

- El comportamiento de las juntas entre paneles, de las interfaces entre paneles y cubierta y de las interfaces entre paneles y marcos debe estar sujeto a un seguimiento constante, debido a la limitación de evaluar dicho comportamiento a lo largo del tiempo, principalmente con relación al pasaje del agua. Los métodos de mantenimiento y las formas de evaluación están descritas en el punto 4.3.5.

1 Descripción del producto

Sistema de construcción modular desarrollado y producido por Irmãos Fischer S / A, constituido por paneles de pared y techo, destinado a la construcción de viviendas de una sola planta (Figura 1 y Figura 2).

Los paneles de pared, compuestos por dos láminas de acero galvanizado prepintada, rellenas de Poliisocianurato (PIR), tienen una función estructural y tienen un espesor de 60 mm. Las chapas de acero son prepintada en la fábrica, sin necesidad de pintar después de ensamblar la casa.

El sistema de la cubierta de la casa es compuesto por una estructura metálica y paneles de techo tipo sándwich, que consta de dos chapas de acero galvanizado rellenas con PIR, totalizando 30 mm para el menor espesor y 70 mm en el trapezoide, como se muestra en la Figura 3.

Las instalaciones eléctricas están empotradas en los paneles de pared y las instalaciones hidráulicas y sanitarias son externas y protegidas por shafts.



Figura 1- Proyecto de la casa.



Figura 2- Casa en construcción.

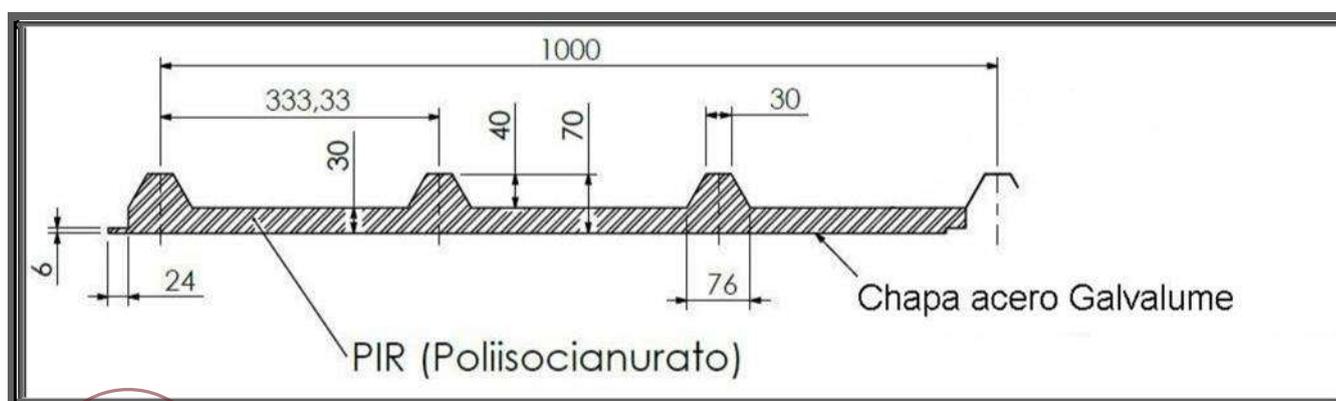


Figura 3- Sección transversal del panel del techo (Dimensiones en mm).



La producción de los paneles es realizada en un ambiente industrial totalmente automatizado (etapas para cortar, perforar y doblar chapas de acero), como se ilustra en Figura 4, a través de líneas de producción de alto rendimiento regidas por ABNT NBR ISO 9001. En la etapa manual es realizado el posicionamiento de los conductos para instalación eléctrica, tubos para el paso de cables tensores y otros componentes según proyecto, como se muestra en Figura 5.

Posteriormente, se inyecta el PIR en el interior de los paneles.



Figura 4- Línea de producción

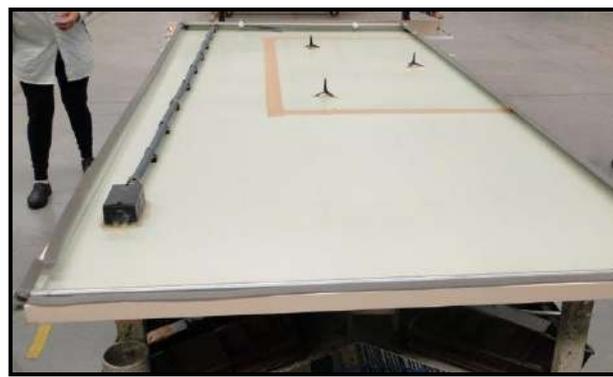


Figura 5 - Instalación de componentes en panel.

1.1. Condiciones y limitaciones de uso

No son permitidas sobrecargas en las paredes más allá de los límites de uso normales previstos en el proyecto, así como aberturas para posicionar nuevos marcos o modificaciones del diseño.

Para realizar perforaciones en los paneles, como instalar aire acondicionado, es necesario consultar el manual de uso, operación y mantenimiento, que presenta condiciones y limitaciones para la realización de los trabajos. El paso de la tubería de gas se realiza durante el proceso de construcción, como se detalla en el manual de montaje de la casa modular Fischer.

Las tuberías hidrosanitarias deben colocarse externamente a las paredes, en shafts de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Los cuidados en el uso se incluyen en el manual de uso, operación y mantenimiento (Manual del propietario).

El sistema constructivo solo se puede utilizar en entornos rurales y urbanos (clases de agresividad ambiental I y II, según NBR 6118 y Directriz SINAT N ° 10).

Las tuberías eléctricas son embutidas en el proceso de fabricación y también se colocan en los espacios entre los paneles y la cubierta (canales eléctricos) destinados para este fin.

Todos los demás materiales de construcción y sistemas de construcción convencionales utilizados (cerraduras, pisos, pinturas, etc.), deben cumplir con sus respectivas normas ABNT. Dar preferencia a empresas que participen en programas de calidad sectorial (PSQ's).

Ampliaciones en el sistema constructivo son permitidas desde que sigan las orientaciones presentados en el ítem 4.3.9.

2 Directriz para evaluación técnica

La evaluación técnica se realizó de acuerdo con la Directiva SINAT N ° 010 - “Sistemas constructivos formados por paneles prefabricados de chapa delgada unidos por un núcleo rígido aislante térmico”, febrero de 2014

3 Informaciones y datos técnicos

El prototipo utilizado para la homologación es constituido por 2 dormitorios, 1 baño y 1 sala / cocina conjugada, totalizando 39,41 m². La casa modular Fischer posee un alero de 600 mm en el perímetro exterior de la cubierta, una acera exterior en cada perímetro, de 700 mm de ancho y con una inclinación mínima del 1% en sentido contrario a las paredes de la edificación, con un desnivel mínimo de 50 mm con relación al piso de las bases de la pared, como ejemplifica la planta baja expuesta en la Figura 6.

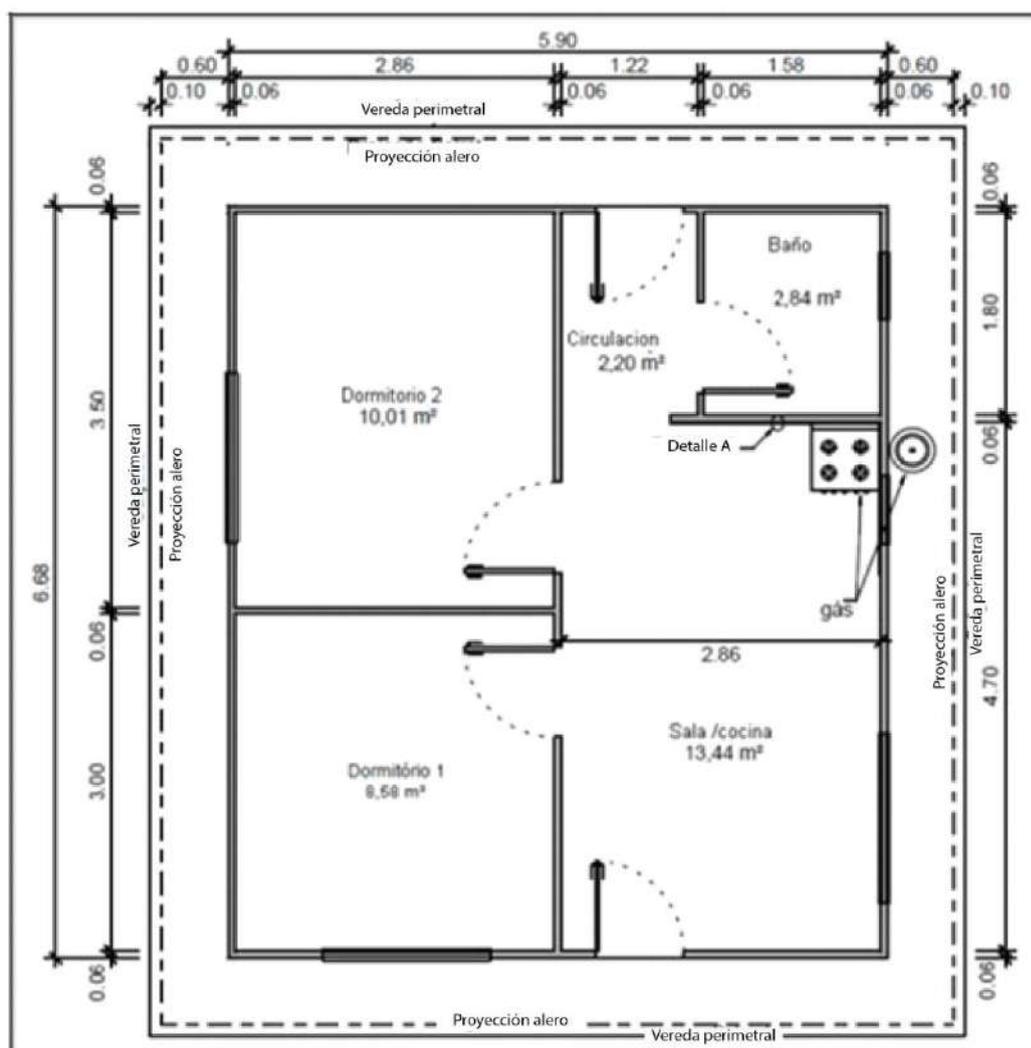


Figura 6 - Diseño de la residencia (prototipo analizado).

3.1 Principales componentes, elementos e interfaces

a) Paneles de pared:

Paneles sándwich compuestos por dos chapas de acero galvanizado pre pintadas, con revestimiento de protección contra corrosión constituido en peso por 55% Al, 43,5% Zn e 1,5% Si, las chapas tienen espesor de 0,50 mm, siendo rellenos por Poliisocianurato (PIR) con espesor de 59 mm, totalizando paneles de pared con 60 mm de espesor y aproximadamente 4,57 kg/m².

Existen tres tipos básicos de paneles: modulo liso, modulo "L" y modulo "T" (Figura 7), que son unidos por encaje macho/hembra, contraventa dos por cabos de acero y fijados en la fundación.

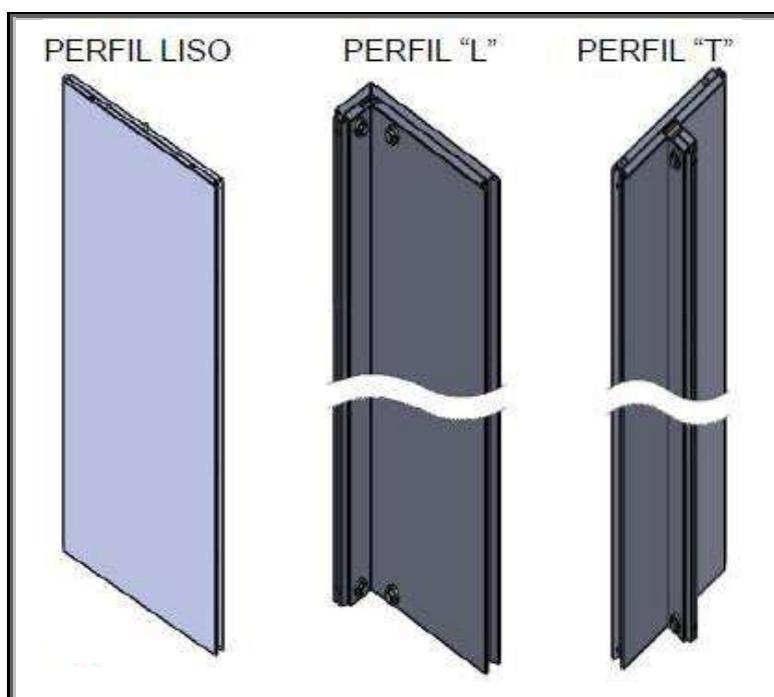


Figura 7- Tipos de paneles sándwich (perfil liso / perfil "L" / perfil "T").

En la Tabla 1 están presentadas las características dimensionales de los paneles utilizados en el sistema constructivo en estudio.

Tabla 1 – Características dimensionales de los paneles

TIPO DE PANEL	IDENTIFICACIÓN (PANEL)	DIMENSIONES (largo x alto x espesor)
	A	(1,1 x 2,45 x 0,06) m
	B	(1,0 x 2,45 x 0,06) m
	C	(0,8 x 2,45 x 0,06) m
	D	(0,5 x 2,45 x 0,06) m
	E	(0,3 x 2,45 x 0,06) m
	L	Lado menor 0,14 m
		Lado mayor 0,50m
		Altura 2,45 m
		Espesor 0,06m
	T	Cara central 0,08m
		Lado externo 0,50 m
		Altura 2,45 m
		Espesor 0,06m

Todos los paneles de la casa salen debidamente acabados de fábrica, no habiendo necesidad de ningún acabado después del montaje, solamente la retirada de la película plástica protectora de las chapas de acero. Para evitar daños debidos al transporte y manipulación, sobre los pallets son posicionadas todas las piezas embaladas individualmente y separadas por medio de dispositivos poliméricos auto conectable, permitiendo el apilado sin contacto panel x panel.

b) Revestimiento interno de los paneles de la cocina:

Las caras internas de las paredes y de la cubierta en el área que delimita la cocina, inclusive si esta fuera conjugada con a la sala, son revestidas con chapas de yeso acartonado (Resistente al fuego - RF). La Figura 8 ilustra esquemáticamente la aplicación de las chapas de yeso en el prototipo en estudio (área da cocina). Tal revestimiento garantiza la resistencia al fuego mínima exigida para casas tierra aisladas. El revestimiento es realizado por dos camadas de chapas de Drywall sobrepuestas y con sus juntas desencontradas en ambos sentidos, la fijación de las chapas es hecha con tornillos directamente a los paneles de pared, como demuestra la Figura 9.

La primera camada de placas es fijada teniendo un espacio de 10 mm en la parte inferior. Para esta fijación, es utilizado el tornillo cabeza trompeta punta aguja 25 mm (Figura 11). Los puntos de fijación con los tornillos deberán respetar el distanciamiento tanto vertical cuanto horizontal de 600 mm entre ellos, con distancia de los bordes de 20 mm.

La segunda camada es posicionada de modo que las juntas queden desencontradas en relación a la primera (Figura 10), utilizando tornillo cabeza trompeta punta aguja 35 mm para fijación (Figura 11), con espacio de 300 mm entre los tornillos en la vertical y 600 mm en la horizontal.

Después de la fijación de las dos camadas de placas, es realizado el tratamiento entre juntas. Este tratamiento es realizado utilizando una cinta de papel microperforado y masa para tratamiento de juntas. El acabado es realizado con aplicación de masa acrílica y después la regularización de la superficie las



paredes reciben acabado final en pintura acrílica (también puede ser realizado revestimiento cerámico conforme características de cada emprendimiento).

Figura 8 - Área de la cocina revestida con placas de Drywall

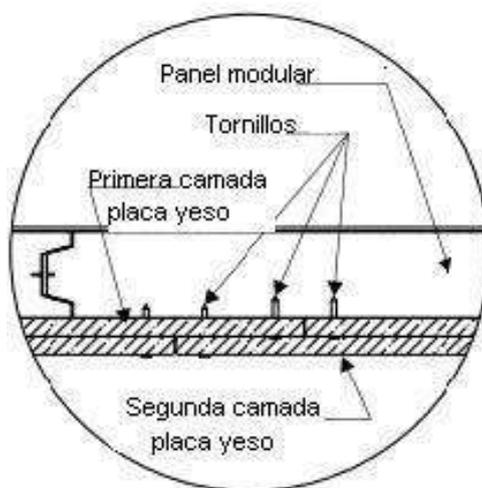
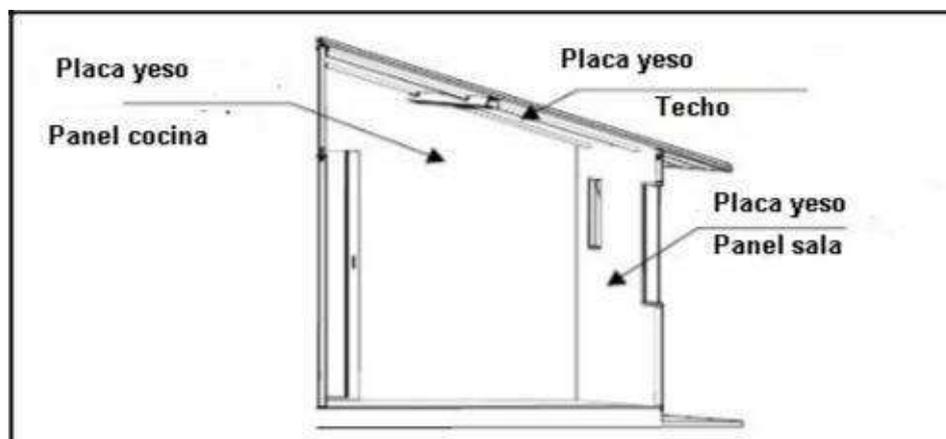


Figura 9 – Detalle de la fijación del revestimiento doble de Drywall

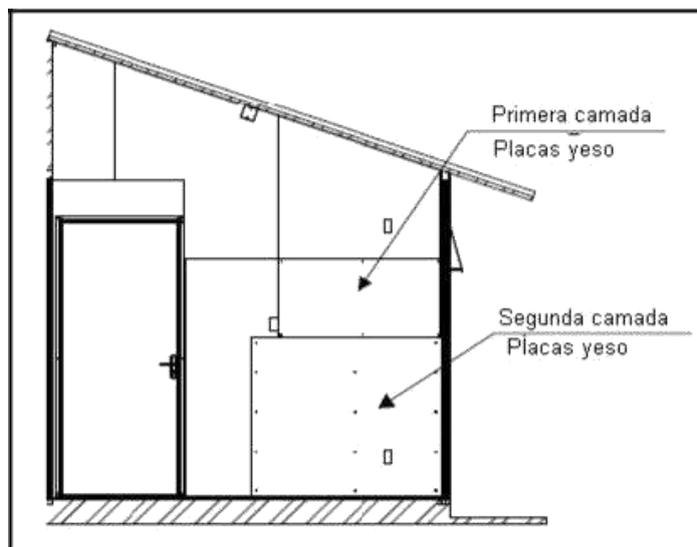


Figura 10 – Disposición de las placas de Drywall



Figura 11 – Tornillos para fijación de las chapas de drywall

c) Revestimiento del área húmeda del baño:

El área húmeda del baño (box) es revestida por placas cerámicas, del piso hasta el techo. Es utilizado adhesivo sellante mono componente para aplicación de la cerámica en los paneles modulares, distribuido en cordones longitudinales y transversales apartados con aproximadamente 80 mm entre sí, conforme la Figura 12. El rejunte de la cerámica es ejecutado de forma habitual con rejunte epoxi, conforme la Figura 13. El piso en el área del baño tiene un rebaje de 20 mm en relación con el restante de la casa y en el área del box un rebaje de 40 mm con inclinación en dirección al drenaje.



Figura 12- Aplicación de sellante para asentamiento de placa cerámica.



Figura 13- Rejunte epoxi entre las cerámicas.

d) Fundación:

El sistema constructivo precisa ser fijado sobre un elemento de fundación plano tipo Platea de concreto armado, fck 20 MPa, conforme dimensionamiento y procedimientos definidos por el proponente, adaptado al local a ser ejecutado.

e) Forma para fundación:

Forma metálica para el hormigonado de la fundación en las dimensiones definidas por Irmãos Fischer. Por su configuración, posibilita en la fundación directa, hueco para el rebaje del piso del baño y del box, además del encaje para los paneles, conforme ilustra la Figura 14.

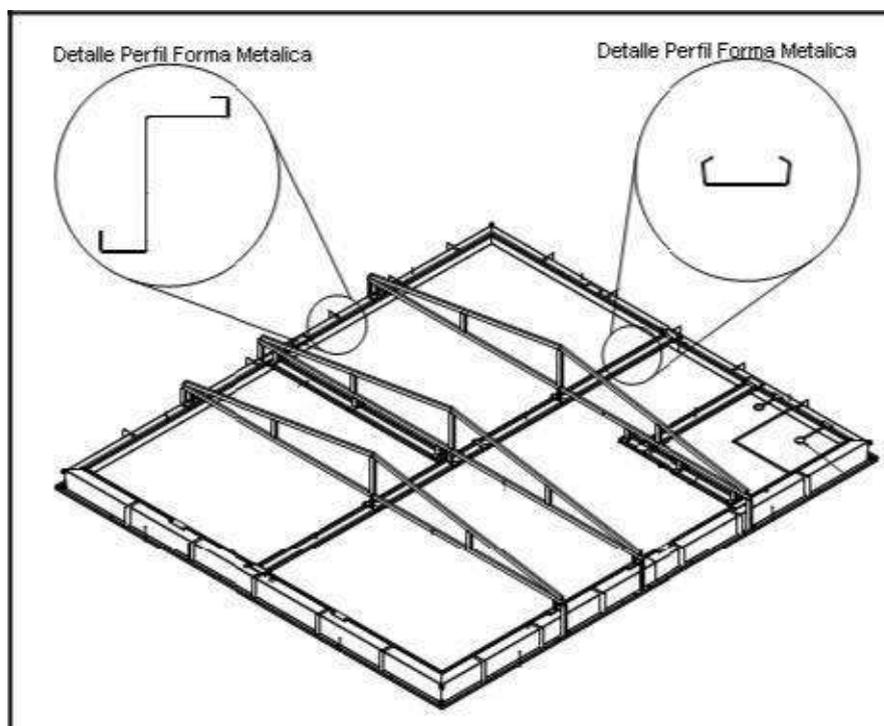


Figura 14- Forma de fundación.

f) Interfaz panel/panel:

Los sistemas de conexión entre los paneles son de tipo macho/hembra, donde es insertada una cinta autoadhesiva de espuma de polietileno para contribuir con la estanqueidad de las juntas. Dentro de cada panel son insertados dos tubos de acero galvanizados de diámetro de 1/2", un superior y otro inferior, para permitir el pasaje y proteger los cabos de aceros tensores que amarran y endurecen la pared. Una de las extremidades del tubo de acero tiene sección reducida para fuera del panel, permitiendo el encaje de los paneles subsiguientes. Las figuras de 15 a 19 ilustran como es hecho el encaje entre los paneles:

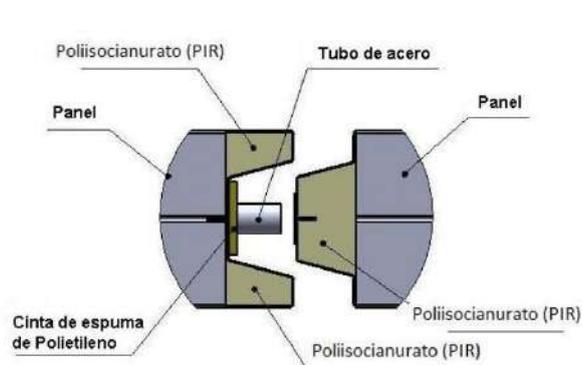


Figura 15– Detalle conexión macho-hembra - 1.

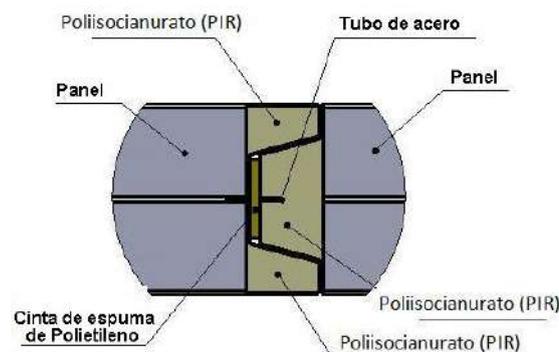


Figura 16– Detalle conexión macho-hembra - 2.

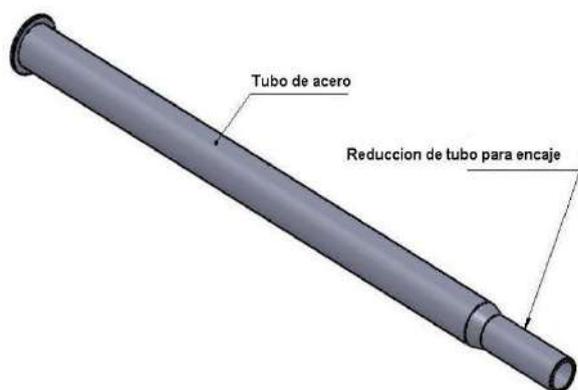


Figura 17– Tubo de acero.

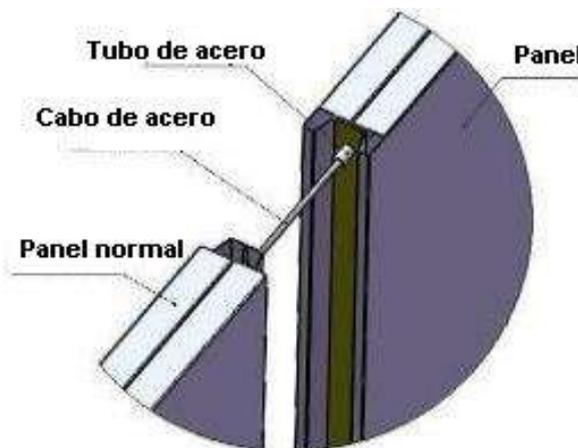


Figura 18– Sistema de conexión (panel).

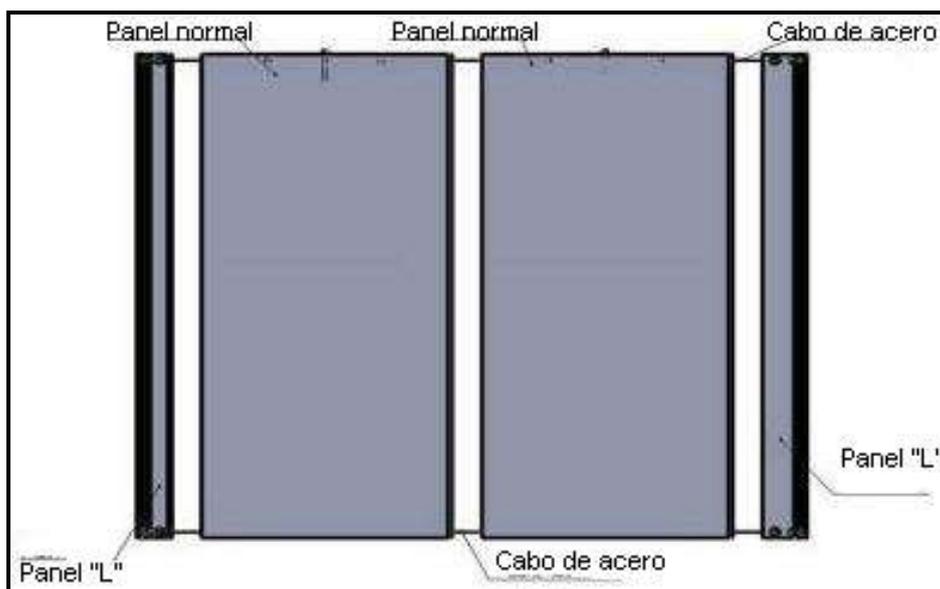


Figura 19 – Cabos de acero pasando en la parte inferior y superior del panel

g) Bloqueo de las paredes:

El sistema de bloqueo de las paredes es efectuado con auxilio de dispositivos de armare situados en las extremidades de los paneles de formato L o T, que permiten la tracción del cabo. Los pinos son fabricados en acero con protección anticorrosiva, el carrusel es de nailon y el tornillo de trabamiento hecho en acero inoxidable. Los dispositivos de amarre están ilustrados en la Figura 20 y la Figura 21.

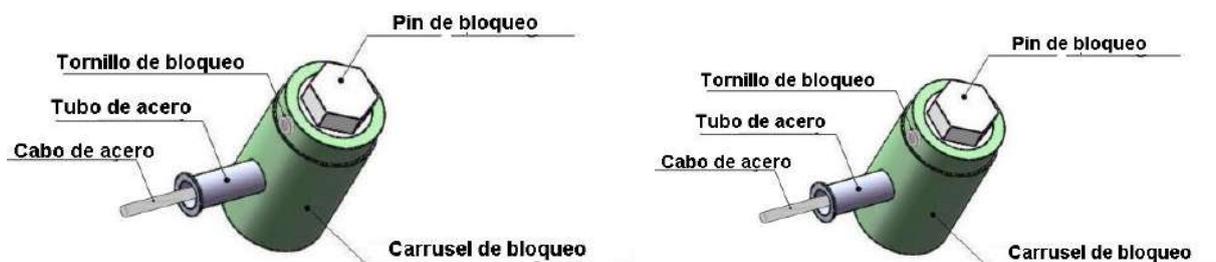


Figura 20– Detalles del dispositivo de amarre.

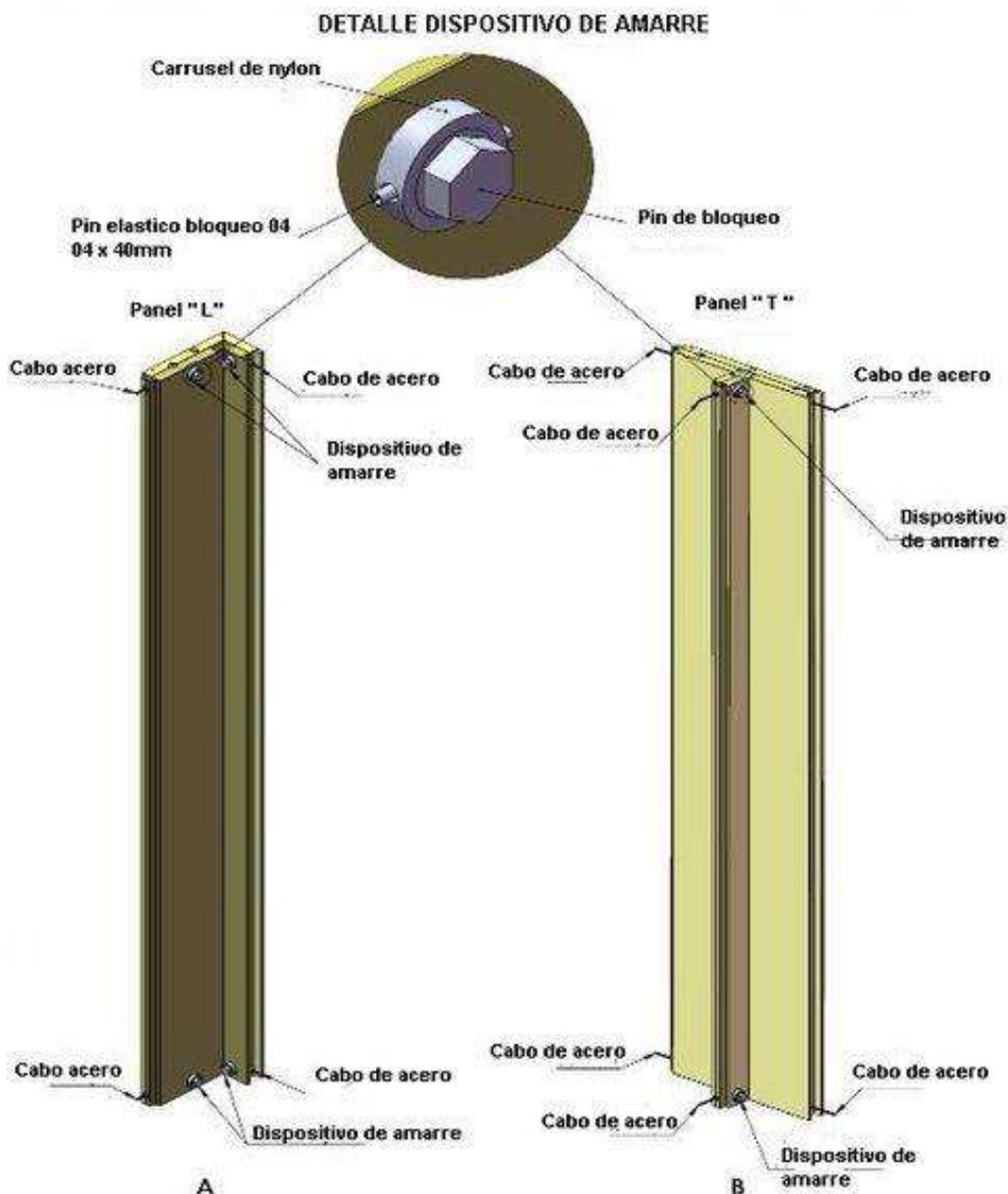


Figura 21 - Dispositivo de amarre en los paneles "L" y "T".

h) Interfaz panel y fundación:

Para la fijación del panel a la fundación es instalada una caja orientativa en formato "U" de PVC, fijada en la fundación por medio de tornillos autoblocantes, como ilustra la Figura 22.

En la parte interna es realizado acabado con zócalo cerámico. En el lado externo de la caja y sobre el zócalo cerámico (interno) es aplicado un cordón de sellante (de 4 a 5 mm de espesor), impidiendo la filtración de agua. En la parte externa es realizada la aplicación de sellante de modo de rellenar la interfaz con la base del panel insertado en la caja de fundación, conforme muestran la Figura 23 e a Figura 24.

En todo el perímetro interno de la edificación, la base de pared es protegida por medio de zócalo cerámico, instalado inmediatamente encima del piso cerámico, coincidiendo con la parte superior de la caja de fundación (ver Figura 23).

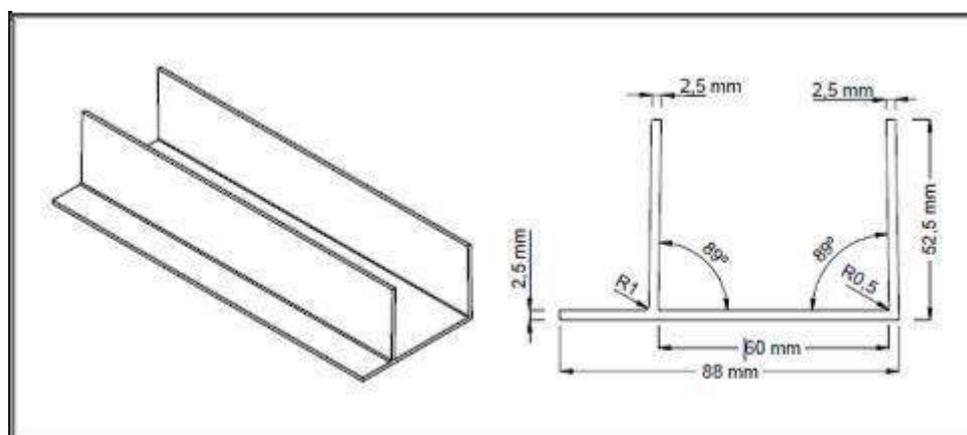


Figura 22– Caja “U” PVC y corte transversal con dimensiones.

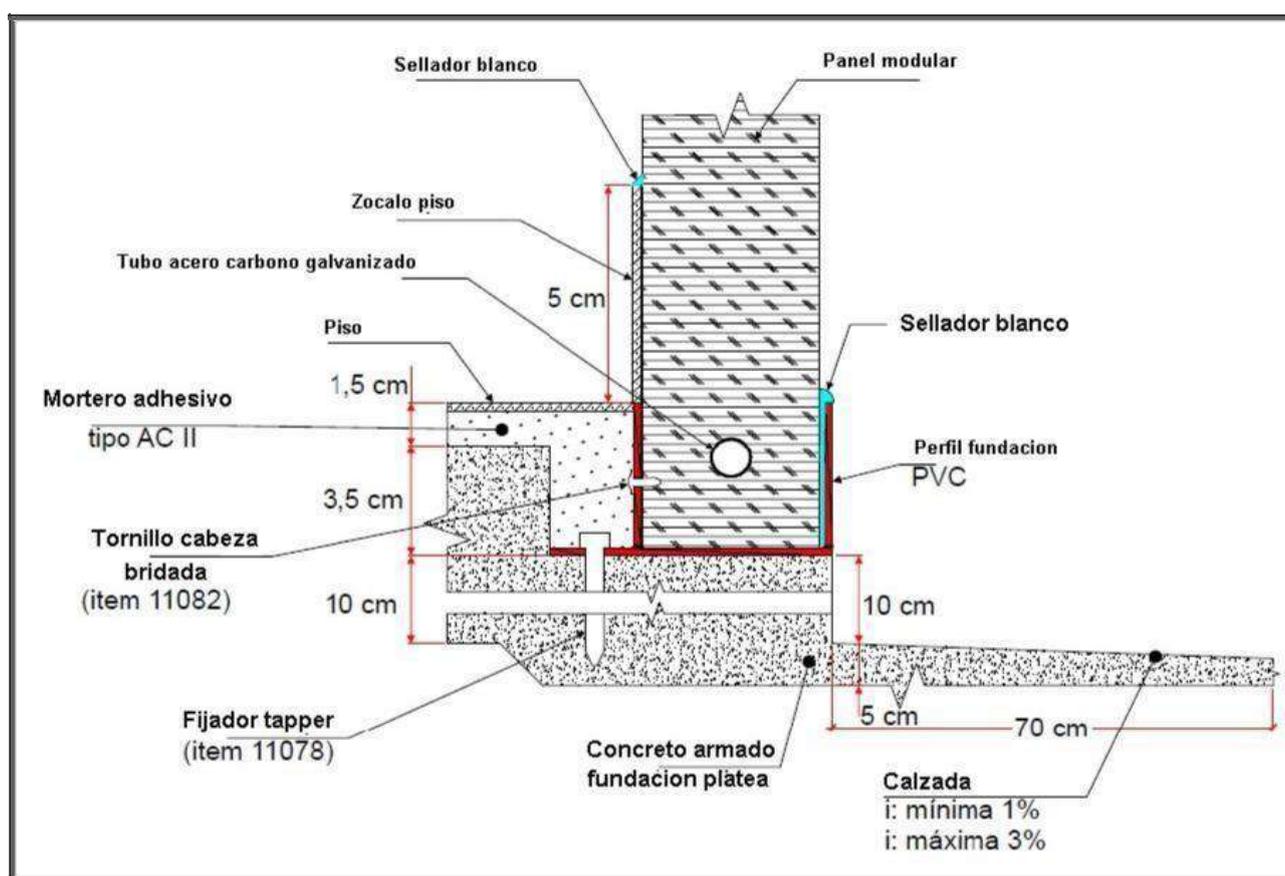


Figura 23 – Detalle de la base de pared.

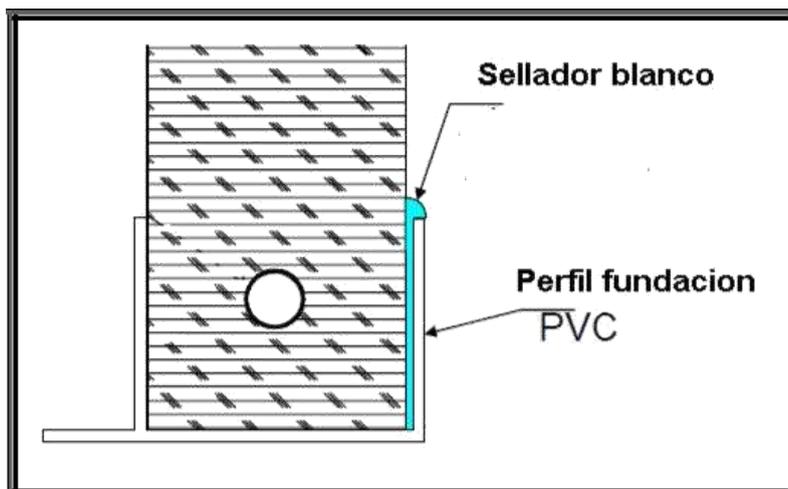


Figura 24 – Detalle de aplicación de sellante en la cara externa.

i) Soleras del sistema:

Son instaladas en las puertas externas soleras de acero inox de 0,6 mm de espesor, para protección de la caja “U” en PVC en las aberturas de tramos de puertas externas. En las figuras 25 y 26 están presentados los detalles de las soleras.

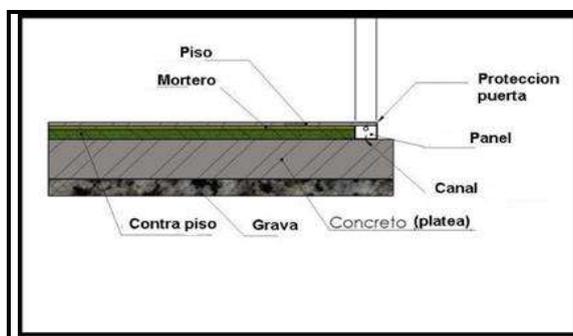


Figura 25– Detalles de las soleras.



Figura 26– Solera de acero inox, protegiendo la caja “U” en PVC (área de la puerta)

j) Impermeabilización:

En la junta vertical de conexión entre paneles, es aplicada una cinta de espuma de polietileno autoadhesiva, que proporciona el sellado y estanqueidad de la conexión vertical panel/panel, conforme muestra la Figura 27. La cinta tiene dimensiones de (2450 por 25 mm) y espesor de 8 mm.

En las uniones entre paneles y entre paneles y perfil de fundación de áreas húmedas, y en todas las juntas externas es realizada impermeabilización adicional con aplicación de sellante. Las paredes de las áreas húmedas (box) son revestidas por placas cerámicas.



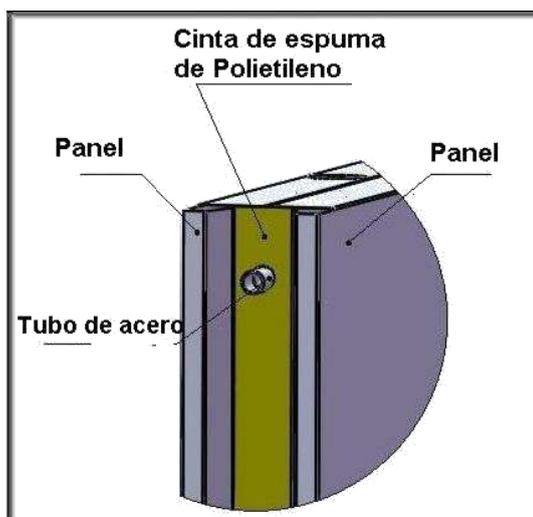


Figura 27- Posicionamiento de la cinta autoadhesiva de espuma de polietileno en panel.

k) Sistema de Cubierta:

El sistema de cubierta de la casa (Figura 28), consiste en una estructura metálica en acero galvanizado pintado a polvo, cubierta por 16 tejas, termo acústicas de tipo sándwich. Las características de las tejas son: acero galvalume de 0,50 mm de espesor en la parte superior e inferior, rellenas por PIR, conforme Figura 29.

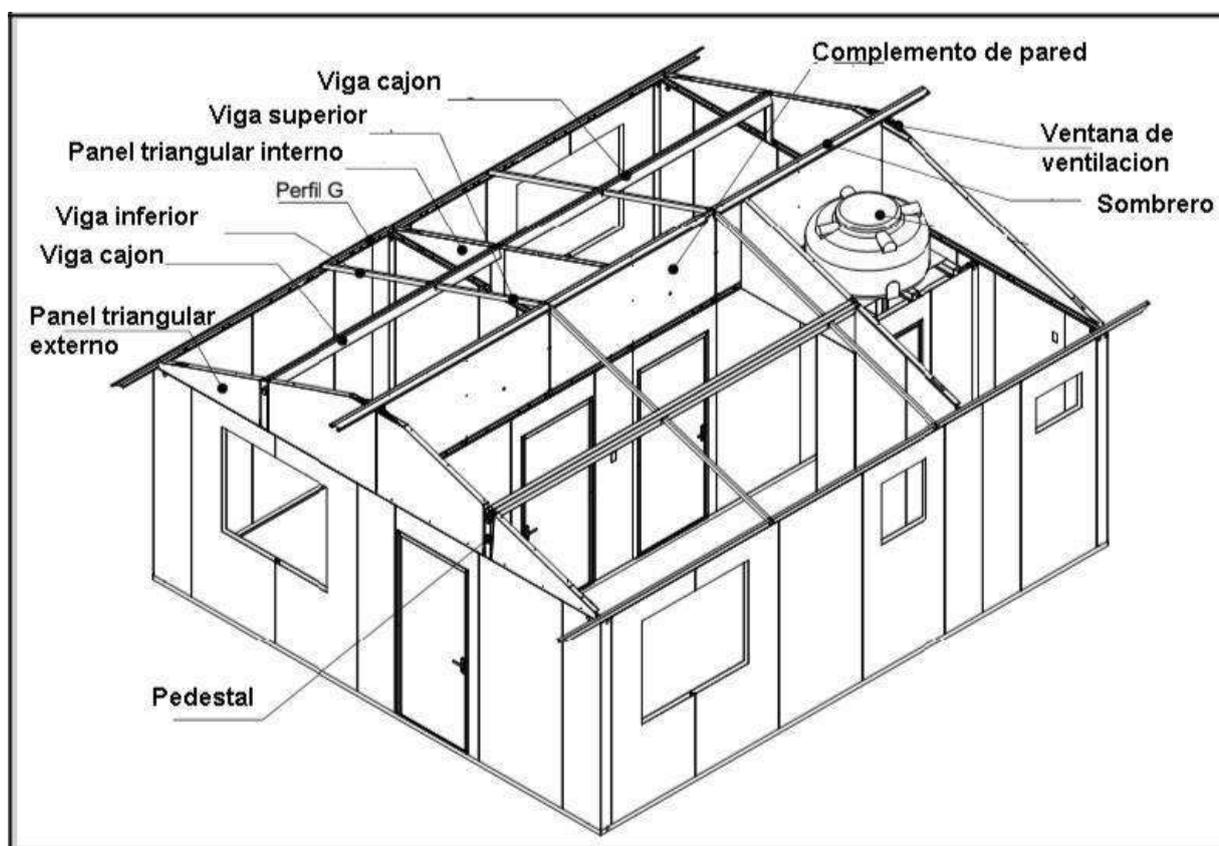


Figura 28 – Sistema de cubierta.

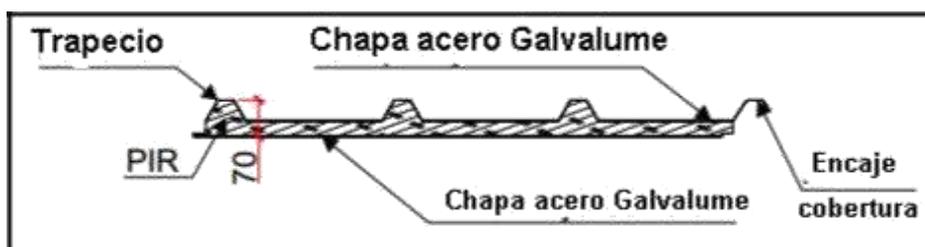


Figura 29 – Perfil de la teja.

Sobre las paredes laterales son apoyados los perfiles “G” (Figura 30) y sobre la pared central del prototipo es posicionado un perfil “sombbrero” (Figura 31), en los cuales son conectadas las tejas por medio de tornillos y arandelas. También son utilizadas vigas cajón (Figura 32) para soporte medio de las tejas de la cubierta, que quedan apoyadas sobre pedestal (Figura 33). Además de los perfiles citados, también son utilizados vigas metálicas. La viga superior (Figura 34) es fijado entre el complemento de pared central y la viga cajón. La viga inferior (Figura 35) es fijado entre la viga cajón y la pared lateral, en el perfil “G”.

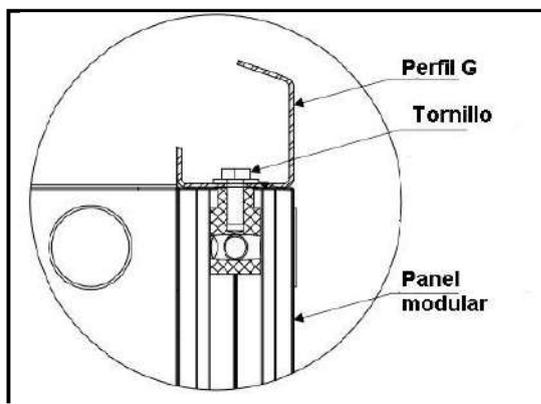


Figura 30 – Representación del perfil “G”

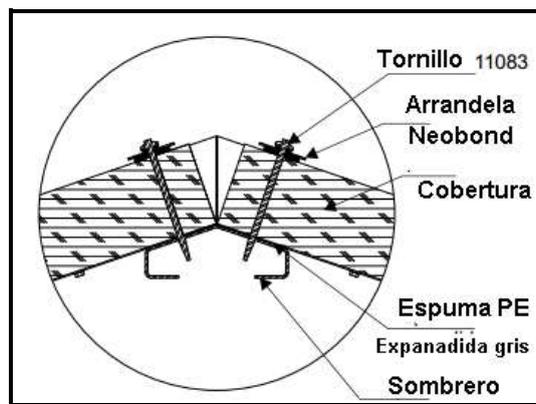


Figura 31- Representación perfil sombrero

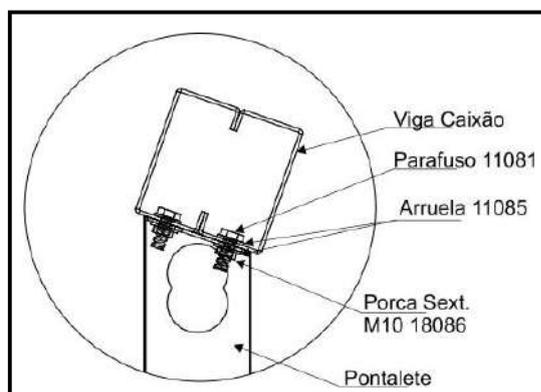


Figura 32 - Representación perfil viga cajón

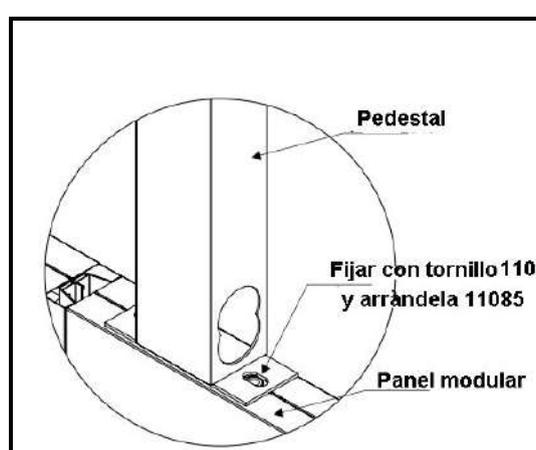


Figura 33- Representación de parte inferior do pedestal



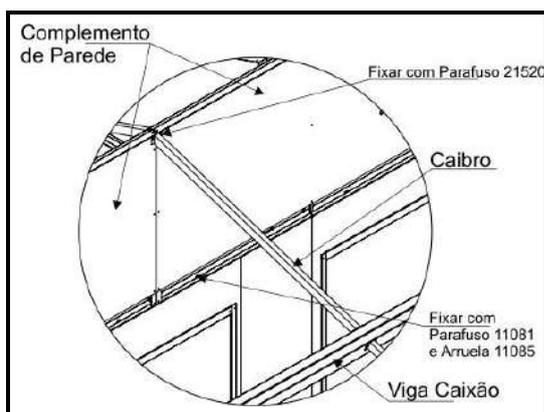


Figura 34 – Representación viga superior.

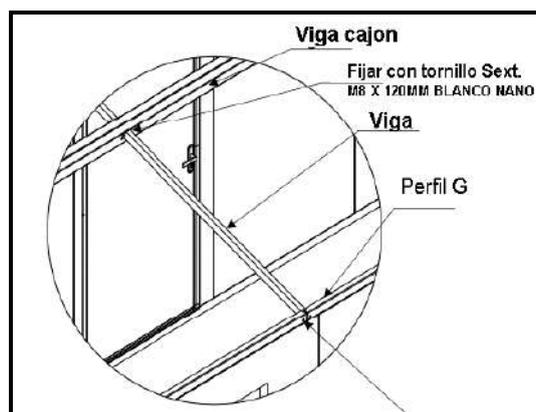


Figura 35 – Representación viga inferior.

Las tejas autoportantes son fijadas en los perfiles citados como ilustra la Figura 28 conformando una inclinación de 19° y aleros de 600 mm. Las cumbreras son fijadas en el encaje de las tejas en perfil central con un tornillo en cada trapecio de la teja, como muestra la Figura 36 y la Figura 37. Para el cierre entre las paredes y el techo son utilizados triángulos constituidos por la misma tecnología utilizada en la construcción de los paneles de pared. Se debe aplicar una cinta de espuma de polietileno autoadhesiva en el perímetro de cubierta sobre los perfiles de fijación G, sombrero y triángulos externos, garantizando el posterior sellado. Para la terminación del tejado es aplicada tinta engomada blanca en las extremidades de las tejas, donde el PIR queda expuesto (Figura 38) y son fijados tapa juntas de remate lateral en todos los bordes de las tejas del sistema de cubierta, siendo que existen tres tipos dependiendo de la configuración del borde de la teja, conforme ilustran las de Figura 39 a la Figura 41. Los tapa juntas son fijados a las tejas, utilizando tornillos, a una distancia mínima de 300 mm de distancia.

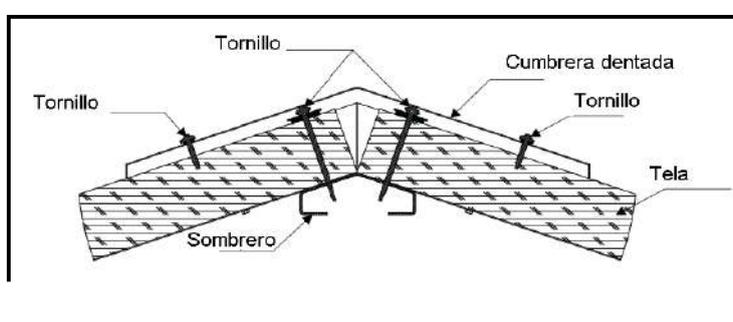


Figura 36 – Representación perfil "sombrero" y cumbrera

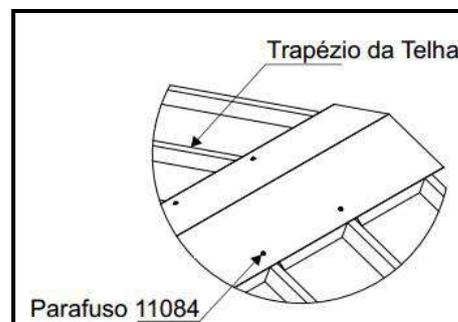


Figura 37 – Representación cumbrera

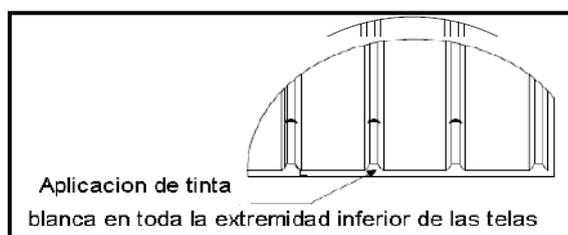


Figura 38 – Local de aplicación de tinta goma

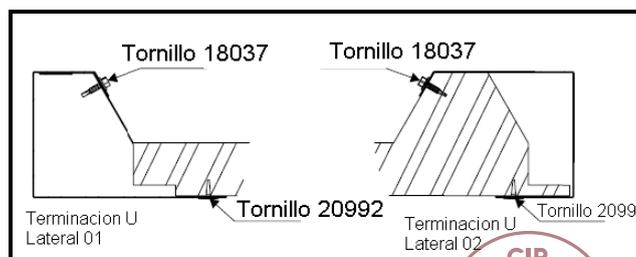


Figura 39- Tipo de rufos U de arremate lateral



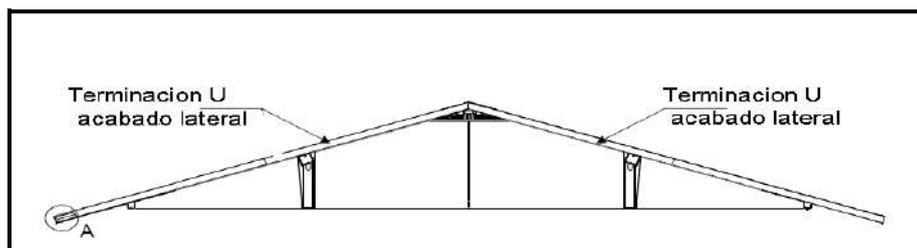


Figura 40- Tapa junta U Lateral en techo

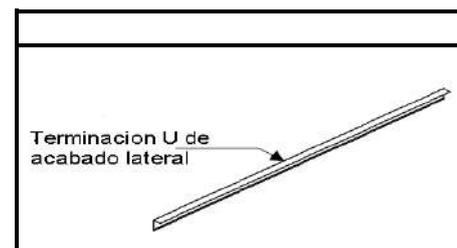


Figura 41- Tapa U de remate

I) Ventanas de aluminio y puertas:

Las ventanas son incorporadas en el panel de módulo liso, después realizar un corte en fábrica con las dimensiones deseadas. La puerta es constituida del mismo material de los paneles, con perfiles metálicos de acabado y demás elementos (Figura 42).

La Casa Modular Fischer posee tres tipos de ventanas aluminio: de correr con 2 hojas lisas (1,4 x 1,2 m) en la sala y los cuartos (Figura 43), una ventana basculante maxim-air de 1 hoja (0,6 x 0,4)

m) En el baño (Figura 44) y una ventana basculante maxim-air de 1 hoja (0,6 x 0,7 m) en la cocina (Figura 45).

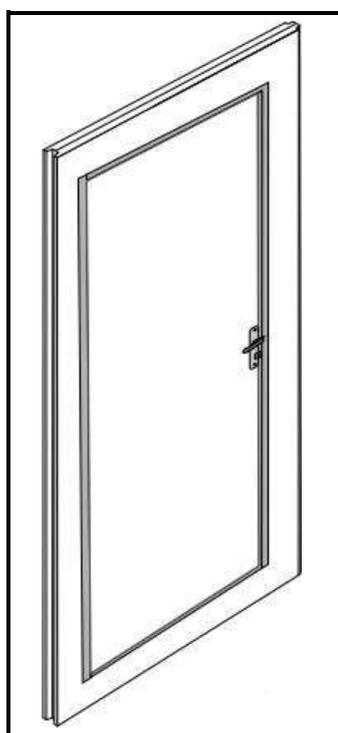


Figura 42– Representación de la puerta

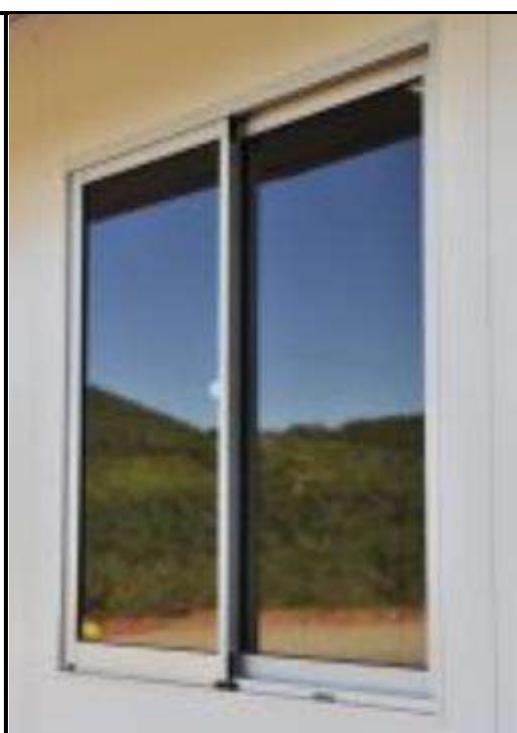


Figura 43– Ventana de la sala y cuartos





Figura 44– Ventana del baño



Figura 45 – Ventana de la cocina

m) Detalles de instalación de las ventanas:

Es aplicado adhesivo sellante mono componente en los cantos de los cortes de las ventanas (Figura 46) y acoplado los contramarcos (Figura 47). En seguida es aplicado sellante en la parte interna de la solapa del contramarco y posicionado el cuadro de la ventana (Figuras 48 y 49). Para la fijación del cuadro interno en el contramarco, son utilizados tornillos espaciados a 250 mm de la extremidad superior o inferior, y para el contramarco superior, 80 mm de cada extremidad conforme muestra la Figura 49. Posteriormente toda la extremidad externa de la ventana debe ser sellada con sellante, conforme muestra a Figura 50.



Figura 46 – Aplicación sellante en canto del recorte para la ventana.



Figura 47 – Encaje de los contramarcos.



Figura 48 – Aplicación sellante en la parte interna de solapa.



Figura 49 – Encaje del cuadro de la ventana.



Figura 50 – Fijación de la ventana con tornillo.



Figura 51 – Sellado con sellante de las extremidades de la ventana.

n) Instalaciones hidrosanitarias:

Las instalaciones hidrosanitarias de PVC soldable son posicionadas externas de las paredes, en el interior de shafts. El proyecto de desagüe y agua pluvial, así como los materias y componentes utilizados (tubos, conexiones, registros, entre otros), siguen las especificaciones y normas de la ABNT específicas. La Casa Modular Fischer posee dos opciones de caja de agua, siendo de 500 L o de 310 L en polietileno. También puede ser instalado sobre el techo un sistema de calentamiento solar con reservorio de volumen nominal de 200 L conforme proyecto, que contiene las informaciones de fijaciones y sellado necesarios para la instalación. En la Figura 52 y la Figura 53 están ilustrados los sistemas de abastecimiento de agua fría y de agua caliente.



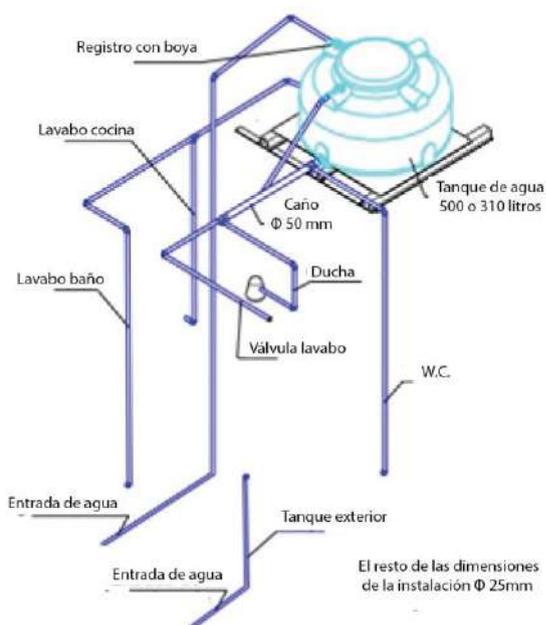


Figura 52 – Reservatorio de agua fría

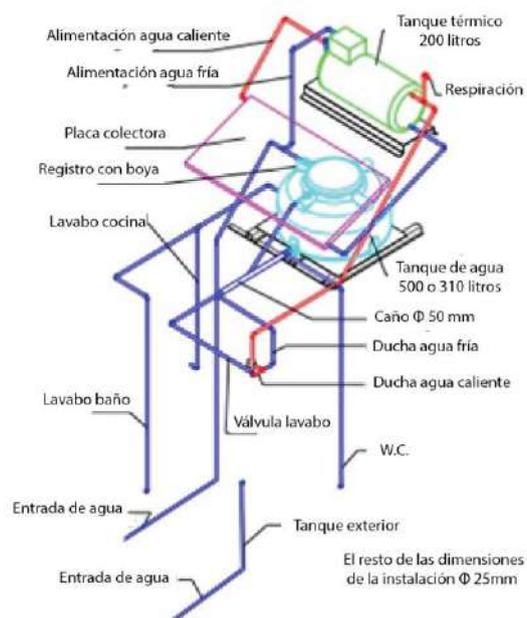


Figura 53 – Reservatorio con opción agua caliente

o) Canaletas hidráulicas:

Las canaletas hidráulicas en PVC (shafts) permiten el fácil mantenimiento son posicionadas en la entrada de agua para los ramales de utilización, teniendo el formato de 'U', conforme Figura 54.

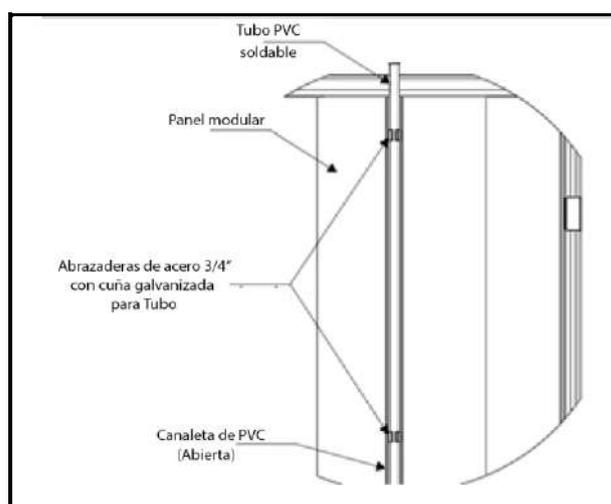


Figura 54 – Representación de canaleta hidráulica.

p) Instalaciones eléctricas:

Le red eléctrica es prevista e instalada en el interior de los paneles por medio de conductos y cajas eléctricas embutidas durante el proceso de fabricación. Las casas modulares poseen un dispositivo diferencial residual (DR), Figura 57, que tiene la función de seguridad de todos los circuitos eléctricos contra corrientes de fuga.



Para las instalaciones eléctricas, los conductos (conductos tipo corrugado) son embutidos en los paneles. Demás componentes como fijación, interruptores y tomadas, son insertados posteriormente al montaje de las edificaciones.

Para la fijación, es utilizado el concepto de “chicotes”, o sea, los circuitos son predefinidos y ramificados, siendo de fácil instalación en lugar de obra. Todo el sistema es instalado por medio de canaletas eléctricas existentes debajo del complemento de la pared y parte superior de las paredes laterales, posibilitando el descenso para los puntos de utilización en los paneles. En la interface entre el panel y la salida de los conductos o cabos, son instalados anillos de goma, a fin de evitar o contacto entre los mismos, como ilustra la Figura 56 y la Figura 56.

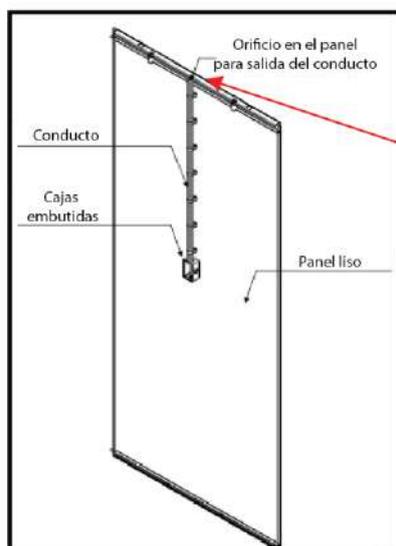


Figura 55 – Conductos embutidos en panel

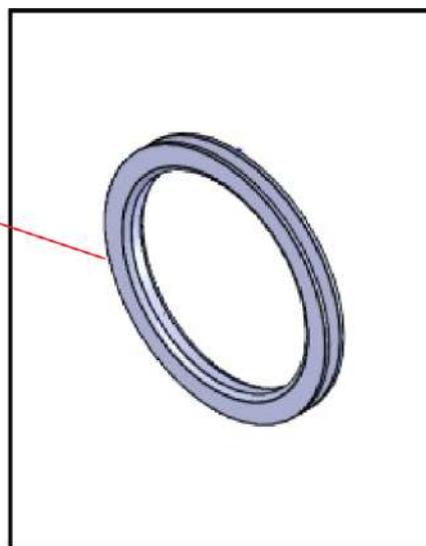


Figura 56 – Anillos de goma

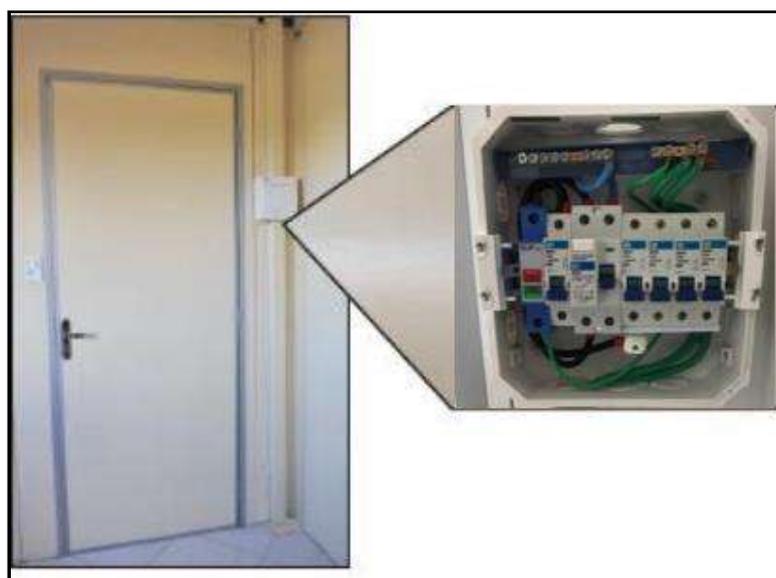


Figura 57 – Cuadro de disyuntores

q) Canaletas eléctricas:

Las canaletas eléctricas dan terminación a los refugios de pasaje para los cabos, posicionados en los complementos de pared (pared central de la casa), triángulos y en las paredes laterales, posibilitando el



acceso para el fácil mantenimiento, caso necesario. La Figura 58 y la Figura 59 ilustran la instalación de los acabamientos citados.

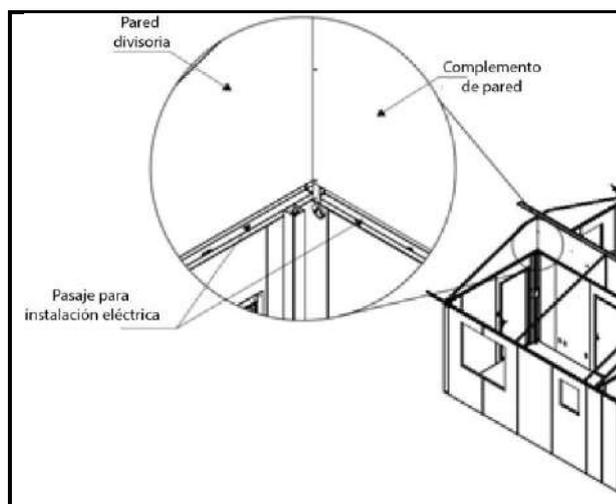


Figura 58 – Localización de canaletas eléctricas.



Figura 59 – Tramo para tubería eléctrica.

r) **SPDA:**

Para cada nuevo emprendimiento es necesario un estudio por parte de un profesional habilitado, refiriéndose a la necesidad de un sistema de protección individual o colectiva para las viviendas a ser implantadas. De cualquier forma, se debe garantizar la equipotencialización de la casa, que acontece debido a los elementos de amarre y el pasaje de los cables de acero empotrados en los paneles. El sistema de amarre de las paredes se realiza mediante los dispositivos ubicados en los extremos de los módulos “L” y “T”, tirados por el cable de acero que pasa por los tubos empotrados en cada panel. Este contacto entre los tubos de acero garantiza la equipotencialización de toda la casa. La figura 60 ilustra esos amarres.

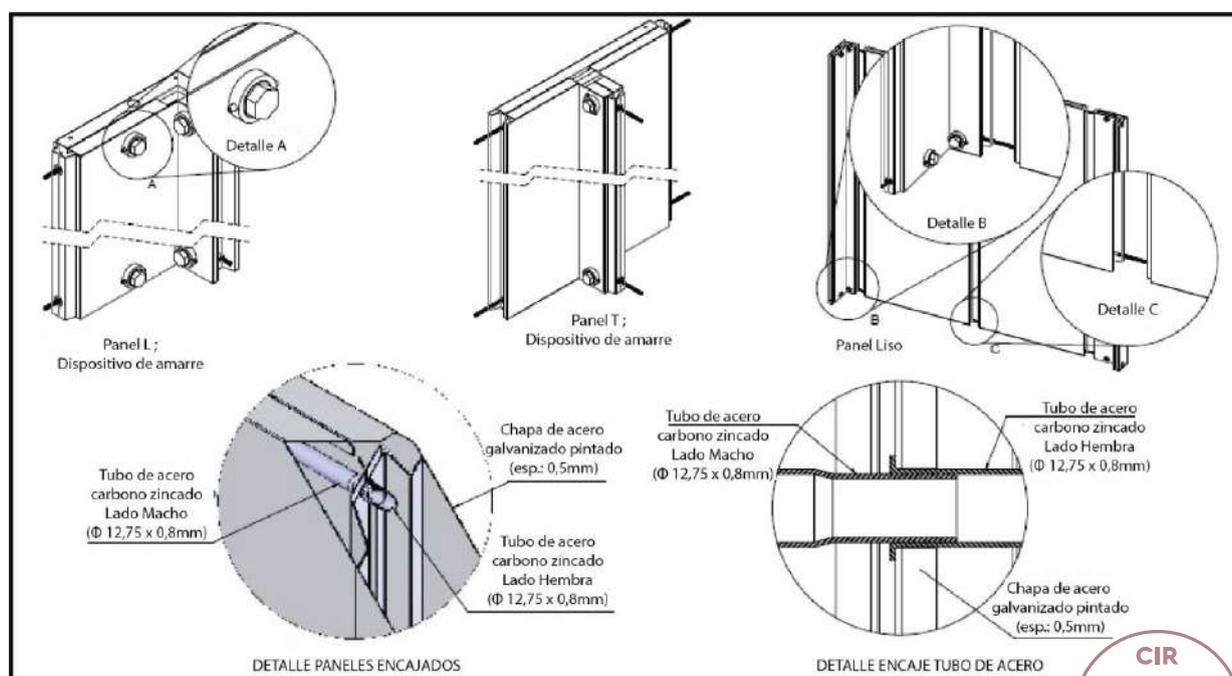
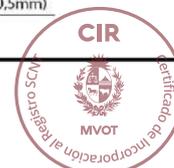


Figura 60 – Amarre de los paneles



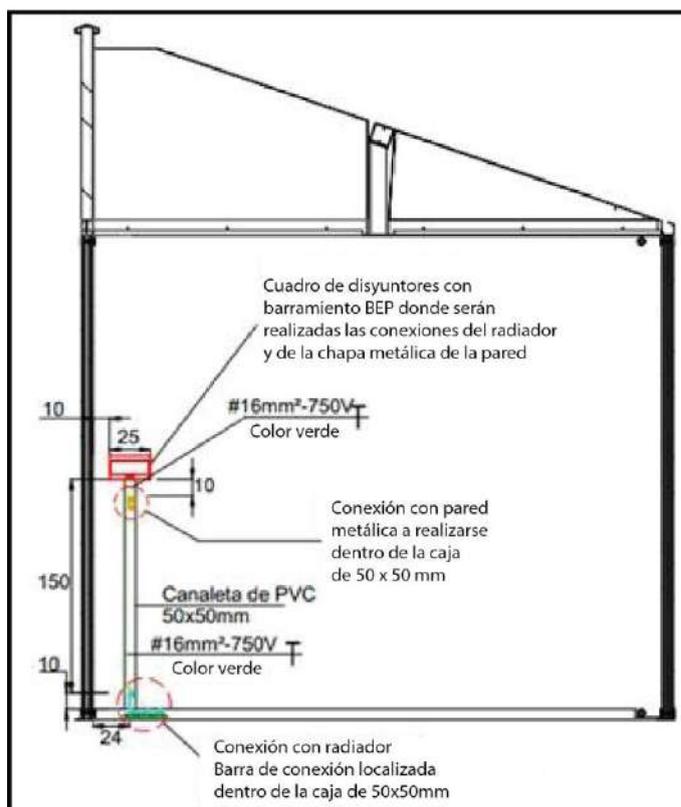


Figura 61 – Conexión Bus BEP x Platea x Chapa Metálica del Panel

Para la disipación de descargas atmosféricas es realizada la conexión entre las paredes, entre el BEP (bus de equipotencialización) y el hardware de la platea, conforme el proyecto SPDA elaborado para cada proyecto. La Figura 61 ilustra los puntos de conexión para garantizar la equipotencialización.

El cable de cobre aislado que va a la conexión BEP se conecta a un terminal de presión de latón que se conecta a la pared metálica dentro del canal de superposición, como se muestra en la Figura 62 y la Figura 63. La pintura de revestimiento de la pared se debe quitar en todas las áreas de contacto con el terminal.

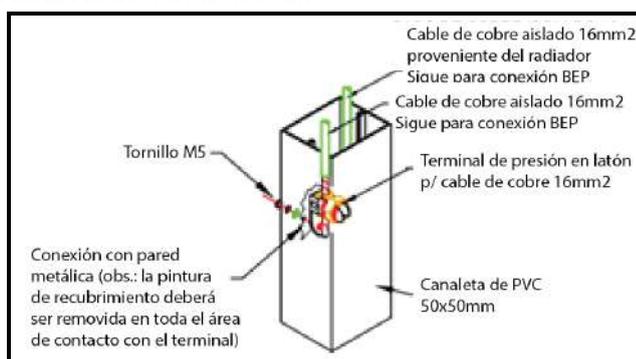


Figura 62 – Conexión de pared metálica con el terminal de presión

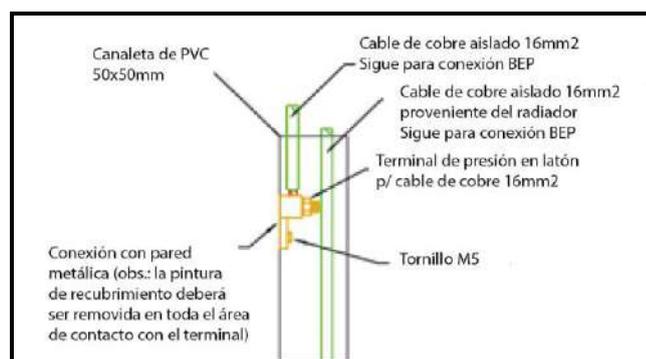


Figura 63 – Perfil de conexión pared/terminal de presión

Deben ser garantizadas conforme proyecto ejecutivo la interconexión entre todas las mallas de acero existentes en el interior de la platea. Los hardware de la platea son conectados por clips galvanizados a una



barra de acero inox o barra de refuerzo galvanizado a fuego re-bar. Este entonces sube por una caja de superposición donde es unido a un conector mini-gar en latón estañado a un cabo de cobre aislado de 16 mm², que sigue para la conexión BEP, como ilustra la Figura 64 y Figura 65, a seguir.

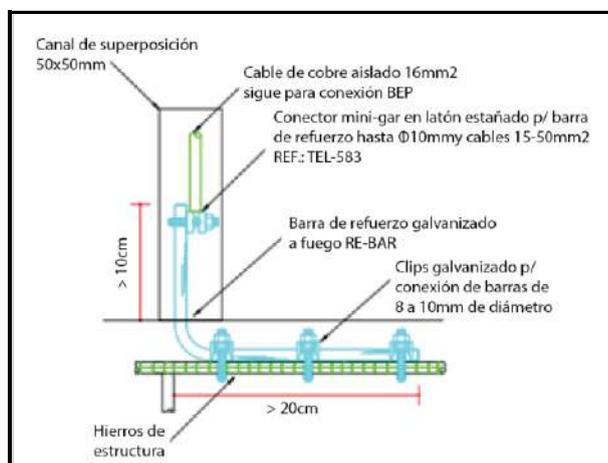


Figura 64 – Perfil de esquema de amarre de la Platea

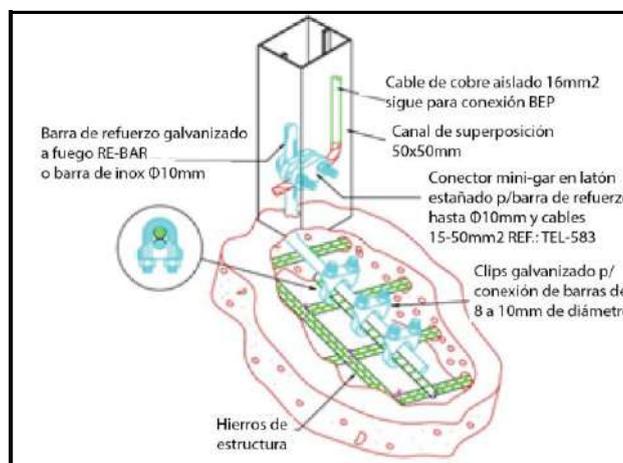


Figura 65 – Amarre de los herrajes de la Platea con barra galvanizada

s) Instalaciones de gas:

Para el pasaje de la manguera de gas, es necesario realizar un agujero en el panel modular con diámetro de 20 mm e instalar el tubo de pasaje para manguera de gas en el lado interno y externo del panel, a fin de evitar el desgaste de la manguera por fricción (Figura 66). Al fin del servicio debe ser aplicado adhesivo sellante mono componente en los bordes.

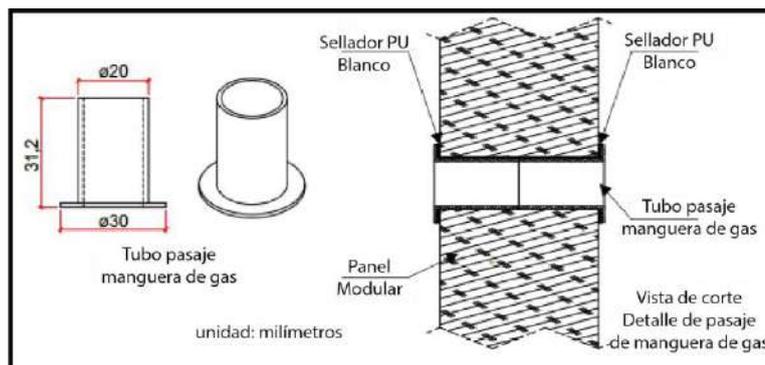


Figura 66 – Pasaje de manguera de gas por el panel.

t) Perforaciones y aplicaciones:

Para realizar aplicaciones decorativas, bien como instalaciones de cuadros, paneles, cortinas, armarios, etc., directamente a los paneles metálicos, que necesiten de perforación, se debe hacer el uso de remaches previstos de rosca interna ofrecidos por el proponente o recomendados por este, de manera de garantizar la correcta fijación en los paneles metálicos. En la Figura 67 se ilustran los procesos para ejecutar la correcta instalación de piezas suspendidas en los paneles de la casa.



1) Con un taladro, hacer el agujero en lugar deseado
* Agujero \varnothing 7 mm.

2) Introducir el remache en la perforación deseada
Remache Rosca M5,
Clásico cabeza plana
Acero Inox serie 300

3) Con el auxilio de la remachadora tirando. La remachadora debe estar perpendicular (90°) con relación a la pared. De lo contrario se puede dañar la rosca del remache

Figura 67 – Perforación y aplicaciones.

Para la fijación de piezas suspendidas, donde existe revestimiento de chapas de yeso (área de la cocina), se debe utilizar el sistema de fijación indicado por el proponente (Figura 68 y Figura 69) y siempre proceder de la siguiente forma:

- a) Con un taladro, ejecutar el agujero en el local deseado (Agujero \varnothing 10 mm);
- b) Introducir el taco plástico (casquillo plástico universal marca Hilti modelo HUD-1 \varnothing 10 mm o casquillo de nylon marca Fischer \varnothing 10 mm);
- c) Utilizar tornillo cabeza hexagonal rosca magnifico de 40 mm de largo para casquillo de \varnothing 10 mm.



Figura 68 – Casquillo Hilti HUD-1 \varnothing 10 mm



Figura 69 – Casquillo Nylon Fischer \varnothing 10 mm

u) Rejas de ventilación:

En lo alto de la casa, próximo a la cumbre, en la fachada frontal y fondos, existen rejas de ventilación (Figura 70). Estas rejas pueden ser utilizadas abiertas o cerradas, dependiendo de la situación deseada



de confort térmico. Caso las paredes internas de la casa presenten humedad, se recomienda abrir las rejas de ventilación.

Las rejas poseen un dispositivo de regulación que posibilita la abertura y o cierre de la misma. El método adoptado es el mismo utilizado en ventanas basculantes, como puede ser observado en la Figura 71.



Figura 70 – Ubicación de la rejilla de ventilación

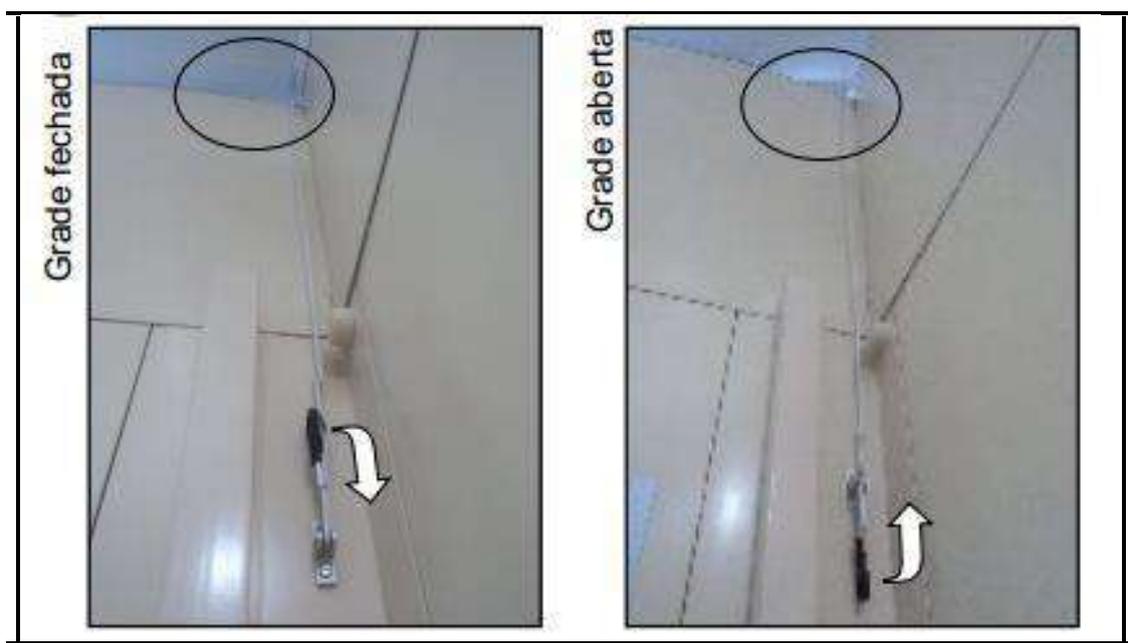


Figura 71 – Sistema abrir y cerrar de la rejilla de ventilación.

3.2 Procedimiento de montaje

3.2.1 Fundación

La preparación del terreno, corte, relleno y compactación necesaria debe seguir proyecto específico y estudio de suelo para cada emprendimiento. Después la locación en terreno es hecho el montaje de la forma para la platea y son posicionadas las tuberías para el sistema hidrosanitario (Figura 72). Enseguida la forma rellena con tierra hasta nivel deseado, y la base de la fundación cubierta con lona plástica conforme proyecto (Figura 73).

La armadura de la fundación es compuesta por tela soldada y enrejado en el borde de la forma (Figura 74), tomando especial cuidado cuanto al espacio y amarre de la armadura descritos en el proyecto de la fundación. Enseguida son realizadas las conexiones para la equipotencialización. El hormigonado de la platea es hecho con concreto mecanizado de Fck de proyecto de 20 MPa (Figura 75).



Figura 72 – Posicionamiento de las tuberías hidrosanitarias.



Figura 73 – Tierra en interior de la forma y colocación de la lona plástica.



Figura 74 – Armadura platea (celosía y malla soldada)



Figura 75 – Platea después hormigonado y superficie acabada.

3.2.2 Montaje de las paredes - Sistema de SVVIE

La disposición de los paneles es realizada de acuerdo con el proyecto de montaje, conforme a Figura

76. Cada panel es identificado con etiqueta y código de barras, colada en la parte superior del mismo. Sobre la platea es posicionado provisoriamente en los perfiles de PVC para conexión pared/fundación (Figura 77). Los paneles son, a los pocos, colocados en sus posiciones (Figura 78), pasando el cabo de acero por ellos (inferior y superior). Es realizado el encaje entre los paneles (Figura 79) y a cada montaje de tramo entre panel "L" y "T", se hace la tracción de los cabos de acero por los pinos de bloqueo (Figura 80), y así sucesivamente hasta el término del último panel. Después todos los paneles instalados y traccionados, se hace el escuadre final de las paredes (Figura 81) y la fijación definitiva del perfil de PVC en la fundación por medio de tornillos auto perforantes, espaciados entre sí a cada 300 mm (Figura 82).

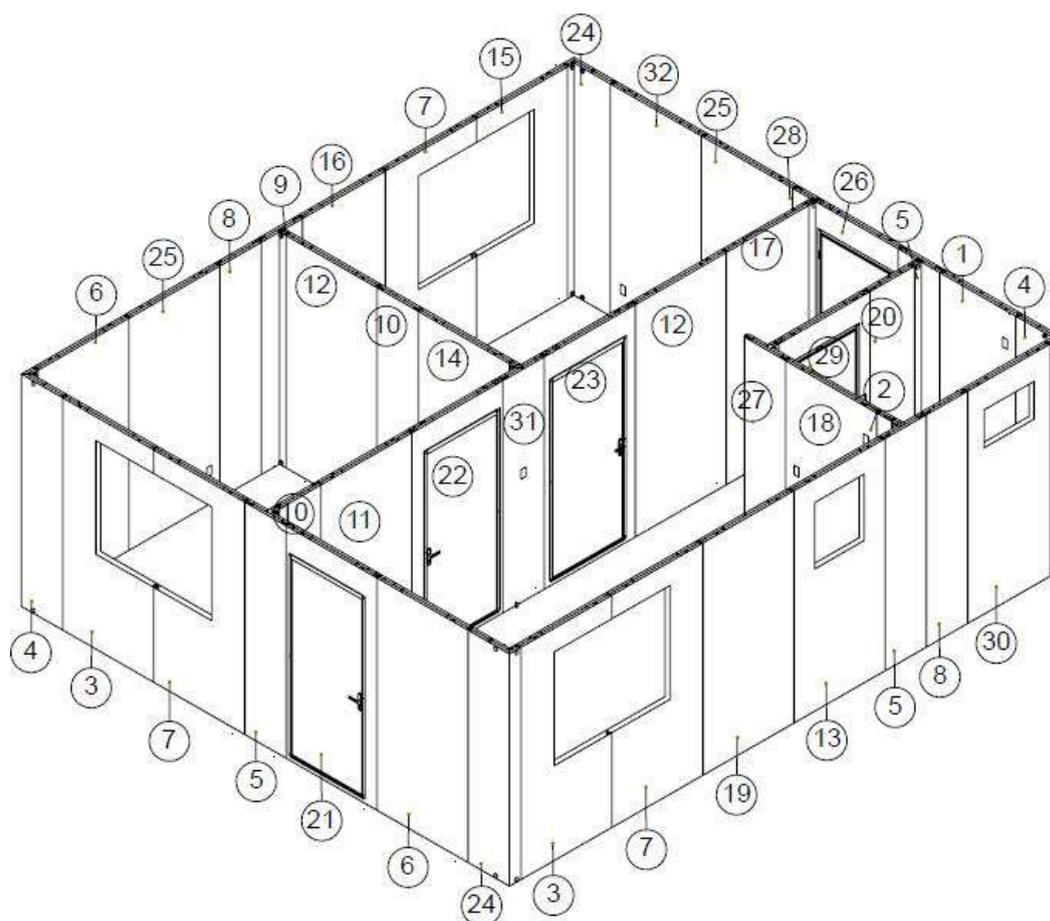


Figura 76- Disposición de los paneles de pared.

Subtitular

32	1	Panel 1100 tomada inferior izquierda	11399
31	1	Panel "T" interno MMF2 tomada derecha	11520
30	1	Panel 1000 externo ventana BWC inyectado	11466
29	1	Panel 1100 interno puerta derecha BWC	15710
28	1	Panel "T" especial MMF2 casa derecha	15335
27	1	Panel "T" interno MFF	15334
26	1	Panel 1000 externo puerta derecha	15055
25	2	Panel 1000 externo tomada inferior derecha	11397
24	2	Panel "L" F menor	11496
23	1	Panel 1100 interno puerta izquierda	14984
22	1	Panel 1100 interno puerta derecha	14978
21	1	Panel 1100 externo puerta izquierda	15004
20	1	Panel 540 interno tomada central derecha	15366
19	1	Panel 1100 externo tomada central 1,25	11401
18	1	Panel 1100 interno tres tomadas casa derecha	15324
17	1	Panel 1000 interno liso	11464
16	2	Panel 1000 externo liso	11408
15	1	Panel 1100 externo ventana corte derecho	15122
14	1	Panel 1100 interno tomada inferior izquierda	12457
13	1	Panel 1100 externo ventana fogón	15321
12	2	Panel 1100 interno liso	11393
11	1	Panel 1100 interno tomada fone y TV casa derecha	14866
10	2	Panel 500 interno liso	11482
9	1	Panel "T" externo MFF	11513
8	2	Panel 500 externo liso	14478
7	3	Panel 1100 externo ventana corte izquierdo	14859
6	2	Panel 1100 externo liso	11317
5	3	Panel "T" externo MMF1	11517
4	2	Panel "L" M menor	11504
3	2	Panel 1100 externo ventana corte derecho con tomada	14854
2	1	Panel 180 liso	14890
1	1	Panel 920 externo tomada casa derecha	15318
Pos.	Cantidad	Descripción	Diseño



Figura 77- Perfil de PVC para fijación pared con la fundación.



Figura 78- Inicio de montaje de los paneles de pared.





Figura 79 – Encaje macho/hembra y pasaje del cabo de acero para bloqueo.



Figura 80- Pins para bloqueo (panel "L").

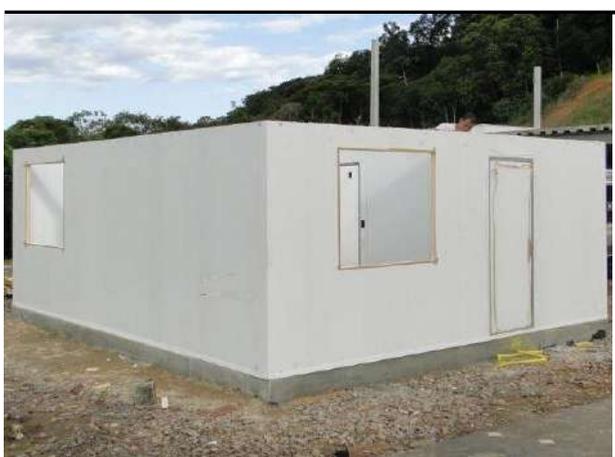


Figura 81 – Fin del montaje de las paredes y encuadre final.

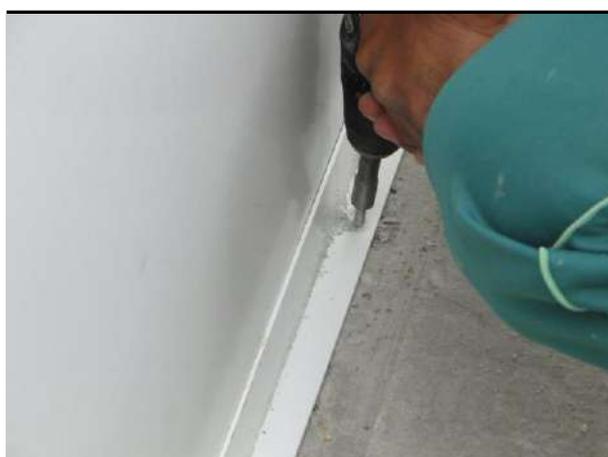


Figura 82 – Fijación perfil de PVC a la fundación.

3.2.3 Proceso de montaje de la cubierta

El montaje del sistema de cubierta se inicia con la fijación de las piezas metálicas (perfil G, perfil sombrero, pedestales, viga cajón y vigas) sobre los paneles y complementos de pared, con los dispositivos de fijación instalados en la parte superior de cada panel. Los perfiles y piezas metálicas son posicionados y fijados conforme proyecto del sistema de cubierta.

Los paneles de teja son fijados en 3 puntos de apoyo, en perfil G, viga cajón y en perfil sombrero. Se comienza por montar la primera teja apenas con dos tornillos (fijación provisoria) debidamente alineada a la estructura de la cubierta, enseguida se montan las 7 (siete) tejas restantes de un agua del techo. Estando las 8 (ocho) tejas colocadas y alineadas, se procede con la fijación definitiva.

Es aplicada una cinta de espuma de polietileno autoadhesiva en todo el perímetro de la cubierta sobre los perfiles de fijación G, sombrero y triángulos, garantizando el sellado de las extremidades del panel de teja. Después a la fijación de la última teja, son realizados los acabamientos del sistema de cubierta, a instalación de la cumbrera, pintura de la extremidad de la teja con tinta engomada y

fijación de las tapas juntas de remate lateral, hechos en chapa de acero galvanizado, conforme ilustran la Figura 83 y la Figura 84.



Figura 83 – Instalación de la cumbrera.



Figura 84 – Instalación tapa juntas acabamiento.

3.2.4 Instalaciones complementarias

Después a la instalación de los paneles de pared y techo, son iniciados los procesos de montaje para los sistemas complementarios del edificio.

Son instaladas las ventanas siguiendo el proyecto ejecutivo y procedimiento de montaje ofrecido por el proponente, siguiendo las especificaciones técnicas para la garantía estructural y estanqueidad del sistema constructivo.

De la misma manera, son iniciadas las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, instalaciones de pisos, revestimiento cerámico en el área del box y calzada externa en los locales definidos previamente en proyectos específicos y procedimientos de montaje. Tales instalaciones precisan seguir las normas específicas y detalles constructivos para la garantía de vida útil de proyecto y funcionalidad durante el uso y operación del sistema.

En el área de la cocina son instaladas placas de yeso (Figura 85), que se extienden desde el piso hasta la cara interna de los paneles de cubierta, y también instaladas en la cara interna de la cubierta, siguiendo el proyecto ejecutivo y manuales de montaje aportados por el proponente de la tecnología. Debe ser realizado el tratamiento entre las juntas de las referidas placas con productos especificados en los manuales técnicos para la concepción del sistema constructivo.

El acabado final de las paredes de la cocina o sala/cocina (cuando esta estuviera pegada), es realizado con aplicación de masa y pintura acrílicas o revestimiento cerámico, conforme diseño y proyecto de cada emprendimiento.



Figura 85 – Vista general del revestimiento en chapas de yeso cartón (prototipo en fábrica).

4 Evaluación técnica

La evaluación técnica del sistema constructivo formado por paneles prefabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de aislante térmico rígido fue conducida conforme a la Directriz SiNAT n° 010 de 2014, a partir del análisis de proyecto, ensayos laboratorios, verificaciones analíticas del comportamiento estructural, auditorias técnicas en la unidad fabril, en obras y demás evaluaciones que constan de los informes técnicos citados en el ítem 6.2.

4.1 Caracterización de materiales y componentes

En la Tabla 2 son presentados los requisitos y resultados obtenidos en la caracterización de los materiales, Conforme a la Directriz SiNAT 010, utilizados en la constitución de las casas modulares Fischer.

Tabla 2 – Caracterización de material

Perfiles de acero – Perfil sombrero y perfil G					
Requisito Directriz SiNAT n° 010	Criterio de aprobación	Resultado obtenido			
Resistencia mínima de escorrentía y tipos de perfiles	Conforme especificación de proyecto	Espesor (mm)	LE (MPa)	LR (MPa)	Al (%)
		0,5	310	380	28
		0,95	297	370	31
		1,25	289	364	34
Exposición a niebla salina neutra (1000 h)	Ausencia de corrosión roja después envejecimiento acelerado en la región que quedará expuesta durante el uso	No hubo puntos de corrosión en las muestras ensayadas			
Exposición a atmosfera húmeda saturada (720 h)					
Exposición a dióxido de azufre (SO ₂) (5 ciclos)					
Protección contra corrosión	Revestimiento aluminio/zinc de no mínimo 150 g/m ² (AZ 150)	202 g/m ²			
	Revestimiento aluminio/zinc de no mínimo 275 g/m ² (Z 275)	282 g/m ²			
Chapas de acero prepintada					
Requisito de Directriz SiNAT n°010	Criterio de aprobación	Resultado obtenido			
Espesor de la chapa prepintada	Mínimo 0,5mm (tolerancia ±0,03mm)	0,5 mm			
Tipo de pintura de la chapa	Revestimiento aluminio/Zinc de no mínimo 150 g/m ² (AZ 150)	180 g/m ²			
Resistencia a los rayos ultravioletas (radiación UV-B)	Después 720 h ensayo, la pintura no puede tener perdida brillo mayor que 20%, siendo $\Delta E \leq 3$	Aprobado conforme requisitos técnicos			



Resistencia a la corrosión	<ul style="list-style-type: none"> - Las chapas no deben presentar burbujas ni puntos de corrosión después 1000 h de ensayo en cámara de niebla salina; - Las chapas no deben presentar ampolla o puntos de corrosión después 720 h de ensayo en cámara de humedad; - Las chapas no deben presentar ampollas o puntos de corrosión después 5 ciclos en cámara de ensayo de SO². 	No hubo puntos de corrosión y ampollas en las muestras ensayadas
Resistencia a impactos de la pintura organica	Ausencia de fractura después aplicación de energía de impacto de 2,25J y pérdida de adhesión después impacto de 13,35J (cara externa) y 8,9J (cara interna).	No fueron observadas después los ensayos fracturas o perdidas de adhesión.
PIR		
Requisito Directriz SINAT n°010	Criterio de aprobación	Resultado obtenido
Espesor	Información que debe constar del proyecto y de DATEC específico	59 mm
Masa especifica	Información que debe constar de proyecto y de DATEC específico	43,59 kg/m ³
Conductividad térmica	≤ 0,065 W/m°C	0,024 W/m°C
Resistencia térmica	≥ 0,5 m ² K/W	0,966 m ² K/W
Absorción de agua	Variación de volumen original para el volumen después ensayo menor igual a 5% (valor después 24 horas de ensayo)	0,54%
Resistencia a la compresión después estabilidad térmica	Resistir a cargas de compresión de 0,10 N/mm ² , con variación de espesor menor que 5%, después exposición del material 2 días a temperatura de 90°C	Resistencia ≥ 0,10 N/mm ² Variación de espesor: 2,7%
Inflamabilidad	F _s ≤ 150 mm en 60s, conforme ABNT NBR 15575 (parte 4 e 5)	El fuego no alcanzo 150 mm en 60s
Componentes de fijación (clavos, tornillos paras y pernos)		
Descripción / Tipo y uso	Conforme especificación de proyecto	Componentes definidos para cada uso en los proyectos específicos y aprobados para uso conforme evaluaciones técnicas rutinas apropiadas
Protección contra corrosión / Tipo y espesor del revestimiento	Conforme especificación de proyecto	Componentes definidos para cada uso en los proyectos específicos y aprobados para uso conforme evaluaciones técnicas rutinas apropiadas
Resistencia a la corrosión (tiempo mínimo para apariencia de	Componentes de fijación utilizados en áreas internas	Las muestras no presentaron puntos de corrosión para tiempos indicados.



corrosión roja en el material base cuando expuesto en cámara de niebla salina)	secas, áreas internas mojadas o mojables y áreas externas de ambientes: Rurales: 240 horas Urbanas :480 horas Marinos 720 horas	
Caracterización del Panel		
Requisito Directriz SiNAT n° 010	Criterio de aprobación	Resultado obtenido
Resistencia a la compresión.	Después exposición de los paneles al ensayo de calor y choque térmico, realizar ensayo mecánico en panel, resistencia a la compresión, siendo que los valores de ensayo después exposición deben ser en máximo 30% menores de que los valores antes de exposición (R , después envejecimiento $\geq 0,70 R$, inicial).	$R_{\text{após envejecimiento}} = 95,5\% R_{\text{inicial}}$ Diferencia máxima obtenida después al envejecimiento: 4,5%.
Resistencia a la flexión, considerando dos apoyos.	Después exposición de los paneles al ensayo de calor y choque térmico, realizar ensayo mecánico en panel, resistencia a la flexión, siendo que los valores de ensayo después exposición deben ser en máximo 30% menores de que los valores antes de exposición (R , após envejecimiento $\geq 0,70 R$, inicial).	$R_{\text{após envejecimiento}} = 96,8\% R_{\text{inicial}}$ Diferencia máxima obtenida después el envejecimiento: 3,2%.
Características geométricas (espesor, largo, ancho, cuadrado, diagonal).	Conforme especificaciones en proyecto	Altura de 2,45m (paredes laterales) Altura de 3,55m (pared central) Espesor 0,06m Ancho del panel variando entre 0,3m a 1,10m
Resistencia de adherencia de los aislantes a las chapas/ Resistencia a tracción perpendicular al plano de panel (muestra en estado original)	$R_{\text{inicial}} \geq 0,10 \text{N/mm}^2$	0,10 N/mm ²
Resistencia de adherencia de los aislantes a las chapas/ Resistencia a tracción perpendicular al plano del panel (muestra después exposición a variación de temperatura)	$R_{\text{após envejecimiento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$, considerando exposición al envejecimiento acelerado por el efecto de la variación de temperatura hasta 80°C	$R_{\text{após envejecimiento}} = 0,90 R_{\text{inicial}}$ 0,09 N/mm ²

Fue realizada la caracterización del perfil de PVC utilizado como guía para la base de pared junto a fundación, la caracterización fue basada en la Directriz SiNAT 004 Revisión 01, para efecto de comprobación de durabilidad del material utilizado, siendo los resultados presentados en la Tabla 3.



Tabla 3 – Caracterización del Perfil de PVC

Perfil "U" de PVC		
Requisito de Directriz SiNAT n° 004	Criterio de aprobación	Resultado obtenido
Espesor de los perfiles	Conforme especificación de proyecto ($\geq 1,7$ mm)	$2,5 \pm 0,5$ mm
Color de los perfiles	Conforme especificación de proyecto	Blanco
Resistencia del PVC a los rayos ultravioleta	2000 horas de exposición en cámara de CUV, con lampara de UVB	En conformidad con determinación de propiedades mecánicas
Módulo de elasticidad en la flexión (antes y después 2.000 h de exposición en CUV)	$R_{\text{após envejecimiento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$	$R_{\text{após envejecimiento}} = 1,28 R_{\text{inicial}}$
Resistencia a impacto (antes y después 2.000 h de exposición en CUV)	$R_{\text{inicial}} \geq 55 \text{ KJ/m}^2$ $R_{\text{após envejecimiento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$	$R_{\text{inicial}} = 59 \text{ KJ/m}^2$ $R_{\text{após envejecimiento}} = 0,82 R_{\text{inicial}}$
Caracterización de substrato contenido de cenizas	Conforme especificación de proyecto	8 %
Determinación de contenido de Dióxido de Titanio (TiO_2)	Conforme especificación de proyecto	5,7 %

La caracterización del adhesivo sellante mono componente utilizado en sellos y juntas fue basada conforme especificación de proyecto, siendo los resultados presentados en la Tabla.

Tabla 4 – Caracterización del Sellante

Adhesivo Sellante mono componente – MS polymer			
Requisito	Método de ensayo	Indicador de conformidad	Resultado obtenido
Resistencia a los rayos UV 2000 h e 5000 h	ASTM C 1257 ASTM G154	No presento calcinación, grietas y desprendimientos de la base	Sin alteraciones visuales significativas la muestra sufrió leve amarilleo y pérdida de brillo
Resistencia a tracción y extensión	ASTM D412 ASTM C 920	$> 0,68 \text{ MPa}$ $\geq 100 \%$	Tracción = 1,56 MPa Extensión = 348,5%
Resistencia a tracción y extensión después envejecimiento UV 2000 h	ASTM D412 ASTM G154	$> 0,68 \text{ MPa}$ $\geq 100 \%$	Tracción = 0,94 MPa Extensión = 145,3%
Resistencia a productos químicos 24 h	ASTM D1308	No ocurrió pérdida de cohesión, desintegración o acentuada alteración de color	Después 24h leve pérdida de brillo y amarilleo
Exposición a atmosfera saturada 2000 h	ASTM D2247	No ocurrió pérdida de cohesión, desintegración o acentuada alteración de color	El material presento mayor maleabilidad, leve amarilleo y opacidad en la cara expuesta al meteorización
Dureza Shore A	ASTM C 661	(30 – 40)	Frente = 36,1 Verso = 35,5



Resistencia de adherencia a la atracción	ABNT NBR 14081-4	$\geq 0,5$ MPa ABNT NBR 14081-1	0,52 MPa
--	------------------	------------------------------------	----------

4.1.1 Caracterización del sistema de revestimiento en chapas de yeso cartón

Los materiales utilizados en revestimiento con chapas de yeso acartonado son y solamente deben ser adquiridos de empresa que participa y debe estar debidamente cualificada en Programa Sectorial de Calidad (PSQ), siguiendo las regulaciones de Sistema de Calificación de Materiales, Componente y Sistemas Constructivos – SiMaC de PBQP-H, en programa sectorial de componentes para sistemas constructivos en chapas de yeso para Drywall.

Trimestralmente, este PSQ divulga en sitio do PBQP-H un informe sectorial conteniendo la clasificación de las empresas, componentes comercializados y requisitos evaluados de las empresas participantes del programa.

4.2 Cubiertas

4.2.1 Desempeño estructural de la cubierta

Los ensayos fueron realizados en prototipos del sistema, configurados de acuerdo con el proyecto de estructura de la cubierta, siendo el mayor valor límite de 1,43 m. El ensayo de piezas suspendidas en techo no fue realizado, pues no hay puntos de fijación en techo, luminarias son fijadas en los complementos de la pared.

Fueron realizadas evaluaciones cuanto al riesgo de arrancamiento de componentes sobre la acción del viento conforme ABNT NBR 6123 y Directriz SiNAT n° 010. Según los resultados del ensayo, el sistema de cubierta atiende a los requisitos mínimos de desempeño. El sistema de cubierta de la casa Fischer atiende las solicitudes de velocidad del viento de 50 m/s, que atiende las regiones I, II, III, IV e V. Siendo así, el sistema de cubierta de la Casa Modular Fischer atiende el desempeño mínimo según la ABNT NBR 15575-5 y Directriz SiNAT n° 010.

Para los ensayos de solicitudes de montaje o mantenimiento las cargas concentradas accesibles al usuario, realizados sobre la cubierta, no hubo ocurrencia de ruptura o perforación en la muestra con 3 cargas de 1 kN distribuidas en un triángulo equilátero de lado 450 mm, así como también no hubo ninguna ocurrencia con carga concentrada de 1 kN en la sección más desfavorable. Siendo así, las muestras alcanzo requisito mínimo estipulado por la Directriz SiNAT n° 10 e ABNT NBR 15575-5.

Según los resultados del ensayo de simulación de acción del granizo y otras cargas accidentales sobre la cubierta, con impactos de 1,0 J, no hubo ocurrencia de ruptura o perforación en la muestra, alcanzando así el desempeño mínimo conforme la Directriz SiNAT n° 010 y la ABNT NBR 15575-5.



4.2.2 Estanqueidad del sistema de cubierta

Fueron realizados los ensayos de estanqueidad del sistema de cubierta y no hubo escurrimientos, goteos o manchas de humedad en la cara interna de la cubierta, atendiendo así las exigencias de desempeño de la ABNT NBR 15575-5.

4.2.3 Seguridad en el uso y la operación – caminando sobre el sistema de cubierta

El ensayo de seguridad en el uso y operación en la cubierta, ejecutado tanto en el sistema de cubierta como en sus componentes y/o dispositivos, demuestra comportamiento adecuado para el uso pretendido no ocurriendo ruptura, fisuras o perforaciones en la muestra cuanto al caminar de personas para la realización de montaje, instalaciones y mantenimiento, atendiendo nivel de desempeño mínimo conforme Directriz SiNAT n° 010 y ABNT NBR 15575.

4.2.4 Seguridad contra incendio

La reacción al fuego de la superficie inferior de las cubiertas, en el caso de cocinas deben ser clasificadas como I o II A conforme métodos de ensayo de la EN 13823. Según los resultados de los ensayos, la muestra atendió la clasificación necesaria, siendo aprobado en los niveles de desempeño exigidos conforme a la ABNT NBR 15575-5.

Para los ensayos de reacción al fuego de la parte externa de los paneles de cubierta, conforme el método de la ENV 1187, no hubo ocurrencia de ruptura o perforación en la muestra, siendo aprobado en los niveles de desempeño mínimo conforme a la ABNT NBR 15575-5.

En consideración a los resultados obtenidos, en ensayo realizado en paredes, se verifica que las paredes o forros protegidos adecuadamente con camada dupla de chapas de yeso para drywall con juntas desencontradas y tratadas, en un eventual incidente, permite que el fuego no pegue las piezas del cuadro estructural durante los 30 minutos de resistencia al fuego requeridos.

4.3 Paredes estructurales o de sellado

4.3.1 Desempeño estructural

El desempeño estructural de las paredes fue evaluado considerando la resistencia a las cargas verticales, la resistencia a los impactos de cuerpo blando, cuerpo duro, piezas suspendidas y sollicitación transmitida por el impacto de las puertas.

Fue también analizado el proyecto estructural del prototipo de la unidad habitacional y su local de implantación, según la Directriz SiNAT n° 010. Fue elaborado un memorial de cálculo específico, llevando en cuenta los detalles de fijaciones de cargas actuantes sobre el sistema.



Fueron realizados ensayos laboratoriales para evaluar la resistencia a las cargas verticales, considerando el estado límite último y el estado límite de servicio. En la Tabla 5 se presenta una síntesis de los resultados de los ensayos de compresión excéntrica realizados en laboratorio.

La resistencia última de proyecto (R_{ud}) y la resistencia de servicio (R_{sd}) de las paredes fueron obtenidas con los resultados de los ensayos de compresión excéntrica, aplicándose las ecuaciones previstas en la norma ABNT NBR 15575-2 con $\gamma_m = 2,0$ y $\xi = 1,5$.

Tomándose la mayor carga prevista en el proyecto ejemplo analizando ($S_k = 2,92$ kN/m) fueron calculadas las solicitaciones de proyecto para el ELU ($S_{d,u}$, con $\gamma_f = 1,4$, 1,3) y para el ELS ($S_{d,s}$, con $\gamma_f = 1,3$), obteniéndose los resultados presentados en la Tabla 6. A partir de esos resultados se verifican comprobadas las condiciones de que $S_{d,u} \leq R_{ud}$ para o ELU, y $S_{d,s} \leq R_{sd}$ para el ELS.

Tabla 5 – Síntesis de los resultados de los ensayos de compresión excéntrica

Cuerpo de prueba ensayado	Carga límite desplazamiento (Límite fijado en 3,0 mm)		Carga máxima aplicada	
	kgf/m (Ancho 1,10 m)	kN/m (Ancho 1,10 m)	kgf/m (Ancho 1,10 m)	kN/m (Ancho 1,10 m)
CP1	3913	39,1	4868	48,6
CP2	2140	21,4	6050	60,5
CP3	3595	35,9	5413	54,1
Media	3216	32,1	5444	54,4

Obs. Se Considerada 1 kN \pm 100 kgf

Tabla 6 – Síntesis de la evaluación de los resultados.

R_{ud}	$S_{d,u}$	R_{sd}	$S_{d,s}$
17,01 kN/m	5,32 kN/m	8,12 kN/m	3,80 kN/m

Para el análisis de unidades que poseen el ítem opcional de calentamiento de agua por medio de placas solares, considerando una situación extrema de carga, en que toda la masa del sistema (caldera llena, soporte y placas solares), totalizando 220 kgf, es distribuida únicamente en el tramo de pared más cargado del proyecto, se puede recalculan los valores de $S_{d,u}$ e $S_{d,s}$, conforme a la Tabla 7, en que los resultados obtenidos continúan atendiendo las condiciones para las resistencias últimas y de servicio.

Tabla 7 – Desempeño estructural – Con sistema de calefacción

R_{ud}	$S_{d,u}$	R_{sd}	$S_{d,s}$
17,01 kN/m	9,32 kN/m	8,12 kN/m	6,65 kN/m

Para cada emprendimiento debe ser desarrollado un proyecto estructural específico y su respectiva memoria de cálculo.



Para los ensayos de impacto de cuerpo suave sobre los paneles fueron utilizados apenas energías de impactos para paredes externas, pues son constituidos por los mismos materiales y tienen el mismo espesor. Los resultados indican que los cuerpos de prueba no presentaron fallas (fisuras, abolladuras y grietas) y/o rupturas en los componentes de la pared para las energías de 120J, 180J, 240J, 360J, 480J, 720J. El sistema constructivo evaluado atendió el desempeño mínimo de la ABNT NBR 15575 y de la Directriz SiNAT n°10.

Los ensayos de impacto de cuerpo duro fueron realizados en los paneles, con energías de 2,5J, 3,75J, 10J e 20J, cuyos resultados presentaron cumpliendo a los criterios establecidos en la Directriz SiNAT n° 10 y de la ABNT NBR 15575.

En ensayo de solicitudes transmitidas por puertas, considerando diez operaciones de cierre brusco e impacto de cuerpo suave, con energía de 240J en el centro geométrico de hoja de puerta, no fueron observadas fallas (grietas, desprendimientos, entre otros) en el encuentro con el marco, esquilas en las regiones de solidificación del marco con la pared, ni desprendimientos en juntas entre componentes de las paredes, atendiendo los requisitos de la ABNT NBR 15575-4 y Directriz SiNAT n° 010.

Los ensayos de verificación de la capacidad de soporte de piezas suspendidas consideraran el dispositivo padrón de mano francesa. Los ensayos fueron realizados según las directrices de la ABNT NBR 15575-4, y atendieron el nivel de desempeño mínimo exigidos.

4.3.2 Estanqueidad al agua

Fueron realizadas análisis de proyecto para evaluar los aspectos que influyen la estanqueidad al agua del producto de fuentes de humedad externas e internas a la edificación.

Para la fijación del panel a la fundación es instalada una caja en "U" de PVC. Entre la caja y el panel es aplicada una camada de sellante para impedir el acumulo de agua en la interfaz y la percolación de agua para el interior de la edificación. En todas las interfaces entre el piso y los paneles, transformad para la cara interna de la casa, es instalado un zócalo cerámico de 50 mm de altura. En la junta vertical de unión entre paneles es instalada una cinta de espuma de polietileno autoadhesiva, y aplicado sellante en todas las juntas de áreas húmedas y juntas externas que proporciona el sellado y estanqueidad de la conexión vertical panel/panel.

El piso del box del baño es ejecutado con decline para el desagüe. La diferencia de cuota de los paneles de pared y el piso acabado del baño es de 20 mm y piso del box de 40 mm. La pared del área del box es revestida con cerámica del piso al techo.

La cara externa del sistema de sellado vertical fue sometida a un flujo de agua calibrada de $(3,0 \pm 0,3) \text{ dm}^3/\text{min}/\text{m}^2$, creando una cortina de agua homogénea y continua, con la aplicación simultanea de una presión neumática de 50 Pa durante 7 horas.

Los resultados obtenidos tanto en el análisis de proyecto como en ensayo demuestran que fueron atendidos los criterios de desempeño prescritos en la Directriz SiNAT n° 010 y la ABNT NBR 15575.



4.3.3 Desempeño térmico

La evaluación del desempeño térmico de la casa modular Fischer fue realizada por el método de simulación computacional para las 8 zonas bioclimáticas existentes en Brasil, en los días más críticos de verano e invierno, utilizando el programa *EnergyPlus*TM, según la Directriz SiNAT n° 010 y ABNT NBR 15575.

En

Tabla 8 están presentadas las ciudades específicas escogidas para representar cada zona bioclimática de Brasil, en función de la existencia de datos climáticos en horario en formato del programa utilizado.

Tabla 8 – Ciudades consideradas en cada zona bioclimática.

Zonas Bioclimáticas	Ciudades
ZB1	Curitiba/PR
ZB2	Santa María/RS
ZB3	Florianópolis/SC
ZB4	Brasilia/DF
ZB5	Gobernador Valadares/MG
ZB6	Campo Grande/MS
ZB7	Cuiabá/MT
ZB8	Natal/RN

Para la evaluación del desempeño térmico se consideró la absorbanza a la radiación solar de la superficie externa de las paredes igual a: 0,3 (colores claros), 0,5 (colores medios) y 0,7 (colores oscuros).

En la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 son presentados los resultados obtenidos en las simulaciones computacionales referentes al desempeño térmico para las edificaciones en estudio, tanto para días típicos de verano como de invierno.

Tabla 9 – Condiciones necesarias para la obtención del nivel de desempeño térmico mínimo en las zonas 1 a 8 en período de verano y de invierno*

Zona Bioclimática	Condición padrón ^(a)	Con sombreado ^(b)	Con ventilación ^(c)	Con sombreado y ventilación
1	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color
2	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color
3	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color
4	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color
5	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color
6	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color
7	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color
8	Cualquier color	Cualquier color	Cualquier color	Cualq. color

(*) las zonas bioclimáticas 6, 7 y 8 no son evaluadas para la condición de invierno, conforme ABNT NBR 15575.



- (a) condición padrón: ambientes con ventilación solamente por infiltración a través de ranuras en ventanas y puertas, a una tasa de una renovación del volumen de aire del ambiente por hora (1,0Ren/h) y ventanas sin sombreado;
- (b) condición de sombreado: protección solar externa o interna que impide la entrada de radiación solar directa o reduce en 50% la incidencia de la radiación solar global en ambiente;
- (c) condición de ventilación: ambiente ventilado a una tasa de cinco renovaciones de volumen de aire de ambiente por hora (5,0 Ren/h).

Tabla 10 – Temperaturas externas e internas máximas para un día típico de verano.

Zona Bioclimática	Externa máxima [°C]	Temperaturas máximas [°C]			Nivel de desempeño		
		Dorm1	Dorm2	Sala/Cozinha	Dorm1	Dorm2	Sala/Cocina
ZB1	31,4	26,0	25,9	25,8	S	S	S
ZB2	32,2	29,4	29,0	28,6	I	I	I
ZB3	32,7	29,5	29,3	29,1	I	I	I
ZB4	31,2	29,9	28,8	28,3	M	I	I
ZB5	34,2	30,3	30,1	29,9	I	S	S
ZB6	33,6	31,2	30,7	30,3	I	I	I
ZB7	37,8	34,8	34,4	34,0	I	I	I
ZB8	32,1	31,4	30,9	30,6	M	I	I

Tabla 11 - Temperaturas externas e internas mínimas para o día típico de invierno.

Zona Bioclimática	Externa mínima [°C]	Temperaturas mínimas [°C]			Nivel de desempeño		
		Dorm1	Dorm2	Sala/Cocina	Dorm1	Dorm2	Sala/Cocina
ZB1	0,8	6,8	6,8	6,6	I	I	I
ZB2	3,12	9,7	9,8	9,3	I	I	I
ZB3	6,36	11,8	11,9	11,7	I	I	I
ZB4	10,11	15,8	15,8	15,2	I	I	I
ZB5	14,24	18,6	18,6	18,5	M	M	M

Con base en los resultados presentados en informe de ensayo, el sistema constructivo evaluado atiende las exigencias de desempeño descritas en la Directriz SINAT n° 010 para cualquier valor de absorbancia solar en intervalo de 0,3 a 0,7 y para todas las condiciones de ventilación y sombreado propuestas en la ABNT NBR 15575.

4.3.4 Desempeño acústico

Los ensayos para a determinación del desempeño acústico en las “Casas Modulares Fischer” fueron realizados en campo, siguiendo las prescripciones citadas en la ABNT NBR 15575-4, que es recomendada para la evaluación de sistemas constructivos constituidos de casas unifamiliares y adosadas. Permitiendo obtener una estimación de aislamiento acústico global del sellado externo (conjunto fachada y cubierta).

El resultado del desempeño acústico de las envolturas ensayadas en campo fue presentado a partir de la diferencia padronizada de nivel ponderado, promover por el sellado vertical externa ($D_{2m,nT,w}$).

La diferencia de nivel padronizado de la vedación analizada fue de 20 dB, siendo clasificada por la Directriz SiNAT n° 010, como una habitación localizada distante de fuentes de ruido intenso de cualquier naturaleza (Clase de Ruido I).

Los ensayos de laboratorio para la determinación del desempeño acústico en paneles sándwich fueron realizados según las directrices de la ABNT NBR 15575-4. Como el sistema constructivo evaluado se refiere a casas tierra aisladas, fue evaluado el índice de reducción sonora ponderado, R_w , de fachadas. El resultado del desempeño acústico de las paredes ensayadas en laboratorio fue presentado a partir del índice de reducción sonora (R_w) de 35 dB, atendiendo las tres clases de localización de la habitación referente a ruido según la ABNT NBR 15575-4, garantizando de esa forma el desempeño mínimo, atendiendo las exigencias de la Directriz SiNAT n° 010.

4.3.5 Durabilidad y Mantenibilidad

Las informaciones referentes a Vida Útil de Proyecto (VUP) de los elementos del sistema constructivo deben ser en mínimo iguales a los períodos sugeridos por la ABNT NBR 15575-1, en la tabla 20 de ítem 3.2.6.1 de la Directriz SiNAT n° 010.

Con base en análisis del Manual de Operación, Uso y Mantenimiento de la “Casa Modular Fischer” y de Manual de Montaje del sistema constructivo, fueron identificados los puntos de evaluación mínimos citados en la Directriz SiNAT n° 010 con relación a la vida útil de proyecto de los elementos. Tales características constructivas serán rutinariamente evaluadas en inspecciones y auditorias en campo y fábrica, para la garantía de la vida útil del sistema constructivo propuesto.

Los criterios de mantenibilidad de los elementos deben estar incorporados al proyecto y al manual de uso y mantenimiento de sistema constructivo. Las informaciones necesarias al cumplimiento de las exigencias de la Directriz SiNAT n° 010 y ABNT NBR 14037 son encontradas en Manual de Uso y Mantenimiento de la “Casa Modular Fischer”.

Los ensayos para la determinación del desempeño a la acción de calor y choque térmico en paneles sándwich fueron realizados según las directrices de la ABNT NBR 15575. No presentaron fisuras, desprendimientos, ampollas, descoloramiento, desprendimientos entre otros daños. En consideración a los resultados, el sistema constructivo evaluado atiende los niveles de desempeño exigidos conforme a ABNT NBR 15575 y Directriz SiNAT n° 010.

Después exposición de los paneles al ensayo de calor y choque térmico, fueron ejecutadas las evaluaciones para a determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión, obteniéndose los resultados dentro de los límites establecidos en la Directriz SiNAT n° 010.

Las informaciones sobre productos adecuados para limpieza de los componentes del sistema constructivo están presentes en manual de uso y mantenimiento del propietario, elaborado por el proponente, bien como los períodos mínimos y métodos adecuados para el mantenimiento preventivo de los elementos del sistema.



Deben ser previstos periodos y métodos adecuados para mantenimiento de la pintura de las chapas prepintada (repintará cuando necesario), a fin de atender la vida útil de este elemento. Fue definido con base en los resultados de ensayos realizados y encuestas en emprendimientos en uso, además de las recomendaciones estipuladas por la ABNT NBR 15575, el período mínimo de 8 años para su sustitución o evaluación criteriosa del estado de las pinturas existentes en la casa. El proponente describe métodos de evaluación de las pinturas, como fallas localizadas ocasionadas por el uso del sistema, pequeños puntos de corrosión, entre otros en su manual de uso y operación. También recomienda los materiales y métodos para los mantenimientos, basados en los resultados obtenidos en evaluación de laboratorio para este fin.

La impermeabilización de la base de pared y aberturas, hecha con adhesivo sellante mono componente debe ser verificada anualmente, tales métodos de evaluación y posibles reparaciones puntuales, cuando hay, están descriptos en manual de uso y operación, siendo establecido el período mínimo de dos años para verificación total de las impermeabilizaciones y cuando necesario, su sustitución.

Fueron realizados test en laboratorio para verificación de durabilidad y del mantenimiento con tratamientos de repintura de las chapas de acero galvanizado, a fin de comprobar la eficacia de mantenimiento propuestos. Los cuerpos de prueba fueron sometidos a diferentes tipos de envejecimientos en cámara de niebla salina y dióxido de azufre, después exposición, fueron realizados tratamientos de repintura y nuevamente sometidos al envejecimiento. Fueron considerados satisfactorios los resultados para atender a los requisitos de mantenibilidad y durabilidad de las chapas de acero galvanizado utilizada en las paredes del sistema constructivo propuesto. Con la intención de comprobar la estanqueidad al agua en las bases de pared de las Casas Modulares Fischer, específicamente en contacto panel x canaleta en PVC, fue realizado ensayo donde cuerpos de prueba representativos del sistema de base de pared, fueron sometidos a diversos ciclos térmicos (-5°C a 60°C) y de humedecimiento (25% a 60%), para representar casos extremos de variación climática, a los cuales el sistema constructivo puede estar sometido. Esa metodología busca identificar el posible humedecimiento de base de los paneles debido a movimientos/deformaciones térmicas, referentes principalmente a los ciclos estacionales. Posteriormente a los envejecimientos, los cuerpos de prueba (panel más interfaz panel canaleta), fueron sometidos a una presión constante de agua, con el objetivo de simular el caso extremo en que las edificaciones estén localizadas en áreas de inundación, con columna de agua de 0,30 m a partir de la base de los paneles. Posteriormente a cada ciclo, fueron evaluadas posibles infiltraciones, siendo considerados satisfactorios los resultados para atender a los requisitos de mantenibilidad y durabilidad. Fueron verificadas las compatibilidades de potenciales electroquímicos de todos los componentes metálicos en contacto entre si, verificados los tipos de revestimiento contra corrosión y realización de ensayos de durabilidad de los elementos de fijación, garantizando así la resistencia a corrosión galvánica. También son utilizadas en algunos puntos de fijación del sistema de cubierta, casquillos de

nylon en contacto con la chapa de acero galvalume, evitando el contacto entre metales y estos permanecen protegidos de intemperies en proyecto ejecutivo.

Fueron realizados ensayos de caracterización para la comprobación de la durabilidad de los materiales utilizados y no contemplados en la Directriz SiNAT 010: Adhesivo sellante y Perfil PVC (Proveedor Veka).

El perfil de PVC fue caracterizado y los resultados obtenidos fueron satisfactorios en análisis basada en los requisitos técnicos descritos en la Directriz SiNAT 004.

El Adhesivo Sellante mono componente utilizado en sistema constructivo, producido y tecnología MS Polymer, fue caracterizado antes de análisis de proyecto y límites establecidos por la ITA, siendo los resultados considerados satisfactorios, para efecto de comprobación de durabilidad, previendo la aplicación de estos materiales y exposiciones a intemperies durante la vida útil del sistema. Fue realizado envejecimiento a los rayos ultravioleta por el período de 5.000 h, además de ensayos para comprobación de propiedades mecánicas.

4.3.6 Seguridad contra incendio

El ensayo de reacción a fuego fue realizado según las recomendaciones de la Directriz SiNAT n° 010 y norma EN 13823. Después el ensayo el material de la cara interna del panel obtuvo clasificación III A, siendo atendida la clasificación mínima exigida de la Directriz SiNAT n° 010.

El ensayo para la determinación de la resistencia al fuego de los paneles sándwich, para área da cocina fueron realizados en conformidad con la Directriz SiNAT n° 010 y ABNT NBR 5628. En consideración a los resultados obtenidos en los ensayos, la muestra del sistema constructivo presento resistencia a fuego por un período superior a 30 minutos, permitiendo su clasificación, en grado corta- fuego, como CF30, siendo aprobadas según las exigencias de la Directriz SiNAT n° 010.

Para análisis del sistema fue confeccionado una pared sin aberturas de 3000 x 2800 mm, siendo la superficie expuesta a las elevadas temperaturas de 2500 x 2500 mm, compuesta de paneles formados de chapas de acero galvalume con núcleo de PIR (conforme descripción del sistema constructivo), con revestimiento de la cara expuesta al fuego formado por dos camadas de chapas de yeso acartonado (RF) de 12,5 mm de espesor, juntas desencontradas y tratadas conforme procedimiento padrón del sistema. La carga aplicada en el sistema fue de 0,255 tf/m, con el objetivo a reproducción de las solicitudes de servicio conforme determinado por el proponente.

4.3.7 Protección contra descargas atmosféricas

Fue solicitado el análisis de protección contra descargas atmosféricas para el sistema constructivo “Casas Modulares Fischer”, debido a sus características constructivas eminentemente en metal. Según análisis realizadas, con base en las directrices de la ABNT NBR 5419, Cálculo de Riesgo, la “Casa Modular Fischer” precisa de instalación de SPDAs - Sistemas de Protección contra Descargas



Atmosféricas. También fueron realizados ensayos en loco, verificando las condiciones de seguridad eléctrica y eficiencia del sistema de protección contra descargas atmosféricas de la residencia.

Los cálculos y ensayos presentados en los informes deben ser rehechos para cada nuevo proyecto de instalación de la casa, debiendo ser hecho un análisis completo de nivel cerámico, resistividad eléctrica del suelo, topografía y normas exigidas por la concesionaria de energía eléctrica y por el Cuerpo de Bomberos de cada local de instalación.

La equipotencialización es garantizada por los elementos de amarre y el pasaje de los cabos de acero embutidos en los paneles de pared, este contacto entre los tubos de acero garanten conexión entre todos los paneles de pared de la edificación, y también por la interconexión entre todas las mallas de acero existentes en el interior de la platea, siendo conectadas por clips galvanizados a una barra de acero inox o barra galvanizada a fuego re-bar, que conjuntamente a los paneles de pared son unidos al BEP por medio de cabo de cobre aislado de 16 mm².

4.3.8 Dispositivo de protección diferencial residual - DR

La casa modular Fischer posee interruptor Diferencial Residual, DR, (para 30 mA – alta sensibilidad) e sus instalaciones, para prevenir choque eléctrico por contacto en elementos metálicos conectados a tierra (a propósito, o no) vía insolación defectuosa de cargas o cableado energizado.

Para asegurar la funcionalidad del DR está de acuerdo con las especificaciones proporcionado por la concesionaria, fueron realizados ensayos que verificaran el tiempo de actuación del interruptor.

El tiempo de operación registrado de DR debe estar entre los tempos límites de la curva de funcionamiento del DR, mínimo (30 mA, 750 ms) y máximo (300 mA, 40 ms). Con base en los resultados de los ensayos realizados, fue posible verificar que el tiempo de operación registrado fue de 42 mA, 20,6 ms estando de acuerdo con la especificación del dispositivo.

4.3.9 Posibilidad de ampliación de la unidad habitacional

La casa modular Fischer tiene la posibilidad de ampliación, el procedimiento y condiciones están previstos en manual de uso, operación y mantenimiento, donde la ampliación debe seguir las orientaciones del proponente, que especifica los detalles y materiales necesarios para unión o continuidad de las paredes, pisos, cubiertas e instalaciones.

El proyecto de ampliación debe prever en mínimo el mantenimiento de los niveles de desempeño, relativos a las características estructurales, seguridad al fuego, estanqueidad al agua, desempeño térmico, desempeño acústico y durabilidad, utilizando los mismos materiales y técnicas constructivas del inmueble original.



5 Control de calidad

Fueron realizadas auditorías técnicas en fábrica y en obras, tanto en ejecución cuanto finalizadas, permitiendo evaluar el desempeño global de las unidades habitacionales y el comportamiento potencialmente positivo del producto cuanto al control de calidad de producción y de montaje conforme la Directriz SiNAT n° 010. En las auditorías iniciales realizadas por Lactec, fueron verificados los aspectos de control descritos a seguir, tales aspectos deben ser continuamente controlados por el proponente de la tecnología.

- Control de recibimiento y aceptación de materiales y componentes en fábrica (caracterización del Poliisocianurato, de las bobinas de acero para la producción de las chapas metálicas, de los elementos metálicos y verificación de los demás componentes que irán formar los paneles);
- Control en proceso de producción y calidad de los paneles posproducción en fábrica (identificación, configuraciones, tolerancias dimensionales, apariencia y eventual presencia de fallas);
- Control no almacenamiento y expedición de los kits de las unidades habitacionales “Casa modular Fischer”;
- Control de recibimiento de los kits de la casa modular en obra (check lista en obra);
- Control de aceptación de los paneles en construcción de obras (identificación y eventual presencia de fallas surgido de movimientos);
- Control e inspección en la etapa de montaje (por ejemplo, unión con fundación, bloqueo y alineación de los paneles, tratamiento de las juntas, acabamientos e interfaces con aberturas y demás componentes);
- Inspección de la calidad final de las unidades en obra (entrega para cliente final).

Auditorías realizadas:

- Monitoreo de la aplicación del sistema constructivo Fischer – Informe técnico n° 16/2015 – Fundación Luis Englert;
- Informe de Auditoría DPVE 7445/2017 - Obra auditada: Montaje Prototipo Casa modular Fischer – Local: Dependencias internas de Irmãos Fischer – Brusque / SC;
- Informe de Auditoría DPVE 7445/2017 – Auditoría en la fábrica de Irmãos Fischer – Brusque / SC.

Durante el período de validez de este DATec serán realizadas auditorías técnicas a cada 6 (seis) meses para verificación de los controles realizados por el proponente en proceso de producción y en producto final. Para renovación de este DATec serán presentados informe de auditorías técnicas (incluyendo verificación de unidades en ejecución y verificación de unidades en uso), considerando muestras representativas de la producción de unidades habitacionales en el país.



El control de manifestaciones patológicas o reparos post ocupación debe ser evidenciado por el proponente, acompañado de los procedimientos y acciones pertinentes, atendiendo a los plazos de garantía.

Para los elementos metálicos de fijación, la resistencia a la corrosión debe ser comprobada por medio de certificado de conformidad del proveedor que acompaña cada lote entregado a la obra o por informe de ensayo realizado por laboratorio de tercera parte.

Con relación al sistema de protección contra descarga atmosférica, para cada nuevo proyecto de instalación de casa, debe ser hecha un análisis completo del nivel cerámico, resistividad eléctrica del suelo, topografía y normas exigidas por la concesionaria de energía eléctrica y por el Cuerpo de Bomberos de cada local de instalación, factor que será verificado durante las auditorias periódicas para la manutención de este DATec.

6 Fuentes de información

Las principales fuentes de información son los documentos técnicos de la empresa Irmãos Fischer y los Informes Técnicos.

6.1 Documentos de la empresa

- Proyectos y detalles ejecutivos arquitectónicos, estructurales, instalaciones de hidráulica y de eléctrica de las unidades habitacionales aisladas en sola área;
- Proyectos ejecutivos de producción y de montaje de las unidades habitacionales aisladas sola área;
- Proyectos arquitectónicos de la casa Modular Fischer;
- Informes de ensayos realizados en laboratorio;
- Procedimientos para ejecución de servicios;
- Procedimientos para recibimiento y chequeo lista de materiales en obra;
- Fichas de verificación de materiales y servicios;
- Manual de montaje – Casa Modular Fischer, elaborado por la Proponente de la tecnología;
- Manual de uso y operación del sistema (Manual de propietario), elaborado por la Proponente de la tecnología.

6.2 Informes Técnicos e Informes de Ensayo

- Informe DVEE 6811/2016 producido por Lactec - Ensayos de exposición a la niebla salina y atmosfera húmeda saturada;
- Informe DVQA 6942/2017-R2 producido por Lactec - Espesor y densidad superficial de los depósitos de Zn Al y Zn;



- Informe DVEE 4898/2016 producido por Lactec - Espesor de la chapa prepintada, resistencia a la corrosión, exposición a radiación UV- B y la niebla salina neutra;
- Informe DVEE 5857/2016 producido por Lactec - Resistencia a impactos de la pintura orgánica;
- Informe DVPE 4721/2015 -R1 producido por Lactec - Ensayos de caracterización de componentes Fischer;
- Informe R000039/2015 producido por Efectis Nederland - Ignibilidad del PIR;
- Informe 1051797-203/2013 producido por IPT - Reacción al fuego (propagación de chama);
- Informe 557161027A/2016 producido por MAST Lab - Resistencia a la corrosión de componentes de fijación;
- Informe 557161027B/2016 producido por MAST Lab - Resistencia a la corrosión de componentes de fijación;
- Informe DVPE 3962/2015 producido por Lactec - Ensayos de desempeño estructural y durabilidad en paneles
- Informe EC 10024/2019 producido por Lactec – Ensayos para verificación de durabilidad de las chapas de acero galvalume;
- Informe EC 11328/2019 producido por Lactec – Ensayos de ciclos térmicos y verificación de estanqueidad en sistema de base de pared;
- Informe EC 11140/2019 producido por Lactec - Ensayos de compresión excéntrica en paneles sándwich;
- Informe 05/2017 producido por la Fundación Luis Englert - Consideración sobre el desempeño cuanto a carga de viento para el sistema de cubierta de la casa modular Fischer;
- Informe 13/2016 producido por la Fundación Luis Englert - Solicitudes de montaje o mantenimiento para cargas concentradas;
- Informe 15/2016 producido por la Fundación Luis Englert - Desempeño cuanto a solicitudes de montaje o mantenimiento a cargas concentradas para el sistema de cubierta;
- Informe 16/2016 producido por la Fundación Luis Englert - Acción del granizo y otras cargas accidentales;
- Informe 19/2016 producido por la Fundación Luis Englert - Seguridad en el uso y la operación cuanto a posibilidad de caminar personas sobre el sistema de cubierta;



- Informe R001459/2016 producidos por la Efectis Nederland - Reacción al fuego del sistema de cubierta;
- Informe R001461/2016 producidos por la Efectis Nederland - Reacción al fuego del sistema de cubierta;
- Informe R001463/2016 producidos por la Efectis Nederland - Reacción al fuego del sistema de cubiertas;
- Informe 1079713-203/2016 producido por IPT - Estanqueidad del sistema de cubierta;
- Informe 6013371-5/2016 producido pela Visconti - Evaluación del comportamiento estructural de la edificación;
- Informe EC 10352/2018 producido por Lactec – Ensayos de desempeño estructural;
- Informe 2598/2019 da Universidad del Valle de Rio de los Sinos – Desempeño acústico;
- Informe producido por el Profesor Aluísio Leoni Schmid – 2016 - Desempeño acústico;
- Informe 1847/2017 de la Universidad do Vale do Rio dos Sinos - Desempeño acústico;
- Informe R000002/2015 producido por la Efectis Nederland - Reacción al fuego;
- Informe R000231/2015 producidos por la Efectis Nederland - Reacción al fuego de los paneles;
- Informe R000267/2015 producidos por la Efectis Nederland - Reacción al fuego dos paneles;
- Informe 2579/2018 de la Universidad do Vale do Rio dos Sinos – Resistencia al fuego de los paneles;
- Informe 101.1112b/2016 producido por la LADE - Ensayo de desempeño térmico;
- Informe técnico producido por la FURB – 2016 - Descargas atmosféricas – Profesor Sérgio Cabral;
- Informe DVSE 4591/2015 producido por lo Lactec - Descargas atmosféricas;
- Informe 353-2018 producido por el Centro de Inteligencia PURCOM – Ensayo de conductividad y resistencia térmica;
- Certificado de calificación – Placo do Brasil LTDA;
- Informe técnico de evaluación N° LAB/RT 175 producido por la TESIS – Caracterización PVC;
- Informe de ensayos N.º LAB/RE-345 producido por la TESIS – Caracterización PVC;
- Informe de ensayos REL EM 11639/2019 – R1- producido por Lactec – Caracterización y envejecimiento Adhesivo Sellante utilizado en el sistema;
- Informe de ensayos REL DVPE 12689/2019 – producido por Lactec – Resistencia de adherencia del Sellante utilizado en el sistema.

7 Condiciones de emisión del DATec

Este Documento de Evaluación Técnica, DATec, es emitido en las condiciones a seguir descritas, conforme Reglas generales del SINAT – Sistema Nacional de Evaluaciones Técnicas de Productos Innovadores, Capítulo VI, Art. 22:

- a) El Proponente es el único responsable por la calidad del producto evaluado en el ámbito de SINAT;
- b) El Proponente debe producir y mantener el producto, bien como el proceso de producción, en las condiciones de calidad y desempeño que fueron evaluadas en el ámbito SINAT;
- c) El Proponente debe producir el producto de acuerdo con las especificaciones, normas y regulaciones aplicables, incluyendo las directrices SINAT;
- d) El Proponente debe emplear y controlar el uso del producto, o su aplicación, de acuerdo con las recomendaciones constantes de DATec concedido y literatura técnica de la empresa;
- e) Los Institutos Lactec y las diversas instancias del SINAT no asume cualquier responsabilidad sobre pérdida o daño resultado directo o indirecto del producto evaluado.

El Dueño de la Tecnología, Irmãos Fischer S/A se compromete a:

- a) Mantener el Sistema Constructivo y el proceso de producción en las condiciones generales de calidad en que fueron evaluados en este DATec, elaborando proyectos específicos para cada emprendimiento;
- b) Producir el sistema constructivo de acuerdo con las especificaciones, normas técnicas y regulaciones aplicables;
- c) Mantener la capacitación del equipo de colaboradores envuelto en el proceso;
- d) Mantener asistencia técnica, por medio de servicio de atención al cliente.

El sistema constructivo debe ser utilizado de acuerdo con las instrucciones del productor y recomendaciones de este Documento de Evaluación Técnica.

El SINAT y la Institución Técnica Evaluadora, en el caso de los Institutos Lactec, no asumen cualquier responsabilidad sobre pérdida o daño derivado del resultado directo o indirecto de este producto.

**Programa Brasileño de Calidad y Productividad de Hábitat – PBQP-H Sistema Nacional
de Evaluaciones Técnicas – SINAT**

Brasilia, DF, 16 de marzo de 2020



IRMÃOS FISCHER S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO

Rod. Antonio Heil, Km 23 - Limoeiro - 88352-502 - Brusque SC - Brasil
 Cx. Postal 255 e 87 - Tel: 55 (47) 3251-2000 - Fax: 55 (47) 3350-1080
 CNPJ: 82.984.287/0001-04 - Insc. Estadual: 250.176.475
 SAC: 0800-47 3535 - e-mail: sac@fischer.com.br
 e-mail: fischer@fischer.com.br - www.fischer.com.br

**DECLARAÇÃO QUANTO À ABNT NBR 15575**

A **IRMÃOS FISCHER S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO (NOTIFICANTE)**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ sob nº 82.984.287/0001-04, situada na Rodovia Antônio Heil, nº 5.600, Bairro Limoeiro, Cidade de Brusque/SC, CEP 88352-502, declara para fins de participação e habilitação ao programa CIR, que tem ciência e atende a Norma Brasileira de Desempenho e Edificações – ABNT NBR 15.575/2013, incluindo, mas não se limitando, aos seguintes requisitos:

Desempenho Acústico	ABNT NBR 15575-4
Desempenho Térmico	ABNT NBR 15220-3 e ABNT NBR 15575-1
Estrutural: Corpo Duro e Mole	Diretriz SiNAT nº 10 e da ABNT NBR 15575-1
Durabilidade e Manutenibilidade	ABNT NBR 15575-1 e Diretriz SiNAT nº 010
Ensaio de Reação ao Fogo	Diretriz SiNAT nº 010, norma EN 13823, ABNT NBR 5628 e ABNT NBR 15575-5
Estanqueidade	Diretriz SiNAT nº 010 e ABNT NBR 15575-5

Brusque/SC, 10 de março de 2021.

IRMÃOS FISCHER S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO
NORIVAL FISCHER
DIRETOR – SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR

Testemunha: ENGº FAUSTO ESTEVÃO ZANATTA

CPF nº: 043088319-62



 CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA BRASIL APOSTILLE (Convention de La Haye de 5 octobre 1961)	
1. País: (Country / Pays):	REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Este documento público (This public document / Le présent acte public)	
2. Foi assinado por: (Has been signed by / A été signé par)	LIGIA REGINA PEREIRA
3. Na qualidade de: (Acting in the capacity of / Agissant en qualité de)	Escrevente Substituta
4. Tem o selo / carimbo de: (Bears the seal / stamp of / Est revêtu du sceau / timbre de)	selo digital - TJSC 2º Tabelionato de Notas de Brusque/SC
Certificado (Certified / Attesté)	
5. Em: (At / À):	TUBARAO
6. No dia: (The / Le):	28/07/2021
7. Por: (By / Par):	Miriã Arceno Tatsch Corrêa
8. Nº: (Nº / Sous n°):	0852155-21
9. Selo / Carimbo: (Seal / Stamp / Sceau / Timbre)	10. Firma: (Signature)
	Assinatura Eletrônica
	Electronic Signature
	Signature Électronique

Tipo de Documento:
(Type of document / Type d'acte) **Declaração - Reconhecimento de firma**

Nome do titular:
(Name of holder of document / Nom du titulaire) **NORIVAL FISCHER**

Esta Apostila certifica apenas a assinatura, a capacidade do signatário e, quando apropriado, o selo ou carimbo constantes no documento público. Ela não certifica o conteúdo do documento para o qual foi emitida.

This Apostille certifies only the signature, the capacity of the person signing it and where appropriate, the seal or stamp which the public document bears. It does not certify the content of the document for which it was issued.

Cette Apostille ne certifie que la signature, la qualité en laquelle le signataire de l'acte a agi, et, le cas échéant, les sceau ou le timbre dont cet acte public est revêtu. Elle ne certifie pas le contenu de l'acte pour lequel elle a été émise.

A autenticidade desta Apostila e de sua assinatura eletrônica bem como o documento público subjacente, podem ser verificadas em:

The authenticity of this Apostille and its electronic signature, along with the underlying public document, may be verified at:

L'authenticité de cette Apostille, de la signature électronique ainsi que de l'acte public sous-jacent peut être vérifiée sur:

A presente Apostila foi firmada com assinatura eletrônica, conforme a Lei nº 11.419/2006.

This Apostille was electronically signed in accordance with Law nº 11.419/2006.

Cette Apostille a été signée par une signature électronique, d'après la Loi nº 11.419/2006.

Dúvidas a respeito desta Apostila entrar em contato com a Ouvidoria do CNJ:

Any questions about this Apostille may be directed to the Ombudsman of the CNJ:

Veuillez contacter l'Ombudsman de la CNJ pour toute question relative à cette Apostille.

6123265353

systemasnacionais@cnj.jus.br

Por favor, utilize este QR Code para verificar a autenticidade desta Apostila e de sua assinatura eletrônica. Uma cópia do documento público subjacente também está disponível na mesma página.

Please use this QR Code to check the authenticity of this Apostille and its electronic signature. A copy of the underlying public document is also accessible from the same page.

Veuillez utiliser ce Code QR pour vérifier l'authenticité de cette Apostille et de sa signature électronique. Une copie de l'acte public sous-jacent est également disponible sur la même page.



Código (Code / Code)

0852155-21

CRC

1874C7CC



A6728812



TABELIONATO DE NOTAS DE BRUSQUE



Reconheço por semelhança a(s) firma(s) de: **NORIVAL FISCHER**

dou fé. Brusque, 26/07/2021.

Em testº da verdade

LIGIA REGINA PEREIRA - ESCRIVENTE SUBSTITUTA

Emol: R\$3,52-Selo: R\$2,82 = R\$6,34

Selo Digital de Fiscalização: GESS4522-SLICI-NORMAL

consulte os dados do ato em: selo.tjsc.jus.br

2º TABELIONATO DE NOTAS E PROTESTOS
Gustavo Soares de Souza Lima - Tabelião

Em cumprimento ao artigo 8º do Provimento nº 62 do CNJ, de 14/11/2017, certifico a aplicação do selo digital de fiscalização no documento objeto do formulário nº A6728812 da Apostila de Haia, do que dou fé.

Emolumentos: R\$ 40,25 - ISS: 0,00 - Selo: 2,82 - Total: 43,07

Selo digital do Tipo: Normal (GEC94316-7WHB)

Confira os dados do Ato em www.tjsc.jus.br/selo

Dou fé, Tubarão - 28 de julho de 2021.

MIRIÃ ARCENO TATSCH CORRÊA - Escrevente

Rua Lauro Müller, 500, Centro | Tubarão | SC | 88701-100 | 48 3626-0868 | contato@2tt.com.br





IRMÃOS FISCHER S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO

Rod. Antonio Heil, Km 23 - Limoeiro - 88352-502 - Brusque SC - Brasil
 Cx. Postal 255 e 87 - Tel: 55 (47) 3251-2000 - Fax: 55 (47) 3350-1080
 CNPJ: 82.984.287/0001-04 - Insc. Estadual: 250.176.475
 SAC: 0800-47 3535 - e-mail: sac@fischer.com.br
 e-mail: fischer@fischer.com.br - www.fischer.com.br



DECLARAÇÃO TÉCNICA = CASA MODULAR FISCHER

A empresa Irmãos Fischer por meio do seu Sistema Construtivo Modular, garante a total conformidade dos seus componentes, intersecções e montagens com as normas brasileiras da construção civil presentes na ABNT NBR 15.575.

Sobre os critérios de desempenho com relação ao risco de incêndio, a Casa Modular Fischer atende ao tempo mínimo requerido de resistência ao fogo de 30 minutos na sua totalidade. Reforça-se que a resistência ao fogo pode ser entendida como a capacidade, expressa temporalmente, de um material ou estrutura de resistir à atuação de altas temperaturas. Normalmente se toma o tempo em função de uma curva padrão de incêndio. Nos casos de incêndio real, todavia, se pode trabalhar com um tempo equivalente, calculado a partir do momento em que o fogo se encontra atuando plenamente, até o colapso da estrutura.

É possível atestar este tempo mínimo de resistência ao fogo por meio do ensaio em escala real da Casa Modular Fischer, realizado em 2010 pela Fundação Luiz Englert – laboratório credenciado pelo Governo Federal, onde a estrutura entrou em colapso após 31 minutos do início do ensaio.

A Irmãos Fischer executa programas de melhorias contínuas nos seus processos e projetos, conseqüentemente alcançando novos níveis de qualidade para o Sistema Construtivo Modular. Dentro deste contexto, implantaram-se várias melhorias no projeto Casa Modular Fischer desde 2010, boa parte delas com intuito de aumentar a resistência ao fogo da construção. Abaixo estão citadas as melhorias já utilizadas:

- Substituição do EPS como isolante termoacústico das telhas para PIR (poliisocianurato);
- Desenvolvimento de isolante termoacústico PIR para uso também nos painéis modulares;
- Travamentos das chapas dos painéis modulares por meio de rebites nos encaixes macho/fêmea;
- Aplicação de chapas de gesso (Drywall) resistentes ao fogo (RF) nas paredes e cobertura da cozinha.

Esclarece-se que o material isolante termoacústico utilizado na construção das Casas Modulares Fischer, poliisocianurato (PIR), é aplicado em obras que necessitem de prevenções contra incêndio, cuja necessidade levou ao investimento em tecnologias pela Irmãos Fischer para a fabricação de painéis e telhas termoacústicas com este material.

No caso de unidade habitacional unifamiliar, isolada de até dois pavimentos, é requerida resistência ao fogo de 30 minutos na cobertura da cozinha e de ambiente fechado que abrigue equipamento de gás, justificando a aplicação no projeto dos painéis de gesso na cozinha.

Com estas informações, a Irmãos Fischer atesta a garantia de desempenho relacionada a resistência ao fogo de 30 minutos, abrangendo a totalidade da Casa Modular Fischer.



IRMÃOS FISCHER S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO

Rod. Antonio Heil, Km 23 - Limoeiro - 88352-502 - Brusque SC - Brasil
 Cx. Postal 255 e 87 - Tel: 55 (47) 3251-2000 - Fax: 55 (47) 3350-1080
 CNPJ: 82.984.287/0001-04 - Insc. Estadual: 250.176.475
 SAC: 0800-47 3535 - e-mail: sac@fischer.com.br
 e-mail: fischer@fischer.com.br - www.fischer.com.br



A empresa Irmãos Fischer tem mais de 10 anos experiência na construção e fabricação de sistemas modulares e possui total consciência da importância da garantia da qualidade como um todo, **focando no sistema construtivo e não apenas em componentes isolados.**

Reafirmamos, por fim, o compromisso da empresa Irmãos Fischer na garantia da qualidade e, principalmente, na segurança dos usuários do nosso sistema construtivo inovador.

Brusque, SC, 2021. *duo 20/07/2021*

[Handwritten signature]

IRMÃOS FISCHER S/A IND. COM.

CNPJ 82.984.287/0001-04

NORIVAL FISCHER

DIRETOR – SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR



Reconheço por semelhança a(s) firma(s) de:



BRASIL APOSTILLE (Convention de La Haye de 5 octobre 1961)	
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL	
Este documento público (This public document / Le présent acte public)	
LIGIA REGINA PEREIRA	
Escrevente Substituta	
selo digital - TJS 2º Tabelionato de Notas de Brusque	
Certificado (Certified / Attesté)	
5. Em: (At / À)	TUBARAO
6. No dia: (The / Le)	28/07/2021
7. Por: (By / Par)	Mirã Arceno Tatsch Corrêa
8. Nº: (N° / Sous n°)	0851983-21
9. Selo / Carimbo: (Seal / Stamp / Sceau / Timbre)	
10. Firma: (Signature)	Assinatura Eletrônica Electronic Signature Signature Électronique

Declaração - Reconhecimento de firma
NORIVAL FISCHER



Código (Code / Code)
0851983-21
 CRC
72633161



Por favor, utilize este QR Code para verificar a autenticidade desta Apostilla e de sua assinatura eletrônica. Uma cópia do documento assinado eletronicamente também está disponível na mesma página.
 Please use this QR Code to check the authenticity of this Apostille and its electronic signature. A copy of the underlying public document is also accessible from the same page.
 Veuillez utiliser ce Code QR pour vérifier l'authenticité de cette Apostille et de sa signature électronique. Une copie du document public sous-jacent est également disponible sur la même page.

Esta Apostilla certifica apenas a assinatura, a capacidade do signatário e, quando apropriado, o selo ou carimbo constantes no documento público, que foi emitido.
 This Apostille certifies only the signature, the capacity of the person signing it and where appropriate, the seal or stamp which the public document bears. It does not certify the content of the document for which it was issued.
 Cette Apostille ne certifie que la signature, la capacité du signataire de faire acte public et, le cas échéant, les sceaux ou le timbre dont est acte public le revêtu. Elle ne certifie pas le contenu de l'acte pour lequel elle a été émise.
 A autenticidade desta Apostilla e de sua assinatura eletrônica bem como o documento público subjacente, podem ser verificados em:
 The authenticity of this Apostille and its electronic signature, as well as the underlying public document, may be verified at:
 L'authenticité de cette Apostille, de la signature électronique, ainsi que de l'acte public sous-jacent peut être vérifiée sur:



SOLICITUD DE CIR SCNT

rúbrica representante legal:

folio:

DATOS (DINAVI)

FECHA	
Nº EXPEDIENTE	

INFORMACIÓN DEL PROPONENTE (DECLARACION JURADA):

Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.

PLANILLA 06 REFERENCIAS DE UTILIZACION Y ANTECEDENTES

6.1 OBRAS CONSTRUIDAS CON EL SCNT

superficie en m2 (sin variantes respecto de su propuesta presentada)	180.000 m2
superficie en m2 (con variantes respecto de su propuesta presentada)	-

6.2 LUGAR Y SUPERFICIE CONSTRUIDA

en el exterior (sin variantes)	Brasil	(m2) 180.000 m2
en el exterior (con variantes)	-	(m2) -
en el país (sin variantes)	Uruguay	(m2) 252 m2
en el país (con variantes)	Uruguay	(m2) 139 m2
prototipo en el país (con antigüedad superior a un año)		(m2) 391 m2

Observaciones (Indicar brevemente en qué consiste la/s variante/s) – Cambio de tamaño de aberturas, agregados locales de terminaciones exteriores por ejemplo Siding, pintura, etc.

6.3 PRINCIPALES OBRAS LOCALES REALIZADAS CON EL SISTEMA

9. Tipo, destino de obra, ubicación y empresa o ejecutor	10. fecha	11. variantes
Una vivienda de 49m2. La Paz, Canelones.	2019	
Dos viviendas de 69.5m2 c/u. Las Flores, Maldonado .	2018	2018
Una vivienda de 44,5m2. San José .	2014	
Una vivienda de 69.5m2. Maldonado.	2012	
Dos viviendas de 44.5m2 c/u. San José.	2012	
Realojo 950 viviendas, Estado Río de Janeiro municipio Nova Friburgo, Fischer Irmãos	2013	
Loteamiento Jardín de las colinas 61 viviendas. Municipio Leoberto Leal /Santa Catarina	2014	
Realojos con Defensa Civil en Santa Catarina 470 viviendas	2014-2021	

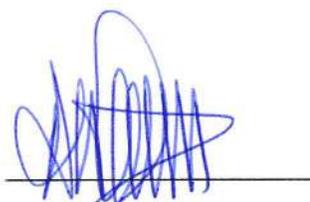




Montevideo, 4 de junio de 2021

DECLARACION JURADA SCNT GENERAL

Por la presente se declara que el SCNT presentado en la solicitud es consistente con los estándares de desempeño y requisitos para la vivienda de interés social del MVOT y que los ensayos y/o cálculos presentados corresponden al SCNT propuesto en forma idéntica y en la totalidad de sus componentes.



Arq. Manuel Varela



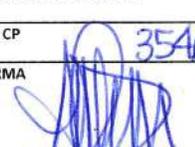
Sr. Pablo Sfeir







1_1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
SE_01 Estabilidad y resistencia estructural	17- Verificar que el cálculo estructural, ha sido realizado conforme a una norma reconocida, que la calidad requerida para los materiales y que los coeficientes de seguridad adoptados en el proyecto son los adecuados.	X			Directriz Sinat n 010 ABNT NBR 15575-2 Informe 05/2017 Fundación Luis Englert Informe 16/2016 Fundación Luis Englert f		DATEc informe, páginas 39, 40, 41
	18- Se evaluará el análisis de proyecto y la memoria de cálculo que describe el proyecto, y eventualmente ensayos	X			Directriz Sinat n 010 ABNT NBR 15575-2 Informe DVPE 3962 2015 -Lactec Informe 6013371-5/2016 Visconti Informe EC 10352/2018 LACTEC		DATEc informe, páginas 39,40,41
SE_02 Deformaciones y/o estados de fisuración del sistema estructural	25- Verificar que las deformaciones de los componentes han sido determinadas conforme a norma reconocida, y que las mismas cumplen con los niveles límites establecidos por la norma, o por los indicados en las Tablas E_01 y E_02.	X			Directriz Sinat n 010 ABNT NBR 15575-2 Directriz Sinat n010 ABNT NBR 15575-5		DATEc informe, páginas 39,40,41
	26- Se evaluará el cumplimiento de los requisitos mediante el análisis de proyecto y la memoria de cálculo que describe el proyecto.	X			Directriz Sinat n 010 ABNT NBR 15575-2		DATEc informe, páginas 39,40,41
SE_03 Comportamiento ante el impacto de cuerpo duro y cuerpo blando	36- Mediante análisis del proyecto, detalles ejecutivos, y las cargas previstas sobre los distintos componentes.	X			Directriz Sinat n 010 ABNT NBR 15575-2		DATEc informe, páginas 39,40,41
	37- Mediante ensayos en laboratorio, o sobre un prototipo, representando las condiciones ejecutivas de obra, en cuanto a los tipos de apoyo, y vínculos, y serán realizados de acuerdo a Norma aplicable.	X			Directriz Sinat n 010 ABNT NBR 15575-2 Informe EC 11140/2019 Lactec		DATEc informe, páginas 39,40,41
CONCLUSIONES	Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.						
NOMBRE DEL TECNICO	Arq. Manuel Varela Dighiero						
Nº CP	35468						
FIRMA							
CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.							 <p>PROFESIONALES CAJA DE JUBILACIONES Y PENSIONES DE PROFESIONALES UNIVERSITARIOS MONT \$ 210 PESOS URBANOS TIEMPO LEY 17.798 007896 36</p>



1.- SEGURIDAD

1_2 SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO

REQUISITOS		METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
SF_01	Dificultar el principio de incendio	54- Comprobación del cumplimiento de protección en las instalaciones, en los aspectos indicados, se realiza a través del análisis del proyecto, Memoria Descriptiva, especificaciones que describen el proyecto de Instalaciones previstas, y especificaciones de los materiales. También podrá realizarse en forma complementaria, mediante la inspección de un prototipo construido.	X			Directriz Sinat n010 ABNT NBR 15575-5 ABNT 5628 Norma EN 13823		DATEc informe, páginas 39 y 46
SF_02	Facilitar la fuga en situación de incendio	59- En fases de anteproyecto y proyecto, la condición funcional de rutas de salida, debe mostrar el cumplimiento requerido en los aspectos reglamentarios.	X					DATEc informe, páginas 39 y 46
		64- Mediante ensayos de densidad óptica de humos, o de incombustibilidad según norma ISO 1182, en los casos que se requiera.			X			DATEc informe, páginas 39 y 46
SF_03	Dificultar la inflamación generalizada	69- Se verifica sobre el análisis del proyecto para todos los materiales de los componentes, revestimientos, y terminaciones termo-acústicas, cuya exigencia haya sido establecida. Se verifica mediante ensayos.	X			Directriz Sinat n010 ABNT NBR 15575-5 ABNT 5628 Norma EN 13823 Informe R000039/2015 Efectis Nederland		DATEc informe, páginas 39 y 46
		70- Los niveles de desempeño se indican en Tablas F_01 aF_04 .	X			Directriz Sinat n010 ABNT NBR 15575-5 ABNT 5628 Norma EN 13823		DATEc informe, página 39 y 46
		71- NOTA: puede requerirse de ensayos en los materiales aislantes termoacústicos no aparentes, dependiendo de un análisis respecto a la posibilidad de que ellos contribuyan en el desarrollo del calor en la etapa inicial del incendio, dependiendo del comportamiento verificado durante el ensayo. En los primeros 10 minutos de ensayo de resistencia al fuego del elemento constructivo, es cuando puede verificarse un aumento de la temperatura del horno, debido al calor generado por los materiales ensayados.	X			Informe 1051797-203/2013 IPT Informe R000002/2015 Efectis Nederland Informe 2579/2018 Univ. Do Vale do Rio dos Sinos		
SF_04	Resistencia al fuego	78- Mediante análisis de proyecto. Mediante ensayos de resistencia al fuego.	X			Directriz Sinat n010 ABNT NBR 15575-5 ABNT 5628 Norma EN 13823		DATEc informe, páginas 39 y 46
		79- A los efectos de su evaluación, se podrá tener como información comparativa de referencia el histórico de ensayos presentados para aprobación de sistemas o componentes, así como información disponible sobre ensayos realizados en la región, que cuenten con identificación del laboratorio, mención de norma, y descripción de informe de acuerdo a las exigencias expresadas en la misma.	X			Ensayo EN 13823 Ensayo EN V1187 <i>ENSAYO 31/10</i> <i>FUNDACION LUZ ENIGMET</i>		Presentamos DATEc documento que prueba cumplimos norma
SF_05	Otros	81- Mediante análisis de proyecto.			X			

CONCLUSIONES Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.

NOMBRE DEL TECNICO Arq. Manuel Varela Dighiero

Nº CP 35468

FIRMA

CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales. de acuerdo al artículo 239B del Código Penal.



PROFESIONALES

CAJA DE AJUPLICACIONES Y PENSIONES DE PROFESIONALES UNIVERSITARIOS

\$ 210 PESOS URUGUAYES / TIEMPO LEY 17.738

007896 37



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 31/2010

CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CASA MODULAR FISCHER EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

– IRMÃOS FISCHER S.A. INDÚSTRIA E
COMERCIO –

Dezembro 2010

Prefeitura Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

Recebido
14/12/2010





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Diretoria Central de Licitações
 Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
 Em: ____/____/____

RELATÓRIO TÉCNICO

Nome Legível

Contratante: IRMÃOS FISCHER S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO
 Rua Antônio Heil, Km 23 - Limoeiro
 CEP: 88.352-502
 Brusque - SC
 Fone: (47) 3251-2000

Solicitante: Eng.º Diogo Visconti (diogo@fischer.com.br)

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório contém os resultados de um ensaio real executado para verificar o comportamento frente a incêndio de um protótipo do sistema CASA FISCHER, desenvolvido pela empresa IRMÃOS FISCHER S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO. O mesmo se constitui em um complemento ao Relatório Técnico RT FLE 06/2010, denominado Considerações sobre o Desempenho de Painéis com Chapas de Aço Galvalume e preenchimento de Poliuretano, o qual abordou questões relativas ao desempenho acústico, à resistência mecânica, à estanqueidade e ao conforto térmico do sistema construtivo CASA FISCHER¹.

Esse documento complementar explora alguns aspectos específicos relativos ao comportamento ao fogo do sistema, a partir dos resultados experimentais obtidos no ensaio do protótipo em escala real, realizado na sede da empresa, localizada em Brusque, SC, no dia 07 de novembro de 2010, conforme indicado nos registros da Figura 1.1.



¹ O sistema FISCHER foi desenvolvido para a construção de casas térreas para habitação de interesse social, denominada "Casa Modular Fischer". A descrição detalhada do sistema é realizada no item 2 do relatório 06/2010 - Considerações sobre o Desempenho de Painéis com Chapas de Aço Galvalume e preenchimento de Poliuretano.



Figura 1.1 – (a) Jornal do dia do ensaio; (b) Detalhe do jornal.

O ensaio foi realizado por uma equipe multidisciplinar, constituída basicamente de técnicos e pesquisadores do LEME/UFRGS, complementada por especialistas em termografia, coleta e análise de gases e controle de incêndio, conforme pode ser observado na Figura 1.2.



Figura 1.2 – Equipe técnica envolvida no Ensaio





2. OBJETIVOS

O ensaio foi concebido tendo por objetivo principal fornecer subsídios para análise do desempenho do sistema FISCHER em situação de incêndio, bem como adquirir conhecimento aprofundado acerca do comportamento desse novo sistema para construção de habitações térreas. Salienta-se que ensaios em real grandeza são extremamente raros devido ao custo e complexidade, mas são os únicos que podem fornecer dados reais sobre a dinâmica de evolução do incêndio e a resposta do sistema construtivo. Dessa forma, os mesmos contribuem de forma vital para que se possa caracterizar o comportamento de novos sistemas construtivos. Especificamente, buscou-se obter dados para verificar qual seria o efeito de um incêndio no sistema CASA FISCHER, em termos de alguns itens específicos:

- possibilidade dos usuários escaparem ao sinistro;
- potencial para extensão de danos à vizinhança do local de origem;
- resistência ao fogo mínima do sistema.

Esses aspectos fundamentais estão alinhados com os princípios de prevenção referidos na NBR 15.575/2010 "*Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos – Desempenho, Parte 1: Requisitos Gerais*", relativos ao desempenho em termos de segurança contra incêndio. A norma de desempenho remete à NBR 14.432 - "*Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento*". Embora a NBR 14.432 não estabeleça requisitos específicos para residências unifamiliares isoladas térreas, nas quais a possibilidade de fuga é muito elevada, a mesma foi tomada como um referencial teórico importante, sob o ponto de vista conceitual, para a determinação da estratégia de coleta de dados durante o ensaio. A metodologia de ensaios adotada está descrita em maior detalhe no item a seguir.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____

3. METODOLOGIA DE ENSAIO

Como a realização de ensaios em escala real do comportamento de um sistema construtivo em situação de incêndio é uma prática inédita no país, não existe ainda norma brasileira específica para orientar a estratégia de ensaio.

Dessa forma, o procedimento de ensaio foi desenvolvido pelos técnicos do Laboratório de Ensaio e Modelos Estruturais (LEME), tomando como base normas internacionais de segurança contra incêndio e o conjunto de normas nacionais e instrução técnica do Corpo de Bombeiros de São Paulo e de Minas Gerais, atinentes à área, relacionado a seguir:

- NBR 15.575 / 2010 – “Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho”;
- NBR 14.432 /2001 – “Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento”;
- NBR 10.636/1989 – “Paredes divisórias sem função estrutural – determinação da resistência ao fogo”;
- NBR 9442/1986 – “Materiais de construção – determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante”;
- NBR 15.366-3 /2006 – “Painéis industrializados com espuma rígida de poliuretano. Parte 2: Classificação quanto à reação ao fogo”;
- IT08/2004-SP – “Segurança Estrutural nas Edificações; Resistência ao fogo dos elementos de construção”;
- IT37/2010-MG – “Centros Esportivos e de Exposição: Requisitos de Segurança Contra Incêndio”.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Diretoria Central de Licitações
 Contratos e Convênios
 CONFERE COM O ORIGINAL

Nome: _____

O ensaio foi planejado de tal forma que se pudessem obter dados experimentais suficientes para subsidiar uma análise da dinâmica de incêndio numa construção com o sistema FISCHER, ao mesmo tempo em que se pudesse avaliar a possibilidade de fuga dos usuários e o efeito sobre a vizinhança.

Concluiu-se que a melhor estratégia seria construir e instrumentar um protótipo em escalar real do sistema FISCHER que fosse submetido a uma condição de incêndio induzido.

3.1 Protótipo para ensaio

O ensaio foi realizado num protótipo de 39,42m² construído com o sistema FISCHER e submetido a incêndio real induzido. O mesmo foi monitorado com sensores e equipamentos para coleta dos gases oriundos do incêndio e medição das temperaturas impostas pelo fluxo de calor nas paredes internas e externas, em vários cômodos.

Na figuras 3.1 pode-se observar o protótipo, já instrumentado com o conjunto de sensores usados para monitorar emissões e temperatura. Já na figura 3.2 podem-se observar as câmeras óticas e termográficas usadas para acompanhar o desenvolvimento do sinistro.



Figura 3.1 – (a) Vista geral do protótipo; (b) fachada lateral direita do protótipo.



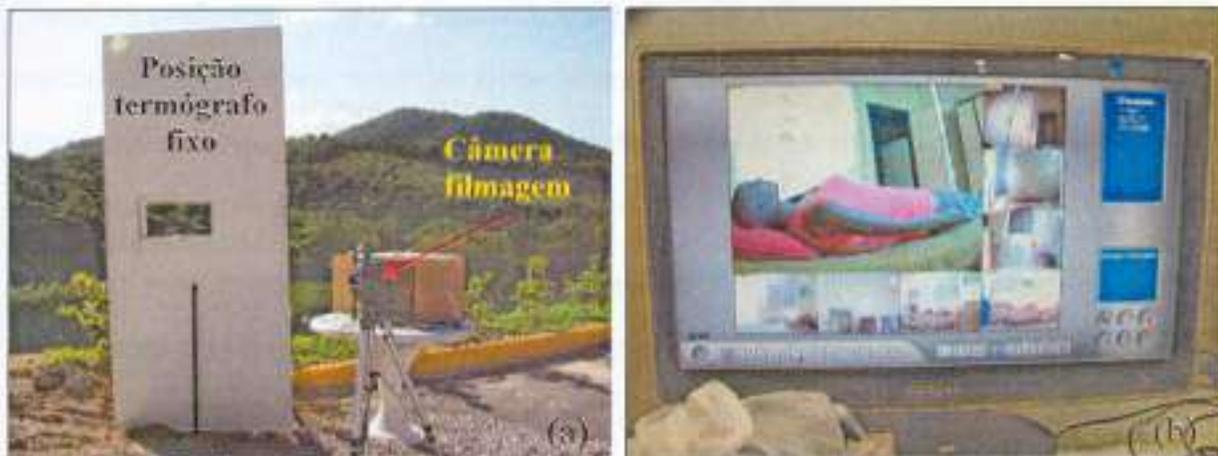


Figura 3.2 – (a) Vista da câmera filmadora e do termógrafo; (b) detalhe das filmagens das câmeras internas, instaladas no protótipo.

Para que o incêndio se desenvolvesse de forma natural o protótipo foi mobiliado de forma similar ao que seria esperado numa habitação. A Figura 3.3 mostra uma planta baixa do protótipo ensaiado, com uma descrição do tipo de ocupação esperada, que serviu de base para a disposição da mobília no protótipo, conforme observado na Figura 3.4.



Figura 3.3 – Desenho esquemático da mobília do protótipo





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Nome: Luiz Englert

Como se pode observar na Figura 3.3, ao contrário do previsto na planta baixa, o banheiro não recebeu nenhum tipo de mobília ou equipamentos sanitários, pois se considerou que os metais e instalações sanitárias ofereceriam muito pouca contribuição ao incêndio.

Além disso, buscando reproduzir situações reais esperadas, foram deixadas entreabertas as janelas da porta da cozinha e do banheiro, como indicado na Figura 3.5. Internamente, as portas dos quartos e do banheiro foram mantidas abertas para simular a pior situação em termos de propagação de fumaça. A caixa d'água permaneceu cheia (310 litros), para incrementar o carregamento.



Figura 3.4 – (a) Vista da sala; (b) vista da cozinha; (c) vista do quarto 1.



Figura 3.5 – (a) Vista geral antes do ensaio; (b) detalhe das janelas abertas durante o ensaio.





Nome Legível: _____

Como se pode observar nas figuras, no entorno do protótipo foram criadas três barreiras, afastadas 3m das paredes externas, que serviram para proteger a equipe de coleta de dados e simular a presença de construções vizinhas. Como se pode verificar na Figura 3.6, duas dessas barreiras foram posicionadas nas laterais do protótipo, enquanto a terceira foi colocada na área principal de acesso ao mesmo. As barreiras foram construídas com o mesmo material das paredes dos protótipos (painéis sanduíches de aço galvalume com preenchimento de poliuretano). Durante o ensaio todas as barreiras foram monitoradas com o termógrafo, visando analisar o efeito do incêndio na vizinhança. A barreira B2 foi instrumentada com um termopar para coleta de dados mais precisos sobre os patamares de temperatura atuantes na superfície de construções vizinhas.



Figura 3.6 – (a) Vista geral barreira frontal (B2) e lateral direita (B1); (b) barreira lateral esquerda (B3) e barreira frontal (B2).

3.2 Carga de incêndio

A determinação da carga de incêndio foi a primeira providência a ser estimada para o ensaio. O protótipo se enquadrava na Classe A-1 da NBR 14432, que exige uma carga de incêndio mínima de 300 MJ/m². Para o cálculo da carga de incêndio, utilizou-se a seguinte equação:

$$q_n = (\sum M_i H_i) / A_r$$



onde:

q_i = valor da carga de incêndio específica, em megajoules por metro quadrado de área de piso,

M_i = massa total de cada componente i do material combustível, em quilogramas,

H_i = potencial calorífico específico de cada componente i do material combustível, em megajoules por quilograma,

A_f = área do piso do compartimento, em metros quadrados.

A mobília do protótipo foi orientada em função da carga de incêndio necessária para realização do ensaio. Quando o peso dos móveis não era suficiente para garantir a carga de incêndio requerida, utilizou-se uma carga de madeira adicional para complementar o peso dos móveis. Isso ocorreu apenas no sofá da sala e na mesa da cozinha, como pode ser observado na Figura 3.7. A mobília colocada no protótipo resultou numa carga de incêndio de 306,37 MJ/m².



Figura 3.7 – (a) Detalhe da madeira embaixo do sofá da sala; (b) Detalhe da madeira embaixo da mesa cozinha.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Porto Alegre
 Diretoria Central de Licitações
 Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
 Em _____/_____/_____

3.3 Instrumentação

O protótipo foi instrumentado com câmeras filmadoras (internas e externas), termógrafos (fixo e móvel), termopares (agulhas e superfícies) e coletores de gases (internos e externos), conforme descrito a seguir.

3.3.1 Filmagem

Foram utilizadas 8 câmeras externas e 8 câmeras internas, totalizando 16 câmeras para o ensaio. As câmeras externas foram colocadas a 5 metros, no mínimo, do protótipo, e não necessitaram de proteção térmica. As câmeras internas utilizadas foram do tipo *webcams*, com boa resolução, e protegidas com uma caixa metálica com parede dupla e manta cerâmica no interior e exterior. Utilizou-se, também, nas câmeras internas, vidro refratário na frente da caixa metálica para proteger a lente de fuligem e do calor. As câmeras foram posicionadas estrategicamente para registrar a dinâmica de incêndio, conforme ilustrado na Tabela 3.1 e nas Figuras 3.8 e 3.9.

Tabela 3.1 – Relação e posição das câmeras internas e externas

Número	Situação	Local	Descrição da posição
CAM 1	INT	Quarto 2	Canto oposto à porta do Quarto 2 a 60 cm de altura.
CAM 2	INT	Quarto 2	Em frente à porta do Quarto 2 na parede oposta a 60 cm de altura.
CAM 3	INT	Cozinha	Em cima do fogão na altura de 120 cm
CAM 4	INT	Cozinha	No chão ao lado da porta de entrada do Quarto 2.
CAM 5	INT	Sala	No chão ao lado da geladeira e quase em frente a porta do Quarto 1
CAM 6	INT	Sala	No chão atrás da porta de entrada do protótipo
CAM 7	INT	Quarto 1	Em frente a porta do Quarto 1 na parede oposta a 120 cm de altura.
CAM 8	INT	Sala	Em cima da geladeira na altura de 220cm.
CAE 1	EXT	Fixa	Lado direito
CAE 2	EXT	Fixa	Em frente ao protótipo lado direito
CAE 3	EXT	Fixa	Em frente ao protótipo lado esquerdo
CAE 4	EXT	Fixa	Lado esquerdo
CAE 5	EXT	Fixa	Fundos
CAE 6	EXT	Móvel	Frente, lado direito e fundos
CAE 7	EXT	Vigilância	Telhado frente
CAE 8	EXT	Vigilância	Telhado lado esquerdo

CAM – Câmera interna
 CAE – Câmera externa





Figura 3.8 – (a) Posição câmera CAE 2; (b) Posição câmera CAE 5.

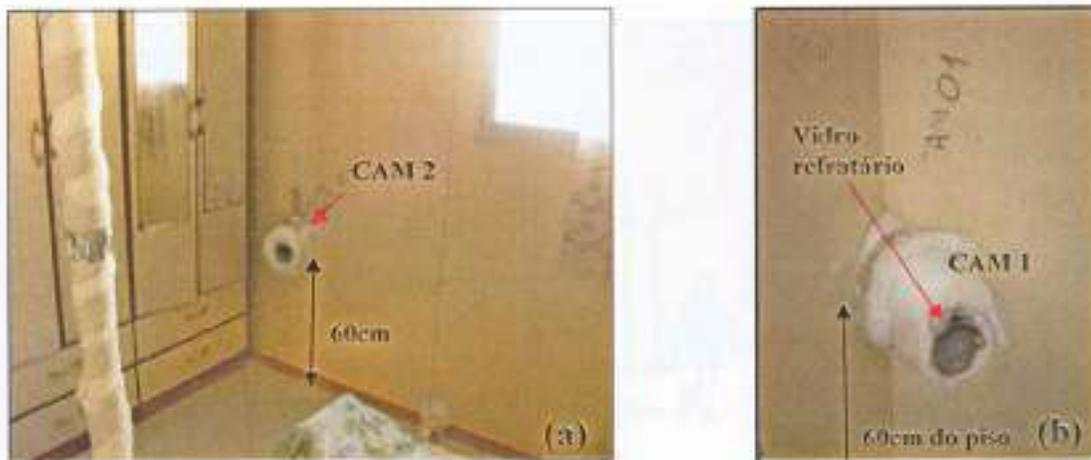


Figura 3.9 – (a) Vista da câmera CAM 2; (b) Detalhe da CAM 1 com a proteção térmica.

A Figura 3.10 mostra a gravação das imagens das 8 (oito) câmeras internas, simultaneamente com o ensaio, sendo cronometradas.

3.3.2 Termografia

A termografia foi utilizada para uma melhor visualização do comportamento das faces das paredes externas e telhado do protótipo e das barreiras. Foram utilizados 02 termógrafos, um fixo e outro móvel, conforme pode ser visualizado na Figura 3.11.



Figura 3.10 – Imagens das câmeras internas (a) detalhe da câmera CAM 5 e (b) detalhe da câmera CAM 3.

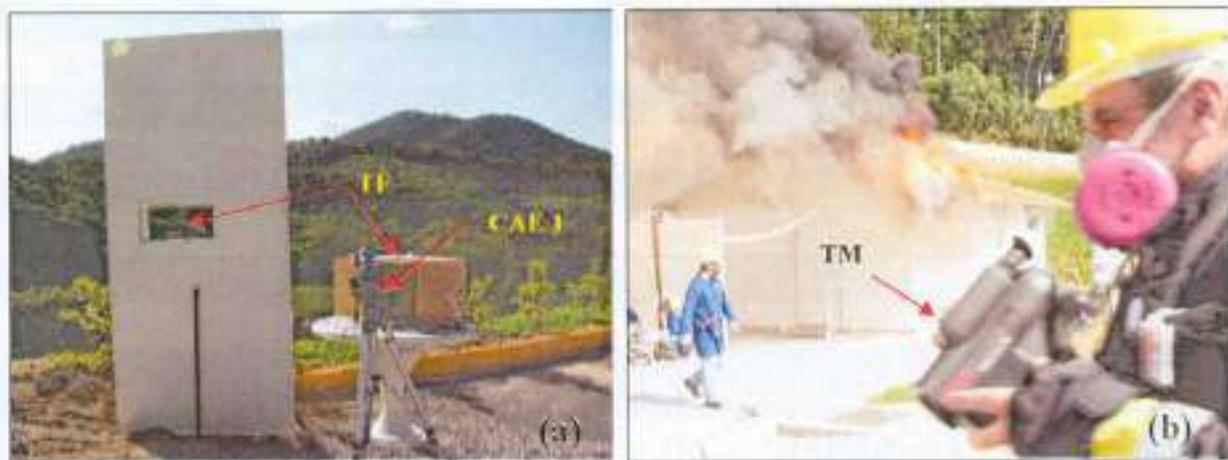


Figura 3.11 – Posição do termógrafo fixo (TF); (b) Termógrafo móvel (TM)

O termógrafo fixo foi calibrado para uma escala variável iniciando na faixa de 0°C a 500°C. No decorrer do ensaio a escala foi ajustada para variar entre 350°C a 1500°C em função das altas temperaturas desenvolvidas pelo incêndio. Dessa forma foi possível obter imagens ao longo de todo o ensaio.

Para a geração das imagens foi estabelecido uma estratégia de captura de 1 quadro a cada 2 segundos. Esse ajuste propiciou a vantagem de visualizar a imagem no momento que estava ocorrendo o ensaio, tendo possibilidade de tomada de decisão quanto ao tipo de imagem gerada e pontos críticos a serem registrados.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Diretoria Central de Licitações,
 Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
 Em _____ de _____ de _____

3.3.3 Termopares

Sensores tipo termopar² foram usados para acompanhar o comportamento térmico das paredes (face externa e interna), dos ambientes (quartos e sala/cozinha), da janela e da barreira B1, mais próxima ao foco do incêndio, conforme mostrado na Tabela 3.2 e ilustrado pelas Figuras 3.12 a 3.14.

Tabela 3.2 – Relação dos termopares

Número	Código	Altura (cm)	Field Logger	Situação	Local	Posição	
1	T1	120	D1	EXT	FLD	Foco do incêndio	
2	T2	120		INT	FLD	Foco do incêndio	
3	T3	180		EXT	FLD	Janela	
4	T4	80		EXT	FLD	Lado porta cozinha	
5	T5	80		INT	FLD	Lado porta cozinha	
6	T6	120		EXT	FLD	Lado porta cozinha	
7	T7*	180		EXT	B1	Barreira 1	
8	T8	220		INT	FP	Lado porta principal	
9	T9	120		INT	FP	Lado porta principal	
10	T10	120		EXT	FP	Lado porta principal	
11	T11	120	D2	INT	SALA	Parede divisa sala/quarto 1	
12	T12	120		INT	QUARTO 1	Lado porta principal	
13	A0.6	60		INT	QUARTO 1	Centro quarto 1	
14	A1.2	120		INT	QUARTO 1	Centro quarto 1	
15	A1.8	180		INT	QUARTO 1	Centro quarto 1	
16	A2.4	240		INT	QUARTO 1	Centro quarto 1	
17	B0.6	60		D3	INT	SALA/COZ	Centro sala/cozinha
18	B1.2	120			INT	SALA/COZ	Centro sala/cozinha
19	B1.8	180	INT		SALA/COZ	Centro sala/cozinha	
20	B2.4	240	INT		SALA/COZ	Centro sala/cozinha	
21	C0.6	60	INT		QUARTO 2	Centro quarto 2	
22	C1.2	120	INT		QUARTO 2	Centro quarto 2	
23	C1.8	180	INT		QUARTO 2	Centro quarto 2	
24	C2.4	240	INT		QUARTO 2	Centro quarto 2	

Termopar tipo PT 100

* Foi utilizado para a coleta de dados do incêndio termopares-tipo K (precisão de 13°C e temperatura máxima de 300°C). Para a coleta de dados das temperaturas da barreira B1 foi utilizado um termopar tipo PT 100 (precisão de 0,1°C e temperatura máxima de 300°C).

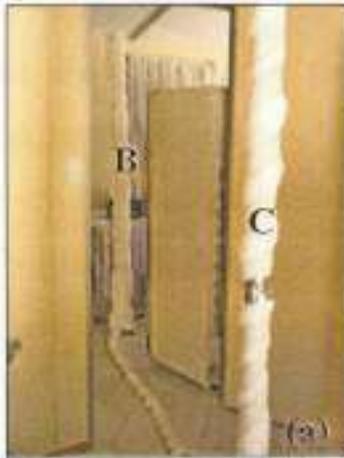


Figura 3.12 – (a) Árvores de termopares sala/cozinha (B) e quarto 2 (C); (b) Quarto 1, com árvore de termopares (A), câmera CAM 7 e coleta dos gases C2.

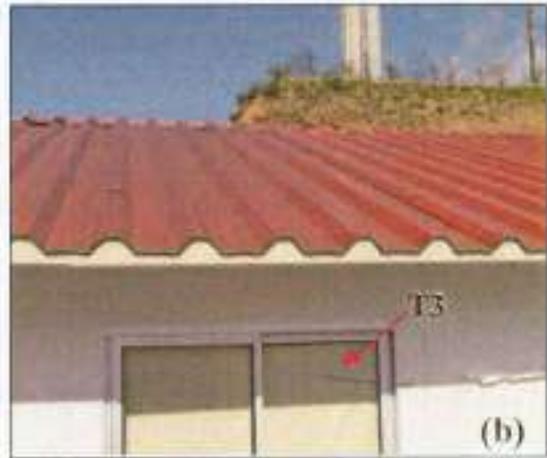


Figura 3.13 – (a) Vista da lateral direita; (b) Termopar T3 na janela da sala.

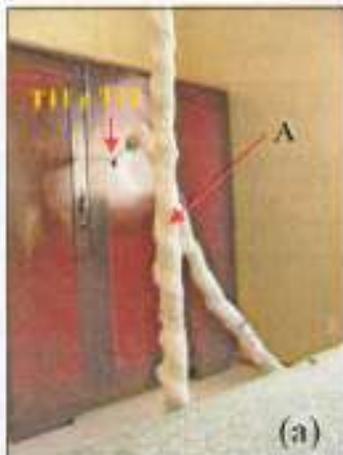


Figura 3.14 – (a) Quarto 1 (árvore de termopares A e os termopares T1 e T2); (b) Vista da Barreira B1 com o termopar T7.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Diretoria Central de Licitações
 Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
 Ep. _____ / _____ / _____

Nome Legível _____

3.3.4 Coleta dos Gases

A coleta dos gases objetivava identificar a qualidade do ar, no interior do protótipo, durante o ensaio, fornecendo subsídios para estimar o tempo durante o qual ar se manteria respirável. A coleta dos gases externos teve como objetivo avaliar a qualidade do ar na vizinhança.

Para a coleta dos gases oriundos do incêndio foram estabelecidos 5 (cinco) pontos de coleta no interior do protótipo, denominados C1 a C5 e 3 (três) pontos externos, nomeados CE1 a CE3, totalizando 8 pontos de coleta. As coletas no interior do protótipo foram posicionadas nos quartos, cozinha e sala e as coletas no exterior foram posicionadas próximas as barreiras B1, B2 e B3, conforme é descrito na Tabela 3.3 e mostrado nas Figuras 3.15 e 3.16.

Foi adotado um intervalo de 3 (três) minutos para realizar as coletas dos gases, tendo em vista que a bomba de sucção necessita de 2 (dois) minutos para sugar todo o gás que está dentro do comprimento da mangueira. Isso é, a cada 2 (dois) minutos a bomba aspira uma amostra nova de gás. Foram efetuadas 10 (dez) coletas para os pontos internos e 3 (três) coletas para cada ponto externo (barreiras) ao protótipo.

Tabela 3.3 – Características dos pontos de coleta dos gases

Coleta	Situação	Local	Posição	
			Altura	Descrição
C 1	INT	Cozinha	80 cm	Ao lado da porta da cozinha
C 2	INT	Quarto 1	120 cm	Próximo a cabeceira da cama
C 3	INT	Quarto 2	120 cm	Próximo a cabeceira da cama
C 4	INT	Sala	80 cm	Ao lado da porta principal
C 5	INT	Sala	220 cm	Ao lado da porta principal
CE 1	EXT	Lado direito	220 cm	Afastado no mínimo 3 metros do protótipo
CE 2	EXT	Frente	220 cm	Afastado no mínimo 3 metros do protótipo
CE 3	EXT	Lado esquerdo	220 cm	Afastado no mínimo 3 metros do protótipo



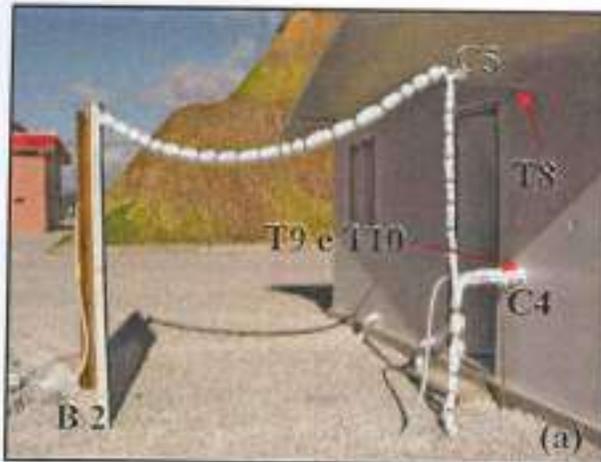


Figura 3.15 – (a) Fachada principal com pontos de coleta C4 e C5 (sala); (b) fachada lateral esquerda com os pontos de coletas C2 (quarto 1) e C3 (quarto 2).

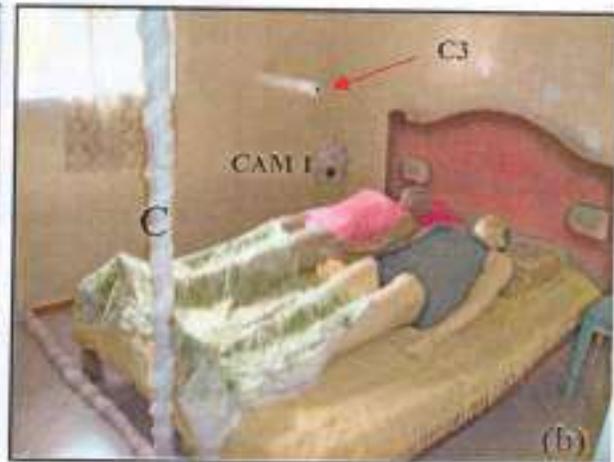


Figura 3.16 – (a) Vista do canto da cozinha com detalhe do ponto de coleta C1 (cozinha), termopar T5 e câmera CAM 3; (b) Quarto 2 mostrando a árvore de termopares C, a câmera CAM 1 e o ponto de coleta C3.

Na posição dos pontos de coleta dos gases C1, C4 e C5 também se encontravam termopares (tipo K) para a medição da temperatura na hora da coleta dos gases, como pode ser evidenciado na Figura 3.12(a) e 3.13 (a). Os pontos de coleta dos gases C2 e C3 não tiveram termopares na mesma posição, mas as medidas das temperaturas na hora da coleta dos gases foram utilizadas as das árvores de termopares de cada quarto, a uma altura de 120 cm.





3.4 Processo de Ignição

A escolha do ponto de ignição do incêndio, para o ensaio, foi baseada na experiência do Corpo de Bombeiros, ou seja, a maioria dos incêndios não intencionais não ocorre na cozinha, mas na sala ou quartos. Como a intenção do ensaio era a verificação da pior situação de incêndio, para uma percepção do usuário, foi estipulado que o início do incêndio ocorreria na sala, conforme pode ser observado na Figura 3.17.

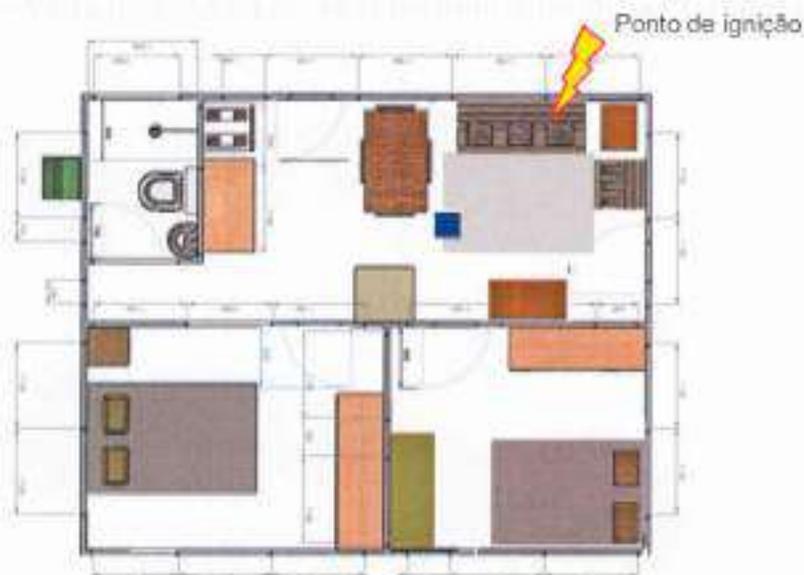


Figura 3.17 – Posição do ponto de ignição do incêndio

O início do ensaio ocorreu às 09h37min. Nesse momento foi feita a ignição do incêndio por meio de uma vela que se encontrava posicionada no meio do sofá, conforme fica evidenciado pela Figura 3.18. Essa ação teve como objetivo simular um acontecimento natural de início de incêndio, como por exemplo, deixar cair uma ponta de cigarro acesa no sofá, ou até mesmo um ato impensado de um morador.



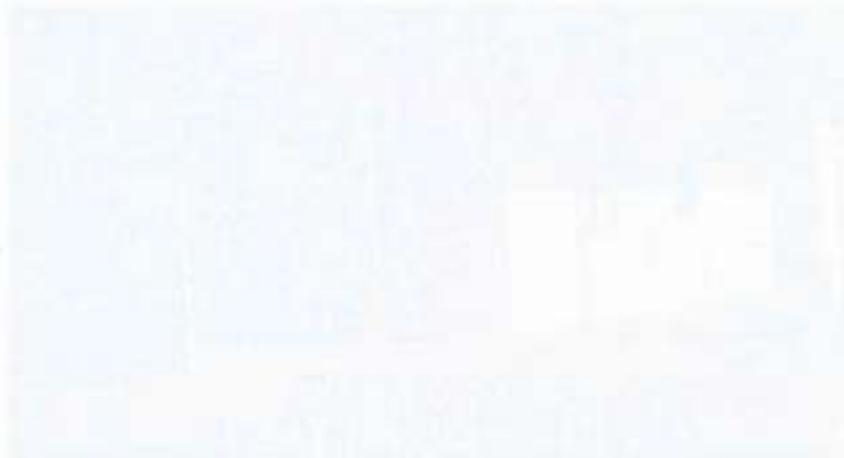


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965



Figura 3.18 – Vista do sofá da sala (a) no momento do acendimento da vela e no início da ignição do incêndio.



Prefeitura Municipal de Florianópolis
Diretoria Geral de Licitações,
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____

Fluimé Englert





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prozofurn Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____

4. RESULTADOS COLETADOS DURANTE ENSAIO DE SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO

O ensaio de simulação de incêndio no protótipo CASA FISCHER foi iniciado às 09:37h do dia 07 de novembro de 2010, quando se efetuou o acendimento da vela. Nesse momento efetuou-se a primeira coleta dos gases (no ambiente interno e externo) e a primeira coleta das temperaturas. O final do ensaio ficou caracterizado pelo colapso da estrutura, ocorrido às 10:08h, após 31 minutos de ensaio. As figuras 4.1 e 4.2 mostram os registros das gravações visuais dos momentos de início e fim considerados para o ensaio.



Figura 4.1 – Início do ensaio às 09:37h.



Figura 4.2 – Colapso da estrutura às 10:08h.





4.1 Registros das Temperaturas

A seguir são apresentados os registros das temperaturas durante o ensaio, tanto para o ambiente interno quanto para o externo.

4.1.1 Registros de Leituras dos Termopares no Interior do Protótipo

Na região central dos ambientes de permanência prolongada (dois dormitórios e uma sala/cozinha), foram dispostas torres com 4 termopares, de forma a que se pudesse analisar o gradiente das temperaturas ao longo da altura. As temperaturas foram monitoradas ao longo de todo ensaio, com coleta a cada segundo. Na Figura 4.3 é possível observar as temperaturas em cada um dos termopares, em quatro horários distintos, 9:37:00, 9:44:04, 9:59:04 e 10:08:45. Foi dado enfoque apenas para esses horários por serem os horários de início do processo de ignição, do início da atuação plena do fogo, dos 15 minutos após atuação plena do fogo e do colapso do protótipo.

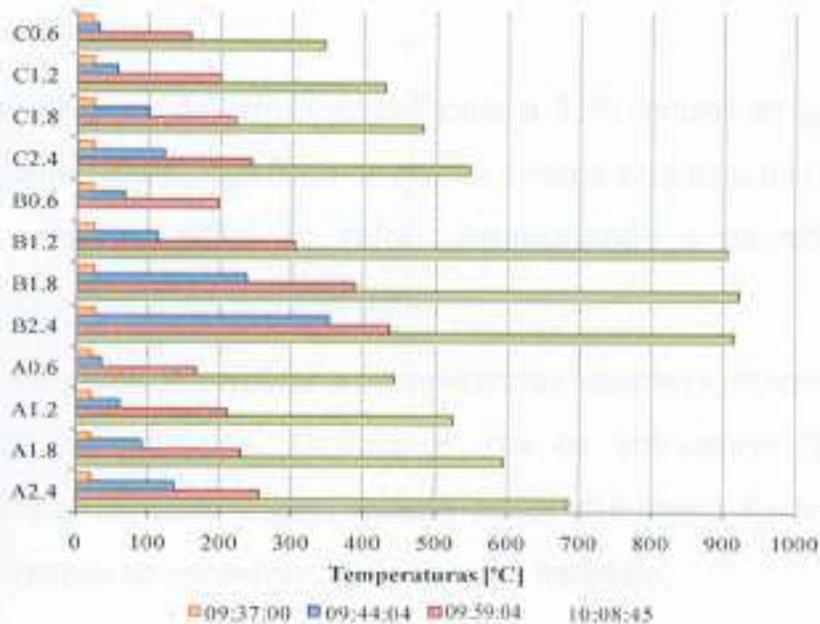


Figura 4.3 – Resultados das temperaturas ao longo da altura nos ambientes de permanência prolongada para os horários 9:37:00, 9:44:04, 9:59:04 e 10:08:45





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Página 152 de 204
Prefeitura Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

Em _____/_____/_____

Luiz Englert

Analisando os resultados obtidos, verifica-se que a temperatura média dos doze termopares, posicionados no centro de cada ambiente, foi de 22°C.

Aproximadamente sete minutos após o início do processo de ignição as temperaturas na sala/cozinha foram cerca de 230% superiores a média das temperaturas medidas nos dormitórios 1 e 2. Verifica-se também que, em todos os horários analisados, quanto mais alto estava posicionado o termopar, maior era a temperatura registrada, como esperado.

Outra observação é que as temperaturas registradas no quarto 1, mais próximo ao ponto de ignição, foram levemente superiores às registradas no quarto 2 ao longo do ensaio. Próximo ao horário de colapso a diferença entre as temperaturas medidas no quarto 1 e no quarto 2 aumentou, sendo registradas diferenças superiores a 100°C.

Em relação à árvore de termopares posicionada na sala/cozinha, verifica-se que, em todos os horários, as temperaturas foram mais elevadas do que nas árvores dos demais ambientes.

Quando a temperatura do termopar colocado a 2,40 metros atingiu valores de aproximadamente 900°C, verificou-se que os demais sensores, da mesma árvore, registraram o mesmo nível de calor, demonstrando a ocorrência de uma homogeneização do calor neste ambiente.

Na Figura 4.4 é possível verificar as temperaturas internas e externas na fachada lateral direita do protótipo. Destaca-se que os termopares 2 e 4 foram posicionados internamente e que, quanto maior o número do termopar, mais afastado os mesmos se encontravam do foco do incêndio.

