

# SISTEMA DE MORTERO PROYECTADO - TEORIA VS PRÁCTICA

ADAPTACIONES CONSTRUCTIVAS DEL SISTEMA EN URUGUAY

1. INTRODUCCIÓN	Pág. 2
a. Objetivos Generales	Pág. 2
b. Objetivos particulares	Pág. 3
c. Antecedentes	Pág. 5
d. Oferta de componentes en Uruguay	Pág. 5
2. EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	Pág. 6
a. Consideraciones de diseño	Pág. 10
b. Proceso operativo	Pág. 23
c. Controles de obra	Pág. 23
3. CONCLUSIONES	Pág. 24
4. BIBLIOGRAFÍA	Pág. 25
5. ANEXOS	Pág. 27
-Descripción del sistema constructivo	Pág. 27
a. Características Técnicas	Pág. 27
b. Componentes del sistema	Pág. 28
c. Uniones (detalles 2D y descripción)	Pág. 31
-Ejemplo gráfico de vivienda	Pág. 35
-Entrevista: Arq. Rossana Giordano, empresa ARQUINTE especializada en construcción con el sistema emmedue.	Pág. 37
-Entrevista: Arq. Felipe Algorta (padre), empresa FRIDULSA especializada en construcción con el sistema emmedue.	Pág. 40

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como tema principal el sistema constructivo de mortero proyectado EMMEDUE. Originario de Italia, en Uruguay la empresa EMMEDUE obtuvo en el año 2012, el Documento de Aptitud Técnica (DAT), que otorga el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Desde hace más de 30 años, representa una propuesta tecnológica ventajosa en lo que respecta al tiempo empleado en la construcción y al balance económico.

En una sociedad actual donde los tiempos son cada vez más acotados y donde los procesos se aceleran, han aparecido nuevas tecnologías constructivas; alternativas que parecen brindar respuesta a las necesidades contemporáneas.

En los últimos años, en Uruguay han aparecido distintas adaptaciones locales del sistema EMMEDUE, buscando ofrecer variables a una construcción tradicional predominante.

---

### a. OBJETIVOS GENERALES

Este trabajo tiene como objetivo general indagar en los fundamentos técnicos y proyectuales que se deben tener en cuenta a la hora de trabajar con el sistema EMMEDUE. Se expondrán consideraciones a emplear desde una etapa de diseño y proyecto, pasando por la planificación y puesta en obra, hasta la culminación de la misma.

La metodología utilizada para dicho fin se basará en la recopilación de datos técnicos de las empresas especializadas del medio y la experiencia de estudios de arquitectura que lo utilizan frecuentemente. A partir de esto planteamos generar un aporte crítico mediante la exposición de las recomendaciones que dan los fabricantes para el diseño y puesta en obra, y consecuentemente las soluciones que han adoptado los distintos actores del medio para resolver las particularidades que se presentan en obra.

### b. OBJETIVOS PARTICULARES

---

-Realizar un estudio exhaustivo de los manuales técnicos de la empresa EMMEDUE y de las adaptaciones regionales y locales del mismo.

-Realizar una entrevista a un estudio de arquitectos del medio local, especializado en la construcción con el sistema

-Realizar una entrevista a una empresa constructora del medio local, especializada en la producción, comercialización y construcción con el sistema.

-Una vez realizados los objetivos anteriores, proponemos exponer y comparar la información obtenida sobre los siguientes puntos:

- \* Las consideraciones de diseño con el sistema
- \* El proceso operativo de obra.

-En base a lo expuesto anteriormente, pretendemos realizar una planilla de los controles de obra específicos para este sistema, indicando tareas, elementos a controlar y tolerancias.

### c. ANTECEDENTES

---

Según el catálogo de especificaciones de la empresa EMMEDUE: "El sistema, nace en 1981 con el nombre de MONOLITE para luego en 1995 adoptar el nombre actual. (...) Desde 1980 hasta hoy, se han realizado más de 100.000 construcciones con este sistema."

En América Latina, en países como Argentina, Chile, Colombia, ha tenido un importante impulso en los últimos años, sobre todo por promotores locales, que han intentado ganar mercado aprovechando algunas características propias de esta tecnología como la rapidez de ejecución y cierta disminución de costos.

Este sistema constructivo que se venía aplicando en el Uruguay bajo el nombre de MONOLITE en el conjunto de vivienda construido en 1998 por la Intendencia de Maldonado en Cerro Pelado, logra la empresa EMMEDUE en el 2012 la calificación de aptitud correspondiente (DAT) que garantiza la calidad exigida, esto permitió ser utilizado en el Sistema Público de Vivienda.

#### BARRIO CAÑADA APARICIO - MALDONADO

En comunicado realizado por MVOTMA el lunes 14 de enero de 2013, se detalla la primer experiencia realizada en el ámbito público para la construcción de vivienda: "En el 2012 se formalizó un convenio entre el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y la Intendencia de Maldonado, para realizar una experiencia piloto con este sistema constructivo en el barrio Cañada Aparicio de la ciudad de Maldonado. El proyecto consistió en 2 bloques de 6 viviendas de 3 dormitorios cada uno, desarrollados en planta baja y dos niveles; y 3 viviendas individuales de 3 dormitorios."

La obra, que incluyó una etapa de capacitación del personal, se desarrolló en un período de 10 meses.



Barrio Cañada Aparicio, Maldonado. Experiencia piloto sistema EMMEDUE en Uruguay



Barrio Cañada Aparicio, Maldonado. Experiencia piloto sistema EMMEDUE en Uruguay

## CASA DE MUESTRA BROMYROS

Otro antecedente es el de la casa de muestra realizada por la empresa BROMYROS para presentar su adaptación del sistema Emmedue y comercializarlo en Uruguay. Hablamos del sistema CONCRESPUMA.

En referencia al mismo, en el suplemento elEmpresario, del diario local EL PAIS, con fecha Viernes 24 de Abril de 2015, el Artículo "Bromyros Vivienda modelo en eficiencia" explica como a raíz de "La concientización de la sociedad en temáticas relacionadas con el ahorro energetico y la sustentabilidad en la construccion..." la empresa decide apostar por este sistema, en pos de "...aportar herramientas para hacer mas comprensible la problemática actual de la crisis energética..."

Si bien no hay razones para dudar el compromiso de la empresa con la creciente búsqueda de eficiencia energetica, es evidente que la introduccion al país del sistema con el empuje de BROMYROS es reflejo de las nuevas necesidades y tiempos que el mercado esta solicitando, y que la construccion tradicional no es capaz de cumplir.

Por otro lado, mas alla de el uso comercial que le da dicha empresa a la casa, es un excelente ejemplo de la utilización de este sistema constructivo en el país en los ultimos años, y tiene la ventaja de ser visitable coordinando horarios para recorrerla.

La empresa ofrece un video tipo "time-lapse" en el cual se puede apreciar la construccion de la casa de principio a fin. El mismo resulta ampliamente didactico en cuanto a lo que nos concierne. Se pueden apreciar las distintas etapas las cuales se explicaran en capitulos siguientes.

Link al video:

<https://www.youtube.com/watch?v=s4bFF-yE3ds>

O directamente entrando a la pagina del sistema CONCRESPUMA se lo puede ver:

<http://www.concrespuma.com.uy/>



Casa de muestra, empresa BROMYROS, sistema CONCRESPUMA  
Montaje de paneles



Casa de muestra, empresa BROMYROS, sistema CONCRESPUMA  
Casa terminada

## d. OFERTA DE COMPONENTES EN URUGUAY

---

Empresas que los comercializan en Uruguay:

FRIDULSA:

Ofrece la aplicación del sistema de forma integral, incluyendo componentes y herramientas, desde la venta de los paneles para que sea el propio cliente el encargado de la construcción hasta un servicio integral con arquitectura incluida. También está contemplada la construcción de la obra gris por parte de la empresa, sin involucrarse en las terminaciones.

Ofrece paneles de ancho 1.25m y largo pudiendo llegar hasta 10m

IGABEN S.A.:

Empresa nacida en el año 2008 dedicada tanto al diseño, fabricación y venta de modulos y casillas prefabricadas, como a la fabricacion de paneles para la construccion en sitio de 7 y 10cm de espesor y mallas de refuerzo.

COVINTEC:

Empresa chilena, se importan algunos de sus paneles y componentes y se aplican en el medio uruguayo.

El panel en si es levemente distinto al ofrecido por Fridulsa e Igaben ya que la malla electro-soldada tiene separación de solo 5x5cms; y su conexión es en forma de escalerilla a diferencia de la recta de los anteriores, por lo que las descargas funcionan distinto.

BROMYROS:

Desde el 2014, a partir de una alianza entre Bromyros S.A. y SCHNELL Home (empresa Italiana, afianzada en todo el mundo), Bromyros comenzo a ofrecer la línea CONCRESPUMA. La misma fabrica paneles simples, paneles dobles y paneles de techo nervados.

Al igual que FRIDULSA, se ofrece la construcción con el sistema en pequeña y gran escala.



Montaje en obra paneles FRIDULSA



Montaje en obra paneles IGABEN SA



Montaje en obra paneles COVINTEC



Montaje en obra paneles BROMYROS

## 1-Consideraciones de diseño

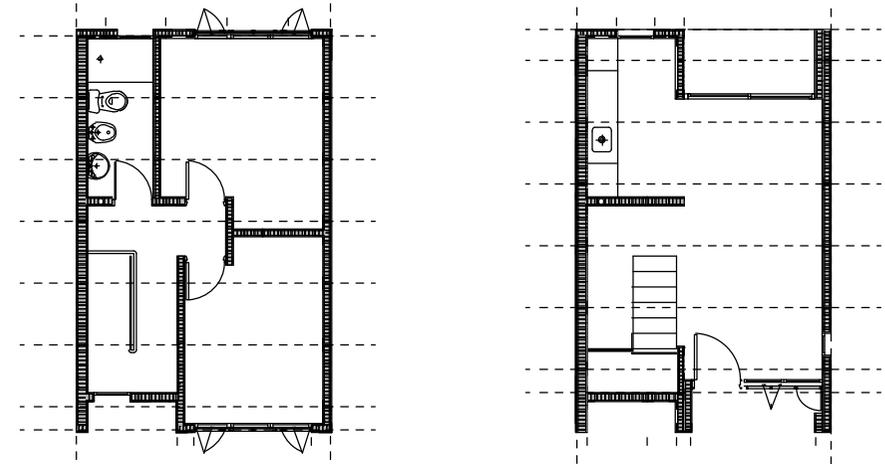
### A-Modulación y elección de paneles.

Siempre resulta importante a la hora de trabajar con sistemas prefabricados (o con cierto grado de prefabricación) proyectar teniendo en cuenta las medidas del elemento a utilizar. Las ventajas de esto parecen obvias: generar un mejor aprovechamiento del material, reduciendo desperdicios resultantes de recortes, así como acortar el tiempo de montaje.

En referencia a este tema la Arq. Rossana Giordano de la estudio Arquinte, especializada en el proyecto y construcción con el sistema Emmedue recomienda lo siguiente:

*"Siempre es bueno tener en cuenta el modulo que tiene el panel, que es de 1,20m de ancho, por 3,00m o 4,50m de largo según quien lo fabrica. Esto te condiciona un poco la altura de los ambientes, y es importante considerarlo para tener menos desperdicio a la hora de construir. Más allá de eso, es un sistema flexible que te da una libertad total para proyectar."*

Es importante resaltar, que si bien se recomienda el aprovechamiento del módulo, esto no es una limitante, ya que los paneles se pueden cortar y unir de forma de lograr el diseño deseado.



EJEMPLO DE MODULACIÓN DE VIVIENDA EN PLANTA

En cuanto a la elección de los paneles a utilizar, existe la posibilidad de elegir entre distintos espesores según exigencias térmicas, estructurales o de diseño.

El Arq. Felipe Algorta, director de la empresa Fridulsa, en entrevista realizada nos comentaba:

*"Hay que considerar también el espesor de los muros, porque muchas veces tenes bajadas de pluviales por ejemplo, o columnas de bajada de una planta alta, y como los muros delgados igual son resistentes, a veces utilizamos espesores chicos. Prever esto nos permite evitar hacer mochetas que cubran los caños de PVC Ø110mm, los bajamos por dentro de un panel grueso entre las mallas."*

Sobre el tipo de paneles que utilizan, agregaba: *"El mínimo es de 7cm, la espuma tiene 5cm, antes venían de 4cm, pero ya no más, es decir que entre mallas tiene 7cm. Ahí podes meter un caño Ø63mm, entonces las bajadas de primaria y de pluviales estándar, que es Ø110mm no te entran. Tenes que ver de prever como decía un panel más grueso para no terminar mocheteando."*

Es importante pensar en todas las condicionantes que definan el espesor de un muro, para que su elección cumpla con la más exigente de ellas.

## B-Diseño y calculo estructural

El principio básico que todos los proveedores resaltan es el funcionamiento estructural del sistema como un conjunto. Al generar un revoque estructural continuo, la construcción se comporta como una casaca repartiendo las cargas uniformemente en su superficie. Aun así está claro que según la geometría del diseño habrá secciones más exigidas que otras que podrán necesitar refuerzos específicos.

Es así que se deberá considerar que todos los muros son portantes, generando una descarga continua. Para esto es necesario realizar una fundación que cumpla con esta exigencia: ya sea una platea, zapatas corridas o algún sistema con vigas de fundación.

En el caso de las vigas dintel el manual técnico de la empresa FRIDULSA explica:

*"No es necesario agregar vigas de dintel cuando existe suficiente muro sobre él, porque todo ese muro es estructural y se comportará como una viga formal.. De no ser suficiente el hierro que aporta el panel, podrá agregarse acero según cálculo para dinteles de luces grandes y alturas pequeñas o si la importancia de cargas sobre el dintel lo ameritan. Este acero se atará a la malla previo al apuntalamiento."*

Estas pautas generan un modelo estructural específico el cual debe calcularse para asegurarse que las secciones de acero sean las adecuadas.

Sin embargo a modo guía, para poder aproximarse a un diseño válido, podemos utilizar las siguientes consideraciones de predimensionado:

- H de viga = 1/10 de la luz a salvar.
- Luz losa max. = 5m

## C- Relación con construcción tradicional

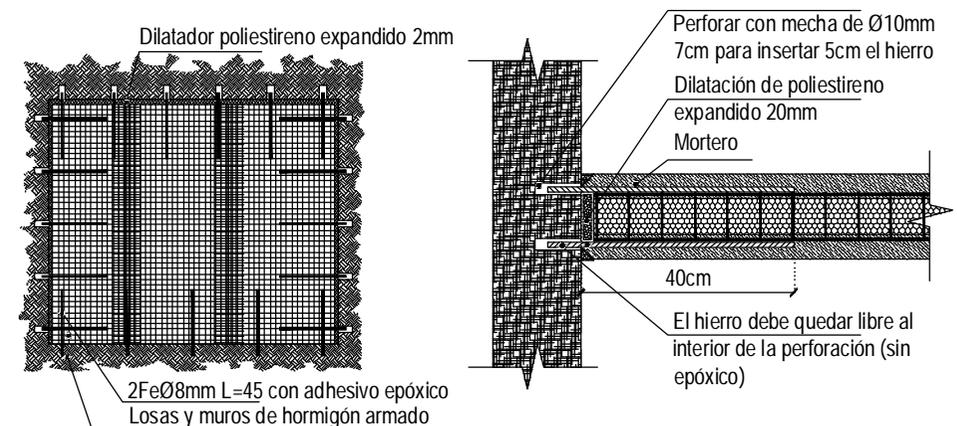
Al tratarse de un sistema que cuenta con una etapa "húmeda", resulta fácil generar continuidades con elementos de hormigón armado, permitiendo combinarlo con recursos de la construcción tradicional. En dicho caso se deberá prestar especial atención a los posibles puentes térmicos generados por el uso de estos elementos estructurales, pudiendo solucionarlos mediante la aplicación de poliuretano, y recordando colocar la malla de unión para darle continuidad con el muro de Mortero Projectado.

Existe también la posibilidad de generar una estructura independiente de hormigón armado y utilizar los paneles simplemente como cerramiento.

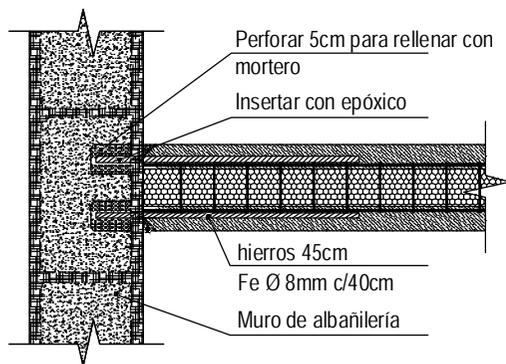
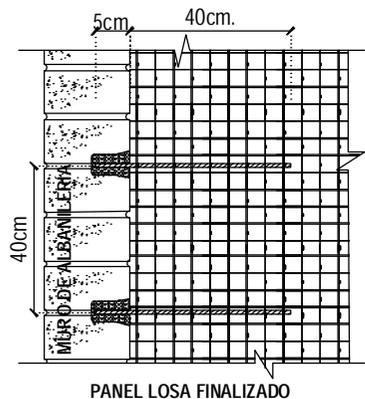
Un tercer caso sería el de una ampliación donde la preexistencia fue ejecutada con sistema tradicional, y se pretende agregar una nueva parte con sistema de mortero proyectado.

El grado de combinación de ambos sistemas es muy amplio, y dependerá del proyectista la solución que se adoptara, según el diseño realizado.

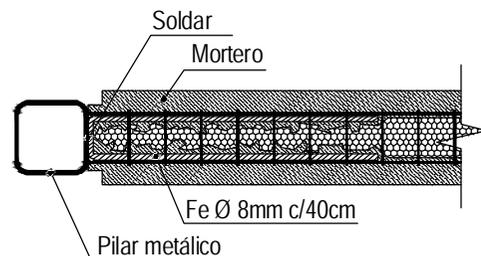
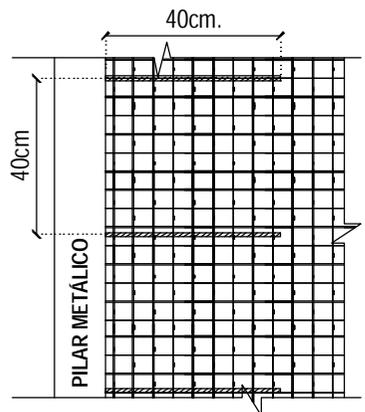
DETALLE UNION PANEL EMMEDUE A MURO DE HORMIGON ARMADO



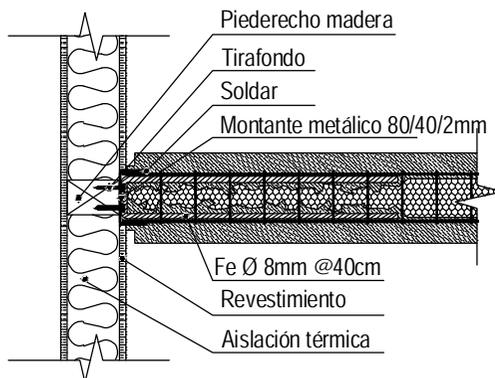
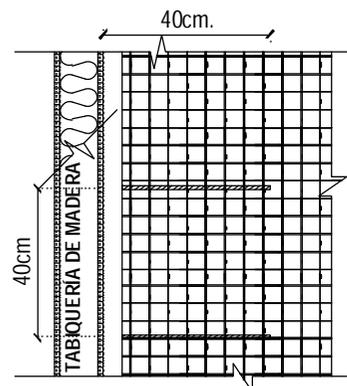
DETALLE UNION PANEL EMMEDUE A MURO DE ALBANILERIA



DETALLE UNION PANEL EMMEDUE A PILAR METALICO



DETALLE UNION PANEL EMMEDUE A TABIQUERIA DE MADERA



## D- Limitaciones

Si bien los proveedores venden el sistema como autoportante, muchos de ellos remarcan una cantidad de 5 niveles máximo a utilizar con el sistema de forma integral, siempre pudiendo llegar a una cantidad mayor (como resaltamos en el punto "Diseño y calculo estructural") al combinar el sistema con elementos portantes de otras características que resuelvan las descargas principales.

Otra limitante importante es el tema de las luces máximas de losa. Recomendando en este caso los proveedores una luz máxima de 5m. En Montevideo según la resolución de la IM 4049/14 los cerramientos horizontales de Emmedue no pueden ser utilizados como entrepisos separativos entre unidades de vivienda colectiva. El sistema solo se podrá utilizar en edificios en altura, construyendo entrepisos de hormigón armado.

El Arq. Felipe Algorta comentaba:

*"De diseño en sí, en 17 años que tenemos construyendo con el sistema, solamente una vez tuvimos que decirle que no a un proyecto, el cual al final no se construyó. Era un proyecto que se podía construir exclusivamente en Hormigón Armado, no había otra forma porque era muy jugado en una cantidad de cosas. (...) tenía voladizos inmensos, era una estructura extremadamente especial en ese sentido. Más allá de eso, de tener algunas consideraciones en cuanto a la estructura, no es necesario tener mayores previsiones en cuanto al diseño. Nosotros recibimos un anteproyecto y le hacemos un estudio de la viabilidad, y usualmente encontramos la forma de poder hacer la obra. Si tiene losas muy importantes quizás proponemos dividir las, pero siempre le buscamos la vuelta."*

También se deberá tener en cuenta que, ya que el comportamiento estructural del sistema se basa en el revoque de ambas caras del panel, no deberán quedar caras de difícil acceso para poder proyectar el mortero en obra.

Por último, debido a la continuidad en la superficie, resulta difícil realizar reparaciones, sobre todo aquellas que impliquen picar los elementos ya revocados. Esto es debido a la unión entre el acero y el mortero estructural, que no son fáciles de picar y retirar. Además, en caso de ser necesario dicho procedimiento, se deberá picar más allá de la zona a reparar, para poder empalmar la malla del paramento existente con una malla de unión que sustituya a la retirada. En todo caso lo que resulta relevante para el diseño previo con el sistema, es que no se deberán dejar cosas sin definir, que puedan resultar en errores u omisiones que conlleven a posteriores reparaciones.

## 2. Proceso operativo

---

Intentaremos en este punto generar una lista de tareas, en orden cronológico, para una obra estándar a realizarse con el sistema EMMEDUE. Es evidente, que dependiendo de la complejidad del tipo de obra, se podrá modificar dicha lista agregando o sustituyendo tareas.

La finalidad, en última instancia, es facilitar la planificación del proceso de obra, mediante la utilización de esta herramienta como base para la elaboración de un cronograma de obra.

- 1- ORGANIZACIÓN ESPACIAL DE LA OBRA
- 2- PREPARACIÓN DEL TERRENO
- 3- CIMENTACIÓN
- 4- COLOCACIÓN ANCLAJES
- 5- REPLANTEO DE PANELES
- 6- COLOCACIÓN, NIVELACION DE PANELES Y APUNTALADO
- 7- CORTE DE ABERTURAS
- 8- MALLAS DE UNIÓN
- 9- REFUERZOS, varillas de hierro conformado.
- 10- INSTALACIONES
- 11- CALIBRES
- 12- HIERROS "A" Y "F", cerramientos horizontales.
- 13- HIERROS CARRERA
- 14- COLOCACION DE PREMARCOS, ABERTURAS Y REJAS.
- 15- DOSIFICACION MORTERO
- 16- IMPREGNACIÓN PREVIA PROYECTADO, agua y cemento portland.
- 17- PROYECTADO MORTEROS
- 18- CURADO

### 1-ORGANIZACIÓN ESPACIAL DE LA OBRA

Es necesario antes de comenzar la obra, tener en cuenta ciertos factores que facilitan el proceso global y hacen el trabajo diario más eficiente.

Los materiales implicados en la construcción con EMMEDUE si bien son de fácil manejo, necesitan de un gran espacio de acopio. Además, en ciertas etapas se debe contar con herramientas especializadas como revocadoras y bombas que son costosas, por lo que es bueno contar con un espacio seco y bajo llave.

### 2- PREPARACIÓN DEL TERRENO

Al igual que cualquier otra obra, es necesaria una buena preparación del terreno para recibir la cimentación deseada.



SECTOR ACOPIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

### 3- CIMENTACIÓN / 4- COLOCACION DE ANCLAJES / 5-REPLANTEO DE PANELES

Como se explicita en el punto 1B Diseño y cálculo estructural, es necesario contar con una cimentación que soporte descargas lineales de los muros portantes. El plano superior de dicho cimiento deberá estar nivelado de modo que los paneles a instalar también lo estén. En referencia a esto los estudios recomiendan utilizar un nivel de partida fijo, ya que los paneles tienen altura estándar.



CIMENTACION PLATEA DE HORMIGON ARMADO



CIMENTACION PLATEA DE HORMIGON ARMADO



CIMENTACION VGAS DE HORMIGON ARMADO

Existe la posibilidad de colocar los anclajes necesarios para el montaje de los paneles de antemano o hacerlo posteriormente en seco. En el primer caso, la secuencia de trabajo nos exige realizar el replanteo de los muros antes del llenado.

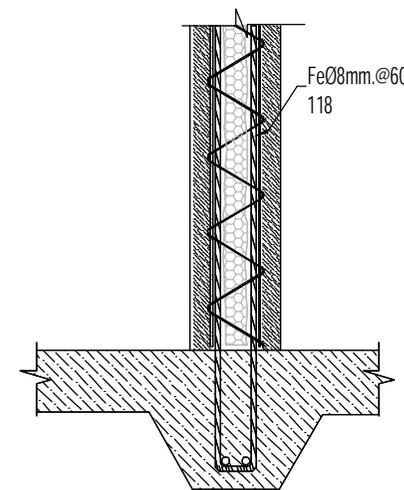


COLOCACION ANCLAJES PREVIO AL LLENADO

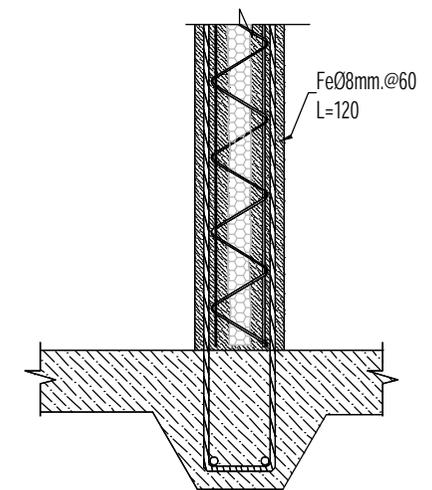


COLOCACION ANCLAJES POSTERIOR AL LLENADO

En los manuales técnicos, se establecen las dos opciones como válidas, pero según la experiencia de obra de la Arq. Giordano el procedimiento más práctico es el siguiente: "...colocamos los anclajes solo del lado exterior del panel, luego montamos, y por ultimo colocamos los anclajes interiores una vez levantada toda esa fachada." Haciendo referencia a la colocación en seco.



DETALLE ANCLAJE POR DENTRO DE LA MALLA



DETALLE ANCLAJE POR FUERA DE LA MALLA

A su vez explica que resulta más práctico colocarlos por fuera de la malla, aunque los manuales recomiendan hacerlo por dentro de modo de no sobrecargar con revoque para cubrir dicho hierro.

En base a lo explicado anteriormente quien planifique la obra podrá variar el orden de dichas tareas dependiendo de la solución elegida.



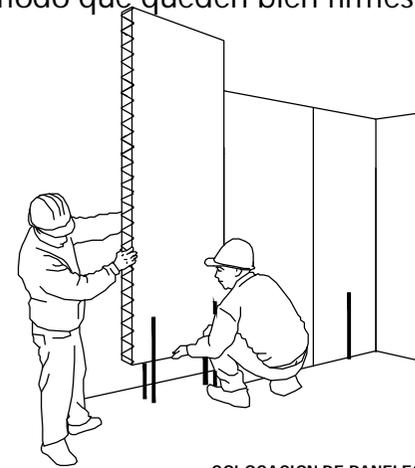
ANCLAJES EN VIGAS DE HORMIGON



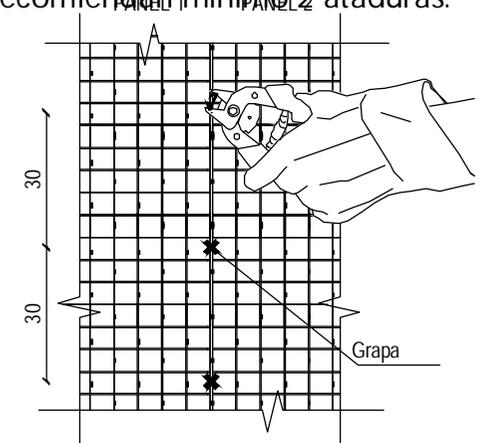
PLATEA DE HORMIGON ARMADO FINALIZADA

## 6- COLOCACIÓN NIVELACION PANELES Y APUNTALADO 7- CORTE DE ABERTURAS

Una vez colocados los anclajes se procederá a montar los paneles. Estos se deberán atar con alambre o con grampas a dichos anclajes de modo que queden bien firmes, se recomiendan mínimo 2 ataduras.



COLOCACION DE PANELES



UNION DE PANELES CON GRAPAS

Los manuales técnicos recomiendan comenzar a montar secuencialmente desde los encuentros de muros, de forma que ayude a rigidizar el conjunto. Si bien esto conceptualmente parece acertado (más aun en un país con grandes vientos como el nuestro), la Arq. Giordano al entrevistarla nos comentaba: *“Otra cosa que nos fuimos dando cuenta con el tiempo es que resulta mucho más fácil armar toda una pared en el piso y después levantarla, que montar panel por panel y agregar las uniones.”* Por lo que se deberá optar por una opción u otra según cual



NIVELACION PANEL MURO CON NIVEL DE MANO



UNION DE PANELES VERTICALES CON ALAMBRE



MONTAJE PANELES VERTICALES

Otro tema importante a tener en cuenta cuando realizamos esta tarea, es el tema de los vanos para las aberturas. La Arq. Giordano explica que en el caso de los vanos más grandes es bueno preverlos ya en el armado del muro (para evitar grandes desperdicios), pero que los pequeños, por un tema de practicidad, se pueden calar luego de montados los paneles. Además en el manual de la Empresa Fridulsa, se menciona otro punto importante, es esencial dejar los vanos de puertas de antemano de modo que se pueda circular por la obra fácilmente.



RECORTE DE ABERTURAS PREVIO A LA COLOCACION



PREVISION DE ABERTURAS

Otra recomendación es la generación de una lista de recortes a pie de obra, numerándolos y especificando sus medidas, para tener a la vista en todo momento que piezas tenemos disponibles y así evitar recortes de paneles enteros que no sean necesarios. Esto nos permite optimizar la utilización de los paneles y tener menor desperdicio.



MONTAJE PANELES VERTICALES EN PLATEA



MONTAJE PANELES VERTICALES EN VIGAS

En lo que refiere al apuntalamiento para la nivelación de los paneles, pueden realizarse tanto con elementos tradicionales de obra, reglas de madera y puntales de eucaliptus, así también elementos metálicos, puntales telescópicos, etc. La Arq Giordano resalta que: *"...Es un punto muy importante, porque si estas están desplomadas, genera que se deba cargar las mismas con capas más gruesas de revoque estructural para compensar, y obviamente es más caro y se demora más."*



APUNTALAMIENTO DE PANELES

A la hora de apuntalar los muros, deberá tenerse cuidado en no enmascarar los empalmes de hierros (uniones de paneles y mallas auxiliares) para poder cubrirlos adecuadamente con el mortero proyectado en la primera aplicación.

En el caso de los paneles de losa, los manuales establecen que *"...se apuntalarán colocando tablas de apoyo (dejando entre ellos aprox. de 0,50 a 0,60 m) soportados por tablas apuntaladas (una sección de 2" x 6" es generalmente suficiente) distanciadas 1,20m y con una ligera contra flecha de 1 cm para 3 metros de luz."*



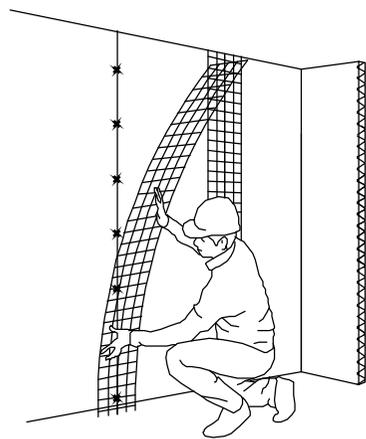
APUNTALAMIENTO DE PANELES LOSA



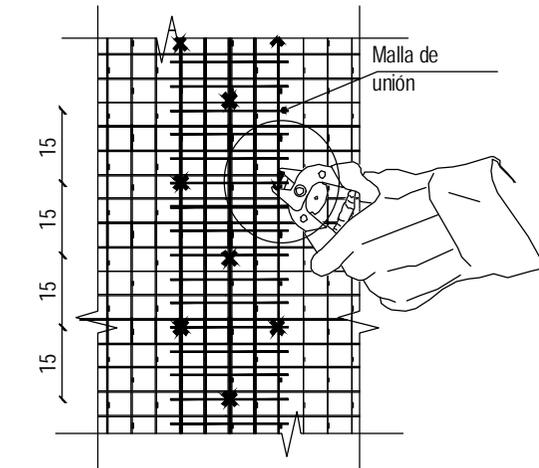
APUNTALAMIENTO DE PANELES LOSA

## 8-MALLAS DE UNIÓN 9-REFUERZOS

Los manuales técnicos especifican que a la hora de engrampar los paneles deben hacerse colocando grapas cada 30cm por ambos lados, en todo el largo de la junta. Luego al colocar la malla de refuerzo, se debe engrampar en zigzag alternadamente cada 15cm de las grapas ya colocadas.



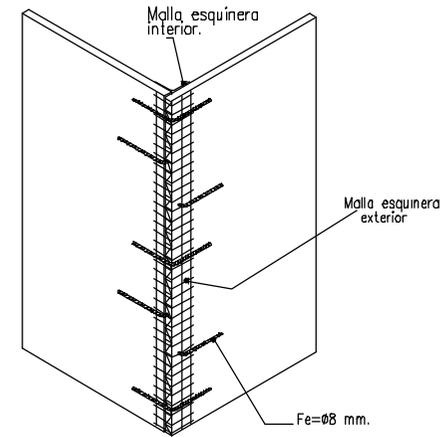
COLOCACION MALLAS DE UNION



COLOCACION GRAPAS MALLAS DE UNION A PANEL

La arq. Giordano recalca con respecto a este punto: *"...Otro tema importante es el atado entre paneles, ya sea utilizando la malla de unión, o en el caso de los paneles que ofrece CONCRESPUMA, que ya traen una rebarba para atarlos entre sí. Hay que controlar que se aten (o engrampen) unos con otros, cada 3 o 4 celdas máximo."*

Además de las mallas de uniones de paneles, deben colocarse mallas en unión de cubiertas con muros y encuentro de muros en esquina (malla "L"), mallas de cierre de borde en paneles cortados y vanos de puertas y ventanas (malla "U") y por último, el caso particular es el refuerzo de las esquinas de puertas y ventanas (malla plana puesta a 45°), para rigidizar el área donde se concentran los esfuerzos. En caso de aberturas de grandes dimensiones, se puede complementar con varillas Ø8mm en la misma dirección. A la hora de colocar estas mallas, es importante que ningún hilo coincida con la bisectriz del ángulo a proteger.



MALLA REFUERZO ESQUINA



MALLA REFUERZO ESQUINA

Luego de colocadas las mallas de unión, se procede con las escuadras y hierros de refuerzo. Los mismos cumplen el papel de reforzar ciertos puntos de la estructura que pueden estar sujetos a cargas mayores o situaciones más comprometidas, como ser el caso de los dinteles de aberturas. También cumplen otro rol de gran importancia, proporcionan una traba entre elementos que genera la rigidez necesaria para que los paneles no se muevan y la estructura sea monolítica, en este caso nos referimos específicamente a las escuadras que cosen los encuentros por dentro y por fuera del panel.



COLOCACION REFUERZO DINTEL DE ABERTURA

La arq. Giordano, recomienda tener en cuenta: *“Es importante ir revisando bien que se hayan puesto a las distancias correctas y con los diámetros establecidos. En el caso del entrepiso, que se usa un panel nervado unidireccional, verificar que se pongan los hierros en las viguetas, estos deben ser calculados según las dimensiones de la losa. También corroborar que se realicen las carreras que hay que dejar donde se apoyan dichos paneles.”*



HIERROS EN VIGUETAS PANEL LOSA EMMEDUE

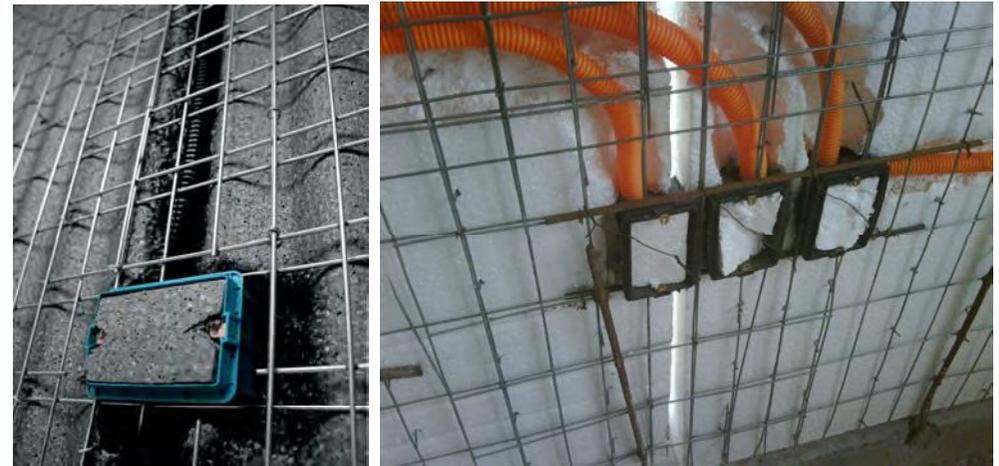
Siempre que se coloquen refuerzos se deberá proceder al quemado del poliestireno expandido de modo de asegurar que el mortero recubra completamente el mismo favoreciendo la adherencia entre ambos elementos.

## 10- INSTALACIONES

Las instalaciones, tanto eléctricas como sanitarias, se realizan una vez montado los paneles, comenzando con el trazado que corresponda a muros y losas, que se dibujará sobre el poliestireno.

Luego, con una pistola de aire caliente, se labrará en el poliestireno una canaleta para embutir las canalizaciones. Los caños corrugados se pasarán bajo la malla y los rígidos se colocarán después de cortar la malla que corresponda, la que deberá recomponerse.

Las cajas se prepararán atando a ellas varillas que se atan a la malla del muro. Las canaletas se deben realizar con cuidado de no retraer más poliestireno que el estrictamente sea necesario para no perder capacidad aislante. Es importante controlar que las cajas queden correctamente a nivel con el plomo de la terminación, ya que como hemos resaltado en secciones anteriores, las reparaciones son de difícil ejecución.



DETALLE CAJAS ELECTRICA



CANALIZACIONES ELLECTRICA COLOCADAS

Según la experiencia en obra la Arq. Giordano recomienda, a la hora de colocar las instalaciones tener en cuenta: *“En este tema es fundamental contar con un buen equipo de trabajadores, porque se debe entrar en un momento específico y no nos podemos permitir atrasar el resto de la ejecución.”*

*La instalación eléctrica se facilita muchísimo porque con la quemadora uno rebaja la espuma y enhebra los caños corrugados por adentro de los muros. Esto se hace antes de proyectar los revoques, por lo que se ahorra todo tipo de picado.”*

El Arq. Algorta comenta: *“Hay que tener cuidado es con la tendencia del instalador de hacer codos en vez de curvas, es decir al colocar la canalización muchas veces el instalador lo hace ortogonalmente a las aristas del panel, eso genera codos que luego entorpecen el enhebrado.”*

*En el caso de la sanitaria funciona igual, solo que al tener secciones mayores muchas veces hay que cortar la malla para poder trabajar. Obviamente después se debe poner una malla de refuerzo cubriendo la parte cortada. Siguiendo el criterio de siempre, no podemos permitir que haya discontinuidades en la malla, porque se generarían fisuras.”*

*“Hay que tener cuidado con la profundidad a la que se coloca. Es frecuente que la misma termine siendo excesiva y que las llaves de paso por ejemplo, queden mas embutidas de lo que uno desearía. Muchas veces previendo eso se hace un pequeño desvío con codos de 45 grados de modo de poder sacar la llave de paso un poco mas lejos de la malla”*



INSTALACION SANITARIA ABASTECIMIENTO



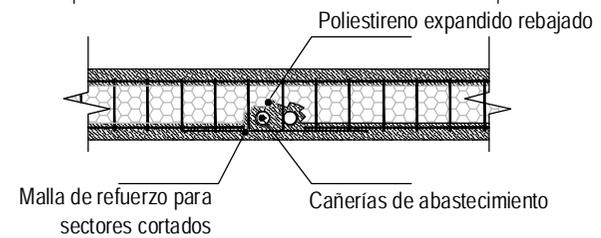
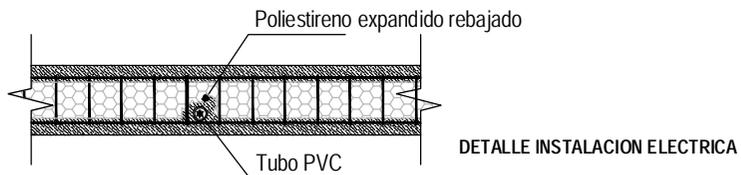
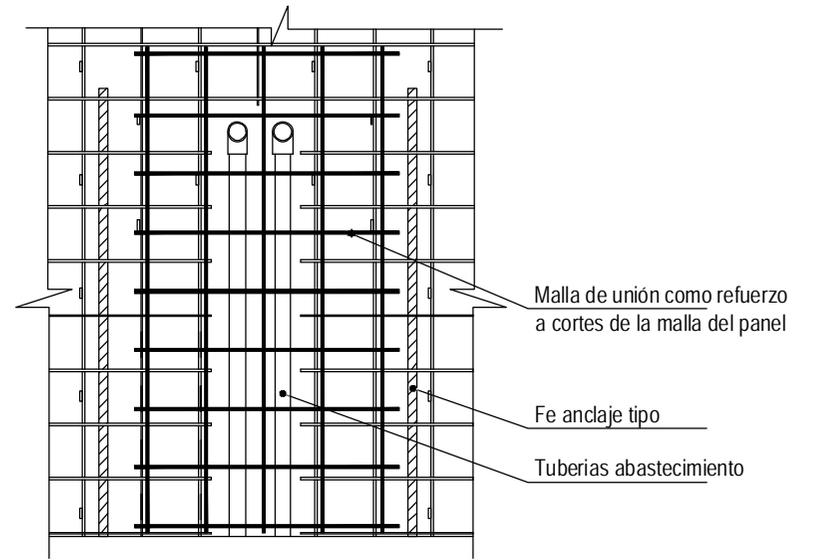
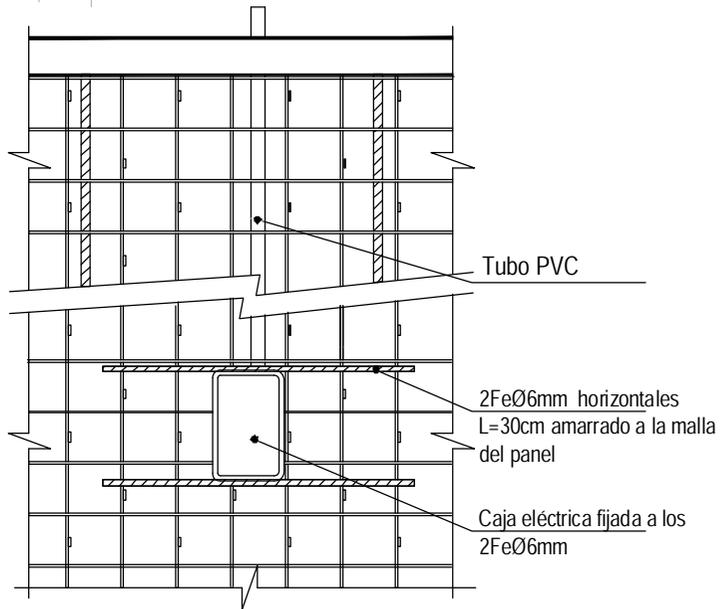
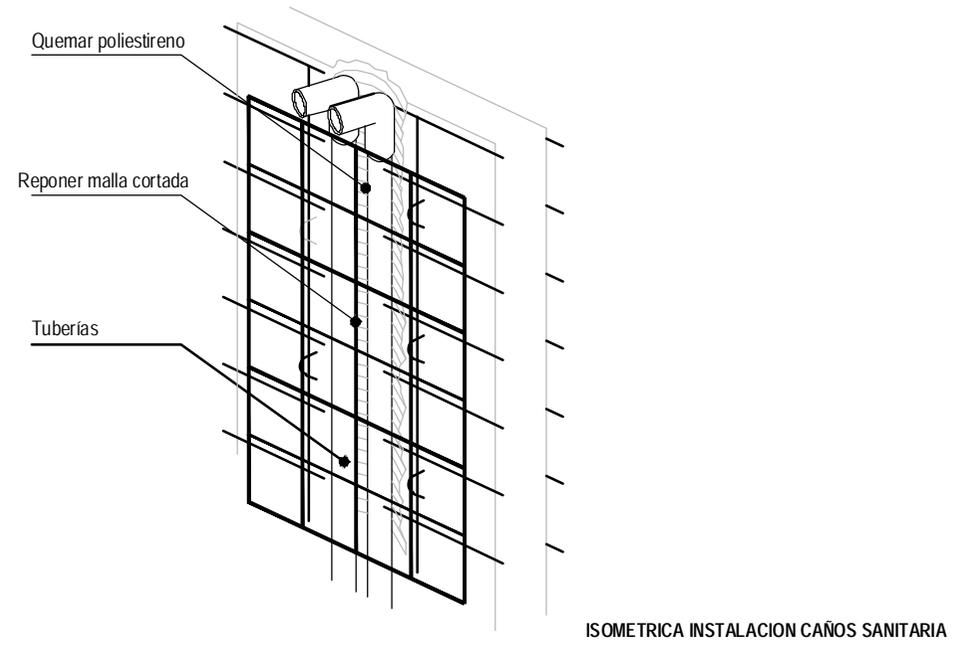
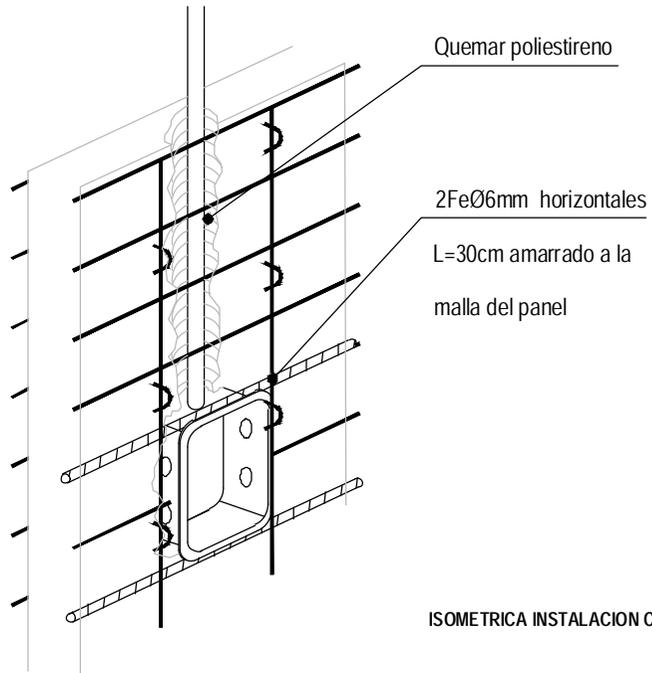
INSTALACION SANITARIA DESAGUE



INSTALACION SANITARIA SUSPENDIDA DESAGUE



INSTALACION SANITARIA DESAGUE



## 11- CALIBRES 12- HIERROS "A" Y "F" 13- HIERROS CARRERA

Es de suma importancia que previo a la proyección del hormigón, estén colocados tanto en cerramientos horizontales como en verticales, los calibres que aseguren que la malla metálica este a una distancia tal poliestireno expandido que permita una correcta adherencia de la misma con el mortero.

Los hierros carrera actuaran a modo de viga carrera, se colocan por dentro de la malla del panel y se deberá rebajar el poliestireno longitudinalmente para favorecer la adherencia.

Además, deberán colocarse según el cálculo estructural los hierros "A" y "F" en cerramientos horizontales. Para luces intermedias y grandes será estrictamente necesario el armado de los paneles, de forma similar a la de una losa de H.A.



COLOCACION HIERROS REFUERZOS Y ARMADO EN LOSAS

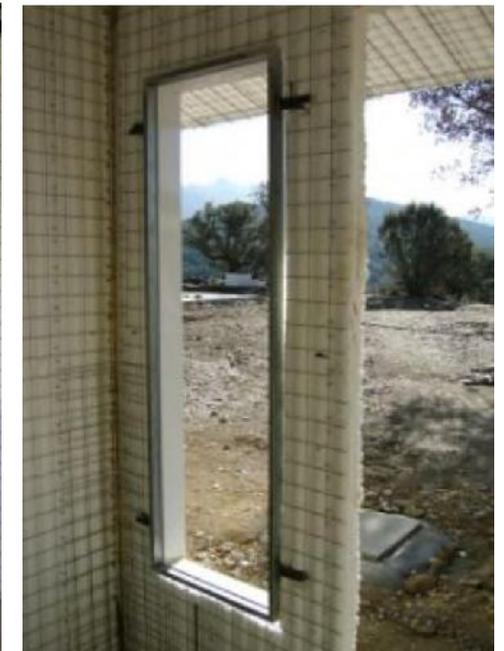
## 14- COLOCACION DE PREMARCOS, ABERTURAS Y REJAS.

La colocación de aberturas se puede realizar al igual que en el sistema tradicional, pudiendo utilizar cualquier método de amure como gramapas, sistemas de premarcos o poliuretano expandido.

Las rejas u otros dispositivos pesados se deben vincular firmemente a las mallas del panel, previamente a la proyección del mortero estructural. Se pueden dejar provisiones de hierro y posteriormente soldar a ellas.



COLOCACION PRE MARCOS



COLOCACION PRE MARCOS



COLOCACION PRE MARCOS



COLOCACION REJAS ABERTURAS

## 15- DOSIFICACION MORTERO

El mortero estructural es un componente esencial del sistema, por lo que se debe controlar estrictamente su dosificación. Éste debe contener cemento portland, arena, agua, fibra de polipropileno y aditivos (si fuera necesario).

La arena debe ser terciada de granulometría adecuada. La fibra debe ser incorporada en la primer y segunda mano, pero no se recomienda el uso en la última por temas de terminación.

La proporción de estos elementos, puede variar según el tipo de proyectadora a utilizar. En relación a esto, el Arq. Algorta, explica:

*"...si contas con una herramienta de proyección continua, con bomba, vas a necesitar aumentar el contenido de portland, o utilizar como hacemos nosotros, un producto nuestro, que es una mezcla de aditivos que nos soluciona ese problema. Al ser rico en portland, ese mortero tiende a retraer excesivamente, lo cual genera fisuras. Para evitar esto tiene que haber un buen equilibrio en el control tanto de la dosificación como del curado posterior."*

*En el caso de las proyectadoras manuales, por otro lado, no es necesario la utilización de los aditivos, porque podemos bajar la dosificación de cemento portland, por lo tanto no tenemos dicho problema. Simplemente teniendo atención a un curado razonable llegamos a buenos resultados."*

En cuanto al tipo de mortero utilizado, se puede realizar en obra o optar por morteros premezclados: *"...son bolsas de 25kg de arena con aditivos y portland, que se coloca directamente. De hecho nosotros tenemos una máquina que es una humectadora, en la cual vos colocas esa premezcla seca, y ella la moja y ya la deja en un depósito conectado a la bomba para que esta la bombee."*

Si bien, dichos morteros proveen una ventaja a la hora de la aplicación, resultan en un aumento de costos, por lo que se debe estudiar la viabilidad económica de su utilización.

## 16- IMPREGNACIÓN PREVIA PROYECTADO 17- PROYECTADO MORTEROS

Una vez terminado el proceso de montaje, y verificada la colocación de mallas y refuerzos, se procederá a proyectar el mortero estructural.

Como en toda obra es importante tener claro la secuencia de etapas a realizar. Para el caso de los revoques es indispensable pensar que se debe comenzar por aquellos elementos que cumplan un rol estructural primario, para luego proceder con los secundarios.

La Arq. Giordano nos comentaba: *"Yendo a el tema específico de las etapas, y como ir revocando las distintas caras de los paneles. Lo mejor es ir revocando primero todas las paredes exteriores, luego las interiores, seguido por los cielorrasos, y por último la carpeta de compresión de la losa. Esto se puede hacer por sectores en caso de que la obra sea muy grande, siempre siguiendo dicho orden dentro de cada sector."*

En cambio el Arq. Algorta recomendaba: *"Se debe equilibrar ambas caras del panel, no sirve revocar toda una cara para después pasar a la otra. La idea es cargar una pared de un lado, incompletamente, y cargarla del otro, así la misma se equilibra." Esto según nos explica, evitaría posibles desplomes."*

La aplicación del mortero se hará por proyección neumática, buscando generar la adherencia poliestireno/mortero. La distancia entre la revocadora neumática y el muro será la mínima posible.



PROYECTACIÓN DE MORTERO



PROYECTACIÓN DE MORTERO

La aplicación del mortero proyectado, debe hacerse en las dos caras del panel, cargando desde abajo hacia arriba, para evitar el desprendimiento de revoques.



PROYECTACIÓN DE MORTERO

Para el proyectado del mortero estructural, según el tipo de muros, se aplicará el siguiente criterio general:

- Caras interiores, se deben realizar 3 capas de mortero estructural de 1cm cada una.
- Caras exteriores, 2 capas de mortero estructural de 1cm cada una más 1 de revoque con hidrófugo.

En la práctica, para agilizar el tiempo de ejecución, se suele realizar simplemente 2 capas de cada lado del panel, cargando más mortero en cada aplicación. En la primera de ellas, se debe asegurar cubrir toda la malla, y en la segunda se podrán dejar fajas y bolines para realizar un plano nivelado, evitando así realizar posteriormente un revoque grueso.



PROYECTACIÓN DE MORTERO

En el caso de los cielorrasos existe un paso previo el cual no aparece en manuales. Para evitar el desprendimiento del revoque, se recomienda realizar una impregnación de agua y cemento portland sobre el panel. Esto mejora la adherencia del revoque proyectado y la forma de aplicación consta de un rociado completo del panel, el cual se realiza con un compresor y una pistola de pintura.



IMPREGNACION PREVIA AL MORTERO EN CIELORRASOS



PROYECCION DE REVOQUE SOBRE CIELORRASO



PROYECTACIÓN DE MORTERO EN CERRAMIENTOS VERTICALES

## 18- CURADO

Como en toda obra que implique el uso de hormigón, es de suma importancia un correcto curado del mismo en las horas posteriores a su proyectación. Según los manuales se debe realizar un regado fino por lo menos 3 veces por día en los primeros 8 días después de la última mano de mortero.

La Arq. Giordano, recomienda: *"...siempre evitar que de el sol directo en el revoque que estamos haciendo, para solucionar esto se puede poner malla sombra. Y para el curado posterior darle un riego fino de agua relativamente constante en un periodo de entre 24 y 48 horas." Por lo que vemos que en la práctica, el tiempo de curado es menor al establecido.*

Así también el Arq. Algorta, coincide en *"...mantener los revoques húmedos por varios días, diría que no menos de dos. No sirve ir a regarlo después de seco, no hay que dejarlo secar, porque una vez sucede esto, el mortero se contrae y fisura. "*

## 3. Controles de Obra

---

A continuación elaboramos una planilla detallando los controles a realizar en una obra con el sistema de mortero proyectado. La misma abarca las tareas a controlar que son específicas de este sistema constructivo, por lo que se deberá complementar con el resto de las tareas a realizarse.

Se plantea, la división según etapas, detallando los elementos a controlar en cada una de las tareas y las tolerancias admisibles.

Los datos expuestos en la siguiente planilla, fueron recopilados tanto de los manuales técnicos, como de las recomendaciones de los actores entrevistados.

**LISTA DE CHEQUEOS - CONTROLES DE OBRA PARA SISTEMA DE MORTERO PROYECTADO**

ETAPA	TAREA	SI	NO	N/C	ELEMENTOS A CONTROLAR	TOLERANCIAS	OBSERVACIONES
ORGANIZACION ESPACIAL	LUGAR DE ACOPIO				SECO, BAJO LLAVE, ESPACIO NECESARIO S/ TAMAÑO DE OBRA	-	
CIMENTACION	TIPO DE CIMENTACION				EXISTE CIMIENTO CORRIDO DESCARGA LINEAL DE MURO	-	
	SOBRECIMENTOS NIVELADOS				UNIFORMIDAD PARA APOYO DE PANELES	-	
	REPLANTEO DE MUROS PARA COLOCACION DE ANCLAJES				ANTES/DESPUES DE HORMIGONAR SEGUN CORRESPONDA	-	
	COLOCACION DE ANCLAJES				40cm DE ALTO MIN. PAREADOS. C/ 60cm MIN.	ALTO +- 5cm , DIST. +- 5cm	
MONTAJE	ATADURAS A ANCLAJES				MIN. 2 ATADURAS POR HIERRO DE ANCLAJE	-	
	QUEMADO DE POLIESTIRENO ANCLAJES				EN TODOS LOS ANCLAJES	-	
	APLOMADO Y NIVELADO				FAJAS Y PUNTALES - VERTICALIDAD	+- 5mm	
	UNIONES VISIBLES				QUE NO ESTEN TAPADAS POR ELEMENTOS DE APLOME	-	
	VANOS PARA CIRCULAR (PUERTAS)				DEJAR DE ANTEMANO	-	
	CORTES DE ABERTURAS				SEGUN MEDIDAS EN PLANOS	+- 2cm	
	APUNTALAMIENTO DE LOSA				TABLAS CADA 1,20m Y PUNTALES CADA 0,80m CRUCETADOS	TABLAS +-10cm , PUNTALES +-5cm	
	CONTRAFLECHA LOSA				1cm C/ 3m DE LUZ	-	
MALLAS DE REFUERZO	UNION DE PANELES				ATADURAS CADA 3 CELDAS MIN. (30cm APROX.)	+5cm	
	MALLA DE UNION DE PANELES				SOBRE UNION DE PANELES. ATADURAS IDEM.	+5cm	
	MALLA ESQUINERA				DE AMBOS LADOS. ATADURAS IDEM. HILO BISECTRIZ NO	+5cm	
	MALLA U				EN BORDES LIBRES Y VANOS ABERTURAS. ATADURAS IDEM.	+5cm	
	MALLA DIAGONAL				EN ESQUINAS DE ABERTURAS. ATADURAS IDEM.	+5cm	
HIERROS DE REFUERZO	ESCUADRAS EN ENCUENTROS DE MUROS				Ø8mm 40x40cm C/ 40cm INTERCALADAS POR DENTRO Y FUERA	MEDIDAS +5cm , DIST. +-5cm	
	HIERROS CONECTORES EN CRUCES DE MUROS				2 Ø8mm 80cm de largo C/ 40cm	MEDIDAS +7cm , DIST. +-5cm	
	DINTEL ABERTURAS				2 Ø8mm DINTEL SOBRESALE 30cm BORDE DEL VANO	MEDIDAS +3cm	
	HIERROS EN PANELES TRABADOS (MUROS ALTOS)				2 Ø8mm 30cm de largo UNION PANELES EN VERTICAL	MEDIDAS +3cm	
	ESCUADRAS EN ENCUENTRO MURO-LOSA				Ø8mm 40x40cm C/ 40cm INTERCALADAS POR DENTRO Y FUERA	MEDIDAS +5cm , DIST. +-5cm	
	HIERROS LONGITUDINALES EN ENCUENTRO MURO-LOSA				2 Ø8mm 100cm de LARGO C/ 40	MEDIDAS +7cm , DIST. +-5cm	
	HIERROS "A" EN LOSA				SEGUN CALCULO ESTRUCTURAL	DIST. +- 1cm	
	HIERROS "F" EN LOSA				SEGUN CALCULO ESTRUCTURAL	DIST. +- 1cm	
	HIERROS LONGITUDINALES EN PANELES NERVADOS				SEGUN CALCULO ESTRUCTURAL	-	
	CARRERAS DE APOYO				2 Ø8mm	-	
	ESCUADRAS EN PRETELES				Ø8mm 40x40cm C/ 40cm INTERCALADAS POR DENTRO Y FUERA	MEDIDAS +5cm , DIST. +-5cm	
	HIERROS LONGITUDINALES MURO-LOSA-PRETEL				2 Ø8mm 100cm de LARGO C/ 40	MEDIDAS +7cm , DIST. +-5cm	
	CALIBRES				C/ 1,0m EN TODAS LAS MALLAS	DIST +-10cm	
QUEMADO DE POLIESTIRENO REFUERZOS				EN TODOS LOS REFUERZOS	-		
INSTALACION ELECTRICA	TRAZADO DE CAÑERIAS				SOBRE POLIESTIRENO	-	
	QUEMADO DE POLIESTIRENO				SUFICIENTE PARA RECUBRIR ENTERAMENTE LAS CAÑERIAS	-	
	PLOMO DE CAJAS				NIVELADAS Y APLOMADAS CON ESPESORES DE TERMINACION	+5mm	
INSTALACION SANITARIA	TRAZADO DE CAÑERIAS				SOBRE POLIESTIRENO	-	
	QUEMADO DE POLIESTIRENO				SUFICIENTE PARA RECUBRIR ENTERAMENTE LAS CAÑERIAS	-	
	RECOMPOSICION DE MALLAS CORTADAS				COLOCACION DE MALLAS DE UNION EN RECORTES	-	
DOSIFICACION MORTERO	ARIDOS				DEBERAN SER ARENAS TERCIAJAS, GRANOS MENOSRES A 5mm	-	
	FIBRA DE POLIPROPILENO				900gr. /m3 DE MORTERO, largo 1/2"	+30gr/m3	
	CEMENTO PORTLAND				ENVASES CERRADOS, ENTRE 300kg y 380kg /m3 DE MORTERO	+30gr/m3	
	AGUA				RELACION AGUA/CEMENTO ENTRE 0,4 - 0,5	-	
PROYECCION MORTERO	EJECUCION ETAPAS				PAREDES EXT., PAREDES INT., CIELORRASO, LOSAS	-	
	SUELO LIMPIO EN RECINTO A PROYECTAR				REUTILIZAR MATERIAL QUE CAE AL SUELO	-	
	PRIMER MANO				TAPAR COMPLETAMENTE MALLA, DE ABAJO HACIA ARRIBA, ESP. 1cm MIN.	-	
	FAJAS Y BOLINES				COMO GUIA PARA 2DA MANO	-	
	SEGUNDA MANO				SUPERFICIE REGULAR, DE BAJO HACIA ARRIBA, NO SOL, ESP. 1cm MIN.	-	
	CURADO				RIEGO FINO CONSTANTE POR 1 - 2 DIAS	-	
	IMPREGNACION CIELORRASO				CUBRIR TODO CIELORRASO	-	
CARPETA DE COMPRESION	LLENADO DE CARPETA LOSA				ESPESOR 4-5cm SEGUN CALCULO ESTRUCTURAL.	+5mm	
ABERTURAS	QUEMADO DE POLIESTIRENO				EN DINTELES Y ANTEPECHOS (DESPUES DE REVOQUE MUROS)	-	
	COLOCACION DE ABERTURAS				SEGUN METODO ESTABLECIDO	-	

## CONCLUSIONES

En base a lo expuesto, creemos haber logrado realizar una aproximación diferente a lo que uno acostumbra sobre cómo abordar el estudio de un sistema constructivo. La idea de entrevistar actores relevantes del medio nos fue realmente estimulante y creemos brinda al lector una perspectiva más amigable para aproximarse al sistema en cuestión. Además ayuda a entender el funcionamiento básico del mismo, filtrando datos técnicos demasiado específicos y logra exponer los principales problemas que uno puede encontrarse a pie de obra.

Si bien se logró establecer un proceso operativo estándar a modo de guía, es necesario recalcar que se debe estudiar las condicionantes específicas del lugar y el momento en que se construye. Con esto nos referimos tanto a los aspectos generales de elaboración de los elementos que conforman el sistema, como a los procedimientos que adoptan las empresas que lo ofrecen en cada país. Esto se refleja claramente en las diferencias que se presentan en los manuales técnicos locales en comparación con los de otros países donde las exigencias son muy distintas.

A su vez el análisis de los distintos puntos de vista estudiados, demuestran que si bien muchas veces las soluciones adoptadas en la práctica, se alejan algo de lo recomendado por el proveedor, suelen reflejar beneficios operativos como practicidad y tiempo de ejecución. En conclusión, logramos aportar nuevas herramientas no especificadas en el material teórico accesible, que permitirán ayudar a un abordaje integral del sistema constructivo.

### MANUALES Y FICHAS TECNICAS

- CATALOGO GENERAL, SISTEMA SCHNELL HOME (ITALIA).  
WEB: <http://www.schnell.it/gallery/files/Cat%20SH%20Gen.pdf>
- MANUAL TECNICO, SISTEMA EMMEDUE (ITALIA), ULTIMA ACTUALIZACION OCTUBRE DE 2012.  
WEB: [http://d2eeg1htyfm3qe.cloudfront.net/wp-content/uploads/sites/38/2012/06/Especificaciones-paneles\\_s.pdf](http://d2eeg1htyfm3qe.cloudfront.net/wp-content/uploads/sites/38/2012/06/Especificaciones-paneles_s.pdf)
- MANUAL TECNICO, SISTEMA FRIDULSA (URUGUAY), ULTIMA ACTUALIZACION OCTUBRE DE 2009.  
WEB: <http://www.fridulsa.com.uy/arquivos/Manual.pdf>
- MANUAL TECNICO, SISTEMA COVINTEC (CHILE), ULTIMA ACTUALIZACION JULIO DE 2014.  
WEB: <http://covintec.cl/informacion-tecnica/documentos-pdf/>
- FICHAS TECNICAS, SISTEMA CONCRESPUMA (URUGUAY), MARZO 2016.  
WEB: <http://www.concrespuma.com.uy/>

### ARTICULOS

- DIARIO "EL PAIS", SUPLEMENTO "elEmpresario", PAG. 14-15, VIERNES 24 DE ABRIL DE 2015, ARTICULO "BROMYROS Vivienda modelo en eficiencia".
- PAGINA OFICIAL DEL MINISTERIO VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE (MVOTMA), LUNES 14 DE ENERO DE 2013, ARTICULO "Emmedue: sistema constructivo innovador para el Sistema Público de Vivienda".  
WEB: <http://www.mvotma.gub.uy/sala-de-prensa/item/10004190-emmedue-sistema-constructivo-innovador-para-el-sistema-p%C3%BAblico-de-vivienda.html>

- DIARIO "EL OBSERVADOR" DIGITAL, SECCION NACIONAL POLITICA, 14 DE OCTUBRE DE 2012, ARTICULO "Mvotma habilita sistema económico y resistente para construir viviendas".  
WEB: <http://www.elobservador.com.uy/mvotma-habilita-sistema-economico-y-resistente-construir-viviendas-n234776>

### DOCUMENTOS OFICIALES

- DOCUMENTO DE APTITUD TECNICA (DAT) N° DAT G\_ Serie 1:SC 001/2012, MVOTMA, SISTEMA EMMEDUE.
- INFORME DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO TRADICIONALES, PORTAL DE LA INTENDENCIA DE MONTEVIDEO, SISTEMA EMMEDUE, FECHA Y HORA DEL INFORME: 24/04/2016 01:12:08 PM.  
WEB: [http://edifsistcons.montevideo.gub.uy/BIInformeSC.php?nro\\_exp=4113-001524-14](http://edifsistcons.montevideo.gub.uy/BIInformeSC.php?nro_exp=4113-001524-14)

### ENTREVISTAS PROPIAS

- ARQ. ROSSANA GIORDANO, ESTUDIO ARQUINTE, 05 DE MARZO DE 2016, ALMAFUERTE 1142 ESQ. DAYMAN, PARQUE MIRAMAR, CANELONES, URUGUAY.
- ARQ. FELIPE ALGORTA, EMPRESA CONSTRUCTORA FRIDULSA, 15 DE ABRIL DE 2016, MONTEVIDEO, URUGUAY.

## ANEXOS

Según el informe técnico del MVOTMA: "El sistema EMMEDUE desarrolla un tecnología en base a paneles industrializados, de procedencia italiana, que sirven de base para la aplicación de morteros estructurales, en obra, posibilitando la conformación de una estructura continua de cerramientos horizontales y verticales. Los cerramientos así construidos cumplen simultáneamente con la función estructural del sistema y con las prestaciones principales de la envolvente. El sistema por si mismo completa la obra gris, y permite la aplicación de distintas terminaciones según los requerimientos del proyecto"

### a. Características Técnicas

#### i. Comportamiento estructural

##### EMMEDUE

"Pruebas realizadas a la compresión con una carga centrada llevadas a cabo sobre un panel individual acabado con una altura de 270 cm han dado como resultado una carga máxima de hasta 1.530kN/m, equivalente a 156ton/m"

##### BROMYROS

"El valor mínimo de ruptura por compresión ha sido de 70 toneladas. Esto significa que el panel simple es capaz de soportar en régimen de deformación controlada a la carga correspondiente a un edificio de seis niveles. Panel simple con 3 cm mortero estructural por cada cara = 20 MPa = 3000 PSI."

#### iv. Aislación acústica

"Los paneles EMMEDUE, por su gran compacidad y características de sus componentes, poseen una gran aislación acústica.

Panel Doble:  $R_w = 50$  dB

Panel Simple con Mortero tradicional  $R_w = 47$  dB

Posee una capacidad de aislacion muy similar a un muro terminado con sistema tradicional y aislacion de poliestireno."

#### ii. Comportamiento frente al fuego

R - Resistencia portante

E - Resistencia al paso de la llama y de los gases.

I - Resistencia al paso del calor.

##### EMMEDUE

"El Poliestireno utilizado para fabricar los paneles originales es de tipo autoextinguible; además, esta perfectamente cubierto por las capas de hormigón armado que revisten los lados del panel e impiden su combustión. La resistencia al fuego de los paneles ha sido verificada en las pruebas efectuadas en varios laboratorios.

Una pared fabricada con el panel ha demostrado una resistencia al fuego REI 150, es decir, que durante 150 minutos el panel ha demostrado ser Resistente estructuralmente, al paso del fuego y aislante. "

##### BROMYROS

"Los paneles fueron clasificados según los datos de ensayo calculados a partir de pruebas de resistencia al fuego, elementos de ventilación no incluidos."

Panel Simple - EI 92 - E 120

Panel Doble -EI 240 - E 240

#### iii. Transmitancia térmica

"Las estructuras responden perfectamente a la función tanto portante como aislante. El espesor y la densidad del panel se pueden personalizar en función del aislamiento térmico específico por el que se haya optado. Además el poliestireno expandido se desarrolla en todas las superficies que componen la envoltura de construcción, sin ningún puente térmico. Una pared EMMEDUE con un espesor acabado de 15cm de espesor tiene el aislamiento análogo a una pared de mampostería aislada de 40cm."

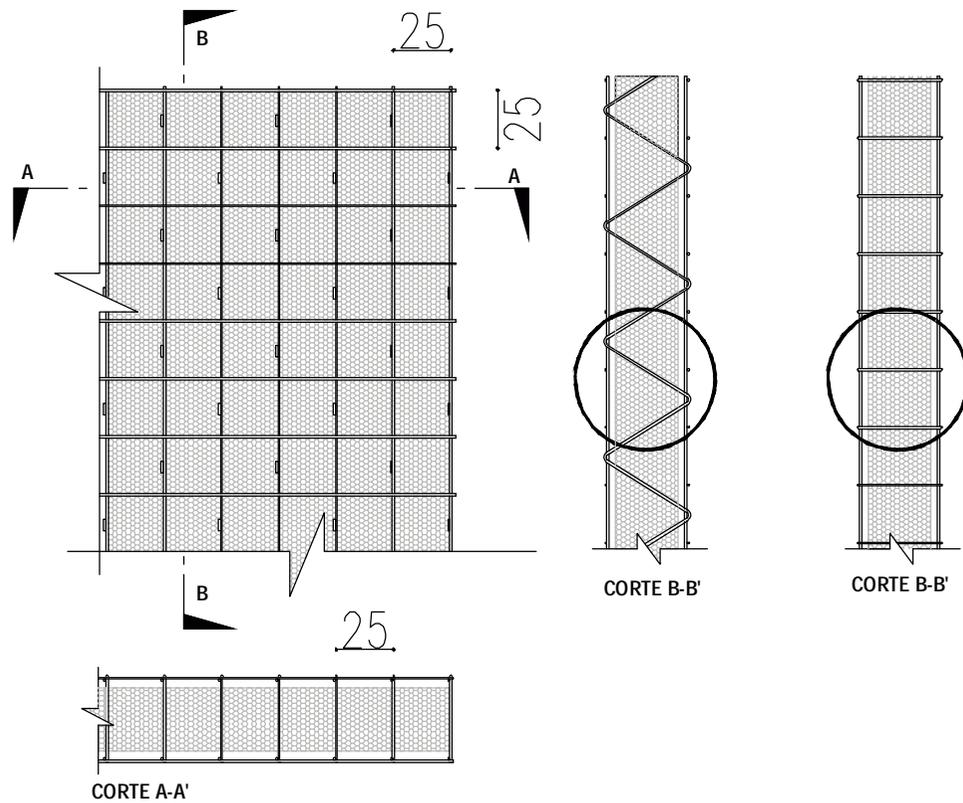
## b. Componentes del sistema

### i. PANELES

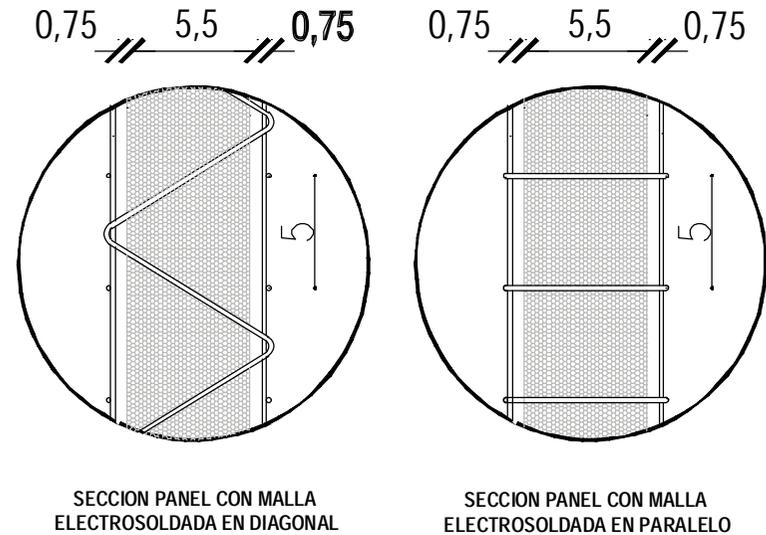
#### 1 - PANEL SIMPLE

Es un panel formado por dos mallas electrosoldadas galvanizadas, unidas a través de conectores con una placa de poliestireno expandido en el interior, cortada con geometría y espesor variable según las exigencias.

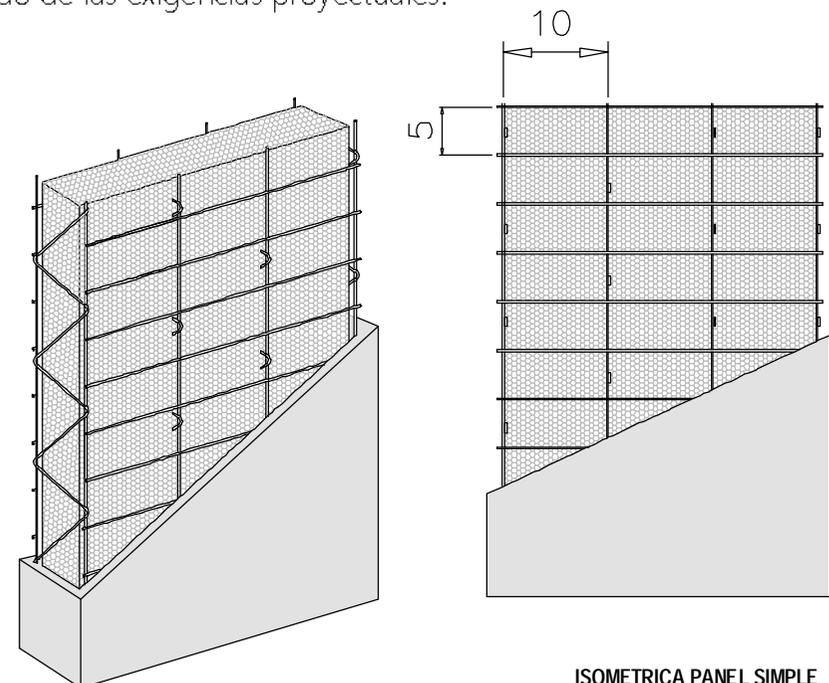
Por medio del completado del panel en obra, se pueden realizar construcciones de hasta tres niveles, compatiblemente con las verificaciones estructurales y las normas técnicas de referencia."



"La unión de la malla electrosoldada de ambos lados del panel puede realizarse en fábrica mediante uniones en paralelo o inclinadas, lo que permite una mejor distribución de las cargas verticales, derivando en una mejor resistencia a la carga del panel."



El panel simple se completa con la proyección de 3cm de hormigon en ambas caras del mismo, totalizando un espesor de 7 a 9 cm, dependiendo de las exigencias proyectuales.

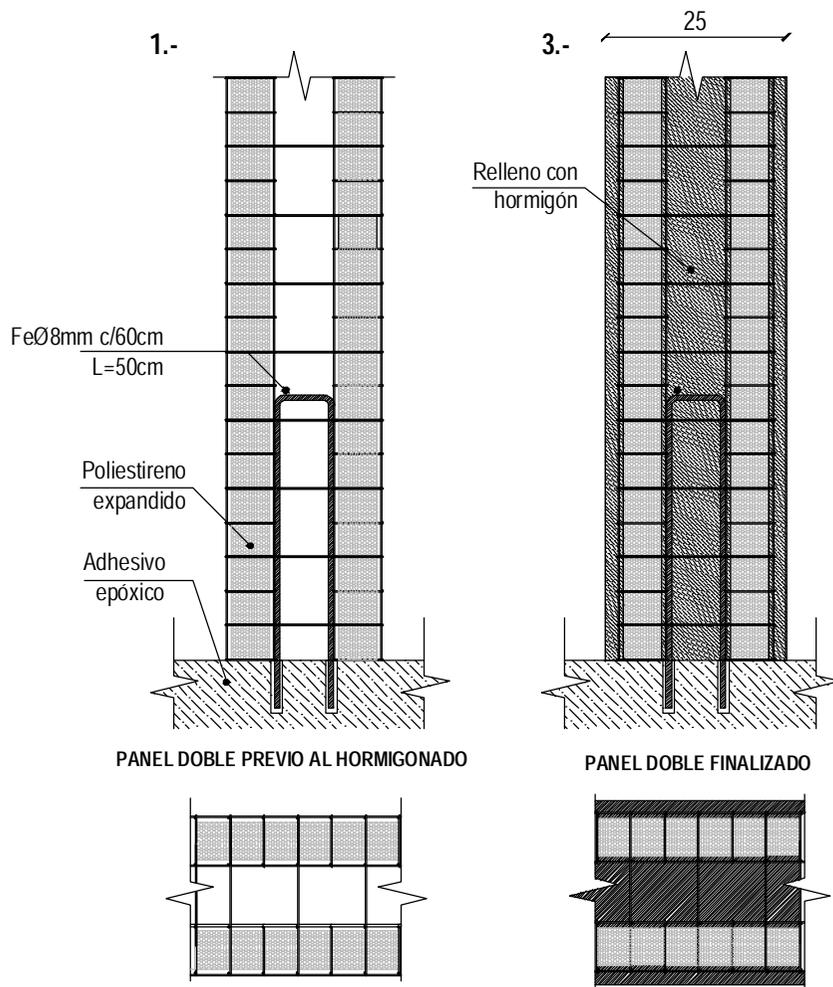


ISOMETRICA PANEL SIMPLE

## 2 - PANEL DOBLE

El panel doble está formado por dos paneles simples de igual tamaño, correctamente perfilados y unidos entre ellos por conectores dobles horizontales cuyo espacio interior se rellena con hormigón de características y resistencia apropiadas. Por último, al igual que el panel simple, se completa con la proyección de hormigón en sus dos caras.

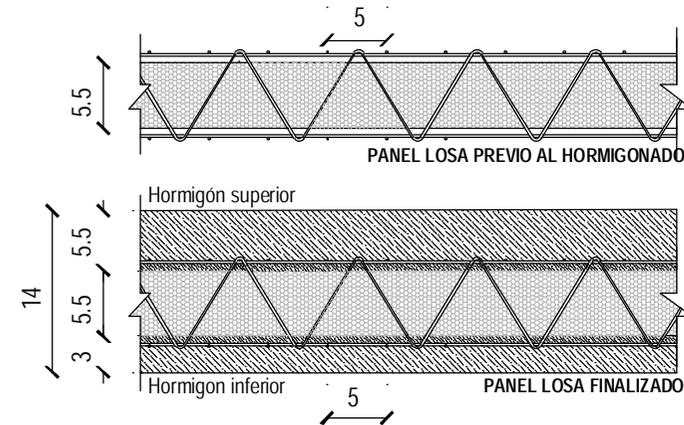
El espesor de las placas de poliestireno expandido y el núcleo de hormigón son variables, en función de las características técnicas requeridas.



## 3 - PANEL LOSA

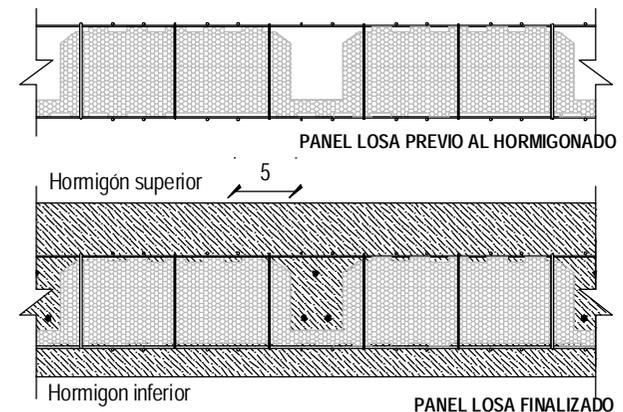
### PANEL SIMPLE

Las características aislantes y autoportantes de los paneles permite la utilización de los mismos paneles en cerramientos verticales y horizontales. Los mismos se pueden apoyar tanto sobre paneles de pared como sobre vigas independientes.



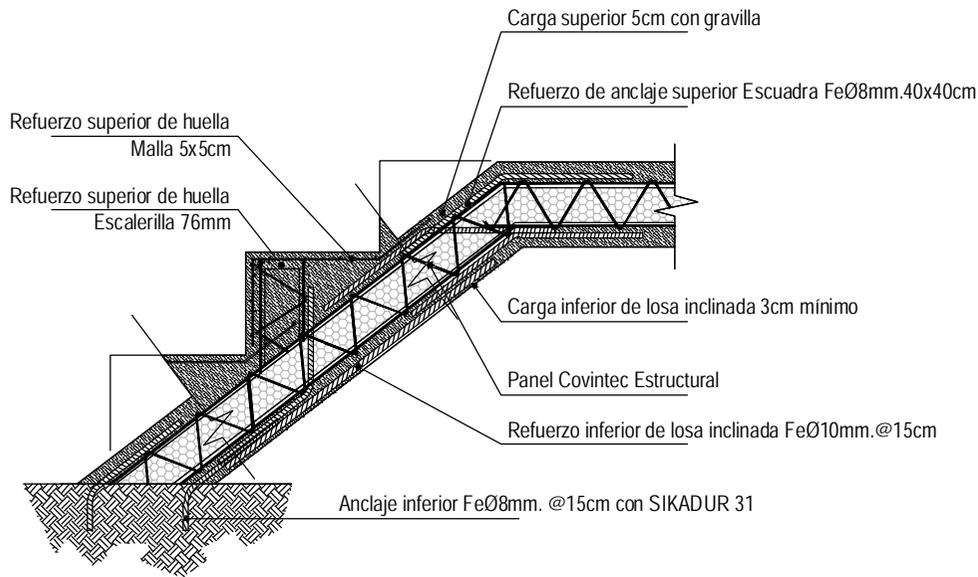
### BOVEDILLA

El panel de bovedilla, es una variante al panel simple, que nos permite cubrir mayores luces por su capacidad de ser armado con viguetas de hormigón armado. Comúnmente usado para losas de entrepisos y cubiertas, permite espesores y geometrías variables en función de las exigencias proyectuales. El posicionamiento de la armadura de refuerzo y el completamiento mediante vaciado de hormigón se efectúa directamente en obra.



## 4 - PANEL ESCALERA

El panel de escalera, al igual que los paneles de muro se constituye de un alma de poliestireno, revestido por dos mallas electrosoldadas y unidas por conectores. La huella y la contrahuella puede variar dependiendo de las exigencias y características del proyecto en particular. Luego de colocado, se debe armar y finalizar en obra.



CORTE



ISOMETRICA PANEL ESCALERA

## ii. MALLAS DE REFUERZO

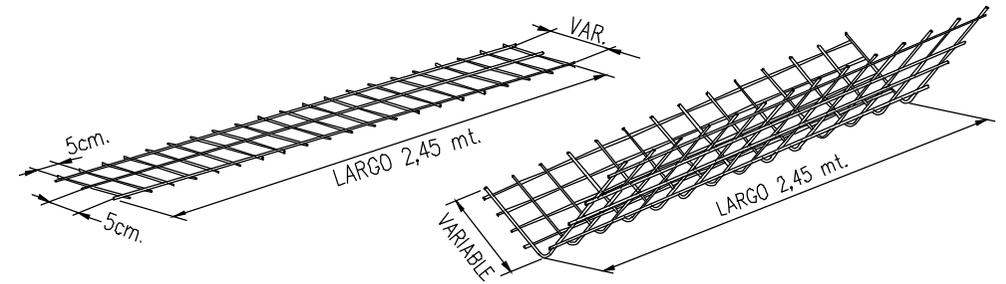
### MALLA DE UNION

Las mallas de unión, con un tamaño de 25x240cm y una grilla de 5cmx5cm, se utilizan para unir linealmente los paneles, atando los paneles a las mismas mediante grapas o alambre. Al ser del mismo material y morfología que el panel, aseguran un elemento monolítico y evita posibles fisuras.

Además de la unión de paneles, son utilizadas para parchar mallas de paneles que fueron cortadas para la realización de alguna instalación eléctrica, sanitaria o gas.

### MALLA ESQUINERA

De dimensiones similares a la malla de unión, pero plegada a 90 grados en todo su largo, se utiliza para unir encuentros de muros perpendiculares o diagonales. Se puede instalar con grapas o alambre al igual que la malla de unión.



## iii. VARILLAS DE HIERRO

Además de los elementos pre fabricados proporcionados por las empresas, es necesario para el correcto montaje y ensamblaje de piezas, la utilización de varillas de hierro.

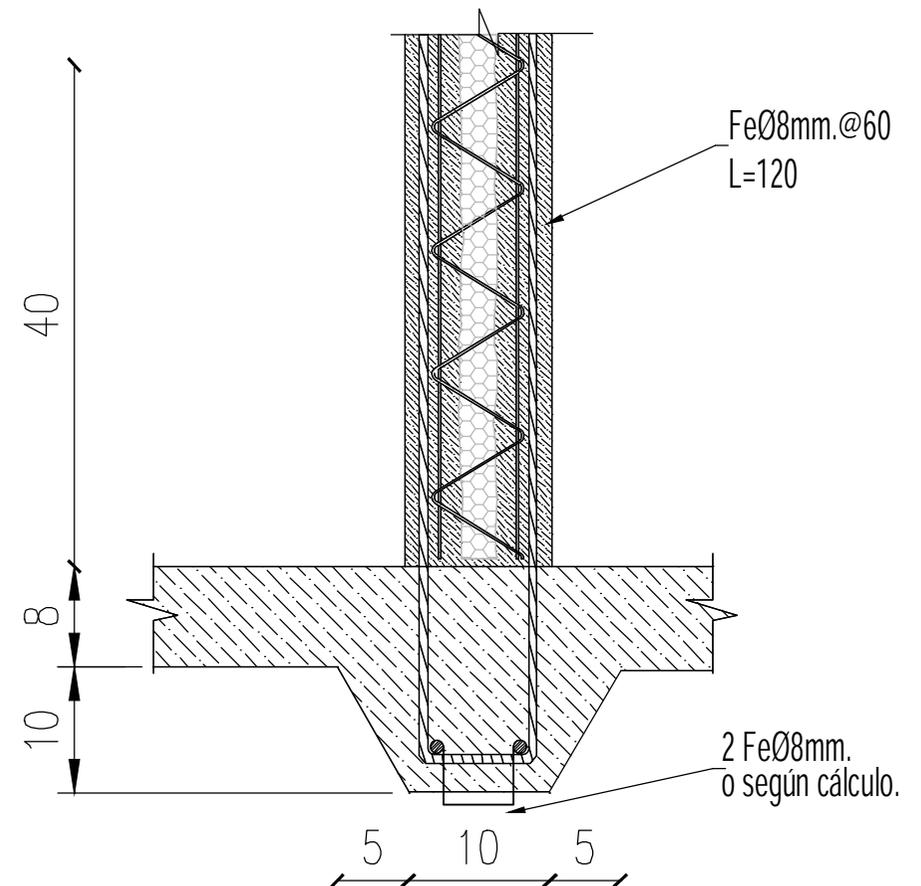
La utilización de fierros estriados de 8mm de diámetro y altura mínima de 40cm, es muy importante como refuerzo estructural, tanto en uniones de paneles, como en anclajes de varios tipos.

## c. UNIONES - Detalles y descripción

### i. Pared-cimentación:

Los paneles se anclan a la estructura inferior mediante fierros estriados de 8mm de diámetro, a una distancia máxima de 60cm. Estos pueden ser instalados antes de hormigonar la estructura inferior, o se pueden empotrar al hormigon a través de un adhesivo epóxico.

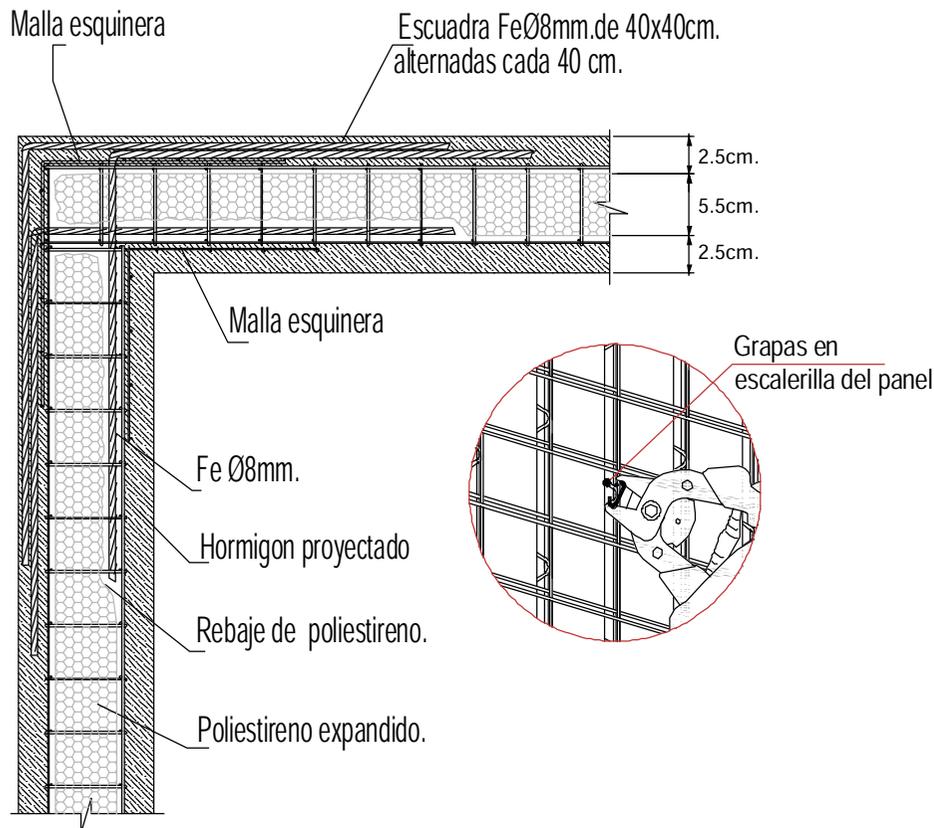
Los paneles pueden a distintas estructuras inferiores: sobrecimiento, cimiento, cadena o viga, losa de hormigon, pilotes de madera. Los hierros se amarran con alambre al panel, se rebaja el polistireno para que el hormigon bordee al mismo en su totalidad."



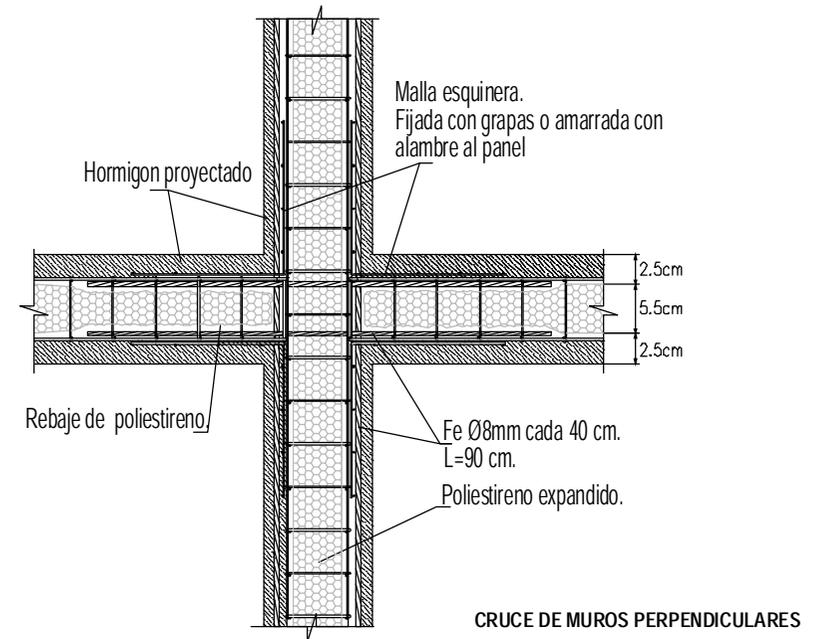
ii. panel-panel

Luego de montados los paneles, se deben engrampar entre sí en toda su extensión para asegurar la unión. La forma de hacerlo, es engrampando la malla de unión en zig-zag alternadamente cada 15cm.

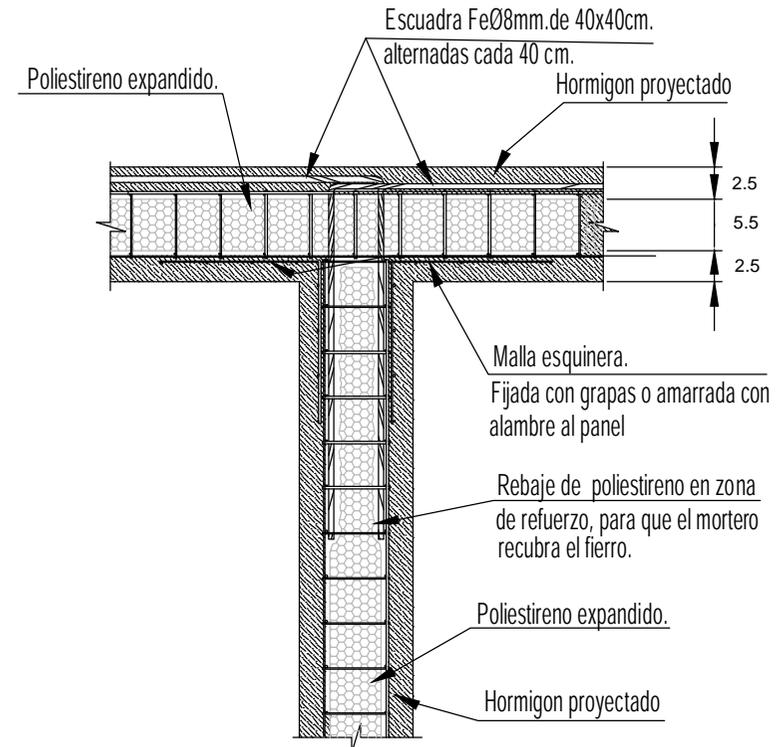
Además de la malla de unión, se debe utilizar la malla esquinera, la cual se engrampa de la misma manera en paneles. La misma, asegura una correcta unión entre los mismos, pero no mantiene el ángulo de empalme, para lo cual es necesario la colocación de fierros de 8mm de diámetro y 40cm de largo, que deben ir alternadamente por dentro y por fuera de la unión, a 40 cm de distancia entre ellos.



ENCUENTRO MUROS EN ESQUINA



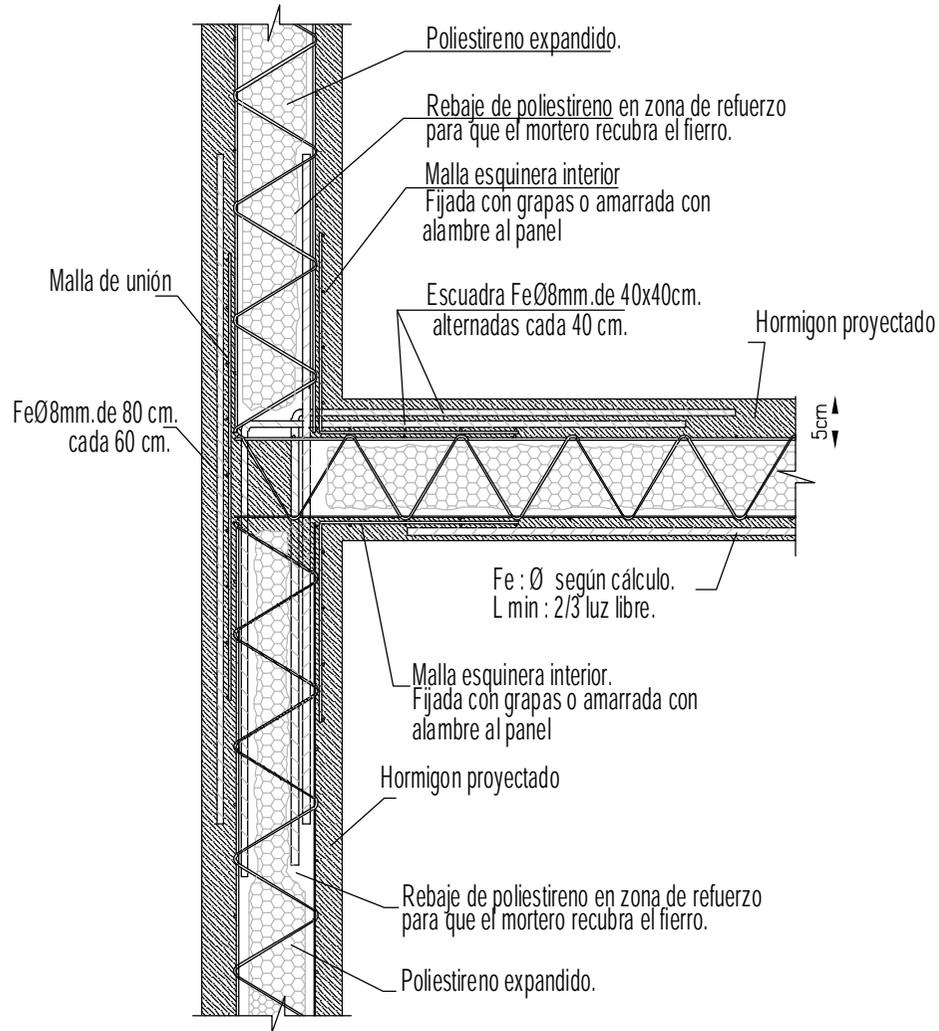
CRUCE DE MUROS PERPENDICULARES



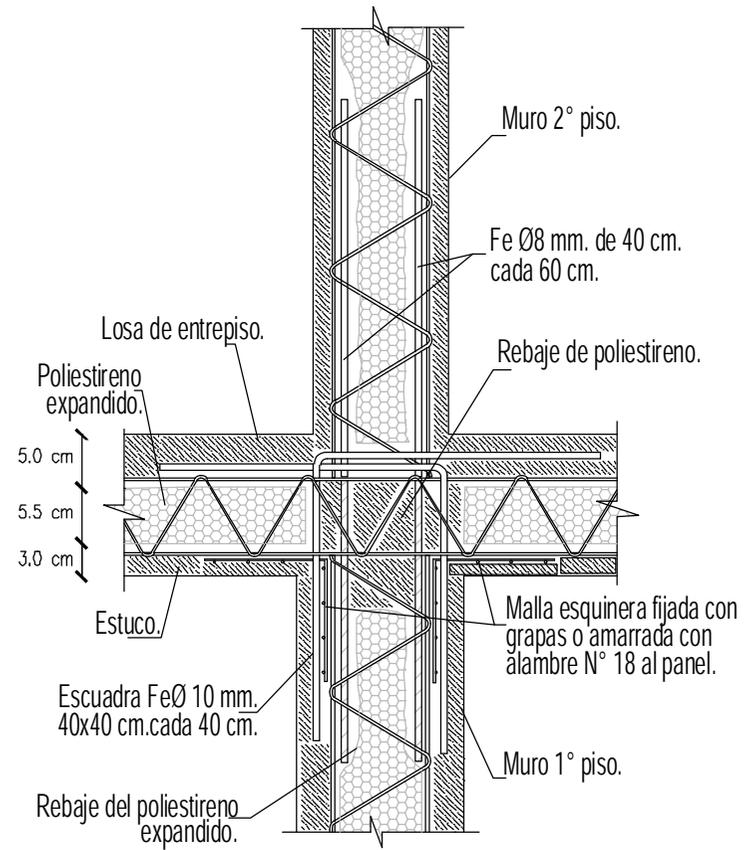
ENCUENTRO MUROS PERPENDICULARES EN T

iii. panel-losa

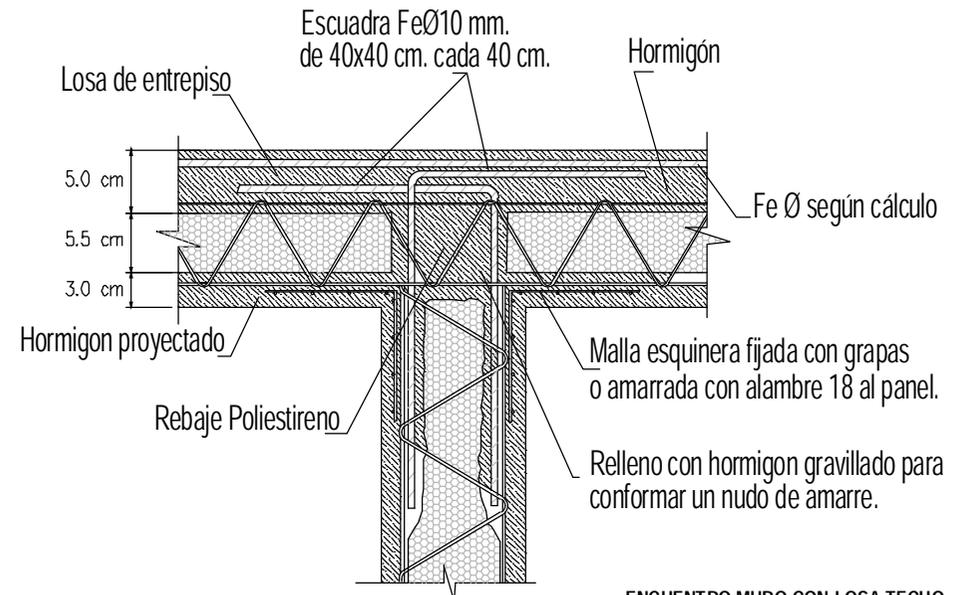
El encuentro entre losas y muros se desarrolla de manera similar al encuentro de muros, con escuadras y mallas esquineras colocadas con grapas o amarradas con alambre a los paneles, además de los fierros de refuerzo necesarios según cálculo.



ENCUENTRO MURO CON LOSA ENTREPISO



CRUCE MURO CON LOSA ENTREPISO



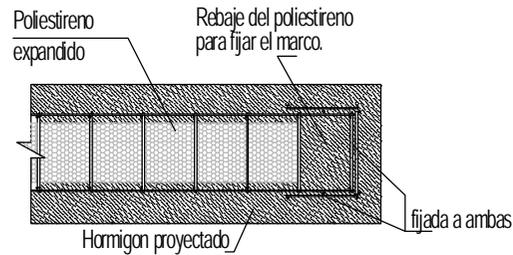
ENCUENTRO MURO CON LOSA TECHO

#### iv. Aberturas

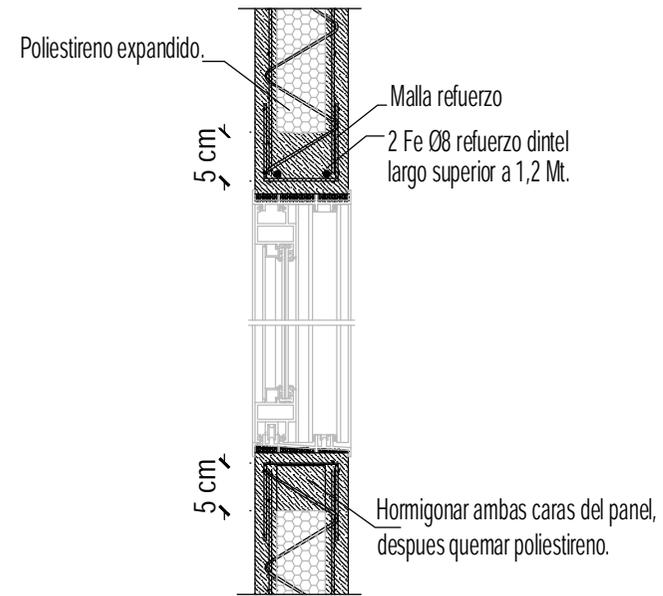
A la hora de la colocacion de aberturas y puertas se recorta la dimension del vano. Previo a a la colocación es importante reforzar los angulos de los huecos con mallas a 45 y mallas en "U" que cubran el contorno del panel recortado.

En dichos bordes, se debe rebajar el poliestireno unos 5cm para rellenar con mortero que reciba el anclaje de la abertura a colocar.

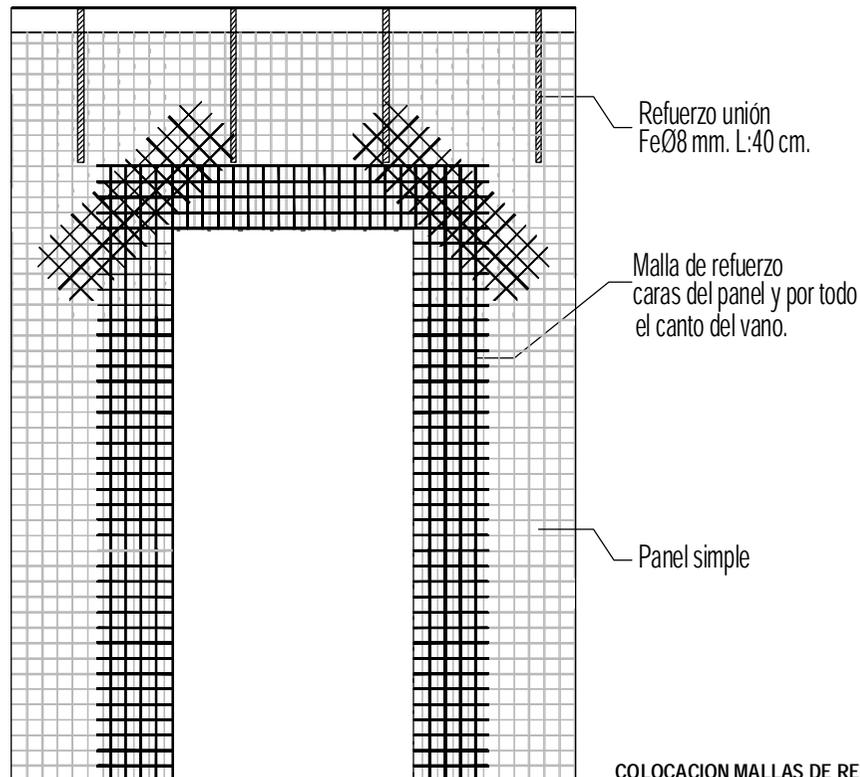
Para aberturas de grandes dimensiones se debera colocar refuerzos de dintel.



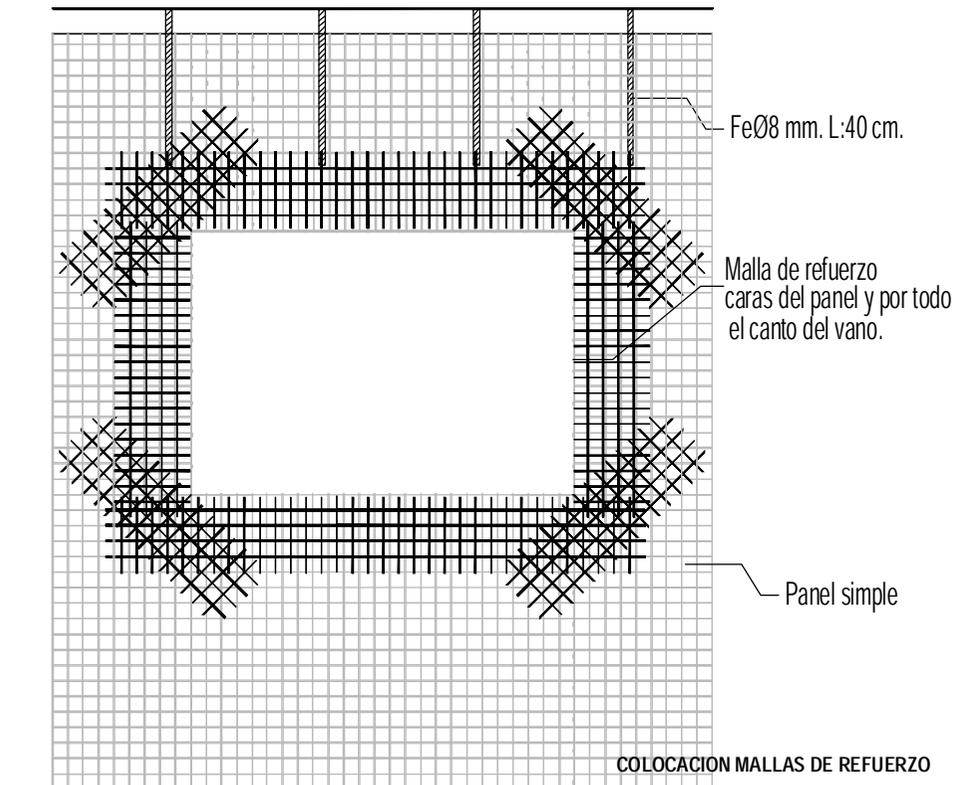
CORTE DETALLE MARCO DE ABERTURA



CORTE DETALLE COLOCACION DE ABERTURA



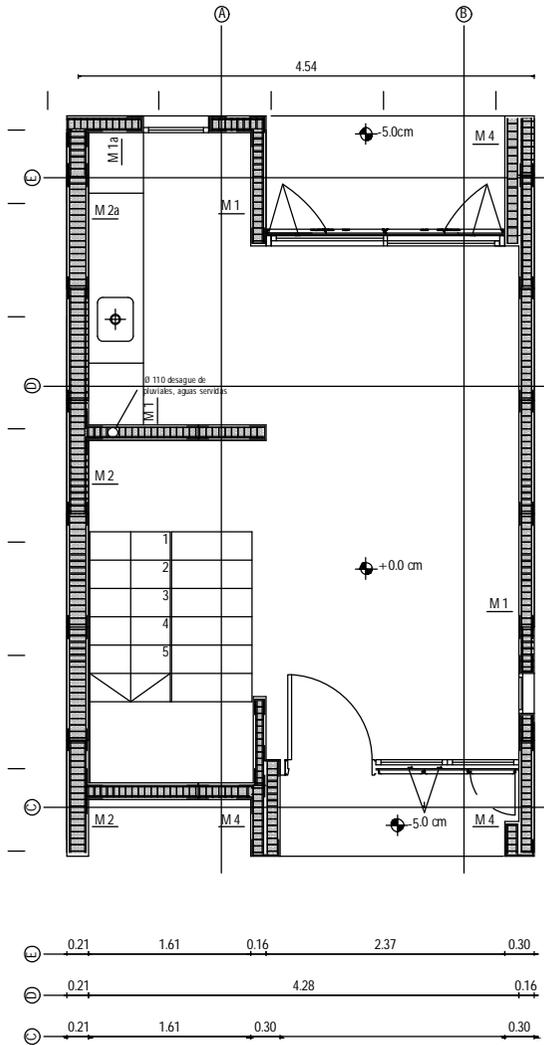
COLOCACION MALLAS DE REFUERZO



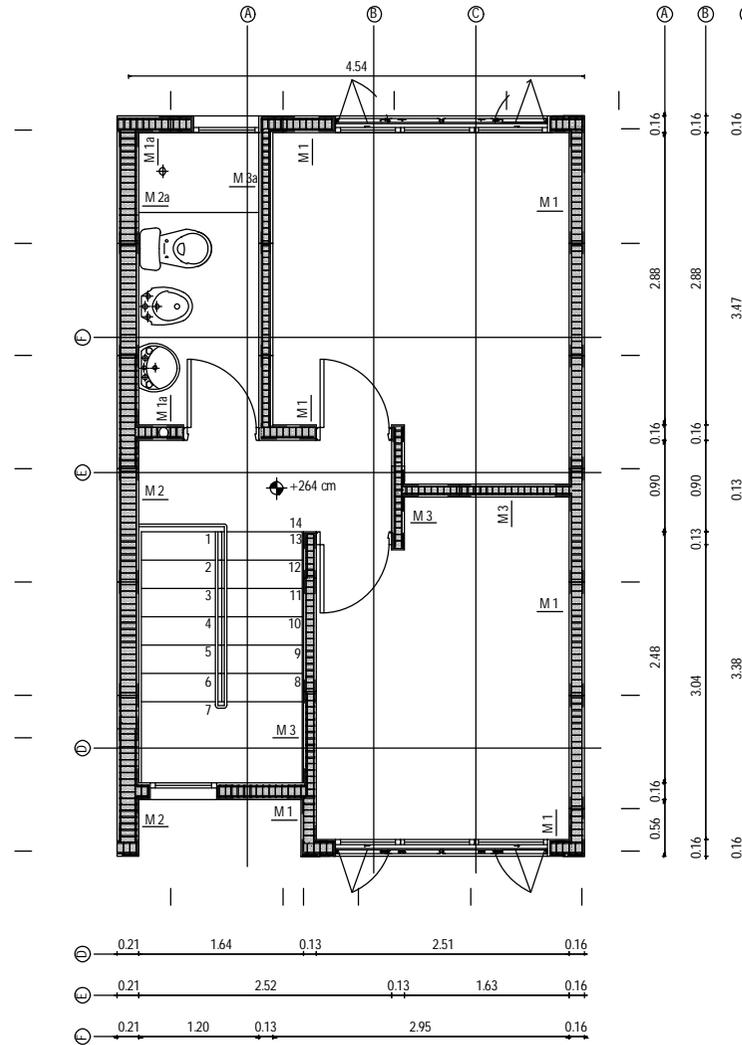
COLOCACION MALLAS DE REFUERZO

# EJEMPLO GRAFICO DE VIVENDA

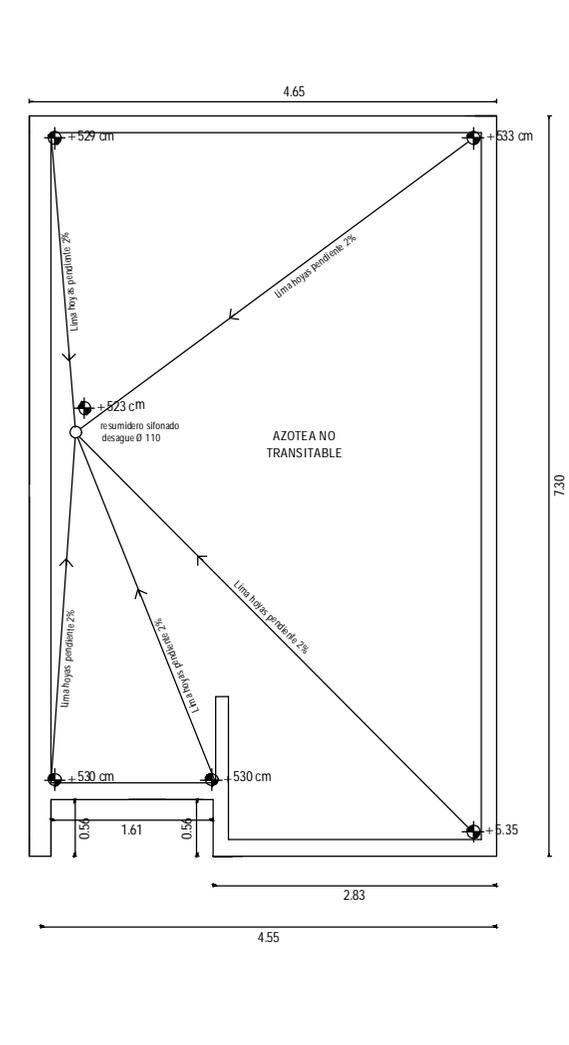
## a. Planimetría - esc. 1:75



PLANTA BAJA

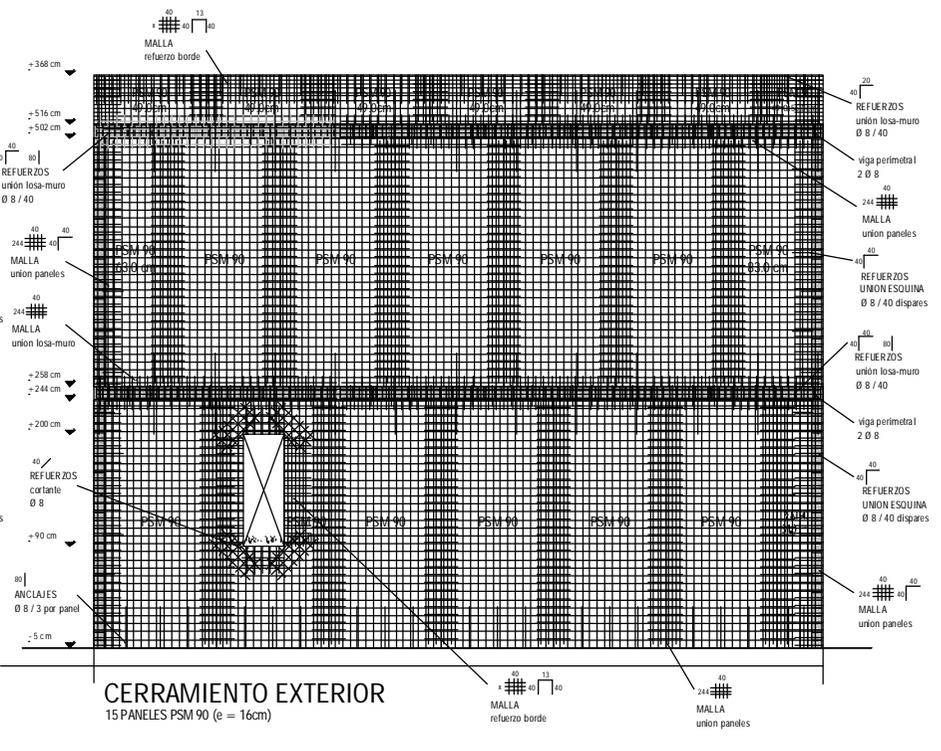
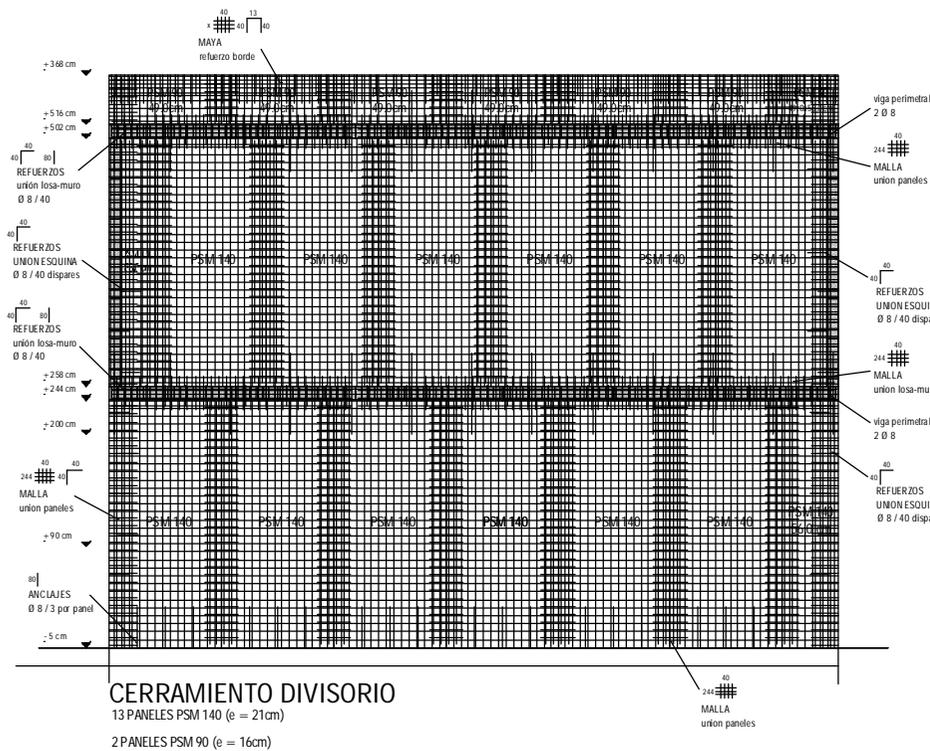
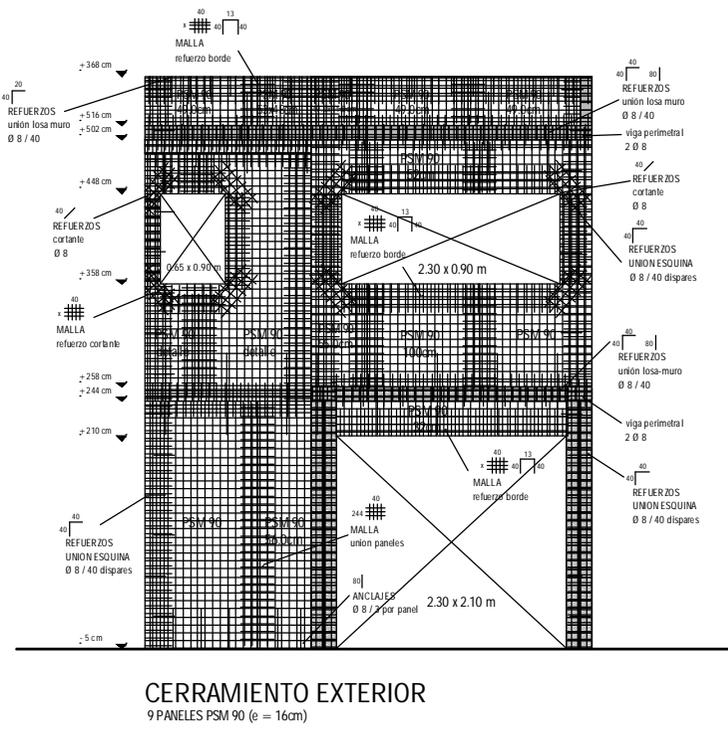
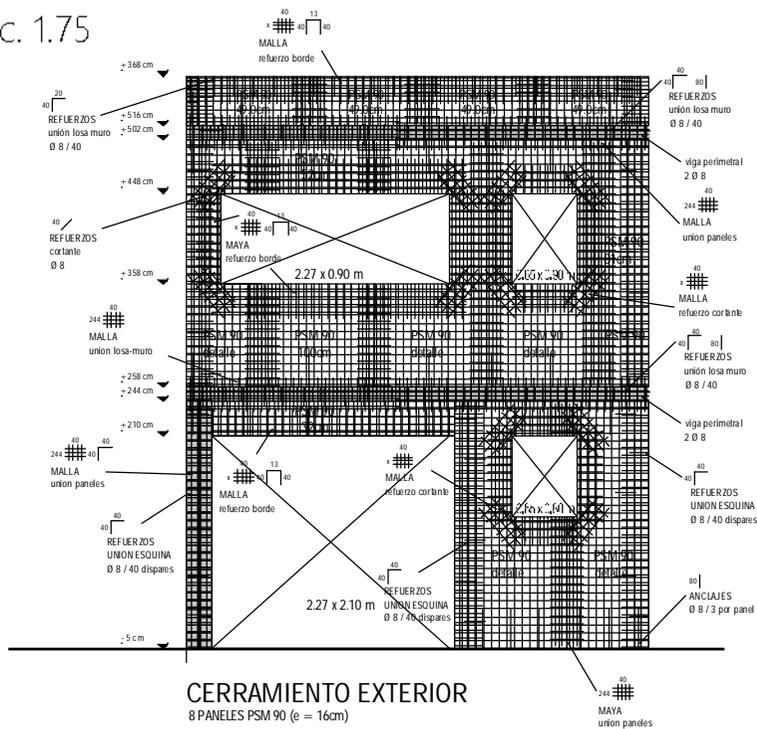


PLANTA ALTA



PLANTA AZOTEA

b. Alzados - esc. 1.75



### **1-¿Que consideraciones de diseño se deben tener a la hora de proyectar?**

“Siempre es bueno tener en cuenta el modulo que tiene el panel, que es de 1,20m de ancho, por 3,00m o 4,50m de largo según quien lo fabrica. Esto te condiciona un poco la altura de los ambientes, y es importante considerarlo para tener menos desperdicio a la hora de construir. Más allá de eso, es un sistema flexible que te da una libertad total para proyectar.”

### **2-En cuanto al procedimiento de montaje y posterior proyección del mortero estructural: ¿Tiene alguna recomendación a seguir, o punto especial en que hacer foco a la hora de planificar la ejecución de dichas etapas?**

“Si, hay ciertas consideraciones que facilitan el montaje, que uno con la experiencia va adquiriendo, y que muchas veces no aparecen en los manuales técnicos.

Por ejemplo, en el caso de los anclajes a la platea: teóricamente se ponen los anclajes por dentro de la malla y en la práctica resulta mucho más eficiente ponerlos por afuera de la misma. Incluso colocamos los anclajes solo del lado exterior del panel, luego montamos, y por ultimo colocamos los anclajes interiores una vez levantada toda esa fachada.

Otra cosa que nos fuimos dando cuenta con el tiempo es que resulta mucho más fácil armar toda una pared en el piso y después levantarla, que montar panel por panel y agregar las uniones.

Otro tema fundamental es la dosificación y el curado del revoque estructural. En la dosificación, la cantidad de pelillo sintético que se le pone, que le da plasticidad y cohesión a la mezcla, y la granulometría de la arena. En cuanto al curado, siempre evitar que de el sol directo en el revoque que estamos haciendo, para solucionar esto se puede poner malla sombra.

Y para el curado posterior darle un riego fino de agua relativamente constante en un periodo de entre 24 y 48 horas.

Yendo a el tema específico de las etapas, y como ir revocando las distintas caras de los paneles. Lo mejor es ir revocando primero todas las paredes exteriores, luego las interiores, seguido por los cielorrasos, y por último la carpeta de compresión de la losa. Esto se puede hacer por sectores en caso de que la obra sea muy grande, siempre siguiendo dicho orden dentro de cada sector.

Por ultimo un detalle muy importante es que antes de llenar se debe revisar que este todo bien apuntalado, especialmente con un tablón grueso en el medio de cada habitación, con una contra-flecha de medio centímetro por metro.”

### **3- ¿Cuáles son los principales controles de obra a realizar en dichas etapas?**

“Los controles esenciales a realizar son los siguientes:”

#### **MONTAJE.**

“En la etapa de montaje, el tema del plomo y el nivel de los paneles, que estén bien replanteados y apuntalados. Nosotros utilizamos reglas de madera y puntales de eucaliptus, pero se facilita mucho la tarea alquilando reglas y puntales metálicos, que son telescópicos, y se colocan inclinados.

Esa es la forma de que queden perfectamente a plomo las paredes. Es un punto muy importante, porque si estas están desplomadas, genera que se deba cargar las mismas con capas más gruesas de revoque estructural para compensar, y obviamente es más caro y se demora más.

Otro tema importante es el atado entre paneles, ya sea utilizando la malla de unión, o en el caso de los paneles que ofrece CONCRESPUMA, que ya traen una rebarba para atarlos entre sí. Hay que controlar que se aten (o engrampen) unos con otros, cada 3 o 4 celdas máximo.

En los vanos se debe controlar que se agreguen las mallas y varillas de refuerzo en diagonal para evitar el esfuerzo cortante y que no se produzcan fisuras en diagonal típicas de los huecos para las ventanas.

## AMURES

“En la etapa de amure de premarcos, ya sea de ventanas de aluminio o de madera, hay que quemar bien la espuma, para que éste quede con una buena sección de hormigón.”

## REVOQUES Y LLENADO DE LOSAS

“Por último los refuerzos (escuadras y varillas de hierro), ya sean en esquina, los de anclaje o cuando uno hace 2 o más pisos también, los verticales y los que lleva en ángulos; ir revisando bien que se hayan puesto a las distancias correctas y con los diámetros establecidos. En el caso del entrepiso, que se usa un panel nervado unidireccional, verificar que se pongan los hierros en las viguetas, estos deben ser calculados según las dimensiones de la losa. También corroborar que se realicen las carreras que hay que dejar donde se apoyan dichos paneles.”

### **4- ¿Cómo es su experiencia con la utilización de herramientas específicas para el sistema?**

“En general se usan casi las mismas herramientas que en el caso de la construcción tradicional, pero es verdad que algunas herramientas específicas facilitan, y mejoran el tiempo de ejecución para este sistema en específico. Por ejemplo las engrampadoras para atar los mallas entre sí. Aunque en nuestro medio muchas veces los operarios manejan (increíblemente) mejor el atar el alambre crudo con tenaza como lo hacen habitualmente.

Una herramienta si claramente diferente a lo tradicional es una especie de secador, o quemador para rebajar la espuma cuando se necesita. Esto reemplaza la tarea de picado que se hace en la construcción tradicional, que conlleva mayor trabajo y genera suciedad y desperdicios.

En cuanto a los equipos para proyección del mortero, nosotros usábamos unos manuales, que se debían recargar constantemente. Pero ahora hay unos de proyectado continuo, con mayor potencia, que son a nafta o eléctricos. Es importante tener en cuenta las especificaciones para que no se tape el conducto, que es algo que entorpece la continuidad del trabajo.”

### **5- ¿Qué tipos de terminaciones suelen utilizar en conjunción con este sistema?**

“Se pueden utilizar prácticamente todas las mismas terminaciones que en el sistema tradicional, y se instalan tal cual como en dicho sistema constructivo. Sí, hay algunas recomendaciones en etapas anteriores, y en caso de necesitar realizar alguna reparación.

Es fundamental evitar los puentes térmicos, a veces por un tema de luces o algún tipo de carga especial, se deben dejar vigas o pilares (que se queman en la espuma), en estos puntos hay que ponerle una malla de unión con el revoque estructural, y se puede prever algún otro tipo de aislación como ser poliuretano para tratar de atenuar ese puente térmico y esa discontinuidad que puede generar fisuramiento.

En cuanto a las terminaciones en sí, los nuevos revoques acrílicos que ofrecen distintas marcas como Quimtex o Webber, son más elásticos, y se evitan fisuras que con el revoque tradicional y la pintura a veces aparecían. Nosotros los usamos mucho.

Los revestimientos se colocan con Binda tal como se colocan en sistemas tradicionales.

Para el uso, si quisieran colgar algo, se usan tacos tal como si fuese una pared de ladrillo.”

### **6- ¿Qué consideraciones tienen particularmente con las instalaciones eléctricas y sanitarias?**

“En este tema es fundamental contar con un buen equipo de trabajadores, porque se debe entrar en un momento específico y no nos podemos permitir atrasar el resto de la ejecución.

La instalación eléctrica se facilita muchísimo porque con la quemadora uno rebaja la espuma y enhebra los caños corrugados por adentro de los muros. Esto se hace antes de proyectar los revoques, por lo que se ahorra todo tipo de picado.

En el caso de la sanitaria funciona igual, solo que al tener secciones mayores muchas veces hay que cortar la malla para poder trabajar. Obviamente después se debe poner

una malla de refuerzo cubriendo la parte cortada. Siguiendo el criterio de siempre no podemos permitir que haya discontinuidades en la malla, porque se generarían fisuras.

Es esencial corroborar que las instalaciones estén perfectas antes de ejecutar el mortero, que no falte nada. Porque luego si uno revoca y debe realizar algún cambio, implica picar, cortar la malla, arreglar, volver a colocar la malla de unión, y revocar de nuevo. Las reparaciones en ese sentido son bastante tediosas y hay que tener cuidado para que queden bien.”

**1- ¿Que consideraciones de diseño se deben tener a la hora de proyectar con Emmedue?**

“De diseño en sí, en 17 años que tenemos construyendo con el sistema, solamente una vez tuvimos que decirle que no a un proyecto, el cual al final no se construyó. Era un proyecto que se podía construir exclusivamente en Hormigón Armado, no había otra forma porque era muy jugado en una cantidad de cosas.”

*E: ¿Acaso tenía luces muy grandes?*

“No era tanto eso, sino que tenía voladizos inmensos, era una estructura extremadamente especial en ese sentido. Más allá de eso, de tener algunas consideraciones en cuanto a la estructura, no es necesario tener mayores previsiones en cuanto al diseño. Nosotros recibimos un anteproyecto y le hacemos un estudio de la viabilidad, y usualmente encontramos la forma de poder hacer la obra. Si tiene losas muy importantes quizás proponemos dividir las, pero siempre le buscamos la vuelta.”

**2- En cuanto al procedimiento de montaje y posterior proyección del mortero estructural: ¿Tiene alguna recomendación a seguir, o punto especial en que hacer foco a la hora de planificar la ejecución de dichas etapas?**

“Se debe dividir la obra en dos grandes etapas: una etapa primaria que es la fundación, muros y losas, y la etapa secundaria que es la de las terminaciones. Durante la primera hay que prever la coordinación con los subcontratos para dejar ya embutido bajo platea, que es la fundación habitual para nosotros, las canalizaciones y caños para las instalaciones de eléctrica y sanitaria. Hay que considerar también el espesor de los muros, porque muchas veces tenes bajadas de pluviales por ejemplo, o columnas de bajada de una planta alta, y como los muros delgados igual son resistentes, a veces utilizamos espesores chicos. Prever esto nos permite evitar hacer mochetas que cubran los caños de PVC Ø110mm, los bajamos por dentro de un panel grueso entre las mallas.”

*E: En referencia a eso, ¿Cuál es el espesor mínimo que emplean?*

“El mínimo es de 7cm, la espuma tiene 5cm, antes venían de 4cm, pero ya no más, es decir que entre mallas tiene 7cm. Ahí podes meter un caño Ø63mm, entonces las bajadas de primaria y de pluviales estándar, que es Ø110mm no te entran. Tenes que ver de prever como decía un panel más grueso para no terminar mocheteando.”

*E: En cuanto a la proyección del mortero, ¿Tiene algo para resaltar para la planificación de dicha tarea?*

“El mortero siempre se proyecta de abajo hacia arriba, eso es constante y sistemático. Se debe equilibrar ambas caras del panel, no sirve revocar toda una cara para después pasar a la otra. La idea es cargar una pared de un lado, incompletamente, y cargarla del otro, así la misma se equilibra.”

*E: ¿Si no se pueden generar desplomes?*

“Si justamente, si no se hace así probablemente se desplome. Puede que si la apuntalas bien no pase, pero de todas formas puede suceder lo siguiente: Esa pared que se revocó toda de un lado y del otro quedo el panel descubierto, por más apuntalada que este, el mortero va a fraguar, y alguien por alguna razón, desde el otro lado, se va a apoyar, empujar o recostarse fuerte, le va a dar un golpe, y no tenes de ese lado material que le de resistencia al conjunto, por lo tanto se te va a fisurar del otro lado. Lamentablemente es algo que me sigue pasando, pero hay que intentar evitarlo a toda costa, se debe equilibrar los revoques para evitar fisuras y desplomes.”

*E: En referencia a eso, ¿Cuál es el espesor mínimo que emplean?*

“El mínimo es de 7cm, la espuma tiene 5cm, antes venían de 4cm, pero ya no más, es decir que entre mallas tiene 7cm. Ahí podes meter un caño Ø63mm, entonces las bajadas de primaria y de pluviales estándar, que es Ø110mm no te entran. Tenes que ver de prever como decía un panel más grueso para no terminar mocheteando.”

*E: En cuanto a la proyección del mortero, ¿Tiene algo para resaltar para la planificación de dicha tarea?*

“El mortero siempre se proyecta de abajo hacia arriba, eso es constante y sistemático. Se debe equilibrar ambas caras del panel, no sirve revocar toda una cara para después pasar a la otra. La idea es cargar una pared de un lado, incompletamente, y cargarla del otro, así la misma se equilibra.”

*E: ¿Si no se pueden generar desplomes?*

“Si justamente, si no se hace así probablemente se desplome. Puede que si la apuntalas bien no pase, pero de todas formas puede suceder lo siguiente: Esa pared que se revocó toda de un lado y del otro quedo el panel descubierto, por más apuntalada que este, el mortero va a fraguar, y alguien por alguna razón, desde el otro lado, se va a apoyar, empujar o recostarse fuerte, le va a dar un golpe, y no tenes de ese lado material que le de resistencia al conjunto, por lo tanto se te va a fisurar del otro lado. Lamentablemente es algo que me sigue pasando, pero hay que intentar evitarlo a toda costa, se debe equilibrar los revoques para evitar fisuras y desplomes.”

### **3- ¿Cuáles son los principales controles de obra a realizar en dichas etapas?**

“El sistema tiene varios puntos que son clave, uno de ellos es la continuidad de las mallas. Cuando uno hace el montaje de los paneles no pueden quedar discontinuidades en la misma, siempre que las halla, se va a tener una fisura. Se deben poner los parches que correspondan, no nos podemos olvidar de mallas de ángulo en un encuentro de muros, ni en encuentro de muros y losas, es decir las mallas deben estar todas. Supongamos que por alguna razón hay un panel que le debimos cortar una solapa, dicha solapa hay que emparcharla con una malla plana.

Lo mismo se debe controlar en las aberturas, las mallas a 45° deben ir bien puestas. Con esto me refiero a que ningún hilo de la malla plana sea bisectriz del ángulo que pretende proteger. Es una cosa que parece tonta, pero en realidad si uno por proteger una fisura en un ángulo colocas una malla y un hilo de la misma te queda en mismo, ese hilo va a hacer una función contraria a la que pretendemos cubrir. El ángulo de 45° debe quedar entre dos hilos.

Hay que controlar los hierros de dintel, y si en el proyecto se plantean hierros de antepecho por supuesto también.”

*E: ¿En que caso no se utilizan los hierros de antepecho?*

“Los hierros de antepecho en ventanas chicas no tienen demasiado objeto. Se utilizan si en algunos lugares de forma regular, cuando hay necesidad de realizar estructuras antisísmicas. En Uruguay por ahora muchos sismos no tenemos, a veces aparece alguna cosa rara, pero no se necesitan hierros en antepechos, con hierros de dintel ya contamos con la estructura suficiente.

Volviendo a los controles, las mallas U son también importantísimas. Nosotros las estamos poniendo de norma en todas las aberturas y en todo el borde del pretil. No está indicado así en manuales en primera instancia, pero vale la pena tener esta precaución.

Lo que viene después es el mortero de proyección, que tiene que tener una dosificación adecuada. Dependiendo del sistema de proyección que vayamos a usar va a ser necesario un cemento más o menos rico en cemento portland.”

*E: Para cada tipo, ¿hacia qué lado varia la dosificación?*

“Lo que ocurre es lo siguiente: si vos contas con una herramienta de proyección continua, con bomba, vas a necesitar aumentar el contenido de portland, o utilizar como hacemos nosotros, un producto nuestro, que es una mezcla de aditivos que nos soluciona ese problema. Al ser rico en portland, ese mortero tiende a retraer excesivamente, lo cual genera fisuras. Para evitar esto tiene que haber un buen equilibrio en el control tanto de la dosificación como del curado posterior.

Hay que mantener los revoques húmedos por varios días, diría que no menos de dos. No sirve ir a regarlo después de seco, no hay que dejarlo secar, porque una vez sucede esto, el mortero se contrae y fisura. Pero reitero que este problema lo solucionamos principalmente mediante nuestro compuesto de aditivos, que últimamente hemos usado con bastante éxito, permitiéndonos realizar obras prácticamente sin fisuras.

En el caso de las proyectadoras manuales, por otro lado, no es necesario la utilización de los aditivos, porque podemos bajar la dosificación de cemento portland, por lo tanto no tenemos dicho problema.

Simplemente teniendo atención a un curado razonable llegamos a buenos resultados.”

*E: ¿Porque es que la dosificación de portland cambia de una maquina a otra? ¿Es por un tema de que se tape el conducto? o ¿por un tema de la aplicación en sí?*

“Como dije anteriormente en la proyección continua se necesita un mortero más rico en cemento portland, esto es porque no se le puede poner cal. Otra opción es utilizar morteros premezclados, que ahora se están vendiendo en plaza y son bolsas de 25kg de arena con aditivos y portland, que se coloca directamente. De hecho nosotros tenemos una máquina que es una humectadora, en la cual vos colocas esa premezcla seca, y ella la moja y ya la deja en un depósito conectado a la bomba para que esta la bombee. En dicho caso no se le agrega nada, el único cuidado que hay que tener es en el curado.”

*E: ¿Siempre utilizan la misma mezcla? ¿O la adaptan según sea el caso? ¿Qué es lo que define que utilicen una u otra?*

“Los morteros premezclados los utilizamos hoy en día simplemente para la capa de terminación, no para todo el espesor porque si no se nos hace muy caro. Hacemos morteros nuestros con aditivos nuestros, y con eso funcionamos bien.

Hablando del tema de los controles, para conseguir un muro bien aplomado no alcanza con aplomar los revoques, se tiene que haber tenido un razonable aplomado de paneles anteriormente. Si no aplomamos bien los paneles previamente y luego revocamos y aplomamos bien los revoques, terminamos teniendo un consumo de arena y portland inmenso, ya que sobrecargamos para llegar al plomo deseado.”

#### **4- ¿Cómo es su experiencia con la utilización de herramientas específicas para el sistema?**

“Herramientas específicas para el sistema hay desde atadoras y anilladoras, hasta bombas para proyección de mortero y fretachos mecánicos. Nosotros en general trabajamos con todas ellas, a excepción del fretacho mecánico, que no lo estamos necesitando.

La herramienta mas exigente en cuanto a la capacitación del personal es la bomba de proyección, ya que no es fácil conseguir un material bombeable.”

#### **5- ¿Qué tipos de terminaciones suelen utilizar en conjunción con este sistema?**

“En general, el tema de las terminaciones se reduce a una ecuación de balance económico. Por un lado no es lo mismo terminar bien con el mortero un muro por ejemplo que un cielorraso. Es por esto que cuando nos piden tener un control de costos ajustados, usualmente proponemos hacer los cielorrasos en yeso, ya sea yeso proyectado, o para abaratar aun mas, placas de yeso descendido. Esta medida nos permite abaratar costos y aun así tener una buena terminación en los techos. En los muros en cambio simplemente con pasar un enduido sobre el material bien terminado es suficiente.”

#### **6- ¿Qué consideraciones tienen particularmente con las instalaciones eléctricas y sanitarias?**

“El proceso constructivo de las instalaciones sanitarias consta en cortar las mallas, abrirlas, hacer la canalización en poliestireno y realizar la instalación. Hay que tener cuidado con la profundidad a la que se coloca. Es frecuente que la misma termine siendo excesiva y que las llaves de paso por ejemplo, queden mas embutidas de lo que uno desearía. Muchas veces previendo eso se hace un pequeño desvío con codos de 45 grados de modo de poder sacar la llave de paso un poco mas lejos de la malla. Después de eso hay que emparchar la malla y revocar, no tiene ninguna otra especificación.

En el caso de la instalación eléctrica es aun mas simple, ya que usualmente no se deben cortar mallas. Lo que si hay que tener cuidado es con la tendencia del instalador de hacer codos en vez de curvas, es decir al colocar la canalización muchas veces el instalador lo hace ortogonalmente a las aristas del panel, eso genera codos que luego entorpecen el enhebrado.”

*E: En el caso de las instalaciones ¿Ustedes trabajan con subcontratos? ¿O las tienen incorporadas al producto que ofrecen?*

“Trabajamos de ambas formas, eso es independiente y depende del proyecto. Muchas veces el comitente o su arquitecto tienen un instalador con el que quieren trabajar y estamos abiertos a incluir subcontratos de ese tipo, sino ofrecemos a los nuestros y hacemos un paquete por todo.