los elementos que más afectaron el diseño.

\* El diseño geométrico y estructural cumple adecuadamente con las necesidades del Sistema Constructivo JPM CasaTotal desde el punto de vista técnico y económico.

\* El diseño estructural responde a la capacidad de la tecnología *Rosette* disponible en términos de dimensiones y espesores de perfiles.

\* Desde el punto de vista estructural, las tasas de utilización obtenidas son bajas, lo que asegura el adecuado desempeño de la estructura.

\* Es necesario colocar perfiles tipo Stud para cumplir con las necesidades de instalación de las láminas **JPM**<sup>®</sup> Gypsum Fiber Board.

\* A pesar de utilizar perfiles con un espesor menor al establecido por el CSCR, su capacidad estructural es alta y soporta de manera adecuada las exigencias del diseño propuesto.

\* Los anclajes tipo Hilti resultan ser adecuados debido a la facilidad de colocación, la resistencia y el costo.

\* Los anclajes Hilti deben ser colocados a 7 cm del borde de la losa de cimentación y a una profundidad de 11cm.

\* Los tornillos A325 autorroscantes utilizados como conectores se deben colocar a cada 50cm.

\* Fue posible mantener la distribución original de las instalaciones electromecánicas.

\* La propuesta de embalaje y acomodo de materiales dentro del contenedor asegura una utilización adecuada del espacio y una distribución de pesos acorde con la ley.

\* Se logra un ahorro total de 3 días en la construcción de una casa de 50 m<sup>2</sup> utilizando el sistema de paredes propuesto.

\* El costo total por metro cuadrado de construcción utilizando el sistema tradicional es de \$259,74 y con el sistema *Rosette* es de \$273,31.

\* La guía de ensamble es simple y fácil de comprender y pretende ser una base para una futura guía o folleto gráfico.

\* El factor determinante al momento de la elección entre el sistema tradicional y el sistema *Rosette* es el ahorro en el tiempo de construcción, ya que en cuestión de costos el sistema *Rosette* resulta más caro.

\* El sistema de paredes propuesto puede ser ensamblado sin necesidad de contar con mano de obra altamente capacitada.

# Recomendaciones

- \* Se recomienda continuar aplicando estudios con respecto al acomodo, el aprovechamiento de espacio y la distribución de peso de los materiales dentro de los contenedores para contar con una base que conduzca a lograr estos procesos de manera adecuada.
- \* Ejecutar estudios de rendimientos de mano de obra considerando el sistema de paredes propuesto, con el propósito de contar con información real.
- \* Utilizar la guía de ensamble propuesta como base para la elaboración de un manual técnico de ensamble del sistema constructivo completo.

# Apéndices

A continuación se presentan los apéndices correspondientes al peso total de las paredes, la determinación de la fuerza de viento, al diseño estructural de paredes, al peso y volumen de los materiales, a la propuesta de empaque y al costo de los materiales:

## Apéndice A. Peso de las paredes

<b>PESO TOTAL DE LA PARED A.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	14,88	m2	170,00	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	14,88	m2	190,00	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,25	m3	506,06	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	26,30	m	85,48	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	12,82	m	18,59	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>970,12</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED A´.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	5,34	m2	61,01	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	5,34	m2	68,19	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,09	m3	181,63	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	13,15	m	42,74	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	5,12	m	7,42	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>361,00</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED B.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	12,74	m2	145,55	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	12,74	m2	162,67	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,22	m3	433,28	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	35,15	m	114,24	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	11,66	m	16,91	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>872,65</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED C.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	10,11	m2	115,52	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	10,11	m2	129,11	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,17	m3	343,87	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	23,86	m	77,55	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	12,90	m	18,71	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>684,74</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED D.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	14,88	m2	170,00	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	14,88	m2	190,00	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,25	m3	506,06	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	26,30	m	85,48	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	12,82	m	18,59	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>970,12</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED 1.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	5,45	m2	62,25	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	5,45	m2	69,57	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,09	m3	185,31	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	18,51	m	60,16	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	10,34	m	14,99	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>392,28</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED 1´.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	3,57	m2	40,78	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	3,57	m2	45,58	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,06	m3	121,40	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	17,53	m	56,97	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	4,93	m	7,15	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>271,88</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED 2.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	7,37	m2	84,16	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	7,37	m2	94,07	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,13	m3	250,54	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	15,44	m	50,18	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	6,99	m	10,14	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>489,08</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED 3.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	6,35	m2	72,57	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	6,35	m2	81,10	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,11	m3	216,02	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	16,90	m	54,93	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	6,77	m	9,82	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>434,43</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED 4.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	8,49	m2	96,94	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	8,49	m2	108,34	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,14	m3	288,57	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	24,62	m	80,02	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	11,13	m	16,14	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>590,01</b>	<b>kg</b>



<b>PESO TOTAL DE LA PARED 4´.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	2,34	m2	26,75	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	2,34	m2	29,90	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,04	m3	79,64	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	6,62	m	21,52	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	3,49	m	5,06	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>162,87</b>	<b>kg</b>

<b>PESO TOTAL DE LA PARED 5.</b>						
Elemento	Peso	Unidad	Medida	Unidad	Total	Unidad
Lámina 9,5mm	11,42	Kg/m2	5,51	m2	62,95	kg
Lámina 11mm	12,77	Kg/m2	5,51	m2	70,35	kg
Repello	2000,00	Kg/m3	0,09	m3	187,38	kg
Estructura acero	3,25	kg/m	18,56	m	60,32	kg
Estructura acero	1,45	kg/m	10,36	m	15,02	kg
<b>PESO TOTAL</b>					<b>396,02</b>	<b>kg</b>

**Apéndice B. Fuerza de Viento sobre las paredes**

<b>FUERZA DE VIENTO TOTAL EN LA DIRECCIÓN 90°.</b>		
Pared frente al viento		
Presión básica	76	kg/m <sup>2</sup>
Presión de diseño	76	kg/m <sup>2</sup>
Coefficiente presión	0,8	-
Área expuesta (presión)	14,64	m <sup>2</sup>
<b>Fuerza total</b>	<b>890,11</b>	<b>kg</b>

<b>FUERZA DE VIENTO TOTAL EN LA DIRECCION 90°.</b>		
Pared de fondo		
Presión básica	76	kg/m <sup>2</sup>
Presión de diseño	76	kg/m <sup>2</sup>
Coefficiente succión	0,4	-
Área expuesta (succión)	14,64	m <sup>2</sup>
<b>Fuerza total</b>	<b>445,06</b>	<b>kg</b>

<b>FUERZA DE VIENTO TOTAL EN LA DIRECCION 90°.</b>		
Techo frente al viento		
Presión de diseño	76	kg/m <sup>2</sup>
Coefficiente presión	-0,12	-
Área expuesta (presión)	40,85	m <sup>2</sup>
<b>Fuerza total</b>	<b>-379,45</b>	<b>kg</b>

<b>FUERZA DE VIENTO TOTAL EN LA DIRECCION 90°.</b>		
Techo de fondo		
Presión de diseño	76	kg/m2
Coefficiente succión	0,4	-
Área expuesta (succión)	31,48	m2
<b>Fuerza total</b>	<b>956,99</b>	<b>kg</b>

<b>FUERZA DE VIENTO TOTAL EN LA DIRECCION 0°.</b>		
Pared frente al viento		
Presión básica	76	kg/m2
Presión de diseño	76	kg/m2
Coefficiente presión	0,8	-
Área expuesta (presión)	29,99	m2
<b>Fuerza total</b>	<b>1823,39</b>	<b>kg</b>

<b>FUERZA DE VIENTO TOTAL EN LA DIRECCION 0°.</b>		
Pared de fondo		
Presión básica	76	kg/m2
Presión de diseño	76	kg/m2
Coefficiente succión	0,4	-
Área expuesta (succión)	32,96	m2
<b>Fuerza total</b>	<b>1001,98</b>	<b>kg</b>

**Apéndice C. Diseño Estructural de las Paredes**

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED A`</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	1,00	860,29	C	920,50	0,93	1020,60	0,84
2	0,80	32,03	C	1396,53	0,02	1020,60	0,03
3	1,00	897,70	T	2231,40	0,40	1047,85	0,86
4	0,80	3,33	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
5	1,00	901,07	C	920,50	0,98	1020,60	0,88
6	0,80	24,61	T	2231,40	0,01	1047,85	0,02
7	1,00	854,23	T	2231,40	0,38	1047,85	0,82
8	0,60	3,10	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
9	0,60	57,11	T	2231,40	0,03	1020,60	0,06

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED A`**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,80	0,75	C	3374,11	0,00	0,81	165,14	0,00	1,80	2517,84	0,00
2	1,20	719,16	C	3374,11	0,21	15,81	165,14	0,10	16,88	2517,84	0,01
3	1,00	696,50	C	3374,11	0,21	3,02	165,14	0,02	4,01	2517,84	0,00
4	0,80	0,00	-	-	-	9,38	165,14	0,06	20,19	2517,84	0,01
5	1,20	0,00	-	-	-	15,03	165,14	0,09	21,40	2517,84	0,01
6	1,00	0,00	-	-	-	10,32	165,14	0,06	26,36	2517,84	0,01
7	0,60	53,33	C	3374,11	0,02	0,45	165,14	0,00	0,75	2517,84	0,00
8	0,60	1111,40	C	3374,11	0,33	2,18	165,14	0,01	2,88	2517,84	0,00
9	0,60	1112,86	C	3374,11	0,33	2,18	165,14	0,01	0,45	2517,84	0,00
10	0,60	2168,70	C	3374,11	0,64	9,38	165,14	0,06	12,46	2517,84	0,00
11	0,60	474,04	T	7441,38	0,06	15,00	165,14	0,09	30,10	2517,84	0,01
12	0,60	472,97	T	7441,38	0,06	3,06	165,14	0,02	1,93	2517,84	0,00
13	0,60	1549,56	T	7441,38	0,21	1,90	165,14	0,01	1,35	2517,84	0,00
14	0,60	1548,16	T	7441,38	0,21	15,06	165,14	0,09	23,27	2517,84	0,01
15	1,20	37,62	C	3374,11	0,01	20,23	165,14	0,12	24,92	2517,84	0,01
16	1,20	41,27	C	3374,11	0,01	15,03	165,14	0,09	17,66	2517,84	0,01

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED A</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial*	Tasa de utilización	Capacidad de unión*	Tasa de utilización
1	1,34	512,14	T	2231,40	0,23	1020,60	0,50
2	1,20	22,16	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
3	1,34	551,20	C	584,60	0,94	1047,85	0,53
4	1,20	7,24	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
5	1,34	542,50	T	2231,40	0,24	1020,60	0,53
6	1,20	13,14	C	662,60	0,02	1047,82	0,01
7	1,34	519,61	C	584,60	0,89	1047,82	0,50
8	1,34	403,60	T	2231,40	0,18	1020,60	0,40
9	1,20	17,07	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
10	1,34	462,06	C	584,60	0,79	1047,82	0,44
11	1,20	7,91	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
12	1,34	453,27	T	2231,40	0,20	1020,60	0,44
13	1,20	10,12	C	662,60	0,02	1047,82	0,01
14	1,34	430,15	C	584,60	0,74	1047,82	0,41
15	1,34	401,88	C	584,60	0,69	1047,82	0,38
16	1,20	17,24	C	662,60	0,03	1047,82	0,02
17	1,34	420,49	T	2231,40	0,19	1020,60	0,41
18	1,20	1,85	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
19	1,34	421,28	C	584,60	0,72	1047,82	0,40
20	1,20	10,74	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
21	1,34	401,58	T	2231,40	0,18	1020,60	0,39

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE INTEGRAN LA PARED A**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial*	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector*	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante*	Tasa de utilización
1	1,22	1258,32	C	3374,11	0,37	0,36	165,14	0,00	1,25	2517,84	0,00
2	1,22	780,22	C	3374,11	0,23	11,62	165,14	0,07	14,73	2517,84	0,01
3	1,22	752,19	C	3374,11	0,22	0,70	165,14	0,00	1,91	2517,84	0,00
4	1,22	375,46	C	3374,11	0,11	8,87	165,14	0,05	15,54	2517,84	0,01
5	1,22	0,08	C	3374,11	0,00	0,68	165,14	0,00	1,76	2517,84	0,00
6	1,22	0,00	-	-	-	4,88	165,14	0,03	8,94	2517,84	0,00
7	1,22	0,00	-	-	-	3,34	165,14	0,02	6,47	2517,84	0,00
8	1,22	0,00	-	-	-	3,24	165,14	0,02	6,18	2517,84	0,00
9	1,22	0,00	-	-	-	2,95	165,14	0,02	5,84	2517,84	0,00
10	1,22	0,00	-	-	-	4,09	165,14	0,02	7,06	2517,84	0,00
11	0,60	46,78	T	7441,38	0,01	4,01	165,14	0,02	6,68	2517,84	0,00
12	0,60	425,49	T	7441,38	0,06	4,01	165,14	0,02	6,64	2517,84	0,00
13	0,60	423,72	T	7441,38	0,06	0,39	165,14	0,00	0,60	2517,84	0,00
14	0,60	895,28	T	7441,38	0,12	4,88	165,14	0,03	7,48	2517,84	0,00
15	0,60	238,76	C	3374,11	0,07	10,55	165,14	0,06	20,29	2517,84	0,01
16	0,60	239,97	C	3374,11	0,07	1,63	165,14	0,01	1,86	2517,84	0,00
17	0,60	732,22	C	3374,11	0,22	0,51	165,14	0,00	0,77	2517,84	0,00
18	0,60	734,31	C	3374,11	0,22	7,41	165,14	0,04	12,27	2517,84	0,00
19	0,60	45,22	C	3374,11	0,01	12,29	165,14	0,07	28,02	2517,84	0,01
20	0,60	338,62	T	7441,38	0,05	4,52	165,14	0,03	7,74	2517,84	0,00
21	0,60	337,19	T	7441,38	0,05	0,12	165,14	0,00	0,17	2517,84	0,00
22	0,60	728,96	T	7441,38	0,10	6,09	165,14	0,04	10,18	2517,84	0,00
23	0,60	194,97	C	3374,11	0,06	8,53	165,14	0,05	16,02	2517,84	0,01
24	0,60	196,58	C	3374,11	0,06	1,08	165,14	0,01	1,05	2517,84	0,00
25	0,60	608,92	C	3374,11	0,18	0,45	165,14	0,00	0,55	2517,84	0,00
26	0,60	610,77	C	3374,11	0,18	5,86	165,14	0,04	9,57	2517,84	0,00
27	0,60	136,81	T	7441,38	0,02	8,19	165,14	0,05	15,81	2517,84	0,01
28	0,60	135,26	T	7441,38	0,02	1,29	165,14	0,01	1,42	2517,84	0,00
29	0,60	508,32	T	7441,38	0,07	0,44	165,14	0,00	0,83	2517,84	0,00
30	0,60	506,67	T	7441,38	0,07	5,89	165,14	0,04	9,91	2517,84	0,00
31	0,60	27,72	C	3374,11	0,01	0,05	165,14	0,00	0,08	2517,84	0,00
32	0,60	398,36	C	3374,11	0,12	0,59	165,14	0,00	1,06	2517,84	0,00
33	0,60	399,94	C	3374,11	0,12	0,59	165,14	0,00	0,79	2517,84	0,00
34	0,60	771,31	C	3374,11	0,23	4,09	165,14	0,02	6,63	2517,84	0,00

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)



<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED C</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	0,50	407,30	T	2231,40	0,18	1020,60	0,40
2	0,50	368,52	C	3746,14	0,10	1047,85	0,35
3	1,40	332,73	T	2231,40	0,15	1020,60	0,33
4	1,40	2,52	C	506,62	0,00	1047,85	0,00
5	1,40	274,66	C	506,62	0,54	1047,85	0,26
6	1,00	395,41	T	2231,40	0,18	1020,60	0,39
7	0,80	6,79	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
8	1,00	717,25	C	920,50	0,78	1047,85	0,68
9	0,80	24,31	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
10	1,00	689,44	T	2231,40	0,31	1020,60	0,68
11	0,80	9,00	C	1396,53	0,01	1047,85	0,01
12	1,00	678,12	C	920,50	0,74	1020,60	0,66
13	1,00	546,07	C	920,50	0,59	1047,85	0,52
14	0,80	23,00	C	1396,53	0,02	1047,85	0,02
15	1,00	572,46	T	2231,40	0,26	1020,60	0,56
16	0,80	2,45	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
17	1,00	573,51	C	920,50	0,62	1047,85	0,55
18	0,80	13,03	T	2231,40	0,01	1020,60	0,01
19	1,00	547,07	T	2231,40	0,25	1047,85	0,52

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED C**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,20	1175,13	C	3374,11	0,35	5,92	165,14	0,04	29,82	2517,84	0,01
2	0,70	1165,78	C	3374,11	0,35	14,71	165,14	0,09	279,91	2517,84	0,11
3	0,80	805,34	C	3374,11	0,24	5,18	165,14	0,03	11,46	2517,84	0,00
4	1,60	476,09	C	3374,11	0,14	11,99	165,14	0,07	15,98	2517,84	0,01
5	0,90	0,21	C	3374,11	0,00	1,21	165,14	0,01	2,23	2517,84	0,00
6	0,20	0,00	-	-	-	4,60	165,14	0,03	17,05	2517,84	0,01
7	0,70	0,00	-	-	-	4,18	165,14	0,03	11,54	2517,84	0,00
8	0,80	0,00	-	-	-	5,72	165,14	0,03	14,40	2517,84	0,01
9	1,60	0,00	-	-	-	3,18	165,14	0,02	5,24	2517,84	0,00
10	0,90	0,00	-	-	-	6,01	165,14	0,04	12,87	2517,84	0,01
11	1,20	7,81	T	7441,38	0,00	2,30	165,14	0,01	1,92	2517,84	0,00
12	1,20	6,02	T	7441,38	0,00	4,60	165,14	0,03	1,92	2517,84	0,00
13	1,20	273,68	T	7441,38	0,04	28,39	165,14	0,17	84,98	2517,84	0,03
14	1,20	267,10	T	7441,38	0,04	2,14	165,14	0,01	1,79	2517,84	0,00
15	0,60	349,48	C	3374,11	0,10	45,70	165,14	0,28	284,82	2517,84	0,11
16	0,60	325,58	T	7441,38	0,04	19,39	165,14	0,12	34,69	2517,84	0,01
17	0,60	274,10	T	7441,38	0,04	5,74	165,14	0,03	15,15	2517,84	0,01
18	0,60	1097,55	T	7441,38	0,15	9,34	165,14	0,06	14,49	2517,84	0,01
19	0,60	245,05	C	3374,11	0,07	8,16	165,14	0,05	13,69	2517,84	0,01
20	0,60	251,84	C	3374,11	0,07	2,36	165,14	0,01	6,90	2517,84	0,00
21	0,60	1104,00	C	3374,11	0,33	2,08	165,14	0,01	4,53	2517,84	0,00
22	0,60	1109,32	C	3374,11	0,33	8,66	165,14	0,05	13,53	2517,84	0,01
23	0,60	255,97	T	7441,38	0,03	10,79	165,14	0,07	21,27	2517,84	0,01
24	0,60	254,33	T	7441,38	0,03	1,98	165,14	0,01	1,73	2517,84	0,00
25	0,60	887,29	T	7441,38	0,12	0,94	165,14	0,01	0,65	2517,84	0,00
26	0,60	885,66	T	7441,38	0,12	7,98	165,14	0,05	12,38	2517,84	0,00
27	0,60	2039,00	C	3374,11	0,60	0,13	165,14	0,00	0,21	2517,84	0,00
28	0,60	642,36	C	3374,11	0,19	1,18	165,14	0,01	1,75	2517,84	0,00
29	0,60	643,99	C	3374,11	0,19	1,18	165,14	0,01	0,70	2517,84	0,00
30	0,60	1268,28	C	3374,11	0,38	6,01	165,14	0,04	8,77	2517,84	0,00

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED D</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	1,00	601,14	T	2231,40	0,27	1020,60	0,59
2	0,80	26,27	T	2231,40	0,01	1020,60	0,03
3	1,00	668,37	C	920,50	0,73	1047,85	0,64
4	0,80	7,62	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
5	1,00	657,20	T	2231,40	0,29	1020,60	0,64
6	0,80	10,72	C	1396,53	0,01	1047,85	0,01
7	1,00	633,89	C	920,50	0,69	1047,85	0,60
8	1,30	585,92	T	2231,40	0,26	1020,60	0,57
9	1,20	22,19	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
10	1,30	580,81	C	584,60	0,99	1047,85	0,55
11	1,20	9,86	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
12	1,30	650,75	T	2231,40	0,29	1020,60	0,64
13	1,20	13,49	C	662,60	0,02	1047,85	0,01
14	1,3	579,57	C	584,60	0,99	1047,85	0,55
15	1,00	476,38	C	920,50	0,52	1047,85	0,45
16	0,80	20,02	C	1396,53	0,01	1047,85	0,02
17	1,00	508,78	T	2231,40	0,23	1020,60	0,50
18	0,80	1,10	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
19	1,00	508,74	C	920,50	0,55	1047,85	0,49
20	0,80	10,16	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
21	1,00	487,13	T	2231,40	0,22	1020,60	0,48

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED D											
Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,80	1500,35	C	3374,11	0,44	7,99	165,14	0,05	11,79	2517,84	0,00
2	1,60	991,72	C	3374,11	0,29	13,65	165,14	0,08	18,28	2517,84	0,01
3	1,20	955,80	C	3374,11	0,28	2,10	165,14	0,01	4,03	2517,84	0,00
4	1,60	410,56	C	3374,11	0,12	11,22	165,14	0,07	14,72	2517,84	0,01
5	0,80	8,11	C	3374,11	0,00	3,31	165,14	0,02	4,16	2517,84	0,00
6	0,80	0,00	-	-	-	7,20	165,14	0,04	17,62	2517,84	0,01
7	1,60	0,00	-	-	-	3,86	165,14	0,02	5,74	2517,84	0,00
8	1,20	0,00	-	-	-	5,08	165,14	0,03	9,20	2517,84	0,00
9	1,60	0,00	-	-	-	3,09	165,14	0,02	5,29	2517,84	0,00
10	0,80	0,00	-	-	-	5,73	165,14	0,03	1,51	2517,84	0,00
11	0,60	7,80	C	3374,11	0,00	7,99	165,14	0,05	23,64	2517,84	0,01
12	0,60	757,18	T	7441,38	0,10	3,53	165,14	0,02	3,62	2517,84	0,00
13	0,60	758,81	T	7441,38	0,10	2,65	165,14	0,02	4,00	2517,84	0,00
14	0,60	1535,03	T	7441,38	0,21	7,20	165,14	0,04	11,15	2517,84	0,00
15	0,60	383,04	C	3374,11	0,11	13,75	165,14	0,08	28,10	2517,84	0,01
16	0,60	388,63	C	3374,11	0,12	2,59	165,14	0,02	1,83	2517,84	0,00
17	0,60	1190,53	C	3374,11	0,35	2,08	165,14	0,01	3,43	2517,84	0,00
18	0,60	1196,61	C	3374,11	0,35	9,18	165,14	0,06	14,15	2517,84	0,01
19	0,60	43,93	C	3374,11	0,01	15,75	165,14	0,10	35,92	2517,84	0,01
20	0,60	511,17	T	7441,38	0,07	5,81	165,14	0,04	9,76	2517,84	0,00
21	0,60	509,37	T	7441,38	0,07	0,05	165,14	0,00	0,10	2517,84	0,00
22	0,60	1074,31	T	7441,38	0,14	8,38	165,14	0,05	13,95	2517,84	0,01
23	0,60	283,94	C	3374,11	0,08	11,10	165,14	0,07	20,90	2517,84	0,01
24	0,60	285,65	C	3374,11	0,08	1,44	165,14	0,01	1,30	2517,84	0,00
25	0,60	875,82	C	3374,11	0,26	0,67	165,14	0,00	0,72	2517,84	0,00
26	0,60	877,62	C	3374,11	0,26	7,90	165,14	0,05	12,77	2517,84	0,01
27	0,60	274,95	T	7441,38	0,04	10,33	165,14	0,06	21,06	2517,84	0,01
28	0,60	249,90	T	7441,38	0,03	1,89	165,14	0,01	1,04	2517,84	0,00
29	0,60	861,77	T	7441,38	0,12	1,33	165,14	0,01	1,72	2517,84	0,00
30	0,60	862,69	T	7441,38	0,12	7,48	165,14	0,05	11,88	2517,84	0,00
31	0,60	45,25	C	3374,11	0,01	3,31	165,14	0,02	8,12	2517,84	0,00
32	0,60	642,22	C	3374,11	0,19	1,70	165,14	0,01	3,24	2517,84	0,00
33	0,60	646,14	C	3374,11	0,19	1,99	165,14	0,01	2,14	2517,84	0,00
34	0,60	1249,84	C	3374,11	0,37	5,73	165,14	0,03	9,47	2517,84	0,00

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED 1</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	0,90	249,92	C	1158,51	0,22	1047,85	0,24
2	0,60	302,00	C	2089,70	0,14	1047,85	0,29
3	0,90	652,57	T	2231,40	0,29	1020,60	0,64
4	0,60	14,40	T	2231,40	0,01	1020,60	0,01
5	0,90	473,99	C	1158,51	0,41	1047,85	0,45
6	0,60	84,99	T	2231,40	0,04	1020,60	0,08
7	0,90	345,52	T	2231,40	0,15	1020,60	0,34
8	0,80	342,56	C	1396,53	0,25	1047,85	0,33
9	0,80	333,80	T	2231,40	0,15	1020,60	0,33
10	1,20	292,02	C	662,58	0,44	1047,85	0,28
11	0,90	2,33	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
12	1,20	284,27	T	2231,40	0,13	1020,60	0,28
13	0,90	3,16	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
14	0,60	252,97	T	2231,40	0,11	1020,60	0,25
15	0,90	658,67	C	1158,51	0,57	1047,85	0,63
16	0,60	9,67	C	2089,70	0,00	1047,85	0,01
17	0,90	473,13	T	2231,40	0,21	1020,60	0,46
18	0,60	87,51	C	2089,70	0,04	1047,85	0,08
19	0,90	341,79	C	1158,51	0,30	1047,85	0,33

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED 1**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,60	5,89	T	7441,38	0,00	7,19	165,14	0,04	12,58	2517,84	0,00
2	1,70	707,27	C	3374,11	0,21	7,92	165,14	0,05	162,15	2517,84	0,06
3	0,60	897,54	C	3374,11	0,27	7,12	165,14	0,04	12,45	2517,84	0,00
4	0,60	0,00	-	-	-	4,27	165,14	0,03	8,35	2517,84	0,00
5	1,70	0,00	-	-	-	0,68	165,14	0,00	1,08	2517,84	0,00
6	0,60	0,00	-	-	-	4,22	165,14	0,03	8,77	2517,84	0,00
7	0,60	10,59	T	7441,38	0,00	3,44	165,14	0,02	5,89	2517,84	0,00
8	0,60	629,69	C	3374,11	0,19	3,36	165,14	0,02	11,82	2517,84	0,00
9	0,60	631,27	C	3374,11	0,19	3,56	165,14	0,02	2,58	2517,84	0,00
10	0,60	1213,15	C	3374,11	0,36	4,27	165,14	0,03	3,77	2517,84	0,00
11	0,60	131,40	T	7441,38	0,02	18,82	165,14	0,11	47,14	2517,84	0,02
12	0,60	18,47	C	3374,11	0,01	6,89	165,14	0,04	27,50	2517,84	0,01
13	0,60	775,82	T	7441,38	0,10	26,53	165,14	0,16	113,18	2517,84	0,04
14	0,60	773,49	T	7441,38	0,10	18,38	165,14	0,11	77,30	2517,84	0,03
15	0,60	182,10	C	3374,11	0,05	36,46	165,14	0,22	228,66	2517,84	0,09
16	0,60	43,04	C	3374,11	0,01	6,73	165,14	0,04	24,31	2517,84	0,01
17	0,60	845,36	C	3374,11	0,25	28,11	165,14	0,17	116,98	2517,84	0,05
18	0,60	848,83	C	3374,11	0,25	4,38	165,14	0,03	80,21	2517,84	0,03
19	0,60	13,60	T	7441,38	0,00	1,40	165,14	0,01	2,40	2517,84	0,00
20	0,60	673,32	T	7441,38	0,09	3,32	165,14	0,02	7,95	2517,84	0,00
21	0,60	673,02	T	7441,38	0,09	3,33	165,14	0,02	1,72	2517,84	0,00
22	0,60	1245,74	T	7441,38	0,17	4,22	165,14	0,03	3,21	2517,84	0,00

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED 2</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	1,10	701,11	C	791,53	0,89	1047,85	0,67
2	0,90	35,58	C	1158,51	0,03	1047,85	0,03
3	1,10	742,18	T	2231,40	0,33	1020,60	0,73
4	0,90	2,86	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
5	1,10	741,97	C	791,53	0,94	1047,85	0,71
6	0,90	16,72	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
7	1,10	708,34	T	2231,40	0,32	1020,60	0,69
8	1,10	729,17	T	2231,40	0,33	1020,60	0,71
9	0,90	35,81	T	2231,40	0,02	1020,60	0,04
10	1,10	782,28	C	791,53	0,99	1047,85	0,75
11	0,90	3,83	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
12	1,10	775,57	T	2231,40	0,35	1020,60	0,76
13	0,90	17,21	C	1158,51	0,01	1047,85	0,02
14	1,10	741,22	C	791,53	0,94	1047,85	0,71

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED 2**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,90	0,26	C	3374,11	0,00	3,22	165,14	0,02	4,47	2517,84	0,00
2	1,20	616,32	C	3374,11	0,18	19,70	165,14	0,12	33,87	2517,84	0,01
3	0,90	1255,69	C	3374,11	0,37	2,73	165,14	0,02	3,93	2517,84	0,00
4	0,90	0,00	-	-	-	7,68	165,14	0,05	16,16	2517,84	0,01
5	1,20	0,00	-	-	-	4,38	165,14	0,03	8,19	2517,84	0,00
6	0,90	0,00	-	-	-	7,89	165,14	0,05	17,15	2517,84	0,01
7	0,60	2,69	T	7441,38	0,00	0,16	165,14	0,00	0,26	2517,84	0,00
8	0,60	800,62	C	3374,11	0,24	1,46	165,14	0,01	2,17	2517,84	0,00
9	0,60	802,25	C	3374,11	0,24	1,46	165,14	0,01	0,69	2517,84	0,00
10	0,60	1609,44	C	3374,11	0,48	7,68	165,14	0,05	11,06	2517,84	0,00
11	0,60	350,20	T	7441,38	0,05	16,49	165,14	0,10	32,42	2517,84	0,01
12	0,60	348,56	T	7441,38	0,05	2,99	165,14	0,02	3,13	2517,84	0,00
13	0,60	1169,11	T	7441,38	0,16	1,11	165,14	0,01	0,59	2517,84	0,00
14	0,60	1167,92	T	7441,38	0,16	10,44	165,14	0,06	16,14	2517,84	0,01
15	0,60	371,20	C	3374,11	0,11	16,78	165,14	0,10	32,91	2517,84	0,01
16	0,60	372,83	C	3374,11	0,11	2,96	165,14	0,02	2,90	2517,84	0,00
17	0,60	1239,68	C	3374,11	0,37	1,22	165,14	0,01	0,65	2517,84	0,00
18	0,60	1241,31	C	3374,11	0,37	10,76	165,14	0,07	16,56	2517,84	0,01
19	0,60	5,12	C	3374,11	0,00	3,19	165,14	0,02	5,31	2517,84	0,00
20	0,60	831,77	T	7441,38	0,11	3,19	165,14	0,02	3,57	2517,84	0,00
21	0,60	830,13	T	7441,38	0,11	1,20	165,14	0,01	0,26	2517,84	0,00
22	0,60	1668,78	T	7441,38	0,22	7,89	165,14	0,05	11,14	2517,84	0,00

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)



<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED 3</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	0,60	134,38	C	2089,70	0,06	1047,85	0,13
2	0,60	132,12	T	2231,40	0,06	1020,60	0,13
3	1,00	164,35	C	920,50	0,18	1047,85	0,16
4	0,90	1,49	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
5	1,00	161,30	T	2231,40	0,07	1020,60	0,16
6	1,00	856,05	C	920,50	0,93	1047,85	0,82
7	0,80	0,06	C	1396,53	0,00	1047,85	0,00
8	1,00	855,75	T	2231,40	0,38	1020,60	0,84
9	0,80	0,55	C	1396,53	0,00	1047,85	0,00
10	1,00	853,98	C	920,50	0,93	1047,85	0,81
11	0,80	7,53	C	1396,53	0,01	1047,85	0,01
12	1,00	873,09	T	2231,40	0,39	1020,60	0,86

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED 3**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	1,00	151,83	C	3374,11	0,04	7,27	165,14	0,04	76,02	2517,84	0,03
2	1,20	114,35	C	3374,11	0,03	0,31	165,14	0,00	1,16	2517,84	0,00
3	0,80	115,43	C	3374,11	0,03	0,15	165,14	0,00	0,77	2517,84	0,00
4	1,00	0,00	-	-	-	0,68	165,14	0,00	0,86	2517,84	0,00
5	1,20	0,00	-	-	-	0,23	165,14	0,00	1,24	2517,84	0,00
6	0,80	0,00	-	-	-	0,23	165,14	0,00	1,06	2517,84	0,00
7	1,20	115,86	C	3374,11	0,03	32,40	165,14	0,20	57,34	2517,84	0,02
8	1,20	132,23	C	3374,11	0,04	29,80	165,14	0,18	57,34	2517,84	0,02
9	1,20	105,08	T	7441,38	0,01	31,14	165,14	0,19	57,01	2517,84	0,02
10	1,20	115,98	T	7441,38	0,02	29,92	165,14	0,18	57,01	2517,84	0,02
11	0,60	3,09	C	3374,11	0,00	0,65	165,14	0,00	1,08	2517,84	0,00
12	0,60	1032,72	C	3374,11	0,31	1,76	165,14	0,01	1,86	2517,84	0,00
13	0,60	1034,27	C	3374,11	0,31	3,21	165,14	0,00	2,41	2517,84	0,00
14	0,60	2027,70	C	3374,11	0,60	3,21	165,14	0,01	5,35	2517,84	0,00
15	0,60	512,54	T	7441,38	0,07	0,90	165,14	0,02	1,50	2517,84	0,00
16	0,60	510,98	T	7441,38	0,07	1,76	165,14	0,02	1,43	2517,84	0,00
17	0,60	1533,91	T	7441,38	0,21	3,14	165,14	0,01	2,30	2517,84	0,00
18	0,60	1532,37	T	7441,38	0,21	3,14	165,14	0,01	5,23	2517,84	0,00
19	1,00	0,52	T	7441,38	0,00	17,68	165,14	0,02	36,18	2517,84	0,01
20	1,00	68,88	T	7441,38	0,01	19,9	165,14	0,02	162,89	2517,84	0,06

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED 4A</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	1,00	819,88	T	2231,40	0,37	1020,60	0,80
2	0,90	27,53	T	2231,40	0,01	1020,60	0,03
3	1,00	856,62	C	920,50	0,93	1047,85	0,82
4	0,90	0,98	T	2231,40	0,00	1020,60	0,00
5	1,00	853,80	T	2231,40	0,38	1020,60	0,84
6	0,90	17,65	C	1158,51	0,02	1047,85	0,02
7	1,00	819,08	C	920,50	0,89	1047,85	0,78

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED 4A**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,90	708,89	C	3374,11	0,21	0,47	165,14	0,00	1,42	2517,84	0,00
2	1,10	2,18	C	3374,11	0,00	13,24	165,14	0,08	13,13	2517,84	0,01
3	0,90	0,00	-	-	-	8,77	165,14	0,05	18,82	2517,84	0,01
4	1,10	0,00	-	-	-	5,31	165,14	0,03	10,34	2517,84	0,00
5	0,60	1,57	C	3376,11	0,00	2,75	165,14	0,02	4,51	2517,84	0,00
6	0,60	940,98	T	7441,38	0,13	2,12	165,14	0,01	1,63	2517,84	0,00
7	0,60	942,65	T	7441,38	0,13	2,28	165,14	0,01	2,61	2517,84	0,00
8	0,60	1882,14	T	7441,38	0,25	8,77	165,14	0,05	13,20	2517,84	0,01
9	0,60	452,04	C	3374,11	0,13	13,72	165,14	0,08	28,28	2517,84	0,01
10	0,60	457,51	C	3374,11	0,14	2,18	165,14	0,01	0,74	2517,84	0,00
11	0,60	1422,86	C	3374,11	0,42	1,90	165,14	0,01	2,10	2517,84	0,00
12	0,60	1428,16	C	3374,11	0,42	12,23	165,14	0,07	19,75	2517,84	0,01
13	1,20	15,54	C	3374,11	0,00	2,66	165,14	0,01	2,18	2517,84	0,00
14	1,20	17,96	C	3374,11	0,01	5,31	165,14	0,07	2,18	2517,84	0,00

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED 4B</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	0,85	322,90	T	2231,40	0,14	1020,60	0,32
2	0,60	273,20	T	2231,40	0,12	1020,60	0,27
3	0,85	690,28	C	1277,52	0,54	1047,85	0,66
4	0,60	11,41	C	2089,70	0,01	1047,85	0,01
5	0,85	501,38	T	2231,40	0,22	1020,60	0,49
6	0,60	76,75	C	2089,70	0,04	1047,85	0,07
7	0,85	384,66	C	1277,52	0,30	1047,85	0,37
8	0,70	200,50	T	2231,40	0,09	1020,60	0,20
9	0,70	223,15	C	1743,11	0,13	1047,85	0,21
10	1,00	196,77	T	2231,40	0,09	1020,60	0,19
11	0,90	2,45	C	1158,51	0,00	1047,85	0,00
12	1,00	209,18	C	920,50	0,23	1047,85	0,20

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED 4B**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,60	508,14	C	3374,11	0,15	5,59	165,14	0,03	9,91	2517,84	0,00
2	1,40	333,88	C	3374,11	0,10	9,81	165,14	0,06	105,01	2517,84	0,04
3	0,60	0,00	-	-	-	4,69	165,14	0,03	9,84	2517,84	0,00
4	1,40	0,00	-	-	-	1,18	165,14	0,01	3,89	2517,84	0,00
5	0,60	10,62	C	3376,11	0,00	2,11	165,14	0,01	3,54	2517,84	0,00
6	0,60	704,17	T	7441,38	0,09	3,55	165,14	0,02	9,46	2517,84	0,00
7	0,60	702,71	T	7441,38	0,09	3,55	165,14	0,02	1,95	2517,84	0,00
8	0,60	1326,44	T	7441,38	0,18	4,69	165,14	0,03	3,83	2517,84	0,00
9	0,60	227,55	C	3374,11	0,07	36,06	165,14	0,22	244,69	2517,84	0,10
10	0,60	98,94	C	3374,11	0,03	10,21	165,14	0,06	28,51	2517,84	0,01
11	0,60	942,72	C	3374,11	0,28	27,29	165,14	0,17	116,89	2517,84	0,05
12	0,60	947,78	C	3374,11	0,28	3,69	165,14	0,02	6,19	2517,84	0,00
13	0,60	131,70	C	3374,11	0,04	21,26	165,14	0,17	35,34	2517,84	0,01
14	0,60	132,89	C	3374,11	0,04	17,08	165,14	0,02	35,34	2517,84	0,01
15	1,40	130,87	T	7441,38	0,02	17,08	165,14	0,13	23,34	2517,84	0,01
16	1,40	187,49	C	3374,11	0,06	16,94	165,14	0,10	160,79	2517,84	0,06

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

<b>CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS DE REFUERZO UTILIZADOS EN LA CONFORMACIÓN DE LA PARED 5</b>							
<b>Elemento</b>		<b>Capacidad axial (kg)</b>				<b>Capacidad de la unión (kg)</b>	
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Capacidad de unión	Tasa de utilización
1	0,85	332,48	T	2231,40	0,15	1020,60	0,33
2	0,60	221,67	T	2231,40	0,10	1020,60	0,22
3	0,85	635,05	C	1277,52	0,50	1047,85	0,61
4	0,60	8,65	C	2089,70	0,00	1047,85	0,01
5	0,85	544,46	T	2231,40	0,24	1020,60	0,53
6	0,60	18,10	T	2231,40	0,01	1020,60	0,02
7	0,85	556,91	C	1277,52	0,44	1047,85	0,53
8	0,80	313,24	T	2231,40	0,14	1020,60	0,31
9	0,80	318,94	C	1396,53	0,23	1047,85	0,30
10	1,10	0,92	C	791,53	0,00	1047,85	0,00
11	0,90	38,85	T	2231,40	0,02	1020,60	0,04
12	1,10	118,36	C	791,53	0,15	1047,85	0,11
13	0,85	260,48	C	1277,52	0,20	1047,85	0,25
14	0,60	263,09	C	2089,70	0,13	1047,85	0,25
15	0,85	613,53	T	2231,40	0,27	1020,60	0,60
16	0,60	11,60	T	2231,40	0,01	1020,60	0,01
17	0,85	570,69	C	1277,52	0,45	1047,85	0,54
18	0,60	6,39	T	2231,40	0,00	1020,60	0,01
19	0,85	543,05	T	2231,40	0,24	1020,60	0,53

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996)

**CAPACIDAD Y TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CUERDA QUE CONFORMAN LA PARED 5**

Elemento		Capacidad axial (kg)				Capacidad de momento flector (kg-m)			Capacidad de cortante (kg)		
Elemento	Longitud (m)	Carga axial de diseño	Dirección	Capacidad axial	Tasa de utilización	Momento flector de diseño	Capacidad de momento flector	Tasa de utilización	Cortante de diseño	Capacidad de cortante	Tasa de utilización
1	0,60	870,49	C	3374,11	0,26	4,77	165,14	0,03	8,55	2517,84	0,00
2	1,60	675,92	C	3374,11	0,20	13,47	165,14	0,08	143,21	2517,84	0,06
3	0,60	4,79	T	7441,38	0,00	4,64	165,14	0,03	8,32	2517,84	0,00
4	0,60	0,00	-	-	-	5,29	165,14	0,03	1,31	2517,84	0,00
5	1,60	0,00	-	-	-	9,67	165,14	0,06	19,06	2517,84	0,01
6	0,60	0,00	-	-	-	7,44	165,14	0,05	23,92	2517,84	0,01
7	0,60	9,36	C	3374,11	0,00	0,95	165,14	0,01	1,59	2517,84	0,00
8	0,60	671,66	T	7441,38	0,09	2,73	165,14	0,02	6,14	2517,84	0,00
9	0,60	671,37	T	7441,38	0,09	2,73	165,14	0,02	2,51	2517,84	0,00
10	0,60	1446,22	T	7441,38	0,19	5,29	165,14	0,03	6,78	2517,84	0,00
11	0,60	240,60	C	3374,11	0,07	33,89	165,14	0,21	208,81	2517,84	0,08
12	0,60	67,84	C	3374,11	0,02	7,18	165,14	0,04	12,86	2517,84	0,01
13	0,60	902,59	C	3374,11	0,27	17,41	165,14	0,11	59,85	2517,84	0,02
14	0,60	868,36	C	3374,11	0,26	0,57	165,14	0,00	1,45	2517,84	0,00
15	0,60	187,05	T	7441,38	0,03	39,72	165,14	0,24	247,18	2517,84	0,10
16	0,60	2,26	T	7441,38	0,00	8,84	165,14	0,05	15,91	2517,84	0,01
17	0,60	838,06	T	7441,38	0,11	7,18	165,14	0,04	25,98	2517,84	0,01
18	0,60	848,42	T	7441,38	0,11	1,37	165,14	0,01	8,67	2517,84	0,00
19	0,60	7,14	T	7441,38	0,00	2,86	165,14	0,02	4,79	2517,84	0,00
20	0,60	6,14	C	3374,11	0,00	2,88	165,14	0,02	4,79	2517,84	0,00
21	0,60	614,69	C	3374,11	0,18	2,57	165,14	0,02	2,52	2517,84	0,00
22	0,60	1405,30	C	3374,11	0,42	7,44	165,14	0,05	10,63	2517,84	0,00
23	1,60	23,38	T	7441,38	0,00	18,98	165,14	0,11	24,95	2517,84	0,01
24	1,60	43,20	C	3374,11	0,01	21,60	165,14	0,13	77,52	2517,84	0,03

\*Capacidades de acuerdo con el AISI (1996).



**Apéndice D. Peso y Volumen Totales de los Materiales de Construcción**

<b>PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LAS PAREDES</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
30	Lámina JPM® Gyprock de 122 x 244 x 11mm	un	40,000	843,000	0,9823
45	Lámina JPM® de 122 x 244 cm x 9.5mm	un	33,500	1.530,000	1,2726
2300	Tornillo JPM® Avellanador 3.9 x 30 C-1018	un	0,0016	7,520	E1
3400	Tornillo JPM® Avellanador punta broca 3,9 x 30 mm	un	0,0016	0,640	E1
14	Pasta JPM® Joint Compound uso interior caja 18 kgs	un	18,000	252,000	0,3780
1	JPM Tyvek membrana resistente al agua, rollo 1.52 m x 61 m (93m2)	un	5,580	5,580	0,0477
9	Tubo negro estructural 50 x 50 x 1.58 mm x 6 m	un	23,030	207,270	0,1350
1	Soldadura Hilco 6013 3/32''	kg	1,000	1,000	E1
54	Esquinero metálico 31 mm x 3.05 mts p/gypsum	un	0,454	24,516	0,0511
3	Cinta para juntas papel 50mmx 75 mts (250') microperforada	rollo	0,600	1,800	E1
20	Lija 3M para agua #100-C	un	0,031	0,620	E1
4	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60 m2	un	33,000	132,000	0,6029
2300	Gyprock tornillo avellanador punta broca	un	0,0200	12,000	E1
1600	Gyprock tornillo avellanador	un	0,0200	50,000	E1
1	Estructura de paredes de acero armada	un	1,0000	1.200,000	7,0301
115	Tornillo punta broca 1/4"x2"	un	0,0016	0,184	E1
22	Perfil refuerzo en 244 cm de long. x 60 mm	un	1,7500	38,500	0,0988
58	Perfil refuerzo en 244 cm de long. X 76.2 mm	un	1,3000	75,400	0,0549
56	Tornillo HAS Hilti 5/8" x 61/2", arandela plana y tuerca para anclaje	un	0,5	28	E1
5	Cartucho mediano de Epóxico Hilti HIT-RE 500 (440ml)	un	1,1800	5,900	E1
<b>Total</b>				<b>4.415,930</b>	<b>10,6534</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LAS PUERTAS**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
3	Puerta Premdor interna de 0.85 x 2.10m	un	9,800	29,400	0,2678
1	Puerta Premdor interna de 0.75 x 2.10m	un	8,700	8,700	0,0788
2	Puerta princ Cruzeiro con diseño de 8 tableros 0.90 x 2.10m	un	22,000	44,000	0,1890
6	Bisagra Stanley #F741 75 x 75mm US4 R/H	par	0,150	0,900	E2
2	Cerradura Philips #715 doble paso	un	0,875	1,750	E2
4	Cerradura Yale #5107 US 3 dorada con llave	un	0,505	2,020	E2
2	Tiradera puerta principal #11014	un	0,040	0,080	E2
6	Marco de Seg p/puerta 38X100X2,10 mts	un	6,400	38,400	0,0479
<b>Total</b>				<b>125,250</b>	<b>0,5834</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LAS VENTANAS**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
7,26	Ventana en aluminio tipo corrediza	m <sup>2</sup>	1,000	7,260	0,0440
0,3	Ventana en aluminio tipo escarchado	m <sup>2</sup>	2,000	0,600	0,0000
3	Sellador de silicone G.E. #808 Transparente 300	un	0,365	1,095	E2
<b>Total</b>				<b>8,955</b>	<b>0,0440</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LAS CERCHAS**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
1	Pintura base minio rojo #509 hierro 3.78L	gal	6,000	6,000	0,0065
1	Techo Armado con lámina ondulada HG #28 y Accesorios	un	2.000,000	2.000,000	3,0200
<b>Total</b>				<b>2.006,000</b>	<b>3,0265</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LAS CANOAS Y BAJANTES**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
2	Canoa PVC 6m	un	5,190	10,380	0,1200
2	Tapas PVC para canoa	par	0,178	0,356	E3
30	Gazas para canoa	un	0,050	1,500	E3
4	Unión PVC para canoa	un	0,088	0,352	E3
2	Boquilla PVC para canoa 75 mm	un	0,238	0,476	E3
6	Codo PVC para bajante 75mm x 90 grd	un	0,297	1,782	E3
1	Bajante PVC 75 mm	un	5,309	5,309	0,0338
1	Tubo PVC pluvial 100 mm	un	8,821	8,821	0,0600
1	Pegamento para canoa (1/16 galón)	un	0,200	0,200	E3
<b>Total</b>				<b>29,176</b>	<b>0,2138</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DEL CIELO RASO LISO**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
12	Precinta JPM® de 0.30m x 1.22m en 11mm de espesor	un	4,750	57,000	0,0483
22	Lámina JPM® de 1.22m x 2.44m x 9.5mm de espesor	un	34,000	748,000	0,6222
2	Pasta JPM® Joint Compound uso exterior cubeta 28kgs	un	28,000	56,000	0,3200
65	JPM® perfil omega 45mm x 3,05m	un	1,690	109,850	0,0275
57	JPM® angular 25mm x 25mm x 3,05m	un	0,660	37,620	0,0267
2350	JPM® tornillo avellanador 3.9x30 C-1018	un	0,0016	3,760	E1
1700	JPM® tornillo punta broca 4.2x12 C-1022	un	0,0013	2,210	E1
1	Cinta para juntas malla adhesiva 50 mm x 90 mts (300')	rollo	0,280	0,280	E1
5	Canal para cielo 1.5" x 16' calibre 16	un	2,950	14,750	0,0187
1	Cinta para juntas papel 50mm x 75m (250') microperforada	un	0,600	0,600	E1
6	Pasta JPM® Joint Compound interior caja 18 kg	un	18,000	108,000	0,1620
5	Lija 3M para agua #100-C	un	0,031	0,155	E1
3	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60 m2	un	33,000	99,000	0,4522
<b>Total</b>				<b>1.237,225</b>	<b>1,6775</b>

<b>PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
40	Tubo conduit plástico de PVC 12 mm x 3 m eléctrico	un	0,307	12,280	0,0173
9	Tubo conduit plástico de PVC 18 mm x 3 m eléctrico	un	0,426	3,834	0,0087
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Rojo	mts	0,040	5,200	0,0028
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Azul	mts	0,040	5,200	0,0028
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Blanco	mts	0,040	5,200	0,0028
30	Cable Viakon THHN #6 AWG Color blanco	mts	0,150	4,500	E4
20	Cable Viakon THHN #8 AWG Color blanco	mts	0,100	2,000	E4
10	Cable Viakon COAXIAL RG59	mts	0,065	0,650	E4
10	Cable telefónico 1x2x24 AWG (1 par) VIAKON	mts	0,065	0,650	E4
10	Caja EMT conduit octogonal eléctrica INDUMA	un	0,100	1,000	0,0050
20	Caja EMT conduit rectangular eléctrica INDUMA	un	0,085	1,700	0,0060
15	Curva plástica PVC para tubería conduit de 12 mm eléctrica	un	0,014	0,210	E4
4	Curva plástica PVC para tubería conduit de 18 mm eléctrica	un	0,023	0,046	E4
20	Unión plástica PVC para tubería conduit de 12 mm eléctrica	un	0,002	0,040	E4
4	Unión plástica PVC para tubería conduit de 18 mm eléctrica	un	0,009	0,018	E4
60	Conector EMT 12 mm	un	0,025	1,500	E4
4	Conector EMT 18 mm	un	0,040	0,080	E4
6	Apagador Ticino superficial #52 sencillo	un	0,060	0,360	E4
6	Tomacorriente Ticino #1208-AN doble polarizado DOMINO	un	0,085	0,510	E4
1	Tomacorriente Ticino #1152 E P/TV. DOMINO	un	0,040	0,040	E4
1	Tomacorriente Ticino #1182MM p/teléfono MODUS	un	0,040	0,040	E4
1	Fitting de rosca p/cable ant. coaxial RG-6	un	0,080	0,080	E4
6	Plafón Ticino #21-1B de 4" marfil	un	0,080	0,480	E4
1	C/H Centro de Carga #CH2AAS 125 AMP.**	un	1,200	1,200	E4
1	Interruptor Termomagnético #CH120 2 x 100 amperios. C/H	un	0,260	0,260	E4
1	C/H base para medidor 125AMP CHM2100BR **	un	0,690	0,690	E4

Continuación

1	Conduleta botagua de 31mm (1.1/4") para acometida eléctrica	un	0,160	0,160	E4
1	Tubo EMT 31mm	un	2,000	2,000	0,0023
1	Toma Eagle #32 de empotrar.50A-3POL.125-250V**	un	0,125	0,125	E4
1	Placa Eagle # #327A ACERO P/TOMA #32	un	0,075	0,075	E4
1	Varilla Copeerweld de 12mm x 1.20m con gaza	un	1,075	1,075	0,0002
1	Centro de carga #CH8 AF 125 Amperios. C/H	un	3,025	3,025	E4
3	Interruptor Termomagnético #CH120 1 x 20 amperios. C/H	un	0,125	0,375	E4
1	Interruptor Termomagnético #CH115 2 x 40 amperios. C/H	un	0,255	0,255	E4
1	Interruptor Termomagnético #CH140 1 x 40 amperios. C/H	un	0,125	0,125	E4
1	Rollo tape 3M Tenflex 18mm x 20m negro	un	0,080	0,080	E4
<b>Total</b>				<b>58,103</b>	<b>0,0767</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN MECÁNICA**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
5	Tubo SDR 13.5 12mm de PVC Potable	un	0,874	4,370	0,0432
8	Codo liso de PVC 90G - en 12mm #232	un	0,024	0,192	E3
5	Te cañería lisa de PVC #234 de 12mm	un	0,029	0,145	E3
3	Adaptador p/cañería macho de PVC de 12 mm #238	un	0,015	0,045	E3
2	Adaptador p/cañería hembra 12mm # 236	un	0,016	0,032	E3
1	Llave bola #WGL plástica 12mm s/rosca **	un	0,0145	0,015	E3
3	Llave control escuadra USA 12x12mm	un	0,300	0,900	E3
1	Llave chorro P.P. # V 79-110 12mm con rosca	un	0,280	0,280	E3
1	Aspersion para baño	un	0,200	0,200	E3
1	Llave para ducha PP	un	0,300	0,300	E3
1	Pegamento para tubería PVC 0.94lt (tarro 1/4 gl)	un	0,200	0,200	E3
2	Tubo de abasto de PVC 12 x 12 mm para lavatorio	un	0,053	0,106	0,0017
1	Tubo de abasto de PVC 22 x 12mm para inodoro	un	0,056	0,056	0,0009
1	Rollo teflón SIG-354 de 12mm =1/2''	un	0,005	0,005	E3
<b>Total</b>				<b>6,846</b>	<b>0,0458</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN SANITARIA**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
3	Tubo SDR 41 de 50 mm dePVC para drenaje	un	2,532	7,596	0,0450
1	Tubo SDR 41 de 100 mm de PVC para drenaje	un	8,821	8,821	0,0600
7	Codo sanitario de 90-G em 50mm Ø de PVC	un	0,065	0,455	E3
1	Codo sanitario de 90-G en 100mm de PVC.	un	0,426	0,426	E3
2	Te sanitaria de 50 mm Ø de PVC	un	0,094	0,188	E3
1	Flanger de 100 de PVC para base de inodoro	un	0,309	0,309	E3
1	Empaque de cera para flanger de inodoro #PB-103	un	0,250	0,250	E3
1	Sifón a piso PVC 1 1/2" Ø para lavatorio.	un	0,400	0,400	E3
2	Sifón sin registro PVC 2"	un	0,400	0,800	E3
1	Niple cañería 12 x 50 mm -( 1/2" x 2")	un	0,400	0,400	E3
<b>Total</b>				<b>19,645</b>	<b>0,1050</b>

**PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LA LOZA SANITARIA**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
1	Inodoro Incesa hydra color con asiento	un	41,000	41,000	0,1434
1	Lavatorio Incesa color. equi.	un	8,000	8,000	0,0660
1	Perno de anclaje	par	0,0195	0,020	E3
4	Taco plástico	un	0,005	0,020	E3
4	Tornillo CAB/CIL.#1024 10x1.1/2	un	0,010	0,040	E3
1	Soporte para lavatorio (par)	un	0,015	0,015	E3
<b>Total</b>				<b>49,095</b>	<b>0,2094</b>

<b>PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DEL MORTERO LANZADO</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
54	Mortero JPM <sup>®</sup> Multicoat pared exterior (saco 50 kilos)	un	50,000	2.700,000	2,7885
52	Malla Metálica Expandida JPM <sup>®</sup> para base de mortero 0.57 x 2.43m	un	2,000	104,000	0,3601
7	Esquinero para nervomalla	un	0,450	3,150	0,0511
5	Varilla deformada grado 40 #3 x 6m para guías.	un	3,360	16,800	0,0022
4100	Tornillo JPM <sup>®</sup> Avellanador 3.9 x 22 C-1018	un	0,0016	6,560	E1
<b>Total</b>				<b>2.830,510</b>	<b>3,2019</b>

<b>PESO TOTAL Y VOLUMEN OCUPADO POR LOS ELEMENTOS DE LOS ACCESORIOS Y ACABADOS</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (kg) por unidad</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
1	Fregadero económico 50x100 cm c/pas. Inasa	un	3,085	3,085	0,2000
12,5	Azulejo tipo económico para pileta de baño H=1,80 m	m2	3,085	38,563	0,1350
47	Cerámica tipo económica	m2	18,000	846,000	0,4500
10	JPM <sup>®</sup> Multibond regular saco 20 kg	un	20,000	200,000	0,1688
4	JPM <sup>®</sup> fragua con arena 10 kg	un	10,000	40,000	0,0200
1	Cachera fregadero Taiwán SPC 354 man/met	un	0,300	0,300	E5
25	Rodapié madeco 1/2" x 3" x 3,05m	un	1,500	37,500	0,0738
1	Desagüe pascón para fregadero con colador SPC #377A 4.5x4	un	0,070	0,070	E5
1	Pintura aceite pro 383 bl mate	gal	4,500	4,500	0,0065
1	Desagüe para pileta del baño de 50mm Ø NIQU.SA #373	un	0,070	0,070	E5
3	Felpa para rodillo Perfect 18mm - 3/4" SEM-RUG	un	0,150	0,450	E5
1	Mecha de colores para limpieza	un	20,000	20,000	E5
1	Sellador para madera 1/4 gal	un	4,500	4,500	E5
1	Barniz transparente pro #100 1/4 gal	un	35,000	35,000	E5
2	Brocha Tigre mango verde #572 50 mm -2"	un	0,065	0,130	E5
2	Pintura acrílica peerl#7500 blanco 5,00GL	cub	30,000	60,000	0,0711
<b>Total</b>				<b>1.290,168</b>	<b>1,1251</b>

<b>VOLUMEN OCUPADO POR LOS EMPAQUES</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
1	E1	un	0,0688
1	E2	un	0,0156
1	E3	un	0,1250
1	E4	un	0,2880
1	E5	un	0,0270
<b>Total</b>			<b>0,5244</b>

<b>Peso y Volumen Totales para los materiales de construcción a ser embalados</b>		
	<b>Peso (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Total sin Tarimas	12.076,90	21,49
Tarimas	475,00	2,46
<b>Total</b>	<b>12.551,90</b>	<b>23,95</b>



## Apéndice E. Optimización de Embalaje

### Distribución de Empaques

<b>MATERIALES INCLUIDOS EN CADA UNO DE LOS EMPAQUES PROPUESTOS</b>		
<b>Empaque</b>	<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>
Perfilería 1	Tubo negro estructural 50 x 50 x 1.58 mm x 6 m	207,27
	JPM® perfil omega 45mm x 3,05 m	84,50
	Canal para cielo 1.5" x 16' calibre 16	14,75
Perfilería 2	Esquinero metálico 31mm x 3.05 mts p/gypsum	24,52
	Perfil C 70*50*15*1,5mm	248,64
	Esquinero para nervomalla	3,15
	JPM® angular 25mm x 25mm x 3,05m	37,62
	JPM® perfil omega 45mm x 3,05m	25,35
Perfilería 3	Malla Metálica Expandida JPM® 0.57 x 2.43m	104,00
	Cumbreras 0,3*1,83m	8,25
	Botaguas 0,3*1,83m	21,00
Perfilería 4	Rodapié madeco 1/2" x 3" x 3,05m	37,50
	Marco de Seg p/puerta 38X100X2,10 mts	38,40
Perfilería 5	Perfil refuerzo en 244 cm de long. x 60 mm	38,50
	Perfil refuerzo en 244 cm de long. X 76.2 mm	75,40
<b>Puertas</b>	Puerta Premdor interna de 0.85 x 2.10m	29,40
	Puerta Premdor interna de 0.75 x 2.10m	8,70
	Puerta Cruzeiro de 8 tableros 0.90 x 2.10m	44,00
<b>Ventanas</b>	Ventana en aluminio tipo corrediza	7,26
	Ventana en aluminio tipo escarchado	0,60

<b>MATERIALES INCLUIDOS EN CADA UNO DE LOS EMPAQUES PROPUESTOS</b>		
<b>Empaque</b>	<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>
Tubería	Canoa PVC 6m	10,38
	Bajante PVC 75mm	5,31
	Tubo PVC pluvial 100 mm	8,82
	Tubo conduit plástico de PVC 12mm x 3m eléctrico	12,28
	Tubo conduit plástico de PVC 18mm x 3m eléctrico	3,83
	Tubo EMT 31mm	2,00
	Varilla Copeerweld de 12mm x 1.20m con gaza	1,08
	Tubo SDR 13.5 12mm de PVC Potable	4,37
	Tubo de abasto de PVC 12 x 12 mm para lavatorio	0,11
	Tubo de abasto de PVC 22 x 12mm para inodoro	0,06
	Tubo SDR 41 de 50 mm dePVC para drenaje	7,60
	Tubo SDR 41 de 100 mm de PVC para drenaje	8,82
	Varilla deformada grado 40 #3 x 6m para guías.	16,80
	JPM Tyvek membrana resistente al agua, 1.52m x 61m	5,58
	Pintura	Pintura base minio rojo #509 hierr 3.78L
Pintura aceite pro 383 bl mate		4,50
Pintura acrilica peerl#7500 blanco 5,00GL		60,00
Aislante Termoacústico	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60m2	132,00
	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60m2	99,00
Inodoro	Inodoro Incesa hydra color con asiento	41,00
Lavatorio	Lavatorio Incesa color. equi.	8,00
Fregadero	Fregadero económico 50x100cm c/pas. Inasa	3,09
Techos	Cerchas de acero armadas	1400,00
	Cubierta	276,92
Paredes	Estructura de paredes de acero armada	1200,00

<b>MATERIALES INCLUIDOS EN CADA UNO DE LOS EMPAQUES PROPUESTOS</b>		
<b>Empaque</b>	<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>
Tarima 1	Pasta JPM® Joint Compound interior caja 18 kg	108,00
	Pasta JPM® Joint Compound uso interior caja 18kgs	252,00
	Azulejo tipo económico para pileta de baño H=1,80m	38,56
	Cerámica tipo económica	846,00
	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Rojo	4,00
	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Azul	4,00
	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Blanco	4,00
Tarima 2	Mortero JPM® Multicoat pared exterior (saco 50 kilos)	2000,00
Tarima 3	JPM® Multibond regular saco 20 kg	200,00
	JPM® fragua con arena 10 kg	40,00
	Mortero JPM® Multicoat pared exterior (saco 50 kilos)	700,00
	Pasta JPM® Joint Compound uso exterior cubeta 28 kgs	56,00
	Caja metálica para medidor c/techo	3,04
Tarima 4	Lámina JPM® Gyprock de 122 x 244 x 11mm	843,00
Tarima 5	Lámina JPM® de 122 x 244 cm x 9.5mm	1530,00
	Precinta JPM® de 0.30m x 1.22m en 11mm de espesor	57,00
	Lámina JPM® de 1.22m x 2.44m x 9.5mm de espesor	748,00

<b>MATERIALES INCLUIDOS EN CADA UNO DE LOS EMPAQUES PROPUESTOS</b>		
<b>Empaque</b>	<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>
E1	Tornillo JPM® Avellanador 3.9 x 30 C-1018	7,52
	Tornillo JPM® Avellanador punta broca 3,9 x 30mm	0,64
	Soldadura Hilco 6013 3/32''	1,00
	Cinta para juntas papel 50mmx 75mts (250´) microperforada	1,80
	Lija 3M para agua #100-C	0,62
	Gyprock tornillo avellanador punta broca	12,00
	Gyprock tornillo avellanador	50,00
	Tornillo punta broca 1/4"x2"	0,18
	Tornillo HAS Hilti 5/8" x 61/2", arandela plana y tuerca para anclaje	28,00
	Cartucho mediano de Epóxico Hilti HIT-RE 500 (440ml)	5,90
	JPM® tornillo avellanador 3.9x30 C-1018	3,76
	JPM® tornillo punta broca 4.2x12 C-1022	2,21
	Cinta para juntas malla adhesiva 50 mmx 90 mts (300´)	0,28
	Cinta para juntas papel 50mm x 75 m (250´) microperforada	0,60
	Lija 3M para agua #100-C	0,16
	Tornillo JPM® Avellanador 3.9 x 22 C-1018	6,56
	Tornillo punta broca para techo 25mm	10,50
	Tornillo punta broca para techo 50mm	7,50
	Anclajes	27,50
E2	Bisagra Stanley #F741 75 x 75mm US4 R/H	0,90
	Cerradura philips #715 doble paso	1,75
	Cerradura Yale #5107 US 3 dorada con llave	2,02
	Tiradera puerta principal #11014	0,08
	Sellador de silicone G.E. #808 Transparente	1,10

MATERIALES INCLUIDOS EN CADA UNO DE LOS EMPAQUES PROPUESTOS		
Empaque	Material	Peso (kg)
E3	Tapas PVC para canoa	0,36
	Gazas para canoa	1,50
	Unión PVC para canoa	0,35
	Boquilla PVC para canoa 75 mm	0,48
	Codo PVC para bajante 75 mm x 90grd	1,78
	Pegamento para canoa (1/16 galón)	0,20
	Codo liso de PVC 90G - en 12mm #232	0,19
	Te cañería lisa de PVC #234 de 12mm	0,15
	Adaptador p/cañería macho de PVC de 12 mm #238	0,05
	Adaptador p/cañería hembra 12mm # 236	0,03
	Llave bola #WGL plástica 12mm s/rosca **	0,01
	Llave control escuadra USA 12x12mm	0,90
	Llave chorro P.P. # V 79-110 12mm con rosca	0,28
	Aspersión para baño	0,20
	Llave para ducha PP	0,30
	Pegamento para tubería PVC 0.94lt (tarro 1/4 gl)	0,20
	Rollo teflón SIG-354 de 12mm =1/2''	0,01
	Codo sanitario de 90-G em 50mm Ø de PVC	0,46
	Codo sanitario de 90-G en 100mm de PVC.	0,43
	Te sanitaria de 50 mm Ø de PVC	0,19
	Flanger de 100 de PVC para base de inodoro	0,31
	Empaque de cera para flanger de inodoro #PB-103	0,25
	Sifón a piso PVC 1 1/2" Ø para lavatorio.	0,40
	Sifón sin registro PVC 2"	0,80
	Niple cañería 12 x 50 mm -( 1/2" x 2")	0,40
	Perno de anclaje	0,02
	Taco plástico	0,02
	Tornillo CAB/CIL.#1024 10x1.1/2	0,04
	Soporte para lavatorio (par)	0,02

<b>MATERIALES INCLUIDOS EN CADA UNO DE LOS EMPAQUES PROPUESTOS</b>		
<b>Empaque</b>	<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>
E4	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Rojo	1,20
	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Azul	1,20
	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Blanco	1,20
	Cable Viakon THHN #6 AWG Color Blanco	4,50
	Cable telefónico 1x2x24 AWG (1 par) VIAKON	0,65
	Caja EMT conduit octogonal eléctrica INDUMA	1,00
	Caja EMT conduit rectangular eléctrica INDUMA	1,70
	Cable Viakon THHN #8 AWG Color blanco	2,00
	Cable Viakon COAXIAL RG59	0,65
	Curva plástica PVC para tubería conduit de 12mm eléctrica.	0,21
	Curva plástica PVC para tubería conduit de 18mm eléctrica.	0,05
	Unión plástica PVC para tubería conduit de 12mm eléctrica.	0,04
	Unión plástica PVC para tubería conduit de 18mm eléctrica.	0,02
	Conector EMT 12mm	1,50
	Conector EMT 18mm	0,08
	Apagador Ticino superficial #52 sencillo	0,36
	Tomacorriente Ticino #1208-AN doble polarizado DOMINO	0,51
	Tomacorriente Ticino #1152 E P/TV. DOMINO	0,04
	Tomacorriente Ticino #1182MM p/teléfono MODUS	0,04
	Fitting de rosca p/cable ant. coaxial RG-6	0,08
	Plafón Ticino #21-1B de 4" marfil	0,48
	C/H Centro de Carga #CH2AAS 125 AMP.**	1,20
	Interruptor Termomagnético #CH120 2 x 100 amperios. C/H	0,26
	C/H base para medidor 125AMP CHM2100BR **	0,69
	Conduleta botagua de 31mm (1.1/4") para acometida eléctrica.	0,16
	Toma Eagle #32 de empotrar.50A-3POL.125-250V**	0,13
	Placa Eagle # #327A ACERO P/TOMA #32	0,08
	Centro de carga #CH8 AF 125 Amperios. C/H	3,03
	Interruptor Termomagnético #CH120 1 x 20 amperios. C/H	0,38
	Interruptor Termomagnético #CH115 2 x 40 amperios. C/H	0,26
	Interruptor Termomagnético #CH140 1 x 40 amperios. C/H	0,13
	Rollo tape 3M Tenflex 18mm x 20m negro	0,08

<b>MATERIALES INCLUIDOS EN CADA UNO DE LOS EMPAQUES PROPUESTOS</b>		
<b>Empaque</b>	<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>
E5	Desagüe para pileta del baño de 50mm Ø NIQU.SA #373	0,07
	Felpa para rodillo Perfect 18mm - 3/4" SEM-RUG	0,45
	Mecha de colores para limpieza	20,00
	Sellador para madera 1/4 gal	4,50
	Barniz transparente pro #100 1/4 gal	35,00
	Brocha Tigre mango verde #572 50mm -2"	0,13
	Desagüe pascón para fregadero con colador SPC #377A 4.5x4	0,07
	Cachera fregadero taiwan SPC 354 man/met	0,30

## Apéndice F. Comparación de Costos

### Costo de Materiales utilizando el Sistema Tradicional

COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS PAREDES				
Cantidad	Descripción del material	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
30	Lámina JPM® de 122 x 244 x 11mm	un	9.740,00	292.200,00
45	Lámina JPM® de 122 x 244 cm x 9.5mm	un	5.100,00	229.500,00
40	Perfil JPM® Track en 305 cm de long. x 78 mm	un	2.005,00	80.200,00
137	Perfil JPM® Stud en 244 cm de long. x 76.2 mm	un	2.270,00	310.990,00
4700	Tornillo JPM® Avellanador 3.9 x 30 C-1018	un	3,80	17.860,00
400	Tornillo JPM® Avellanador punta broca 3,9 x 30mm	un	3,59	1.436,00
1150	Tornillo JPM® punta broca 4.2 x 12mm C-1022	un	3,65	4.197,50
14	Pasta JPM® Joint Compound uso interior caja 18kgs	un	3.013,00	42.182,00
1	JPM Tyvek membrana resistente al agua, rollo 1.52m x 61m (93m2)	un	57.750,00	57.750,00
18	Tubo negro estructural 72 x 72 x 1.80mm x 6m	un	18.325,55	329.859,90
2	Soldadura Hilco 6013 3/32"	kg	2.561,00	5.122,00
54	Esquinero metálico 31mm x 3.05 mts p/gypsum	un	745,00	40.230,00
3	Cinta para juntas papel 50mmx 75mts (250') microperforada	rollo	999,00	2.997,00
20	Lija 3M para agua #100-C	un	276,00	5.520,00
300	Clavo de acero "BAR" 2.7 x 25mm estriado	un	6,70	2.010,00
5	Piezas de madera para anclaje de 1" x 3 en 4 varas.	un	1.548,00	7.740,00
19	Piezas de madera soporte de marcos en vent y puert (2 x 3 en 4 varas)	un	3.096,00	58.824,00
4	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60m2	un	31.250,00	125.000,00
500	Gyprock tornillo avellanador punta broca	un	7,40	3.700,00
1400	Gyprock tornillo avellanador	un	6,20	8.680,00
13	Perfil C estructural para refuerzo en puertas y vent. 2" x 3" x 1,58mm	un	6.947,64	90.319,32
<b>Total</b>				<b>1.716.317,72</b>



**COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS PUERTAS**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
3	Puerta Premdor interna de 0.85 x 2.10m	un	11.500,00	34.500,00
1	Puerta Premdor interna de 0.75 x 2.10m	un	11.500,00	11.500,00
2	Puerta princ Cruzeiro con diseño de 8 tableros 0.90 x 2.10m	un	22.000,00	44.000,00
6	Bisagra Stanley #F741 75 x 75mm US4 R/H	par	983,00	5.898,00
2	Cerradura Philips #715 doble paso	un	5.237,00	10.474,00
4	Cerradura Yale #5107 US 3 dorada con llave	un	2.337,00	9.348,00
2	Tiradera puerta principal #11014	un	3.735,00	7.470,00
6	Marco de Seg p/puerta 38X100X2,10 mts	un	10.000,00	60.000,00
<b>Total</b>				<b>183.190,00</b>

**COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS VENTANAS**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
7,26	Ventana en aluminio tipo corrediza	m <sup>2</sup>	40.000,00	290.400,00
0,3	Ventana en aluminio tipo escarchado	m <sup>2</sup>	75.000,00	22.500,00
3	Sellador de silicone G.E. #808 Transparente 300 para sello de ventanas	un	1.614,00	4.842,00
<b>Total</b>				<b>317.742,00</b>

**COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS CERCHAS**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
1	Pintura base minio rojo #509 hierr 3.78 L	gal	7.733,58	7.733,58
1	Techo Armado con lámina hierro ondulada HG #28 y Accesorios	un	829.901,90	829.901,90
<b>Total</b>				<b>837.635,48</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS CANOAS Y LOS BAJANTES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
2	Canoa PVC 6m	un	10.317,26	20.634,52
2	Tapas PVC para canoa	par	607,70	1.215,40
30	Gazas para canoa	un	352,53	10.575,90
4	Unión PVC para canoa	un	375,40	1.501,60
2	Boquilla PVC para canoa 75mm	un	902,57	1.805,14
6	Codo PVC para bajante 75mm x 90grd	un	990,50	5.943,00
1	Bajante PVC 75mm	un	4.411,00	4.411,00
1	Tubo PVC pluvial 100 mm	un	5.473,70	5.473,70
1	Pegamento para canoa (1/16 galón)	un	1.013,08	1.013,08
<b>Total</b>				<b>52.573,34</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN EL CIELO LISO Y ESTRUCTURA DE METAL</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
12	Precinta JPM® de 0.30m x 1.22m en 11mm de espesor.	un	673,00	8.076,00
22	Lámina JPM® de 1.22m x 2.44m x 9.5mm de espesor.	un	5.100,00	112.200,00
2	Pasta JPM® Joint Compound uso exterior cubeta 28kgs	un	11.192,30	22.384,60
65	JPM® perfil omega 45mm x 3,05m	un	2.266,00	147.290,00
57	JPM® angular 25mm x 25mm x 3,05m	un	644,00	36.708,00
2350	JPM® tornillo avellanador 3.9x30 C-1018	un	3,80	8.930,00
1700	JPM® tornillo punta broca 4.2x12 C-1022	un	3,65	6.205,00
1	Cinta para juntas malla adhesiva 50mmx 90mts (300')	rollo	1.106,00	1.106,00
5	Canal para cielo 1.5" x 16' calibre 16	un	3.015,00	15.075,00
1	Cinta para juntas papel 50mm x 75m (250') microperforada	un	999,00	999,00
6	Pasta JPM® Joint Compound interior caja 18 kg	un	3.227,00	19.362,00
5	Lija 3M para agua #100-C	un	280,80	1.404,00
3	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60m2	un	31.250,00	93.750,00
<b>Total</b>				<b>473.489,60</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
40	Tubo conduit plástico de PVC 12mm x 3m eléctrico	un	263,89	10.555,60
3	Tubo conduit plástico de PVC 18mm x 3m eléctrico	un	320,14	960,42
3	Tubo conduit plástico de PVC 18mm x 3m eléctrico	un	1.056,64	3.169,92
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Rojo	mts	156,64	20.363,20
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Azul	mts	156,64	20.363,20
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Blanco	mts	156,64	20.363,20
30	Cable Viakon THHN #6 AWG Color blanco	mts	734,56	22.036,80
20	Cable Viakon THHN #8 AWG Color blanco	mts	440,00	8.800,00
10	Cable Viakon COAXIAL RG59	mts	84,69	846,90
10	Cable telefónico 1x2x24 AWG (1 par) VIAKON	mts	78,40	784,00
10	Caja EMT conduit octogonal eléctrica INDUMA	un	150,00	1.500,00
20	Caja EMT conduit rectangular eléctrica INDUMA	un	137,50	2.750,00
15	Curva plástica PVC para tubería conduit de 12mm eléctrica.	un	54,50	817,50
2	Curva plástica PVC para tubería conduit de 31mm eléctrica.	un	277,50	555,00
2	Curva plástica PVC para tubería conduit de 18mm eléctrica.	un	85,00	170,00
20	Unión plástica PVC para tubería conduit de 12mm eléctrica.	un	32,00	640,00
2	Unión plástica PVC para tubería conduit de 31mm eléctrica.	un	110,55	221,10
2	Unión plástica PVC para tubería conduit de 18mm eléctrica.	un	52,00	104,00
60	Conector EMT 12mm	un	46,90	2.814,00
2	Conector EMT 31mm	un	342,61	685,22
2	Conector EMT 18mm	un	72,15	144,30
6	Apagador Ticino superficial #52 sencillo	un	437,10	2.622,60
6	Tomacorriente Ticino #1208-AN doble polarizado DOMINO	un	920,09	5.520,54
1	Tomacorriente Ticino #1152 E P/TV. DOMINO	un	738,04	738,04
1	Tomacorriente Ticino #1182MM p/teléfono MODUS	un	779,29	779,29
1	Fitting de rosca p/cable ant. coaxial RG-6	un	71,45	71,45
6	Plafón Ticino #21-1B de 4" marfil	un	358,60	2.151,60

1	C/H Centro de Carga #CH2AAS 125 AMP.**	un	12.843,33	12.843,33
1	Interruptor Termomagnético #CH120 2 x 100 amperios. C/H	un	19.562,09	19.562,09
1	C/H base para medidor 125AMP CHM2100BR **	un	4.462,50	4.462,50
1	Caja metálica para medidor c/techo	un	6.955,65	6.955,65
1	Conduleta botagua de 31mm (1.1/4") para acometida eléctrica.	un	1.037,00	1.037,00
1	Tubo EMT 31mm	un	2.966,00	2.966,00
1	Toma Eagle #32 de empotrar.50A-3POL.125-250V**	un	1.053,00	1.053,00
1	Placa Eagle # #327A ACERO P/TOMA #32	un	349,00	349,00
1	Varilla Copeerweld de 12mm x 1.20m con gaza	un	1.892,00	1.892,00
1	Centro de carga #CH8 AF 125 Amperios. C/H	un	17.593,63	17.593,63
3	Interruptor Termomagnético #CH120 1 x 20 amperios. C/H	un	2.757,52	8.272,56
1	Interruptor Termomagnético #CH115 2 x 40 amperios. C/H	un	7.905,14	7.905,14
1	Interruptor Termomagnético #CH140 1 x 40 amperios. C/H	un	3.713,82	3.713,82
1	Rollo tape 3M Tenflex 18mm x 20m negro	un	468,00	468,00
<b>Total</b>				<b>219.601,60</b>

Continúa

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA INSTALACIÓN MECÁNICA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
5	Tubo SDR 13.5 12mm de PVC Potable	un	646,00	3.230,00
8	Codo liso de PVC 90G - en 12mm #232	un	69,00	552,00
5	Te cañería lisa de PVC #234 de 12mm	un	67,00	335,00
3	Adaptador p/cañería macho de PVC de 12 mm #238	un	57,00	171,00
2	Adaptador p/cañería hembra 12mm # 236	un	86,00	172,00
1	Llave bola #WGL plástica 12mm s/rosca **	un	307,00	307,00
3	Llave control escuadra USA 12x12mm	un	1.990,00	5.970,00
1	Llave chorro P.P. # V 79-110 12mm con rosca	un	2.550,00	2.550,00
1	Aspersión para baño	un	506,00	506,00
1	Llave para ducha PP	un	14.446,00	14.446,00
1	Pegamento para tubería PVC 0.94lt (tarro 1/4 gl)	un	4.600,00	4.600,00
2	Tubo de abasto de PVC 12 x 12 mm para lavatorio	un	670,00	1.340,00
1	Tubo de abasto de PVC 22 x 12mm para inodoro	un	670,00	670,00
1	Rollo teflón SIG-354 de 12mm =1/2''	un	66,00	66,00
<b>Total</b>				<b>34.915,00</b>

Diseño de Sistema de Paredes para el Sistema Constructivo JPM Casa Total.

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA INSTALACIÓN SANITARIA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
3	Tubo SDR 41 de 50 mm dePVC para drenaje	un	4.441,00	13.323,00
1	Tubo SDR 41 de 100 mm de PVC para drenaje	un	16.332,00	16.332,00
7	Codo sanitario de 90-G em 50mm Ø de PVC	un	768,00	5.376,00
1	Codo sanitario de 90-G en 100mm de PVC.	un	3.389,00	3.389,00
2	Te sanitaria de 50 mm Ø de PVC	un	652,00	1.304,00
1	Flanger de 100 de PVC para base de inodoro	un	1.528,00	1.528,00
1	Empaque de cera para flanger de inodoro #PB-103	un	388,00	388,00
1	Sifón a pared cromado de 1 1/2" para lavatorio	un	1.752,40	1.752,40
2	Sifón sin registro PVC 2"	un	2.978,50	5.957,00
1	Niple cañería 12 x 50 mm -( 1/2" x 2")	un	88,00	88,00
<b>Total</b>				<b>49.437,40</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA LOZA SANITARIA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
1	Inodoro Incesa hydra color con asiento.	un	39.000,00	39.000,00
1	Lavatorio Incesa color. equi.	un	19.000,00	19.000,00
1	Perno de anclaje	par	206,00	206,00
4	Taco plástico	un	17,00	68,00
4	Tornillo CAB/CIL.#1024 10x1.1/2	un	10,30	41,20
1	Soporte para lavatorio (par)	un	1.090,00	1.090,00
<b>Total</b>				<b>59.405,20</b>

**COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN EL MORTERO LANZADO**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
54	Mortero JPM® Multicoat pared exterior (saco 50 kilos)	un	3.405,00	183.870,00
52	Malla Metálica Expandida JPM® para base de mortero 0.57 x 2.43m	un	2.750,00	143.000,00
7	Esquinero para nervomalla	un	1.532,00	10.724,00
5	Varilla deformada grado 40 #3 x 6m para guías.	un	1.750,00	8.750,00
4100	Tornillo JPM® Avellanador 3.9 x 22 C-1018	un	1,20	4.920,00
<b>Total</b>				<b>351.264,00</b>

**COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LOS ACCESORIOS Y ACABADOS**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
1	Fregadero económico 50x100cm c/pas. Inasa	un	23.800,00	23.800,00
12,5	Azulejo tipo económico para pileta de año H=1,80m	un	3.500,00	43.750,00
47	Cerámica tipo económica	un	3.500,00	164.500,00
10	JPM® Multibond regular saco 20 kg	un	1.280,00	12.800,00
4	JPM® fragua sin arena 10 kg	un	1.673,00	6.692,00
1	Cachera fregadero taiwan SPC 354 man/met	un	10.400,00	10.400,00
25	Rodapié madeco 1/2" x 3" x 3,05m	un	1.377,00	34.425,00
1	Desagüe pascón para fregadero con colador SPC #377A 4.5x4	un	663,00	663,00
1	Pintura aceite pro 383 bl mate	gal	14.742,00	14.742,00
1	Solvente (Aguarrás)	gal	4.535,00	4.535,00
1	Desagüe para pileta del baño de 50mm Ø NIQU.SA #373	un	3.251,00	3.251,00
3	Felpa para rodillo Perfect 18mm - 3/4" SEM-RUG	un	335,00	1.005,00
1	Mecha de colores para limpieza	un	350,00	350,00
4	Parrilla ventilación rect. 4" x 6" ++	un	1.546,00	6.184,00
1	Sellador para madera 1/4 gal	un	1.442,00	1.442,00
1	Barniz transparente pro #100 1/4 gal	un	4.613,00	4.613,00
2	Brocha Tigre mango verde #572 50mm -2"	un	548,00	1.096,00
2	Pintura acrílica peerl#7500 blanco 5,00GL	cub	32.951,00	65.902,00
<b>Total</b>				<b>400.150,00</b>

**Costo de Materiales utilizando el Sistema Rosette**

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS PAREDES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
30	Lámina JPM® Gyprock de 122 x 244 x 11mm	un	9.740,00	292.200,00
45	Lámina JPM® de 122 x 244 cm x 9.5mm	un	5.100,00	229.500,00
2300	Tornillo JPM® Avellanador 3.9 x 30 C-1018	un	3,80	8.740,00
3400	Tornillo JPM® Avellanador punta broca 3,9 x 30mm	un	3,59	12.206,00
14	Pasta JPM® Joint Compound uso interior caja 18kgs	un	3.013,00	42.182,00
1	JPM Tyvek membrana resistente al agua, rollo 1.52m x 61m (93m2)	un	57.750,00	57.750,00
9	Tubo negro estructural 50 x 50 x 1.58mm x 6m	un	14.471,00	130.239,00
1	Soldadura Hilco 6013 3/32''	kg	2.561,00	2.561,00
54	Esquinero metálico 31mm x 3.05 mts p/gypsum	un	745,00	40.230,00
3	Cinta para juntas papel 50mmx 75mts (250') microperforada	rollo	999,00	2.997,00
20	Lija 3M para agua #100-C	un	276,00	5.520,00
4	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60m2	un	31.250,00	125.000,00
2300	Tornillo JPM® Gyprock Avellanador punta broca	un	7,40	17.020,00
1600	Tornillo JPM® Gyprock Avellanador	un	6,20	9.920,00
1	Estructura de paredes de acero armada	un	1.081.658,60	1.081.658,60
115	Tornillo punta broca 1/4" x 2"	un	80,00	9200,00
22	Perfil refuerzo en 244 cm de long. x 60 mm	un	2.083,00	45.826,00
58	Perfil refuerzo en 244 cm de long. X 76.2 mm	un	1.547,00	89.726,00
5	Cartucho mediano de Epóxico Hilti HIT-RE 500 (440ml)	un	14.160,00	70.800,00
56	Tornillo HAS Hilti 5/8" x 61/2", arandela plana y tuerca para anclaje	un	920,40	51.542,40
<b>Total</b>				<b>2.315.618,00</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS PUERTAS</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
3	Puerta Premdor interna de 0.85 x 2.10m	un	11.500,00	34.500,00
1	Puerta Premdor interna de 0.75 x 2.10m	un	11.500,00	11.500,00
2	Puerta princ Cruzeiro con diseño de 8 tableros 0.90 x 2.10m	un	22.000,00	44.000,00
6	Bisagra Stanley #F741 75 x 75mm US4 R/H	par	983,00	5.898,00
2	Cerradura philips #715 doble paso	un	5.237,00	10.474,00
4	Cerradura Yale #5107 US 3 dorada con llave	un	2.337,00	9.348,00
2	Tiradera puerta principal #11014	un	3.735,00	7.470,00
6	Marco de Seg p/puerta 38X100X2,10 mts	un	10.000,00	60.000,00
<b>Total</b>				<b>183.190,00</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS VENTANAS</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
7,26	Ventana en aluminio tipo corrediza	m <sup>2</sup>	40.000,00	290.400,00
0,3	Ventana en aluminio tipo escarchado	m <sup>2</sup>	75.000,00	22.500,00
3	Sellador de silicone G.E. #808 Transparente 300 para sello de ventanas	un	1.614,00	4.842,00
<b>Total</b>				<b>317.742,00</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS CERCHAS</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
1	Pintura base minio rojo #509 hierr 3.78L	gal	7.733,58	7.733,58
1	Techo Armado con lámina hierro ondulada HG #28 y Accesorios	un	829.901,90	829.901,90
<b>Total</b>				<b>837.635,48</b>



<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LAS CANOAS Y BAJANTES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
2	Canoa PVC 6m	un	10.317,26	20.634,52
2	Tapas PVC para canoa	par	607,70	1.215,40
30	Gazas para canoa	un	352,53	10.575,90
4	Unión PVC para canoa	un	375,40	1.501,60
2	Boquilla PVC para canoa 75mm	un	902,57	1.805,14
6	Codo PVC para bajante 75mm x 90grd	un	990,50	5.943,00
1	Bajante PVC 75mm	un	4.411,00	4.411,00
1	Tubo PVC pluvial 100 mm	un	5.473,70	5.473,70
1	Pegamento para canoa (1/16 galón)	un	1.013,08	1.013,08
<b>Total</b>				<b>52.573,34</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN EL CIELO LISO Y ESTRUCTURA DE METAL</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
12	Precinta JPM® de 0.30m x 1.22m en 11mm de espesor.	un	673,00	8.076,00
22	Lámina JPM® de 1.22m x 2.44m x 9.5mm de espesor.	un	5.100,00	112.200,00
2	Pasta JPM® Joint Compound uso exterior cubeta 28kgs	un	11.192,30	22.384,60
65	JPM® perfil omega 45mm x 3,05m	un	2.266,00	147.290,00
57	JPM® angular 25mm x 25mm x 3,05m	un	644,00	36.708,00
2350	JPM® tornillo avellanador 3.9x30 C-1018	un	3,80	8.930,00
1700	JPM® tornillo punta broca 4.2x12 C-1022	un	3,65	6.205,00
1	Cinta para juntas malla adhesiva 50mmx 90mts (300')	rollo	1.106,00	1.106,00
5	Canal para cielo 1.5" x 16' calibre 16	un	3.015,00	15.075,00
1	Cinta para juntas papel 50mm x 75m (250') microperforada	un	999,00	999,00
6	Pasta JPM® Joint Compound interior caja 18 kg	un	3.227,00	19.362,00
5	Lija 3M para agua #100-C	un	280,80	1.404,00
3	Aislante termoacústico fibra vidrio R11 3 1/2 x 18,60m2	un	31.250,00	93.750,00
<b>Total</b>				<b>473.489,60</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (₡)</b>	<b>Costo Total (₡)</b>
40	Tubo conduit plástico de PVC 12mm x 3m eléctrico	un	263,89	10.555,60
9	Tubo conduit plástico de PVC 18mm x 3m eléctrico	un	320,14	2.881,26
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Rojo	mts	156,64	20.363,20
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Azul	mts	156,64	20.363,20
130	Cable Viakon THHN #12 AWG Color Blanco	mts	156,64	20.363,20
30	Cable Viakon THHN #6 AWG Color blanco	mts	734,56	22.036,80
20	Cable Viakon THHN #8 AWG Color blanco	mts	440,00	8.800,00
10	Cable Viakon COAXIAL RG59	mts	84,69	846,90
10	Cable telefónico 1x2x24 AWG (1 par) VIAKON	mts	78,40	784,00
10	Caja EMT conduit octogonal eléctrica INDUMA	un	150,00	1.500,00
20	Caja EMT conduit rectangular eléctrica INDUMA	un	137,50	2.750,00
15	Curva plástica PVC para tubería conduit de 12mm eléctrica.	un	54,50	817,50
4	Curva plástica PVC para tubería conduit de 18mm eléctrica.	un	85,00	340,00
20	Unión plástica PVC para tubería conduit de 12mm eléctrica.	un	32,00	640,00
4	Unión plástica PVC para tubería conduit de 18mm eléctrica.	un	52,00	208,00
60	Conector EMT 12mm	un	46,90	2.814,00
4	Conector EMT 18mm	un	72,15	288,60
6	Apagador Ticino superficial #52 sencillo	un	437,10	2.622,60
6	Tomacorriente Ticino #1208-AN doble polarizado DOMINO	un	920,09	5.520,54
1	Tomacorriente Ticino #1152 E P/TV. DOMINO	un	738,04	738,04
1	Tomacorriente Ticino #1182MM p/telefono MODUS	un	779,29	779,29
1	Fitting de rosca p/cable ant. coaxial RG-6	un	71,45	71,45
6	Plafón Ticino #21-1B de 4" marfil	un	358,60	2.151,60
1	C/H Centro de Carga #CH2AAS 125 AMP.**	un	12.843,33	12.843,33
1	Interruptor Termomagnético #CH120 2 x 100 amperios. C/H	un	19.562,09	19.562,09
1	C/H base para medidor 125AMP CHM2100BR **	un	4.462,50	4.462,50
1	Caja metálica para medidor c/techo	un	6.955,65	6.955,65

Continúa

1	Conduleta botagua de 31mm (1.1/4") para acometida eléctrica.	un	1.037,00	1.037,00
1	Tubo EMT 31mm	un	2.966,00	2.966,00
1	Toma Eagle #32 de empotrar.50A-3POL.125-250V**	un	1.053,00	1.053,00
1	Placa Eagle # #327A ACERO P/TOMA #32	un	349,00	349,00
1	Varilla Copeerweld de 12mm x 1.20m con gaza	un	1.892,00	1.892,00
1	Centro de carga #CH8 AF 125 Amperios. C/H	un	17.593,63	17.593,63
3	Interruptor Termomagnético #CH120 1 x 20 amperios. C/H	un	2.757,52	8.272,56
1	Interruptor Termomagnético #CH115 2 x 40 amperios. C/H	un	7.905,14	7.905,14
1	Interruptor Termomagnético #CH140 1 x 40 amperios. C/H	un	3.713,82	3.713,82
1	Rollo tape 3M Tenflex 18mm x 20m negro	un	468,00	468,00
<b>Total</b>				<b>217.309,50</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA INSTALACIÓN MECÁNICA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
5	Tubo SDR 13.5 12mm de PVC Potable	un	646,00	3.230,00
8	Codo liso de PVC 90G - en 12mm #232	un	69,00	552,00
5	Te cañería lisa de PVC #234 de 12mm	un	67,00	335,00
3	Adaptador p/cañería macho de PVC de 12 mm #238	un	57,00	171,00
2	Adaptador p/cañería hembra 12mm # 236	un	86,00	172,00
1	Llave bola #WGL plástica 12mm s/rosca **	un	307,00	307,00
3	Llave control escuadra USA 12x12mm	un	1.990,00	5.970,00
1	Llave chorro P.P. # V 79-110 12mm con rosca	un	2.550,00	2.550,00
1	Aspersión para baño	un	506,00	506,00
1	Llave para ducha PP	un	14.446,00	14.446,00
1	Pegamento para tubería PVC 0.94lt (tarro 1/4 gl)	un	4.600,00	4.600,00
2	Tubo de abasto de PVC 12 x 12 mm para lavatorio	un	670,00	1.340,00
1	Tubo de abasto de PVC 22 x 12mm para inodoro	un	670,00	670,00
1	Rollo teflón SIG-354 de 12mm =1/2''	un	66,00	66,00
<b>Total</b>				<b>34.915,00</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA INSTALACIÓN SANITARIA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
3	Tubo SDR 41 de 50 mm dePVC para drenaje	un	4.441,00	13.323,00
1	Tubo SDR 41 de 100 mm de PVC para drenaje	un	16.332,00	16.332,00
7	Codo sanitario de 90-G em 50mm Ø de PVC	un	768,00	5.376,00
1	Codo sanitario de 90-G en 100mm de PVC.	un	3.389,00	3.389,00
2	Te sanitaria de 50 mm Ø de PVC	un	652,00	1.304,00
1	Flanger de 100 de PVC para base de inodoro	un	1.528,00	1.528,00
1	Empaque de cera para flanger de inodoro #PB-103	un	388,00	388,00
1	Sifón a piso PVC 1 1/2" Ø para lavatorio.	un	1.752,40	1.752,40
2	Sifón sin registro PVC 2"	un	1.564,00	3.128,00
1	Niple cañería 12 x 50 mm -( 1/2" x 2")	un	88,00	88,00
<b>Total</b>				<b>46.608,40</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LA LOZA SANITARIA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
1	Inodoro Incesa hydra color con asiento.	un	39.000,00	39.000,00
1	Lavatorio Incesa color. equi.	un	19.000,00	19.000,00
1	Perno de anclaje	par	206,00	206,00
4	Taco plástico	un	17,00	68,00
4	Tornillo CAB/CIL.#1024 10x1.1/2	un	10,30	41,20
1	Soporte para lavatorio (par)	un	1.090,00	1.090,00
<b>Total</b>				<b>59.405,20</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN EL MORTERO LANZADO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
54	Mortero JPM® Multicoat pared exterior (saco 50 kilos)	un	3.405,00	183.870,00
52	Malla Metálica Expandida JPM® para base de mortero 0.57 x 2.43m	un	2.750,00	143.000,00
7	Esquinero para nervomalla	un	1.532,00	10.724,00
5	Varilla deformada grado 40 #3 x 6m para guías.	un	1.750,00	8.750,00
4100	Tornillo JPM® Avellanador 3.9 x 22 C-1018	un	1,20	4.920,00
<b>Total</b>				<b>351.264,00</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES INCLUIDOS EN LOS ACCESORIOS Y ACABADOS</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (¢)</b>	<b>Costo Total (¢)</b>
1	Fregadero económico 50x100cm c/pas. Inasa	un	23.800,00	23.800,00
12,5	Azulejo tipo económico para pileta de año H=1,80m	m2	3.500,00	43.750,00
47	Cerámica tipo económica	m2	3.500,00	164.500,00
10	JPM® Multibond regular saco 20 kg	un	1.280,00	12.800,00
4	JPM® fragua sin arena 10 kg	un	1.673,00	6.692,00
1	Cachera fregadero taiwan SPC 354 man/met	un	10.400,00	10.400,00
25	Rodapié madeco 1/2" x 3" x 3,05m	un	1.377,00	34.425,00
1	Desagüe pascón para fregadero con colador SPC #377A 4.5x4	un	663,00	663,00
1	Pintura aceite pro 383 bl mate	gal	14.742,00	14.742,00
1	Solvente (Aguarrás)	gal	4.535,00	4.535,00
1	Desagüe para pileta del baño de 50mm Ø NIQU.SA #373	un	3.251,00	3.251,00
3	Felpa para rodillo Perfect 18mm - 3/4" SEM-RUG	un	335,00	1.005,00
1	Mecha de colores para limpieza	un	350,00	350,00
4	Parrilla ventilación rect. 4" x 6" ++	un	1.546,00	6.184,00
1	Sellador para madera 1/4 gal	un	1.442,00	1.442,00
1	Barniz transparente pro #100 1/4 gal	un	4.613,00	4.613,00
2	Brocha Tigre mango verde #572 50mm -2"	un	548,00	1.096,00
2	Pintura acrílica pearl#7500 blanco 5,00GL	cub	32.951,00	65.902,00
<b>Total</b>				<b>400.150,00</b>



# Anexos

## Anexo 1. Capacidad de los elementos Rosette.

Las capacidades estructurales de los elementos que conforman las estructuras tipo Rosette y que fueron utilizadas en la realización del diseño propuesto se muestran a continuación.

APPENDIX A Page 5 (5)

Table A8 Design capacities of chord section according to AISI (1996), S.I.-units and U.S. customary units.

Chord 89 mm AISI  $f_y = 50 \text{ ksi} (= 345 \text{ N/mm}^2)$

t	A <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	V <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	L <sub>b</sub>	F <sub>c</sub>	M <sub>Rz</sub> <sup>+</sup>	L <sub>b</sub>	M <sub>Rz</sub> <sup>-</sup>	Weight
mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup>	mm <sup>3</sup>	kN	kN	mm	kN	kNm	mm	kN	kg/m
0.889	256.2	232520	4951	24.7	73.0	800-1800	33.1	1.62	400	1.53	2.117
									800	1.28	
									1200-2300	1.06	
									3000	1.01	
1.143	329.3	298960	6366	31.7	93.9	800-1400	51.6	2.09	400	1.97	2.595
									800	1.69	
									1200-2300	1.53	
									3000	1.43	
1.448	417.2	378730	8065	40.2	118.9	800-1200	74.9	2.64	400	2.49	3.262
									1400	2.21	
									1600	2.12	
									1800	1.91	

L<sub>b</sub> = Distance between web joints

Chord 3/4" AISI  $F_y = 50 \text{ ksi}$

t	A <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	V <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	L <sub>b</sub>	F <sub>c</sub>	M <sub>Rz</sub> <sup>+</sup>	L <sub>b</sub>	M <sub>Rz</sub> <sup>-</sup>	Weight
ga.	in. <sup>2</sup>	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	lb	lb	ft	lb	in-lb	ft	in-lb	lb/ft
20	0.3970	0.5586	0.3021	5542	16405	2.6-5.9	7428	14.33	1.3	13.54	1.423
									2.6	11.32	
									3.9-7.5	9.38	
									9.8	8.94	
18	0.5104	0.7183	0.3885	7124	21093	2.6-4.6	11589	18.49	1.3	17.43	1.744
									2.6	14.95	
									3.9-7.5	13.54	
									9.8	12.65	
16	0.6467	0.9099	0.4922	9025	26722	2.6-3.9	16827	23.36	1.3	22.03	2.192
									4.6	16258	
									5.2	15690	
									5.9	15122	

L<sub>b</sub> = Distance between web joints

Table A9 Cross-sectional values for gross roof purlin cross-section.

t	A <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	Weight
mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup>	mm <sup>3</sup>	kg/m
0.66	94.5	11447	872	0.742
0.96	137.5	16650	1268	1.079
1.46	209.0	25321	1929	1.641
1.76	252.0	30525	2325	1.978





## Anexo 2. Capacidad de Anclajes Hilti

### HIT-RE 500 Epoxy Adhesive Anchoring System 4.2.7

#### 4.2.7.2 Material Specifications

##### Material Properties for HIT-RE 500 – Cured Adhesive

Bond Strength ASTM C882-91 <sup>1</sup> 2 day cure 7 day cure	12.4 MPa 12.4 MPa	1800 psi 1800 psi
Compressive Strength ASTM D-695-96 <sup>1</sup>	82.7 MPa	12,000 psi
Compressive Modulus ASTM D-695-96 <sup>1</sup>	1493 MPa	0.22 x 10 <sup>6</sup> psi
Tensile Strength 7 day ASTM D-638-97	43.5 MPa	6310 psi
Elongation at break ASTM D-638-97	2.0%	~ 2.0%
Heat Deflection Temperature ASTM D-648-95	63°C	146°F
Absorption ASTM D-570-95	0.06%	0.06%
Linear Coefficient of Shrinkage on Cure ASTM D-2566-86	0.004	0.004
Electrical resistance DIN IEC 93 (12.93)	6.6 x 10 <sup>13</sup> Ω/m	1.7 x 10 <sup>12</sup> Ω/in.

<sup>1</sup> Minimum values obtained as the result of tests at three cure temperatures (23, 40, 60°F).

##### Material Specifications

Standard HAS-E rod material meets the requirements of ISO 898 Class 5.8

High Strength or 'Super HAS' rod material meets the requirements of ASTM A 193, Grade B7

Stainless HAS rod material meets the requirements of ASTM F 593 (304/316) Condition CW 3/8" - 5/8"

Stainless HAS rod material meets the requirements of ASTM F 593 (304/316) Condition CW 3/4" - 1 1/4"

HIS Insert 11MnPb30+C Carbon Steel conforming to DIN 10277-3

HIS-R Insert X5CrNiMo17122 K700 Stainless Steel conforming to DIN EN 10088-3

HAS Super & HAS-E Standard Nut material meets the requirements of ASTM A 563, Grade DH

HAS Stainless Steel Nut material meets the requirements of ASTM F 594

HAS-E Carbon Steel and Stainless Steel Washers meet dimensional requirements of ANSI B18.22.1 Type A Plain

HAS Super & HAS-E Standard Washers meet the requirements of ASTM F 436

All HAS-E & HAS Super Rods (except 7/8") & HAS-E Standard, HIS inserts, nuts & washers are zinc plated to ASTM B 633 SC 1

7/8" Standard HAS-E & HAS Super rods hot-dip galvanized in accordance with ASTM A 153

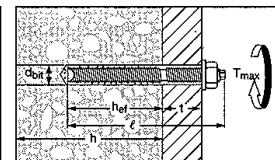
**Note:** Special Order steel rod material may vary from standard steel rod materials.

Mechanical Properties	
$f_y$ ksi (MPa)	min. $f_u$ ksi (MPa)
58 (400)	72.5 (500)
105 (724)	125 (862)
65 (448)	100 (689)
45 (310)	85 (586)
54.4 (375)	66.7 (460)
50.8 (350)	101.5 (700)

#### 4.2.7.3 Technical Data

##### HIT-RE 500 Installation Specification Table for HAS Threaded Rods

HAS Rod Size		in.	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1-1/4	
Details		(mm)	(9.5)	(12.7)	(15.9)	(19.1)	(22.2)	(25.4)	(31.8)	
$d_{bit}$	bit diameter <sup>1</sup>	in.	7/16	9/16	3/4	7/8	1	1-1/8	1-3/8	
$h_{nom}$	std. depth of embed.	in.	3-3/8	4-1/2	5-5/8	6-3/4	7-7/8	9	11-1/4	
$T_{max}$ max. tightening torque	HAS-E Rods	Embed. $\geq h_{nom}$	ft lb (N-m)	18 (24)	30 (41)	75 (102)	150 (203)	175 (237)	235 (319)	400 (540)
	HAS-Super	Embed. $< h_{nom}$	ft lb (N-m)	15 (20)	20 (27)	50 (68)	105 (142)	125 (169)	165 (224)	280 (375)
$h$	min. base material thickness	(in.)	1.5 $h_{ef}$							
Approx. number of fastenings per cartridge at standard embedment <sup>2</sup>										
Small Cartridge			52	28	11	7	5	4	2	
Medium Cartridge			84	45	18	11	8	6	3	
Jumbo Cartridge			255	137	56	37	27	19	12	

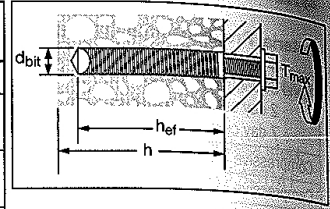


- 1 Use matched tolerance carbide tipped bits or Hilti matched tolerance DD-B or DD-C diamond core bits.
- 2 Assumes no waste.

## 4.2.7 HIT-RE 500 Epoxy Adhesive Anchoring System

HIT-RE 500 Installation Specification Table for HIS Inserts

HIS Insert	in.	3/8	1/2	5/8	3/4
Details	(mm)	(9.5)	(12.7)	(15.9)	(19.1)
$d_{bit}$ bit diameter <sup>1,2</sup>	in.	11/16	7/8	1-1/8	1-1/4
$h_{nom}$ std. embed. depth	in. (mm)	4-1/4 (110)	5 (125)	6-5/8 (170)	8-1/4 (210)
$l_{th}$ useable thread length	in. (mm)	1 (25)	1-3/16 (30)	1-1/2 (40)	2 (50)
$T_{max}$ Max. tightening torque	ft lb (N-m)	18 (24)	35 (47)	80 (108)	160 (217)
$h$ min. base material thickness	in. (mm)	6-3/8 (162)	7-1/2 (191)	10 (254)	12-3/8 (314)
Approx. number of fastenings per cartridge at standard embedment <sup>2</sup>					
Small Cartridge		27	16	6	4
Medium Cartridge		49	30	11	8
Jumbo Cartridge		168	105	38	27



- 1 Use matched tolerance carbide tipped bits or Hilti matched tolerance DD-B or DD-C diamond core bits.
- 2 Assumes no waste.

HIT-RE 500 Installation Specification Table for Rebar in Concrete

Rebar Size:	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	
Details										
Bit diameter <sup>1,2,3</sup>	in.	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1-1/8	1-3/8	1-1/2	1-3/4
$h_{nom}$ std. embed. depth	in. (mm)	3-3/8 (86)	4-1/2 (114)	5-5/8 (143)	6-3/4 (171)	7-7/8 (200)	9 (229)	10-1/8 (257)	11-1/4 (286)	12-3/8 (314)
Approx. number of fastenings per cartridge at standard embedment <sup>3</sup>										
Small Cartridge		44	25	16	11	8	6	3	2	1
Medium Cartridge		72	41	27	18	13	10	5	3	2
Jumbo Cartridge		221	125	83	56	41	31	14	11	7

- 1 Rebar diameters may vary. Use smallest drill bit which will accommodate rebar.
- 2 Use matched tolerance carbide tipped bits or Hilti matched tolerance DD-B or DD-C diamond core bits.
- 3 Assumes no waste.

HIT-RE 500 Installation Specification Table for Metric Rebar in Concrete (Canada Only)

Rebar Size:	10M	15M	20M	25M	30M	35M
Details						
Bit diameter <sup>1,2</sup>	in.	5/8	3/4	1	1-1/8	1-3/8
$h_{nom}$ std. embed. depth	(mm)	115	145	200	230	260
Approx. number of fastenings per cartridge at standard embedment <sup>2</sup>						
Small Cartridge		20	17	5	6	3
Medium Cartridge		32	28	9	10	5
Jumbo Cartridge		98	84	27	31	16

- 1 Rebar diameters may vary. Use smallest bit which will accommodate rebar.
- 2 Assumes no waste.

### Combined Shear and Tension Loading

$$\left(\frac{N_d}{N_{rec}}\right)^{5/3} + \left(\frac{V_d}{V_{rec}}\right)^{5/3} \leq 1.0 \text{ (Ref. Section 4.1.8.3)}$$

## HIT-RE 500 Epoxy Adhesive Anchoring System 4.2.7

HIT-RE 500 Allowable and Ultimate Bond/Concrete Capacity for HAS Rods in Normal Weight Concrete<sup>1,2,3,4</sup>

Anchor Diameter in (mm)	Embedment Depth in (mm)	HIT-RE 500 Allowable Bond/Concrete Capacity				HIT-RE 500 Ultimate Bond/Concrete Capacity			
		Tensile		Shear		Tensile		Shear	
		f' <sub>c</sub> = 2000 psi (13.8 MPa) lb (kN)	f' <sub>c</sub> = 4000 psi (27.6 MPa) lb (kN)	f' <sub>c</sub> = 2000 psi (13.8 MPa) lb (kN)	f' <sub>c</sub> = 4000 psi (27.6 MPa) lb (kN)	f' <sub>c</sub> = 2000 psi (13.8 MPa) lb (kN)	f' <sub>c</sub> = 4000 psi (27.6 MPa) lb (kN)	f' <sub>c</sub> = 2000 psi (13.8 MPa) lb (kN)	f' <sub>c</sub> = 4000 psi (27.6 MPa) lb (kN)
3/8 (9.5)	1-3/4 (44)	645 (2.9)	1095 (4.9)	1510 (6.7)	2135 (9.5)	2580 (11.5)	4370 (19.4)	4530 (20.2)	6405 (28.4)
	3-3/8 (86)	2190 (9.7)	2585 (11.5)	3155 (14.0)	4460 (19.8)	8760 (39.0)	10345 (46.0)	9460 (42.1)	13380 (59.5)
	4-1/2 (114)	2420 (10.8)	2585 (11.5)	4855 (21.6)	6860 (30.5)	9685 (43.1)	10335 (46.0)	14560 (64.8)	20580 (91.5)
1/2 (12.7)	2-1/4 (57)	1130 (5.0)	1965 (8.7)	2510 (11.2)	3550 (15.8)	4530 (20.2)	7860 (35.0)	7525 (33.4)	10640 (47.3)
	4-1/2 (114)	4045 (18.0)	5275 (23.5)	5610 (25.0)	7935 (35.3)	16185 (72.0)	21095 (93.8)	16820 (74.8)	23800 (105.9)
	6 (152)	4775 (21.2)	5380 (23.9)	8635 (38.4)	12210 (54.3)	19095 (84.9)	21520 (95.7)	25900 (115.2)	36620 (162.9)
5/8 (15.9)	2-7/8 (73)	1690 (7.5)	3045 (13.5)	5245 (23.3)	7420 (33.0)	6770 (30.1)	12175 (54.2)	15735 (70.0)	22250 (99.0)
	5-5/8 (143)	6560 (29.2)	7355 (32.7)	8760 (39.0)	12395 (55.1)	26240 (116.7)	29420 (130.9)	26280 (116.9)	37180 (165.4)
	7-1/2 (190)	7320 (32.6)	7515 (33.4)	13615 (60.6)	19080 (84.9)	29290 (130.3)	30060 (133.7)	40840 (180.1)	57240 (254.6)
3/4 (19.1)	3-3/8 (86)	2310 (10.3)	4515 (20.1)	7335 (32.6)	10370 (46.1)	9250 (41.1)	18065 (80.4)	22000 (97.9)	31108 (138.4)
	6-3/4 (172)	8670 (38.6)	10755 (47.8)	12615 (56.1)	17840 (79.4)	34685 (154.3)	43020 (191.4)	37840 (168.3)	53520 (238.1)
	9 (229)	10385 (46.2)	12995 (57.8)	19430 (86.4)	27470 (122.2)	41535 (184.8)	51985 (231.3)	58280 (259.2)	82400 (366.5)
7/8 (22.2)	4 (101)	3005 (13.4)	5665 (25.2)	7795 (34.7)	11020 (49.0)	12030 (53.5)	22670 (100.8)	23375 (104.0)	33050 (147.0)
	7-7/8 (200)	12495 (55.6)	15875 (70.6)	17175 (76.4)	24290 (108.0)	49975 (222.3)	63495 (282.5)	51520 (229.2)	72860 (324.1)
	10-1/2 (267)	14705 (65.4)	16185 (72.0)	26440 (117.6)	37390 (166.3)	58820 (261.7)	64730 (287.9)	79320 (352.8)	112160 (498.9)
1 (25.4)	4-1/2 (114)	3945 (17.5)	8440 (37.5)	10035 (44.6)	14190 (63.1)	15790 (70.2)	33765 (150.2)	30104 (133.9)	42565 (189.4)
	9 (229)	13845 (61.6)	17365 (77.2)	22435 (99.8)	31720 (141.1)	55380 (246.4)	69465 (309.0)	67300 (299.4)	95160 (423.3)
	12 (305)	17935 (79.8)	17935 (79.8)	34535 (153.6)	48830 (217.2)	71740 (319.1)	71740 (319.1)	103600 (460.8)	146480 (651.6)
1-1/4 (31.8)	5-5/8 (143)	5760 (25.6)	12815 (57.0)	14760 (65.7)	20870 (92.8)	23045 (102.5)	51270 (228.1)	44280 (196.9)	62610 (278.5)
	11-1/4 (286)	24610 (109.5)	31620 (140.7)	35050 (155.9)	49570 (220.5)	98430 (437.9)	126480 (562.6)	105140 (467.7)	148710 (661.4)
	15 (381)	34130 (151.8)	35270 (156.9)	53960 (240.0)	76300 (339.4)	136525 (607.3)	141090 (627.6)	161880 (720.1)	228900 (1018.2)

<sup>1</sup> Influence factors for spacing and/or edge distance are applied to concrete/bond values above, and then compared to the steel value. The lesser of the values is to be used for the design.

<sup>2</sup> Average ultimate concrete shear capacity based on Concrete Capacity Design (CCD) method for standard and deep embedment and based on testing for shallow embedment.

<sup>3</sup> All values based on holes drilled with carbide bit and cleaned with brush per manufacturer's instructions. Ultimate tensile concrete/bond loads represent the average values obtained in testing.

<sup>4</sup> For underwater applications up to 165 feet/50m depth reduce the tabulated concrete/bond values 30% to account for reduced mechanical properties of saturated concrete.

## 4.2.7 HIT-RE 500 Epoxy Adhesive Anchoring System

### Allowable Steel Strength for Carbon Steel & Stainless Steel HAS Rods<sup>1</sup>

Rod Diameter in. (mm)	HAS-E Standard ISO 898 Class 5.8		HAS Super ASTM A 193 B7		HAS SS AISI 304/316 SS	
	Tensile lb (kN)	Shear lb (kN)	Tensile lb (kN)	Shear lb (kN)	Tensile lb (kN)	Shear lb (kN)
3/8 (9.5)	2640 (11.7)	1360 (6.0)	4555 (20.3)	2345 (10.4)	3645 (16.2)	1875 (8.3)
1/2 (12.7)	4700 (20.9)	2420 (10.8)	8100 (36.0)	4170 (18.5)	6480 (28.8)	3335 (14.8)
5/8 (15.9)	7340 (32.7)	3780 (16.8)	12655 (56.3)	6520 (29.0)	10125 (45.0)	5215 (23.2)
3/4 (19.1)	10570 (47.0)	5445 (24.2)	18225 (81.1)	9390 (41.8)	12390 (55.1)	6385 (28.4)
7/8 (22.2)	14385 (64.0)	7410 (33.0)	24805 (110.3)	12780 (56.9)	16865 (75.0)	8690 (38.6)
1 (25.4)	18790 (83.6)	9680 (43.0)	32400 (144.1)	16690 (74.2)	22030 (98.0)	11350 (50.5)
1-1/4 (31.8)	29360 (130.6)	15125 (67.3)	50620 (225.2)	26080 (116.0)	34425 (153.1)	17735 (78.9)

<sup>1</sup> Steel strength as defined in AISC Manual of Steel Construction (ASD):

Tensile =  $0.33 \times F_u \times \text{Nominal Area}$

Shear =  $0.17 \times F_u \times \text{Nominal Area}$

### Ultimate Steel Strength for Carbon Steel & Stainless Steel HAS Rods<sup>1</sup>

Rod Diameter in. (mm)	HAS-E Standard ISO 898 Class 5.8			HAS Super ASTM A 193 B7			HAS SS AISI 304/316 SS		
	Yield lb (kN)	Tensile lb (kN)	Shear lb (kN)	Yield lb (kN)	Tensile lb (kN)	Shear lb (kN)	Yield lb (kN)	Tensile lb (kN)	Shear lb (kN)
3/8 (9.5)	4495 (20.0)	6005 (26.7)	3605 (16.0)	8135 (36.2)	10350 (43.4)	6210 (27.6)	5035 (22.4)	8280 (36.8)	4970 (22.1)
1/2 (12.7)	8230 (36.6)	10675 (47.5)	6405 (28.5)	14900 (66.3)	18405 (79.0)	11040 (49.1)	9225 (41.0)	14720 (65.5)	8835 (39.3)
5/8 (15.9)	13110 (58.3)	16680 (74.2)	10010 (44.5)	23730 (105.6)	28760 (125.7)	17260 (76.8)	14690 (65.3)	23010 (102.4)	13805 (61.4)
3/4 (19.1)	19400 (86.3)	24020 (106.9)	14415 (64.1)	35120 (156.2)	41420 (185.7)	24850 (110.5)	15050 (66.9)	28165 (125.3)	16800 (75.2)
7/8 (22.2)	26780 (119.1)	32695 (145.4)	19620 (87.3)	48480 (215.7)	56370 (256.9)	33825 (150.5)	20775 (92.4)	38335 (170.5)	23000 (102.3)
1 (25.4)	35130 (156.3)	42705 (190.0)	25625 (114.0)	63600 (282.9)	73630 (337.0)	44180 (196.5)	27255 (121.2)	50070 (222.7)	30040 (133.6)
1-1/4 (31.8)	56210 (250.0)	66730 (296.8)	40035 (178.1)	101755 (452.6)	115050 (511.8)	69030 (307.1)	43610 (194.0)	78235 (348.0)	46940 (208.8)

<sup>1</sup> Steel strength as defined in AISC Manual of Steel Construction 2nd Ed. (LRFD):

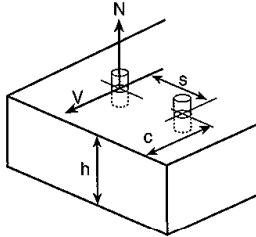
Yield =  $F_y \times \text{Tensile Stress Area}$

Tensile =  $0.75 \times F_u \times \text{Nominal Area}$

Shear =  $0.45 \times F_u \times \text{Nominal Area}$

## 4.2.7 HIT-RE 500 Epoxy Adhesive Anchoring System

### Anchor Spacing and Edge Distance Guidelines in Concrete



Note: Tables apply for listed embedment depths. Reduction factors for other embedment depths must be calculated using equations below.

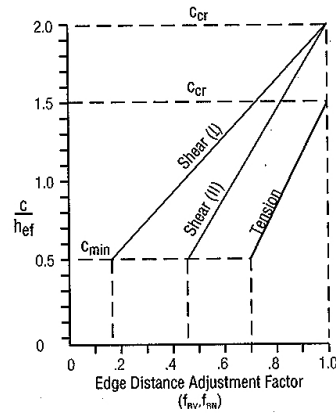
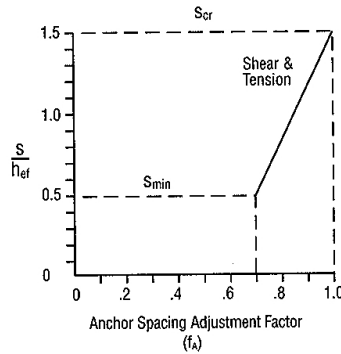
<p><b>Spacing Tension/Shear</b></p> <p><math>s_{min} = 0.5 h_{ef}</math> <math>s_{cr} = 1.5 h_{ef}</math></p> <p><math>f_A = 0.3(s/h_{ef}) + 0.55</math> for <math>s_{cr} &gt; s &gt; s_{min}</math></p>
<p><b>Edge Distance Tension</b></p> <p><math>c_{min} = 0.5 h_{ef}</math> <math>c_{cr} = 1.5 h_{ef}</math></p> <p><math>f_{RN} = 0.3(c/h_{ef}) + 0.55</math> for <math>c_{cr} &gt; c &gt; c_{min}</math></p>
<p><b>Edge Distance Shear (⊥ toward edge)</b></p> <p><math>c_{min} = 0.5 h_{ef}</math> <math>c_{cr} = 2.0 h_{ef}</math></p> <p><math>f_{RV1} = 0.54(c/h_{ef}) - 0.09</math> for <math>c_{cr} &gt; c &gt; c_{min}</math></p>
<p><b>Edge Distance Shear (   to or away from edge)</b></p> <p><math>c_{min} = 0.5 h_{ef}</math> <math>c_{cr} = 2.0 h_{ef}</math></p> <p><math>f_{RV2} = 0.36(c/h_{ef}) + 0.28</math> for <math>c_{cr} &gt; c &gt; c_{min}</math></p>

#### Anchor Spacing Adjustment Factors

$s$  = Actual spacing  
 $h_{ef}$  = Actual embedment  
 $s_{min} = 0.5 h_{ef}$   
 $s_{cr} = 1.5 h_{ef}$

#### Edge Distance Adjustment Factors

$c$  = Actual edge distance  
 $h_{ef}$  = Actual embedment  
 $c_{min} = 0.5 h_{ef}$  Tension and shear  
 $c_{cr} = 1.5 h_{ef}$  Tension  
 $= 2.0 h_{ef}$  Shear  
 $\perp$  = Perpendicular to edge  
 $\parallel$  = Parallel to edge



Load Adjustment Factors for 3/8" Diameter Anchor												
Anchor Diameter: 3/8" diameter												
Adjustment Factor	Spacing Tension/Shear, $f_s$			Edge Distance Tension, $f_{RN}$			Edge Distance Shear, $f_{RV1}$ (⊥ toward edge)			Edge Distance Shear, $f_{RV2}$ (   to or away from edge)		
Embed. Depth (in.)	1-3/4	3-3/8	4-1/2	1-3/4	3-3/8	4-1/2	1-3/4	3-3/8	4-1/2	1-3/4	3-3/8	4-1/2
7/8	0.70			0.70			0.18			0.46		
1	0.72			0.72			0.22			0.49		
1 11/16	0.84	0.70		0.84	0.70		0.43	0.18		0.63	0.46	
2	0.89	0.73		0.89	0.73		0.53	0.23		0.69	0.49	
2 1/4	0.94	0.75	0.70	0.94	0.75	0.70	0.60	0.27	0.18	0.74	0.52	0.46
2 5/8	1.00	0.78	0.73	1.00	0.78	0.73	0.72	0.33	0.23	0.82	0.56	0.49
3		0.82	0.75		0.82	0.75	0.84	0.39	0.27	0.90	0.60	0.52
3 1/2		0.86	0.78		0.86	0.78	1.00	0.47	0.33	1.00	0.65	0.56
4		0.91	0.82		0.91	0.82		0.55	0.39		0.71	0.60
5 1/16		1.00	0.89		1.00	0.89		0.72	0.52		0.82	0.69
5 1/2			0.92			0.92		0.79	0.57		0.87	0.72
6			0.95			0.95		0.87	0.63		0.92	0.76
6 3/4			1.00			1.00		1.00	0.72		1.00	0.82
8									0.87			0.92
9									1.00			1.00

# HIT-RE 500 Epoxy Adhesive Anchoring System 4.2.7

## Anchor Spacing and Edge Distance Guidelines in Concrete

Note: Tables apply for listed embedment depths. Reduction factors for other embedment depths must be calculated using equations below.

Load Adjustment Factors for 1/2" Diameter Anchor													
Anchor Diameter: 1/2" diameter													
Adjustment Factor	Spacing Tension/Shear, $f_s$			Edge Distance Tension, $f_{ed}$			Edge Distance Shear, $f_{RV1}$ (I toward edge)			Edge Distance Shear, $f_{RV2}$ (II to or away from edge)			
Embed. Depth (in.)	2-1/4	4-1/2	6	2-1/4	4-1/2	6	2-1/4	4-1/2	6	2-1/4	4-1/2	6	
1													
1-1/8	0.70			0.70			0.18			0.46			
1-1/2	0.75			0.75			0.27			0.52			
1-3/4	0.78			0.78			0.33			0.56			
2	0.82			0.82			0.39			0.60			
2-1/4	0.85	0.70		0.85	0.70		0.45	0.18		0.64	0.46		
2-1/2	0.88	0.72		0.88	0.72		0.51	0.21		0.68	0.48		
3	0.95	0.75	0.70	0.95	0.75	0.70	0.63	0.27	0.18	0.76	0.52	0.46	
3-3/8	1.00	0.78	0.72	1.00	0.78	0.72	0.72	0.32	0.21	0.82	0.55	0.48	
4		0.82	0.75		0.82	0.75		0.87	0.39	0.27	0.92	0.60	0.52
4-1/2		0.85	0.78		0.85	0.78	1.00	0.45	0.32	1.00	0.64	0.55	
5		0.88	0.80		0.88	0.80		0.51	0.36		0.68	0.58	
6		0.95	0.85		0.95	0.85		0.63	0.45		0.76	0.64	
6-3/4		1.00	0.89		1.00	0.89		0.72	0.52		0.82	0.69	
7			0.90			0.90		0.75	0.54		0.84	0.70	
8			0.95			0.95		0.87	0.63		0.92	0.76	
9			1.00			1.00		1.00	0.72		1.00	0.82	
10									0.81			0.88	
11									0.90			0.94	
12									1.00			1.00	

**Spacing Tension/Shear**  
 $s_{min} = 0.5 h_{ef}$ ,  $s_{cr} = 1.5 h_{ef}$   
 $f_A = 0.3 (s/h_{ef}) + 0.55$   
 for  $s_{cr} > s > s_{min}$

**Edge Distance Tension**  
 $c_{min} = 0.5 h_{ef}$ ,  $c_{cr} = 1.5 h_{ef}$   
 $f_{RN} = 0.3 (c/h_{ef}) + 0.55$   
 for  $c_{cr} > c > c_{min}$

**Edge Distance Shear (I toward edge)**  
 $c_{min} = 0.5 h_{ef}$ ,  $c_{cr} = 2.0 h_{ef}$   
 $f_{RV1} = 0.54 (c/h_{ef}) - 0.09$   
 for  $c_{cr} > c > c_{min}$

**Edge Distance Shear (II to or away from edge)**  
 $c_{min} = 0.5 h_{ef}$ ,  $c_{cr} = 2.0 h_{ef}$   
 $f_{RV2} = 0.36 (c/h_{ef}) + 0.28$   
 for  $c_{cr} > c > c_{min}$

Load Adjustment Factors for 5/8" and 3/4" Diameter Anchors																									
Anchor Diameter																									
5/8" diameter										3/4" diameter															
Adjustment Factor	Spacing Tension/Shear, $f_s$			Edge Distance Tension, $f_{ed}$			Edge Distance Shear, $f_{RV1}$ (I toward edge)			Edge Distance Shear, $f_{RV2}$ (II to or away from edge)			Spacing Tension/Shear, $f_s$			Edge Distance Tension, $f_{ed}$			Edge Distance Shear, $f_{RV1}$ (I toward edge)			Edge Distance Shear, $f_{RV2}$ (II to or away from edge)			
Embed. Depth (in.)	2-7/8	5-5/8	7-1/2	2-7/8	5-5/8	7-1/2	2-7/8	5-5/8	7-1/2	2-7/8	5-5/8	7-1/2	2-7/8	5-5/8	7-1/2	3-3/8	6-3/4	9	3-3/8	6-3/4	9	3-3/8	6-3/4	9	
1-7/16	0.70			0.70			0.18			0.46															
1-11/16	0.73			0.73			0.23			0.49			0.70			0.70			0.18			0.46			
2	0.76			0.76			0.29			0.53			0.73			0.73			0.23			0.49			
2-13/16	0.84	0.70		0.84	0.70		0.44	0.18		0.63	0.46		0.80			0.80			0.36			0.58			
3-3/8	0.90	0.73		0.90	0.73		0.54	0.23		0.70	0.50		0.85	0.70		0.85	0.70		0.45	0.18		0.64	0.46		
3-3/4	0.94	0.75	0.70	0.94	0.75	0.70	0.61	0.27	0.18	0.75	0.52	0.46	0.88	0.72		0.88	0.72		0.51	0.21		0.68	0.48		
4-5/16	1.00	0.78	0.72	1.00	0.78	0.72	0.72	0.32	0.22	0.82	0.56	0.49	0.93	0.74		0.93	0.74		0.60	0.26		0.74	0.51		
4-1/2		0.79	0.73		0.79	0.73	0.76	0.34	0.23	0.84	0.57	0.50	0.95	0.75	0.70	0.95	0.75	0.70	0.63	0.27	0.18	0.76	0.52	0.46	
5-1/16		0.82	0.75		0.82	0.75	0.86	0.40	0.27	0.91	0.60	0.52	1.00	0.78	0.72	1.00	0.78	0.72	0.72	0.32	0.21	0.82	0.55	0.48	
5-5/8		0.85	0.78		0.85	0.78	0.97	0.45	0.32	0.98	0.64	0.55		0.80	0.74		0.80	0.74	0.81	0.36	0.25	0.88	0.58	0.51	
5-3/4		0.86	0.78		0.86	0.78	1.00	0.46	0.32	1.00	0.65	0.56		0.81	0.74		0.81	0.74	0.83	0.37	0.26	0.89	0.59	0.51	
6-3/4		0.91	0.82		0.91	0.82		0.56	0.40		0.71	0.60		0.85	0.78		0.85	0.78	1.00	0.45	0.32	1.00	0.64	0.55	
8-7/16		1.00	0.89		1.00	0.89		0.72	0.52		0.82	0.69		0.93	0.83		0.93	0.83		0.59	0.42		0.73	0.62	
10-1/8			0.96			0.96		0.88	0.64		0.93	0.77		1.00	0.89		1.00	0.89		0.72	0.52		0.82	0.69	
11-1/4			1.00			1.00		1.00	0.72		1.00	0.82			0.93			0.93		0.81	0.59		0.88	0.73	
12									0.77			0.86			0.95			0.95		0.87	0.63		0.92	0.76	
13-1/2									0.88			0.93			1.00			1.00		1.00	0.72		1.00	0.82	
15									1.00			1.00									0.81			0.88	
16																					0.87			0.92	
18																					1.00			1.00	

Anexo 3. Capacidad de tornillos A325

TABLE J3.2  
Design Strength of Fasteners

Description of Fasteners	Tensile Strength		Shear Strength in Bearing-type Connections	
	Resistance Factor $\phi$	Nominal Strength, kst	Resistance Factor $\phi$	Nominal Strength, kst
A307 bolts	0.75	45 [a]	0.75	24 [b,e]
A325 bolts, when threads are not excluded from shear planes		90 [d]		48 [e]
A325 bolts, when threads are excluded from shear planes		90 [d]		60 [e]
A490 bolts, when threads are not excluded from shear planes		113 [d]		60 [e]
A490 bolts, when threads are excluded from shear planes		113 [d]		75 [e]
Threaded parts meeting the requirements of Sect. A3, when threads are not excluded from shear planes		$0.75F_t$ [a,c]		$0.40F_t$
Threaded parts meeting the requirements of Sect. A3, when threads are excluded from shear planes		$0.75F_t$ [a,c]		$0.50F_t$ [a,c]
A502, Gr. 1, hot-driven rivets		45 [a]		25 [e]
A502, Gr. 2 & 3, hot-driven rivets		60 [a]		33 [e]

[a] Static loading only  
 [b] Threads permitted in shear planes  
 [c] The nominal tensile strength of the threaded portion of an upset rod, based upon the cross-sectional area of its major thread diameter,  $A_s$  shall be larger than the nominal body area of the rod before upsetting times  $F_t$ .  
 [d] For A325 and A490 bolts subject to tensile fatigue loading, see A3.10.10.3.  
 [e] When bearing-type connections used to splice tension members have a fastener pattern whose length, measured parallel to the line of force, exceeds 30 in., tabulated values shall be reduced by 20 percent.

Anexo 4. Peso Máximo Permitido por tipo de vehículo

**TABLA N° 4**  
**TRACTOCAMION CON SEMIRREMOLQUE**  
(Pesos máximos permitidos por tipo de vehículo)

TIPO DE VEHICULO	ESQUEMA	CONFIGURACIÓN EJES / LLANTAS (1)	SIMBOLOGÍA DEL RODADO (1)	NUMERO DE		PESO MAXIMO AUTORIZADO EN TONELADAS					LONGITUD MÁXIMA (L) EN METROS		
				EJES	LLANTAS	GRUPO DE EJES						FMA (2)	PSN (3)
						1er	2do	3er	4to	5to			
T2-S1			1 - 1 - 1 S - D - D	3	10 8(4)	7	10	10			27	27	21,00
T2-S2			1 - 1 - 2 S - D - D	4	14 10(4)	7	10	17			34	34	21,00
T2-S3			1 - 1 - 3 S - D - D	5	18 12(4)	7	10	23			40	40	21,00
T2-S1-2			1 - 1 - 1 - 2 S - D - D - D	5	18 12(4)	7	10	10	17		44	44	21,00
T3-S1			1 - 2 - 1 S - D - D	4	14 12(4)	7	17	10			34	34	21,00
T3-S2			1 - 2 - 2 S - D - D	5	18 14(4)	7	17	17			41	41	21,00
T3-S3			1 - 2 - 3 S - D - D	6	22 16(4)	7	17	23			47	47	21,00
T3-S1-2			1 - 2 - 1 - 2 S - D - D - D	6	22 16(4)	7	17	10	17		51	51	21,00

**Nota:**

Ancho del vehículo = 2,60 m  
 Altura del vehículo = 4,15 m

**Definiciones:**

(1) La cifra indica el número de ejes - S = llanta sencilla / D = llantas duales o dobles

(2) PMA = Peso Máximo Autorizado

(3) PSN = Peso máximo autorizado con Suspensión Neumática, para implementación futura.

(4) En equipos remolcados, las llantas dobles pueden ser sustituidas por llantas de doble ancho con un rodado no menor a 38 cm

(5) Se deben aplicar readecuación de los pesos permisibles por eje o conjunto de ejes cuando la configuración de llantas por eje difiera de las mostradas, ver tabla tipos de ejes.

(6) En el caso que el eje aislado se antepone al eje tandem los ejes 1-S y 1-D deben ser de autogiro con un ángulo hasta de 33°

☞ Articulación mediante quinta rueda y pivote.



# Referencias

Autodesk Inc. AutoCAD, versión 2006.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.  
2002. **CÓDIGO SÍSMICO DE COSTA RICA**. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 3<sup>ra</sup> edición. Cartago, Costa Rica.

Computers and Structures, Inc. SAP, Integrated Software for Structural Analysis and Design, version 14.

Hibbeler, R.C. 1997. **ANÁLISIS ESTRUCTURAL**. Tercera edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 730 p.

Kaitila, O; Kesti, Jyrki; Makelainen, P.2001. **ROSETTE-JOINTS AND ROSETTE STEEL TRUSSES: Research Report and Design Recommendations**. Universidad Tecnológica de Helsinki. 83p.

Reglamento de Construcciones. 1983. Publicado en el periódico oficial *La Gaceta* N.º 56.

Rosette Systems Ltd. 1997. Rosette Automated Steel Collar Fastening System. Disponible en [http://www.rosettesystems.com/acrobat/Rosette\\_Alternatives\\_2003.pdf](http://www.rosettesystems.com/acrobat/Rosette_Alternatives_2003.pdf).