



Universidad Nacional De Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y
Naturales

Práctica Supervisada:

Asistencia técnica en ejecución de dúplex,
Sistema Emmedue.

Alumno: Castro, Luis Simón

Tutor interno: Dr. Ing. Julio Alfredo Capdevila

Tutor externo: Ing. Nicolás Bernardi

AÑO 2019

Agradecimientos:

En primer lugar, quiero agradecer al sistema de educación pública y gratuita de la República Argentina, el cual me ha permitido la formación universitaria en una institución tan prestigiosa como lo es la Universidad Nacional de Córdoba.

También quiero agradecer a mis papás Luis Alberto y María Eugenia, por todo el esfuerzo realizado para poder brindarme la posibilidad de estudiar lo que elegí, y además, tanto a ellos como a mis hermanos, por el amor de todos los días y el apoyo incondicional que siempre me brindaron en cada una de mis decisiones.

A mi familia en general por el cariño de siempre y por haber estado presentes de algún modo a lo largo de este camino.

A Emilia, por el apoyo incondicional en todo momento, y celebro que hayamos transitado esta etapa de la vida juntos.

A mis amigos y amigas, tanto de la facultad como de la vida, por haberme brindado siempre su apoyo, su cariño y por todos los momentos compartidos junto a ellos.

Al Dr. Ing. Julio Alfredo Capdevila por los conocimientos brindados durante el cursado de la carrera y, principalmente, por su ayuda y predisposición durante el desarrollo de la presente Práctica Supervisada.

Finalmente, a la empresa Edisur SA por haberme permitido realizar la Prácticas Supervisadas allí, permitiéndome tener mi primera experiencia laboral. También a mi tutor externo Ing. Nicolás Bernardi, y toda la gente de la obra, quienes con calidez me han ayudado en la realización de esta práctica supervisada.

Resumen:

El presente informe técnico surge a modo de conclusión de la Práctica Supervisada realizada por el autor. Esta se centró principalmente en el estudio del sistema constructivo Emmedue, de los materiales componentes, y de la secuencia constructiva que se siguió para la construcción de dúplex, en el proyecto Housing de Miradores II, realizado por la empresa Grupo Edisur S.A. También se expusieron las ventajas que tiene este novedoso sistema constructivo, siendo oportuna la comparación con algunos aspectos del sistema tradicional.

En primer lugar, se realiza una introducción que busca dar información básica al lector para que pueda contextualizarse en la obra a la cual se asistió, el sistema constructivo que se usó, el rol del pasante, como así también los objetivos a cumplir con la realización de la práctica.

Luego, se desarrolla en detalle lo que es el Emmedue, los materiales componentes, herramientas necesarias, con el fin de tener un marco teórico.

Seguidamente, se expone la secuencia constructiva seguida por la empresa Grupo Edisur S.A. para la ejecución de los dúplex de diferentes tipologías. A continuación de esto, se exponen algunos problemas particulares que surgieron en la construcción de los dúplex y las soluciones a cada uno de ellos.

A continuación, se describen algunas problemáticas que surgieron en la ejecución de los dúplex, sus causas, y las soluciones tomadas.

En la siguiente sección se exponen las ventajas que tiene el Emmedue y en algunos casos la comparación con el sistema tradicional.

Luego se realiza un análisis de los plazos de ejecución y se presentan algunas recomendaciones para la ejecución de las tareas, con el fin de optimizar los tiempos de realización de estas.

Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones principales, obtenidas tras la experiencia de la realización de la Práctica Supervisada y de la redacción del Informe Técnico Final, desde un punto de vista tanto académico-laboral, como personal.

Índice:

| | |
|---|----|
| Capítulo 1 – Introducción | 1 |
| Objetivos | 3 |
| Objetivos generales | 3 |
| Objetivos específicos | 3 |
| Capítulo 2 – Marco teórico | 4 |
| El sistema constructivo Emmedue. | 5 |
| Materiales componentes | 5 |
| Núcleo central..... | 6 |
| Acero de refuerzo. | 10 |
| Mortero estructural..... | 11 |
| Revestimiento exterior. | 12 |
| Capítulo 3 – Ejecución del proyecto..... | 13 |
| Generalidades del proyecto | 14 |
| Secuencia constructiva | 16 |
| Capítulo 4 – Situaciones problemáticas en la construcción. | 34 |
| Capítulo 5 – Ventajas del sistema constructivo Emmedue..... | 40 |
| Capítulo 6 – Análisis de los plazos de ejecución y recomendaciones para la optimización de tareas. | 45 |
| Capítulo 7 – Conclusión | 49 |
| Bibliografía | 52 |
| Anexos | 54 |

Índice de figuras:

| | |
|--|----|
| Figura 1- Mapa ubicación de Manantiales, y Housing de Miradores II. | 3 |
| Figura 2-Discretización muro con sistema Emmedue. | 6 |
| Figura 3 – Espesores de paneles y capas, muro Emmedue. | 7 |
| Figura 4 – Discretización de muro simple y muro doble, Emmedue. | 7 |
| Figura 5 – Panel para losa, Emmedue. | 8 |
| Figura 6 – Nervios en paneles para losas, Emmedue. | 8 |
| Figura 7 – Detalle panel de escalera, Emmedue- | 9 |
| Figura 8 – Detalle panel descanso, Emmedue. | 9 |
| Figura 9 – Detalle malla angular y malla plana | 10 |
| Figura 10 – Detalle malla U y entera. | 11 |
| Figura 11 – Planimetría general de Housing de Miradores II, etapas. | 14 |
| Figura 12 – Planimetría etapa 1, empresas constructoras. | 16 |
| Figura 13 – Planimetría obrador. | 17 |
| Figura 14 – Llenado de platea, caños de desagüe. | 18 |
| Figura 15 – Disposición de barras de anclaje. | 18 |
| Figura 16 – Montaje panel en planta baja. | 19 |
| Figura 17 - Instalaciones sobre panel Emmedue. | 20 |
| Figura 18 – Maquinarias para la proyección de mortero. | 21 |
| Figura 19 – Estación de trabajo provisoria. | 21 |
| Figura 20 – Proyecto de mortero estructural sobre planta baja. | 22 |
| Figura 21 – Ejecución de contrapiso en planta baja. | 23 |
| Figura 22 – Armado de losa, refuerzos estructurales. | 24 |
| Figura 23 – Apuntalamiento losa de planta baja. | 24 |
| Figura 24 – Detalle losa radiante planta baja. | 25 |
| Figura 25 – Proyecto de mortero en planta alta, andamios e izaje de materiales. | 26 |
| Figura 26 – Detalle losa radiante planta alta. | 27 |
| Figura 27 – Detalle cubierta de techo. | 28 |
| Figura 28 – Detalle textura de revestimiento exterior. | 29 |
| Figura 29 – Terminaciones en fachadas frontal y trasera, dúplex 3 dormitorios. | 31 |
| Figura 30 – Modelo renderizado, dúplex de 3 dormitorios. | 33 |
| Figura 31 – Fotografía de los dúplex modelos. | 33 |
| Figura 32 – Fotografía muro mal replanteado. | 36 |
| Figura 33 – Esquema muro mal replanteado. | 36 |
| Figura 34 – Apuntalamiento paneles en el montaje. | 38 |
| Figura 35 – Muro con sistema Emmedue ejecutado correctamente. | 39 |
| Figura 36 – Ventajas sistema Emmedue. | 41 |
| Figura 37 – Orden y limpieza obra con sistema Emmedue. | 44 |
| Figura 38 – Orden y limpieza obra con sistema constructivo tradicional. | 44 |
| Figura 39 – Panel para escalera, Emmedue. | 47 |
| Figura 40 – Demarcación de nivel metro en paneles y ejes de replanteo en piso. .. | 48 |



Índice de tablas:

| | |
|--|----|
| Tabla 1 - Dosificación del mortero estructural | 12 |
| Tabla 2 – Secuencia constructiva para un dúplex. | 15 |
| Tabla 3 - Valores del coeficiente de transmitancia térmica de muros ejecutados con sistema Emmedue, en comparación con otros sistemas constructivos..... | 42 |
| Tabla 4 – Duraciones reales y teóricas de tareas críticas. | 46 |
| Tabla 5 – Comparación rendimientos sistemas de proyección continua y discontinua. | 47 |

En este capítulo se introduce al lector en la obra donde se realizó la práctica, la empresa a cargo y los objetivos de la misma.

Capítulo 1

Introducción.

El presente informe técnico detalla la Práctica Supervisada realizada por el autor, a los fines que el lector tome conocimiento de la obra sobre la que se trabajó, su ubicación y generalidades.

Las actividades que se mencionan en este informe fueron realizadas en “Grupo Edisur S.A.”, empresa desarrollista con sede en la ciudad de Córdoba, Argentina, que lleva adelante emprendimientos inmobiliarios.

Las tareas realizadas en la obra tuvieron una duración de 200 horas, quedando finalizadas así las horas exigidas por el plan de estudio 20105 de la carrera de Ingeniería Civil.

La obra está ubicada en el barrio Manantiales, en la zona sur de la ciudad de Córdoba (Figura 1), dentro del emprendimiento Housing de Miradores 2. El Grupo Edisur S.A. está localizando la mayoría de sus proyectos en esta zona. Housing de Miradores 2 es un complejo de 145 unidades habitacionales, tipo Dúplex y con varias tipologías. Además, cuenta con un salón de usos múltiples. La obra se programó para ser ejecutadas en 5 etapas.

La empresa Grupo Edisur SA, en este último tiempo, está cambiando sus propuestas hacia las construcciones sustentables, teniendo muy presente la reducción del impacto ambiental, el ahorro energético y de recursos. Según esta nueva filosofía de trabajo, se decidió construir Housing de Miradores 2 con el sistema Emmedue, para lo cual se tuvo que certificar normas EDGE, convirtiéndose en el primer proyecto de casas en Argentina en conseguir esta certificación.

Emmedue es un sistema constructivo de origen italiano, basado en la utilización de paneles de poliestireno expandido (EPS), que posee características interesantes en materia de eficiencia energética y tecnología constructiva.

El rol que desempeñó el alumno en la obra fue de asistencia al Jefe de Obra en tareas relacionadas con la dirección técnica. Esto permitió dar apoyo técnico a éste en sus tareas diarias, reduciendo su carga laboral y pudiendo lograr un trabajo en conjunto que le aporte mayor eficiencia al funcionamiento de la obra.

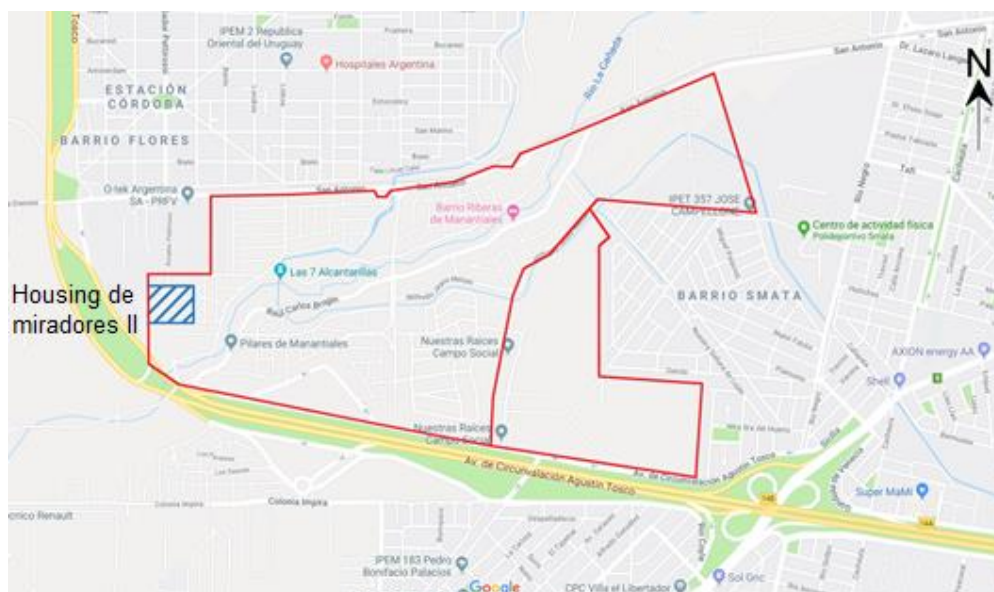


Figura 1- Mapa ubicación de Manantiales, y Housing de Miradores II.

Objetivos

Objetivos generales

- Aplicar, integrar y profundizar los conceptos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil.
- Completar la formación académica con un acercamiento al ámbito laboral, supervisada por profesionales del área de la Ingeniería Civil.
- Cumplir con el rol de pasante en obra, asistiendo a la dirección técnica de la misma.

Objetivos específicos.

- Estudiar el sistema constructivo Emmedue, y la puesta en práctica de este para la construcción de dúplex, comprendiendo los procesos constructivos.
- Desarrollar habilidades profesionales en un ámbito multidisciplinario, entendiendo las actividades diarias que se desarrollan en obra y su seguimiento.
- Lograr insertarse en grupos de trabajo.
- Comprender las responsabilidades que conllevan el desarrollo de la actividad y toda decisión tomada en cada paso de una obra en construcción.

En este capítulo se describe el sistema constructivo Emmedue, sus generalidad y particularidades.

Capítulo 2

Marco Teórico.

El sistema constructivo Emmedue.

Emmedue es un sistema constructivo integral de origen italiano, con más de 40 años de experiencia en el mercado, que posee un excelente comportamiento sísmoresistente y aislante térmico. Este sistema se basa en la utilización de paneles de poliestireno expandido (EPS) trabajando en conjunto con mallas de acero de alta resistencia, vinculadas entre sí con conectores electro soldados, acompañado de un mortero estructural de adecuada resistencia.

El surgimiento de este sistema, se dio con el fin de satisfacer la necesidad de contar con recursos constructivos de adecuada resistencia sísmica, liviano y de rápida ejecución. Con los avances de la ciencia y tecnología se logró imponer en el mercado, permitiendo realizar construcciones seguras, económicas y de gran plasticidad arquitectónica, es decir, construcciones eficientes, uno de los objetivos que tiene la Ingeniería.

Esta tecnología permite realizar construcciones de diversas índoles como viviendas unifamiliares, edificios industriales, edificios en altura, entre otros. Otra particularidad es que puede ser usado estructuralmente (portante), o como cerramiento no estructural.

Emmedue es implementado a lo largo de todo el mundo, principalmente en países con alto riesgo sísmico como México, Chile, Bolivia, entre otros, produciéndose en la actualidad en más de 35 países, entre los que se encuentra Argentina.

Este método constructivo, permite además alcanzar ciertos beneficios como un ahorro energético del orden del 70% respecto de sistema tradicionales. Además, genera ahorros de tiempo de ejecución de hasta 50%, entre otros.

Materiales componentes

Un muro materializado con el sistema Emmedue se compone de los siguientes elementos, tal como muestra la Figura 2:

- Núcleo central: panel de poliestireno expandido (EPS) ondulado.
- Armadura de refuerzo: malla electro soldada de acero galvanizado de alta resistencia.
- Mortero estructural, compuesto por cemento, arena fina y gruesa, y además algunos aditivos.
- Revestimiento exterior: compatible con cualquier tipo de revestimiento.

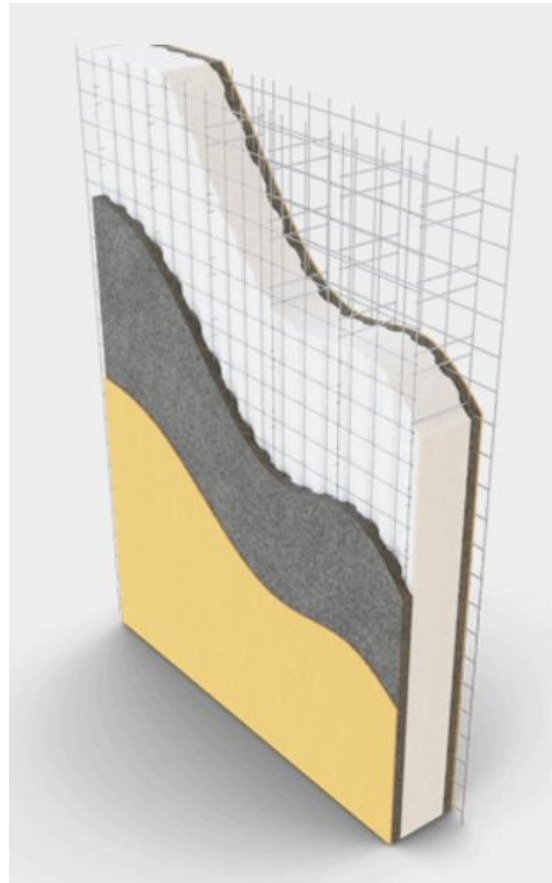


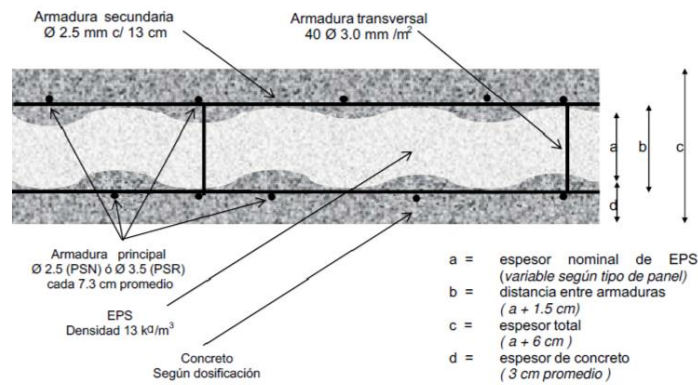
Figura 2-Discretización muro con sistema Emmedue.

Núcleo central.

Este está compuesto por paneles de poliestireno expandido auto extingible (EPS), químicamente inerte, densidad de entre 11 Kg/m^3 y 13 Kg/m^3 . Los paneles tienen ciertos controles de calidad y ensayos que se muestran en los manuales técnicos. Tal como se observa en la Figura 3 existe una amplia gama de medidas de estos paneles y para diferentes usos particulares.

En relación con el uso, los paneles se clasifican en:

- Panel para muro estructural.
- Panel para losas estructurales.
- Panel escalera y descanso.



| PANEL TIPO | a mm | b mm | c mm |
|--------------|------|------|------|
| PSN o PSR 04 | 40 | 55 | 100 |
| PSN o PSR 05 | 50 | 65 | 110 |
| PSN o PSR 06 | 60 | 75 | 120 |
| PSN o PSR 07 | 70 | 85 | 130 |
| PSN o PSR 08 | 80 | 95 | 140 |
| PSN o PSR 09 | 90 | 105 | 150 |
| PSN o PSR 10 | 100 | 115 | 160 |
| PSN o PSR 12 | 120 | 135 | 180 |

Figura 3 – Espesores de paneles y capas, muro Emmedue.

1. Panel para muro estructural.

Este panel se puede utilizar como muro de cerramiento o como muro portante. Además, puede ser muro simple o doble (Figura 4). Generalmente tienen un ancho de 1.20 m. La altura varía según la necesidad, en tanto el espesor también es variable, con medidas que varían desde los 4 cm hasta 14 cm. Esto cambia según el fabricante.

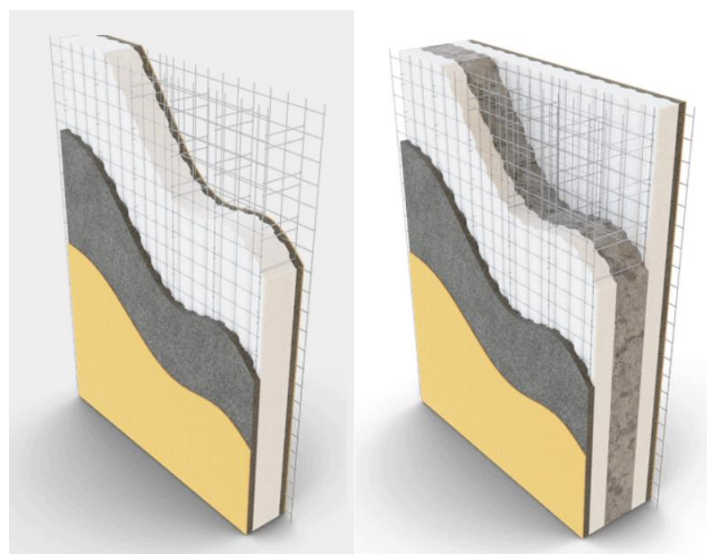


Figura 4 – Discretización de muro simple y muro doble, Emmedue.

2. Panel para losas estructurales.

Estos paneles se utilizan para materializar losas nervuradas, donde el panel cuenta con los espacios para los nervios. En ellos se coloca el acero de refuerzo (Figura 4). Existen paneles con un nervio, dos y hasta 3 nervios como se observa en la Figura 5.

Particularmente para losas, el hormigón debe tener una resistencia a la compresión que sea como mínimo F^c 210 Kg/cm² y F^m (resistencia mortero) 140 Kg/cm².

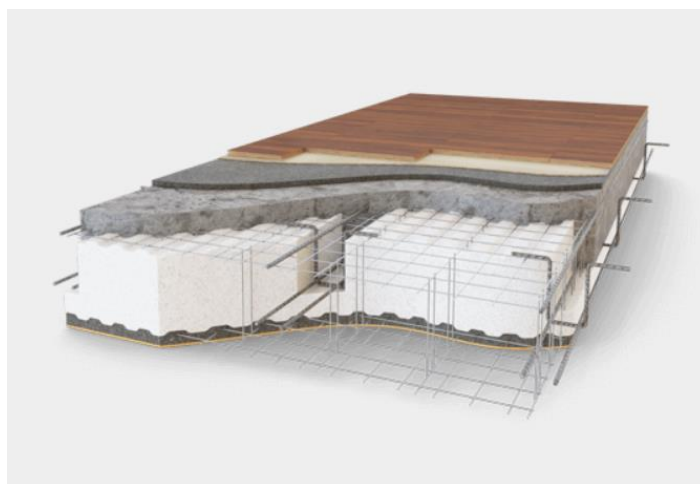


Figura 5 – Panel para losa, Emmedue.

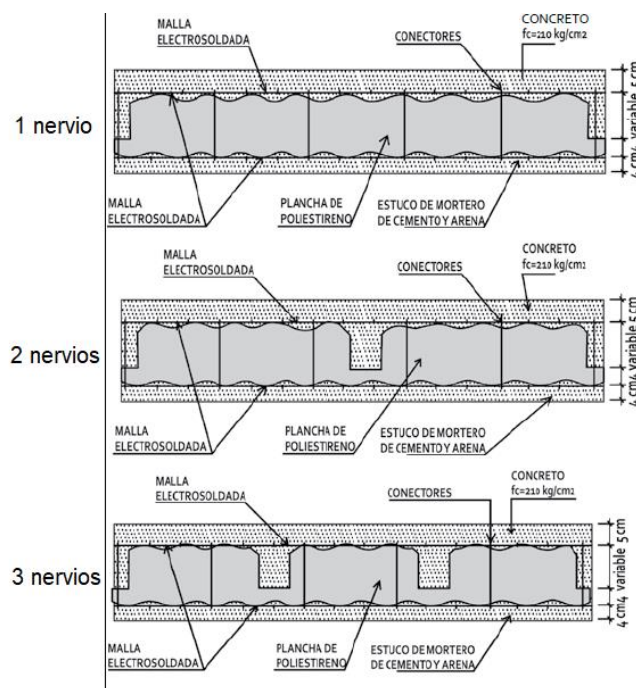


Figura 6 – Nervios en paneles para losas, Emmedue.

3. Panel escalera y descanso.

Esta tipología de panel se construye a medida según las exigencias de cada proyecto, armada con una doble malla de acero unida por conectores, del mismo material, electro soldados. Además, cuenta con espacios para generar nervios adicionales. El ancho máximo por panel es de 1,20 m, y las medidas de huellas y contra huellas son variables (Figura 7).

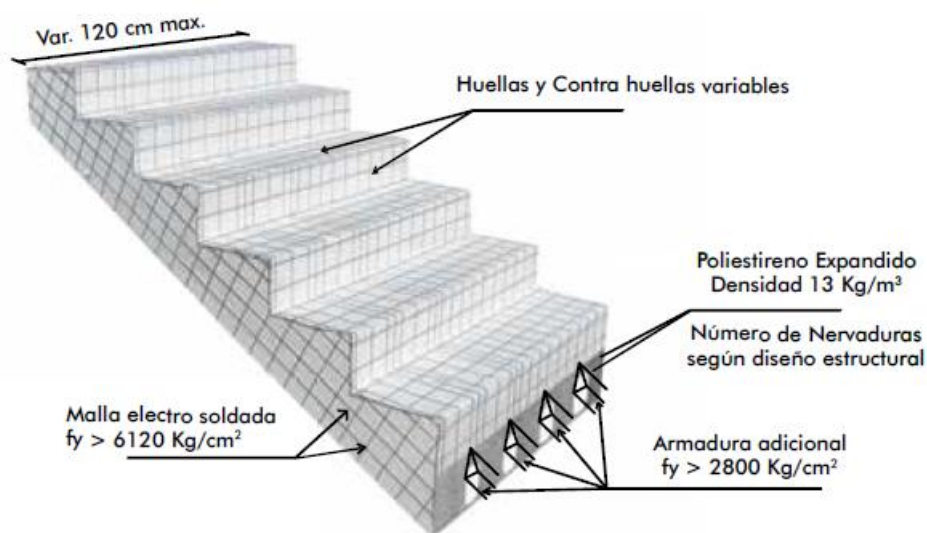


Figura 7 – Detalle panel de escalera, Emmedue-

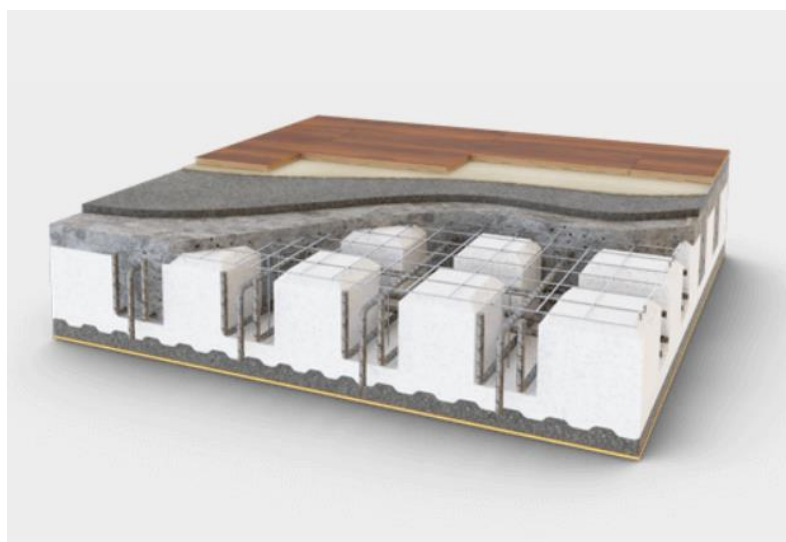


Figura 8 – Detalle panel descanso, Emmedue.

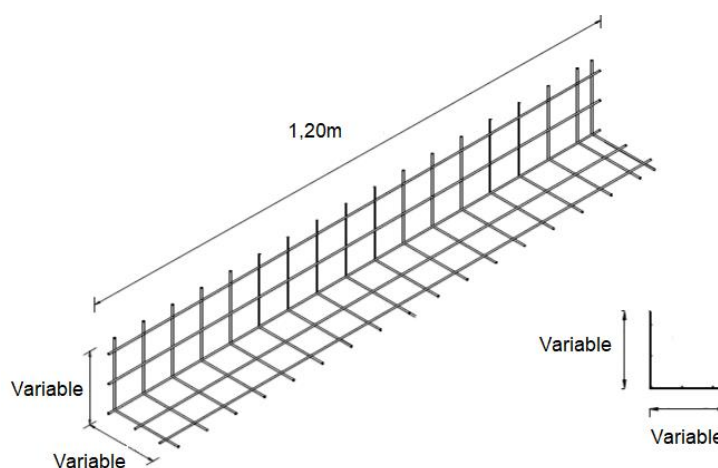
En cuanto al panel de descanso, este posee nervios en las dos direcciones para disponer allí las armaduras de refuerzo, además de la malla tradicional que viene con el panel. Es recomendable que cuando se llena con hormigón, hacerlo en dos capas, la primera hasta 5 cm por encima de la malla, y luego la capa de terminación (Figura 8).

Acero de refuerzo.

En este sistema constructivo, las mallas, tanto las que vienen en los paneles como las de refuerzo, cumplen un rol muy importante. Estas permiten materializar las uniones, reforzar las zonas donde se dan los máximos esfuerzos y lograr una construcción monolítica con una adecuada continuidad estructural. Este monolitismo le permita cumplir con los criterios de rigidez, resistencia y estabilidad, frente a todo tipo de solicitaciones. Las mallas son acero galvanizado y trefilado, de diámetro 2,4 mm y son fijadas a los paneles mediante ataduras con alambres del mismo material o grapas.

Las mallas que se utilizan son angulares, planas, perfilada U y mallas enteras. Por lo general tienen un largo de 1,20 m y ancho variable según el tipo (Figura 9 y 10).

Malla Angular: se utiliza para las uniones de paneles que forman un ángulo de 90° . Las dimensiones variables rondan entre los 15cm y 25cm según en fabricante



Malla plana: se usa para reforzar los vértices de los vanos (45°), reconstrucción de mallas cortadas, empalmes de paneles.

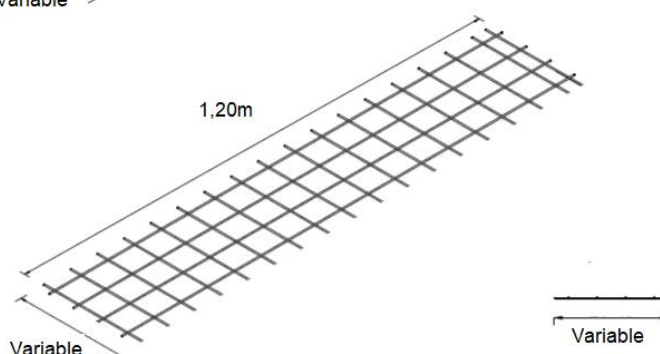
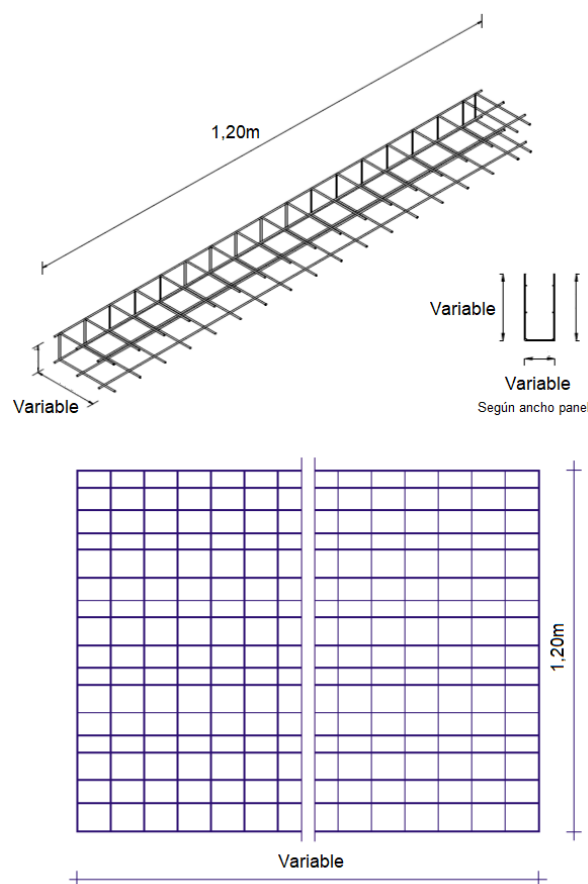


Figura 9 – Detalle malla angular y malla plana

Malla U: se usa en todos los bordes de los paneles, en puertas, ventanas, de allí que su espesor es variable según el espesor del panel.



Malla entera: se usa para reconstrucción de paneles cortados, paneles curvos, entre otras.

Figura 10 – Detalle malla U y entera.

Mortero estructural.

Este es el componente que le aporta la resistencia adecuada al conjunto para que se comporte monólicamente, ya sea como muro portante o como cerramiento no estructural. Por ello debe tener las cualidades de un hormigón, pero con la diferencia que no tiene agregado grueso. Los materiales que lo componen son cemento, arena fina y gruesa, agua, aditivo reductor de agua (plastificante) y fibras de polipropileno. La resistencia mínima a la compresión de este mortero es $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$.

La dosificación de este mortero se establece generalmente por volumen, donde la relación cemento: arena es de 1:3. El agua se debe dosificar para que por cada kg de cemento haya 0.45 litros de agua, incluyendo la que aporta la arena.

Además, se le agrega un aditivo plastificante, también, se le puede poner hidrófugo (para cara exterior) y fibras de polipropileno. Los aditivos se deben diluir en agua y luego incorporarlos en la hormigonera. El contenido de fibras por m^3 de mortero es de 0.6 kg. En la siguiente Tabla 1 se presentan las dosificaciones del mortero.

Tabla 1 - Dosificación del mortero estructural

| DOSIFICACION DE MORTERO ESTRUCTURAL | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| | HORMIGONERA 400lts | HORMIGONERA 90 lts | HORMIGONERA 180 lts | Hormigonera chica |
| CEMENTO | 2 bolsas | 3 baldes | 6 baldes | 2 baldes |
| ARENA GRUESA | 32 baldes | 8 baldes | 16 baldes | 5 baldes |
| ARENA FINA | 12 baldes | 3 baldes | 6 baldes | 2 baldes |
| ADITIVO SIKAMENT * | 8 medidas | 2 medidas | 4 medidas | 1,5 medidas |
| FIBRA | 4 medidas | 1 medida | 2 medida | 1 medida |
| AGUA (Según humedad aridos) | 5/7 baldes | 1 a 2 baldes | 2 a 3,5 baldes | 0,5 a 1,2 baldes |
| HIDROFUGO | 12% del contenido de agua | | | |

* 1 medida = 175 ml

| |
|---|
| Hidrofugo para caras exteriores 3 baldes en 200 litros de agua |
|---|

El resultado de esta dosificación es un mortero de elevada resistencia y plasticidad, con un asentamiento bajo (máximo 5 cm con el cono Abrams). Estas dosificaciones pueden variar según el equipo de proyectado, las condiciones climáticas, entre otros factores, siempre y cuando se cumplan los requisitos de resistencia y se mantenga la relación agua-cemento.

Revestimiento exterior.

Este sistema no presenta ningún impedimento en relación a la colocación de algún tipo de revestimiento en particular, por lo que se pueden lograr diversas terminaciones, ya sea en interiores o exteriores.

En este capítulo se describen las generalidades del proyecto y la secuencia constructiva para la ejecución de un dúplex.

Capítulo 3

Ejecución del proyecto.

Generalidades del proyecto

El proyecto de Housing de Miradores 2 consiste en el desarrollo de un barrio cerrado con 145 dúplex de diferentes tipologías (Anexo 1). Además, incluye un salón de usos múltiples (Club House) y una cabina de vigilancia al ingreso. Todos estos elementos del proyecto se están construyendo con el sistema Emmedue.

El proyecto total se encuentra dividido en 5 etapas (Figura 11). Actualmente se está llevando a cabo la primera etapa, que consta de 31 dúplex (4 de una habitación, 2 de dos habitaciones y 25 de tres habitaciones). De estas unidades, cuatro ya se encuentran terminadas, 2 de la tipología de una habitación y 2 de la tipología de tres habitaciones, utilizadas como modelos para exhibir al público.

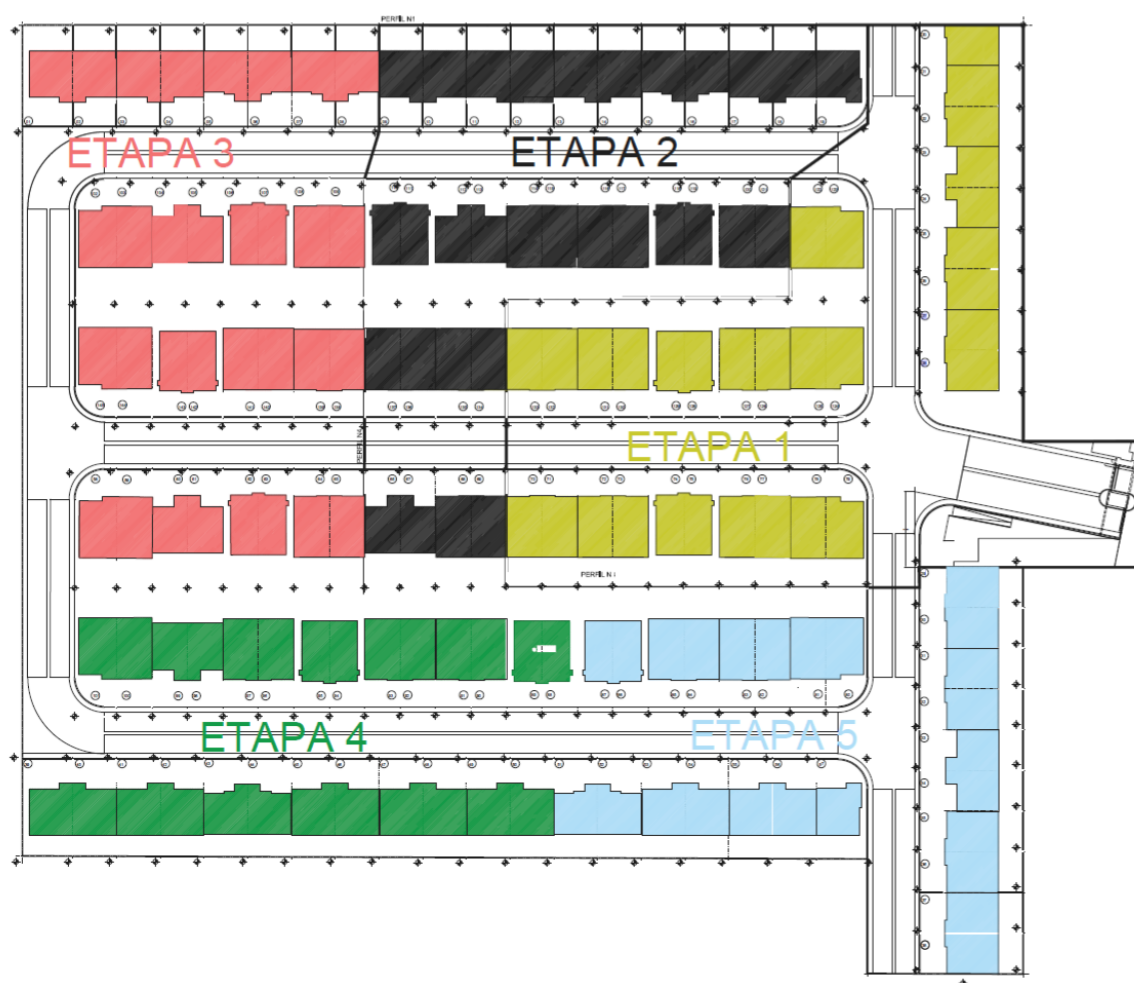


Figura 11 – Planimetría general de Housing de Miradores II, etapas.

A continuación, la Tabla 2 muestra la secuencia constructiva seguida para cada dúplex. El orden de algunos ítems de esta secuencia puede ser modificado con el fin de evitar tiempos muertos. Entre los puntos que no se pueden alterar, en relación con el orden de ejecución, se encuentran los ítems 4, 5, 6 y 8 debido al carácter estructural que tienen los muros en los dúplex.

| Secuencia constructiva Housing Miradores II | |
|---|--|
| Item | Tareas |
| 1-Trabajos preliminares | Limpieza del terreno. Obrador y almacenaje de materiales. |
| 2-Movimiento de suelo | Excavación. Compactación del suelo de fundación. Mejoramiento del suelo de fundación con 0-20. |
| 3-Fundación | Replanteo de los bordes de platea. Armado de platea. Hormigonado de platea. |
| 4-Panelizado planta baja | Replanteo de paneles en la platea (anclajes). Montaje de los paneles muros y mallas de refuerzo. Montaje de los paneles losa y mallas de refuerzo. |
| 5-Instalaciones en planta baja | Instalaciones de agua fría y caliente. Instalación de desagües pluviales y cloacas. Instalaciones de gas. Instalaciones eléctricas. |
| 6-Proyectado de planta baja | Revoque interior. Revoque exterior. Revoque cielorraso. |
| 7-Contrapiso planta baja | Pintura asfáltica sobre platea Piedra granza Hormigón pobre y nivelado final. |
| 8-Losa de planta baja | Disposición de mallas de refuerzo y armaduras. Encofrado y apuntalado. Armado de viga. Llenado. |
| 9-Panelizado de planta alta | Idem punto 4- |
| 10-Losa radiante planta baja | Disposición del sistema de cañerías. |
| 11-Carpeta de nivelación planta baja | Hormigón pobre y nivelado final. |
| 12-Instalaciones en planta alta | Idem punto 5- |
| 13-Proyectado planta alta | Idem punto 6- |
| 14-Contrapiso planta alta | Idem punto 7- , pero con Hormigón alivianado. |
| 15-Losa de azotea | Idem punto 8- |
| 16-Losa radiante planta alta | Idem punto 10- |
| 17-Carpeta de nivelación planta alta | Idem punto 11- |
| 18-Cubierta | Impermeabilización. Hormigón de pendiente. Impermeabilización final y resolución de juntas. |
| 19-Colocación de tanques | Colocación tanque para consumo sanitario. Termotanque solar. |
| 20-Detalles finales | Yeso y revestimiento plástico exterior. Pisos y revestimientos interiores. Pintura asfáltica sobre platea. |
| 21-Obras exteriores. | Verja, asador, cerco perimetral, pérgola galería y cochera, pintura pérgola, vereda de ingreso |

Tabla 2 – Secuencia constructiva para un dúplex.

Cabe destacar que, al momento de comenzar la práctica, la obra se encontraba con un cierto porcentaje de avance. En general, se estaba terminando el ítem 5 y 6 de la Tabla 2. De igual manera, ya cumplidas las 200 hs de prácticas, la obra se encontraba por los ítems 13 y 14 de la Tabla 2.

En cuanto a la construcción de los dúplex, como ya se mencionó anteriormente, 4 ya se encuentran terminados. De los restantes, Grupo Edisur SA está construyendo 10 unidades, y subcontrató la construcción de los 17 faltantes a la empresa Ingav SA (Figura 12). Durante el periodo de prácticas, ambas empresas ya tenían iniciadas las tareas de todos los dúplex, con distintos porcentajes de avances.

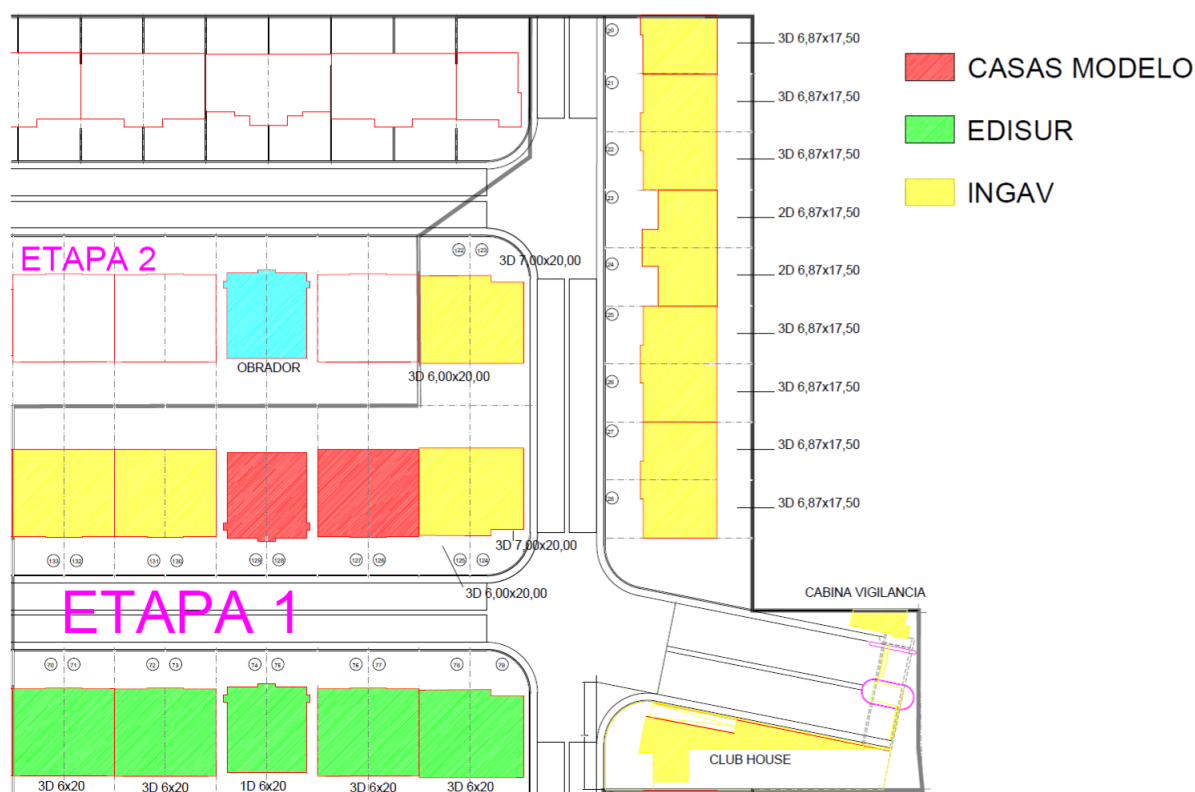


Figura 12 – Planimetría etapa 1, empresas constructoras.

Los ítems que no se pudieron observar serán igualmente descriptos. Esto fue posible gracias a la ayuda de la documentación técnica y a la ayuda del tutor externo.

Secuencia constructiva

Trabajos preliminares y movimiento de suelo.

En esta etapa se realizó la limpieza del terreno, se cerró la obra con un cerco perimetral. Luego se dispuso el obrador en un lugar estratégico (Figura 12) para que se permita llegar a todos los puntos de la obra de manera cómoda y sin inconvenientes.

Haciendo hincapié en el obrador (Figura 13), este cuenta con un ingreso con su respectiva cabina de vigilancia, la oficina técnica, el depósito de materiales y

herramientas de valor (pañol). Además, cuenta con un depósito de materiales secundario, el banco de doblado de hierros. En este sitio también se encuentran los vestuarios, el comedor, los baños para los operarios y los estacionamientos.

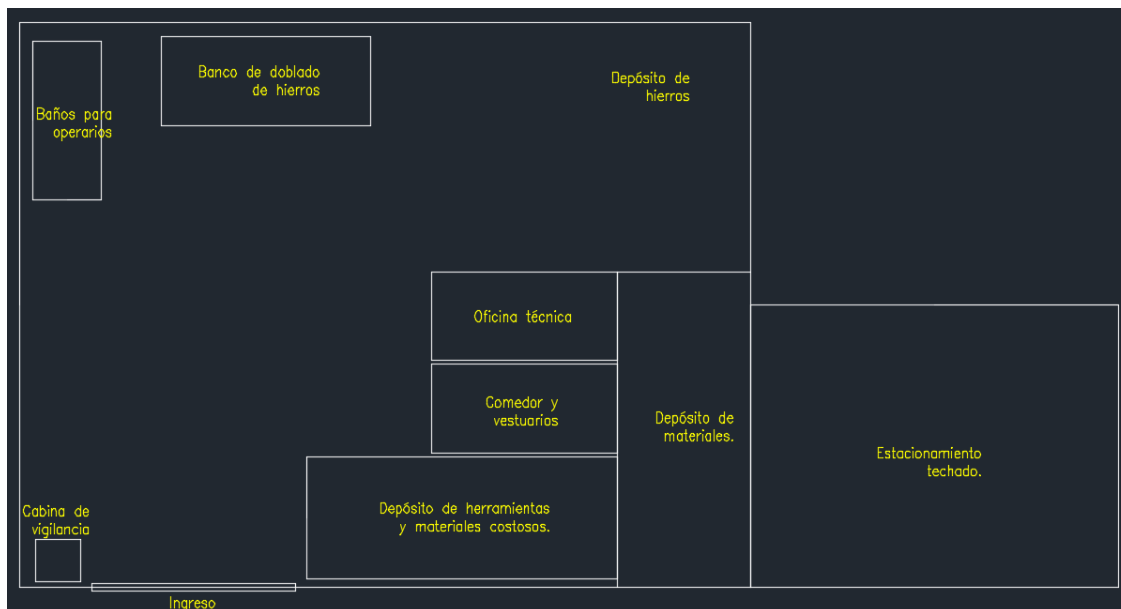


Figura 13 – Planimetría obrador.

También se realizaron todas las obras necesarias para proveer de servicios al lugar. Se instaló el tendido eléctrico, se realizó la red de agua potable, desagües cloacales y gas. La remoción del suelo vegetal y el agregado de suelo mejorado 0-20 se realizó con un minicargador, tipo Bobcat. La compactación se realizó con pata de cabra y rodillo vibrocompactador.

Fundación.

La fundación elegida para este proyecto fue platea de hormigón armado. Estas son recomendables cuando se realizan sistemas de viviendas masivas con muros portantes ya que se ahorra tiempo de ejecución, en comparación con otros sistemas de fundación. Además, ofrece una buena solución cuando se tiene que fundar en suelos de baja resistencia.

Para esta obra en particular, se decidió hacer una platea que sirve de sistema fundación a dos casas apareadas.

El primer paso en la ejecución de la platea consiste en el replanteo de las mismas y el movimiento de suelo correspondiente. Una vez delimitada la zona en donde se debe realizar la fundación, se retiró el suelo vegetal, para luego aportar material 0-20 en 3 capas de 15cm, alcanzando un espesor aproximado de 40 cm y se lo compactó a un 95% del proctor estándar. Finalmente se dejó el terreno nivelado y listos para replantear el perfil de la platea. El espesor de esta es de 18

cm. La misma cuenta con mallas de acero AND-420 de $\varnothing = 6$ mm cada 15x15. Luego de armada la platea se la encofró y se la lleno con hormigón H-21.

Dentro de la platea se dejaron caños de desagüe para que en el caso que haya alguna perdida de agua de la casa, no penetre la fundación y que escurra para los desagües pluviales, tal como muestra en la Figura 14.



Figura 14 – Llenado de platea, caños de desagüe.

Estructura y panelizado de planta baja.

Esta tarea comenzó con el replanteo de los muros sobre la platea y la disposición de barras de anclaje (pinchotes) de $\varnothing = 6$ mm, para luego montar los paneles (Figura 15). Estos se dispusieron cada 30 cm aproximadamente, y se clavaron en la platea 10 cm.



Luis Simón Castro Figura 15 – Disposición de barras de anclaje.

Una vez finalizada esta etapa, se procedió a la colocación de los paneles (Figura 16) y su correcto amarre. En el caso de tener que realizar algún recorte sobre los paneles, se realiza previamente con sierras o amoladora.



Figura 16 – Montaje panel en planta baja.

Una vez dispuestos, se aplomaron los paneles y se escuadraron los ambientes, para luego realizar su apuntalamiento con alambre o puntales. Es muy importante realizar una correcta verticalización y el control de las escuadras, ya que de esto depende la eficiencia del sistema en cuanto al gasto de mortero. Errores en estos puntos se traduce en mayores volúmenes de montero en los muros. En este sentido, el correcto apuntalamiento a $2/3$ de la altura del panel es imprescindible para que estos no pierdan el plomo y escuadra, ya que, al ser paneles livianos, se mueven con facilidad.

Finalmente, se vincularon los paneles con ataduras de alambre y se dispusieron las mallas de refuerzo en equinas, bordes de losas, esquinas de aberturas, uniones entre paneles con el fin de lograr monolitismo. En esta etapa también se incluye el panelizado de la losa de planta baja.

Instalaciones planta baja.

Los dúplex cuentan con instalación de agua fría y caliente, gas, desagües pluviales y cloacales e instalación electricidad, cada una de ellas realizada por personal especializado. Algunas de estas instalaciones se dispusieron por piso y otras por pared. Una de las ventajas del sistema, radica en el tendido de las instalaciones por pared ya que las canaletas se realizan con una pistola de calor. A

diferencia del sistema constructivo tradicional, en el cual primero se tiene que terminar el muro para luego picar para extender las instalaciones. La complejidad del procedimiento de canalizado se refleja en la presencia de la malla de acero. No obstante, para la colocación de ciertas cañerías no fue necesario el recorte de la malla, pero en otras sí. En los casos en los que se requirió cortarla, luego se repuso una malla de refuerzo. Una vez finalizados los trabajos, se realizaron las pruebas correspondientes para descartar perdidas, cañerías tapadas y cualquier tipo de inconveniente.

En la Figura 17 se pueden observar la disposición de las instalaciones para la caldera.



Figura 17 - Instalaciones sobre panel Emmedue.

Proyectado de mortero en paneles de planta baja.

Como todos los muros son portantes, es condición necesaria tener toda la planta baja con el mortero estructural proyectado sobre los paneles, para luego pasar a trabajar en planta alta.

El proyectado puede hacerse de diferentes formas (Figura 18):

1. Sistema de proyección discontinua.
2. Máquina de proyección continua por vía húmeda.
3. Máquina de proyección continua por vía seca.

SISTEMAS DE PROYECCIÓN DISPONIBLES



Figura 18 – Maquinarias para la proyección de mortero.

Para este desarrollo en particular y en planta baja, se utilizó el sistema de proyección discontinua, mediante un compresor de aire y palas de proyectado.

Un aspecto a tener en cuenta en esta etapa es la ubicación del compresor en la obra, ya que debe permitir poder proyectar todas las partes de la casa. En la Figura 19 se puede muestra el espacio provisorio destinado para el compresor. Además, por tratarse de una herramienta eléctrica debe tener una correcta instalación que cumpla con todas las normas de higiene y seguridad.



Figura 19 – Estación de trabajo provisoria.

Antes de empezar el proyectado en sí, se realizó un control de la disposición de las instalaciones.

El proyectado se realizó en dos capas. Los manuales técnicos recomiendan la proyección en dos capas de mortero de 1,5 cm, obteniendo una carga final por cara de muro de 3 cm. En obra esto muchas veces no se cumple ya que depende mucho de la capacidad del operario que realiza la tarea, de la dosificación del mortero, del clima, de la verticalidad de los paneles, entre otras circunstancias.

Realizada la primera capa, es posible la colocación de los contramarcos de las aberturas. Para la segunda capa, como se puede observar en la Figura 20, se hicieron fajas con bolines, dejando así el muro terminado y a plomo.

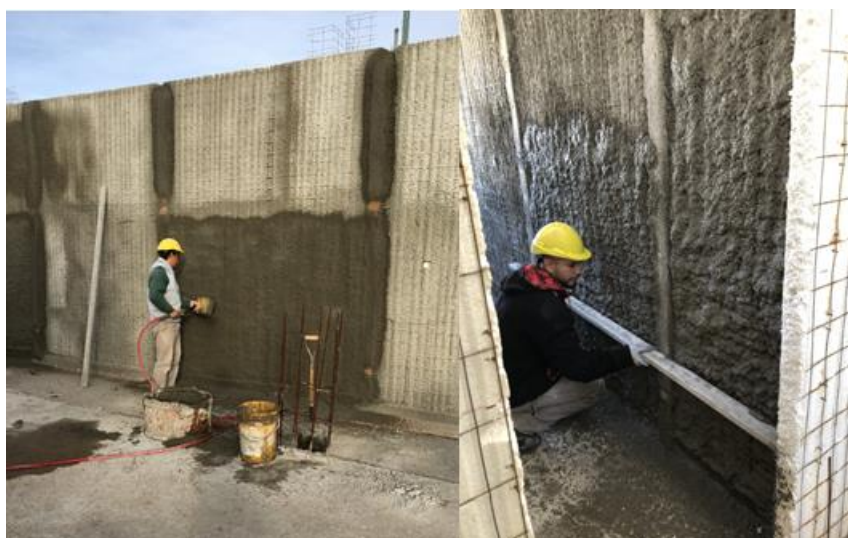


Figura 20 – Proyectado de mortero estructural sobre planta baja.

Es muy importante la correcta ejecución del proyectado, no solo porque la capacidad portante de los muros depende de esto, sino también por el nivel de terminación que se le da al muro, pudiendo este quedar con la última mano del proyectado y ser pintado, sin revestimiento exterior.

Contrapiso planta baja.

La ejecución del contrapiso se realizó una vez terminada la colocación de los paneles e instalaciones, ya que este va a tapar las cañerías que vayan por la platea de fundación.

Esta carpeta consta de:

1. Capa de pintura asfáltica.
2. Capa de piedra granza.
3. Geomembrana (mediasombra).
4. Carpeta de Hormigón de baja resistencia.

El hormigón de baja resistencia se realizó en obra, por una maquina mezcladora que también bombeó la mezcla hasta el lugar. La dosificación que se usó fue 1-7, uno de cemento y siete de arena gruesa. Por cuestiones de costos, es posible reemplazar parte de la arena gruesa por escombros en el caso que tener en obra.

Para finalizar la preparación del contrapiso, un operario especializado fue regleando y fratasando la mezcla hasta dejarlo a nivel (Figura 21). Aquí se usó el nivel laser para marcar la cota del lomo del contrapiso.



Figura 21 – Ejecución de contrapiso en planta baja.

Losa de planta baja

En este sistema constructivo, el armado de la losa se puede realizar previo a la construcción del contrapiso o posterior a la ejecución del mismo.

En este caso, el armado de las losas se realizó una vez terminado el contrapiso, sirviendo de apoyo para el apuntalamiento empleado en la ejecución de la losa sobre planta baja. Esto es una ventaja ya que, si se apuntala sobre la platea, las instalaciones están a la vista y con el tránsito propio de la obra, pueden resultar dañadas.

Para las losas, se usaron los mismos paneles que para los muros estructurales, con los refuerzos correspondientes según el cálculo estructural (Figura 22). Además, se posicionó la armadura de la viga estructural, se dejaron los pases para las instalaciones, y se replantearon y se colocaron los paneles correspondientes a los muros de planta alta hasta una altura de 1,10 m ya que no se puede perforar la losa una vez que el hormigón haya fraguado. La capa de compresión prevista para las losas es de 5cm.



Figura 22 – Armado de losa, refuerzos estructurales.

De manera simultánea se armaron y se encofraron las escaleras, para poder hormigonarlas en el mismo momento que las losas.

Una vez controlado el armado de todos los elementos estructurales, junto con el encofrado y el apuntalamiento (Figura 23), se procedió al hormigonado de las losas y escaleras con hormigón elaborado H-21. El asentamiento máximo de 15 cm fue verificado mediante el cono de Abrams. La empresa proveedora de hormigón elaborado, junto con el alquiler de la bomba fue Holcim S.A.



Figura 23 – Apuntalamiento losa de planta baja.

Panelizado primer piso.

Esta tarea no difiere de la realizada en planta baja. La diferencia fundamental, radica en que los materiales a utilizar debieron ser izados, para lo cual se tuvieron que implementar medidas de seguridad inherentes al trabajo en altura. Esta situación trajo como consecuencia una reducción en el rendimiento de las tareas.

El proceso de panelizado del primer piso finalizó con la colocación de todos los paneles de planta alta, incluyendo los de la losa de planta alta, con sus respectivas vinculaciones y mallas de refuerzo.

Losa radiante planta baja.

Este ítem se realizó una vez desapuntalada la losa de planta baja (Figura 24). Sobre el contrapiso se llevó a cabo a disposición de las cañerías del sistema de calefacción por losa radiante, ejecutado por personal especializado

Además, se dejaron las cañerías en espera para realizar la conexión con el sistema de calefacción en planta alta.



Figura 24 – Detalle losa radiante planta baja.

Carpeta de nivelación en planta baja

Una vez dispuesta la instalación de las cañerías de la losa radiante, se realizó la carpeta de nivelación, de 8cm de espesor, sobre la que se dispone el solado.

En la ejecución de la carpeta se utilizó una mezcla similar a la que se usó para el contrapiso, donde la dosificación fue de 1-7, uno de cemento y siete de arena gruesa. La maquinaria utilizada y la forma de ejecución fue la misma que para el contrapiso.

Instalaciones en planta alta.

La ejecución de las instalaciones en planta alta sigue los mismos lineamientos que en planta baja. Las cañerías se conectaron entre ambas plantas a través de pases previstos en las losas y muros, según corresponda.

Proyectado de mortero en paneles de planta alta.

La proyección de mortero estructural sobre los muros se realizó de manera similar a la planta baja, con la diferencia que se necesitó realizar el izaje de los materiales y la disposición de andamios para poder realizar el trabajo de manera segura (Figura 25). Esto provocó la caída del rendimiento de la tarea con respecto al de planta baja.



Figura 25 – Proyectado de mortero en planta alta, andamios e izaje de materiales.

Para poder mejorar el rendimiento de este ítem en el primer piso, se decidió proyectar con dos métodos diferentes:

1. Sistema de proyección discontinua.
2. Sistema de proyección continua por vía húmeda.

El sistema N° 1 es el ya descrito en la etapa de proyección de planta baja.

El sistema N° 2 consta de una máquina, Turbosol, que es la encargada de bombear continuamente la mezcla a través de mangueras a presión. Con esto se evitó el izaje de materiales a la planta alta y permitió una proyección continua del mortero.

Para que esta máquina funcione de manera correcta, se debió preparar una mezcla más fluida, manteniendo la relación agua cemento, en la cual se reemplazó parte de la arena por cemento, incrementando el costo del mortero.

Con estos dos frentes de ataque para el proyectado, se logró mejorar los rendimientos, sin igualar a los de la planta baja, ya que la máquina Turbosol necesita ciertos cuidados que generan tiempos muertos.

Losa de azotea.

Una vez finalizada la proyección del mortero sobre los paneles del primer piso, se continuó con el encofrado y armado de la losa sobre planta alta, de forma similar a la ejecución de la losa de planta baja. La principal diferencia entre ambas plantas radica en que en planta alta no se dispone la viga de refuerzo, por lo que la secuencia constructiva es más rápida.

Contrapiso primer piso.

El procedimiento constructivo para realizar este ítem fue similar al de planta baja, con la diferencia en la dosificación de la mezcla. Para este caso se usó una mezcla alivianada con cemento, arena gruesa y perlas de poliestireno. Estas perlas ocupan el 80% del volumen de la mezcla, reduciendo el peso de la mezcla en un 50 %. Esto permite reducir la carga sobre la estructura de planta baja.

Losa radiante planta alta.

Una vez desapuntalada la losa sobre planta alta y habiendo finalizado el contrapiso, se continuó con la disposición de las cañerías del sistema de calefacción por losa radiante, según el detalle que se muestra en la Figura 26, conectándolas con las cañerías en espera provenientes de planta baja. Con esto queda finalizado el sistema de calefacción.

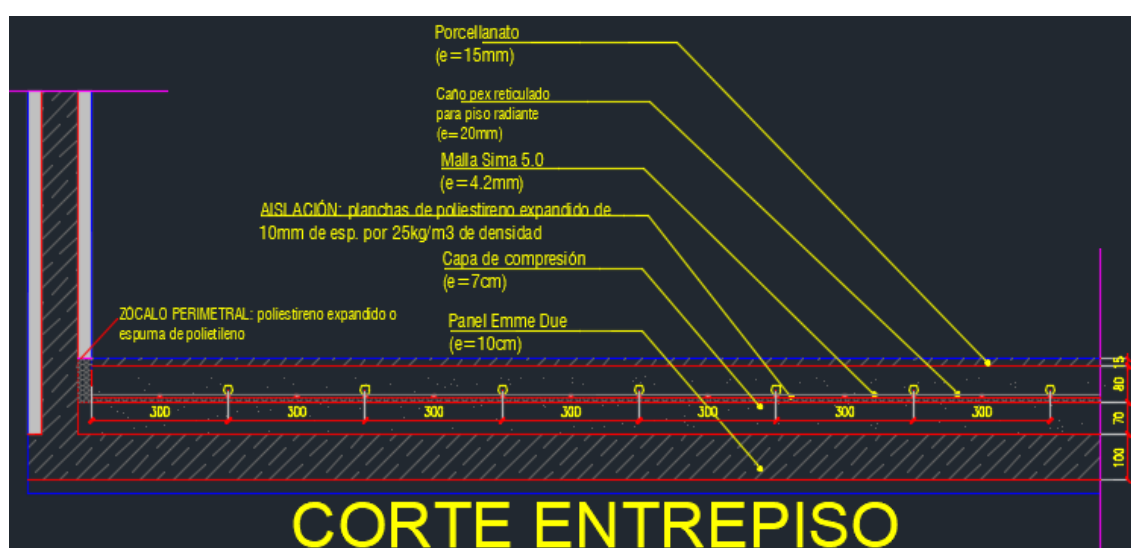


Figura 26 – Detalle losa radiante planta alta.

Carpeta de nivelación de planta alta.

La secuencia constructiva para este ítem fue igual al de la carpeta de nivelación de planta baja.

Cubierta

Una vez realizada la losa sobre planta alta, se continuó con la realización de la cubierta según el detalle que se muestra en la Figura 27.

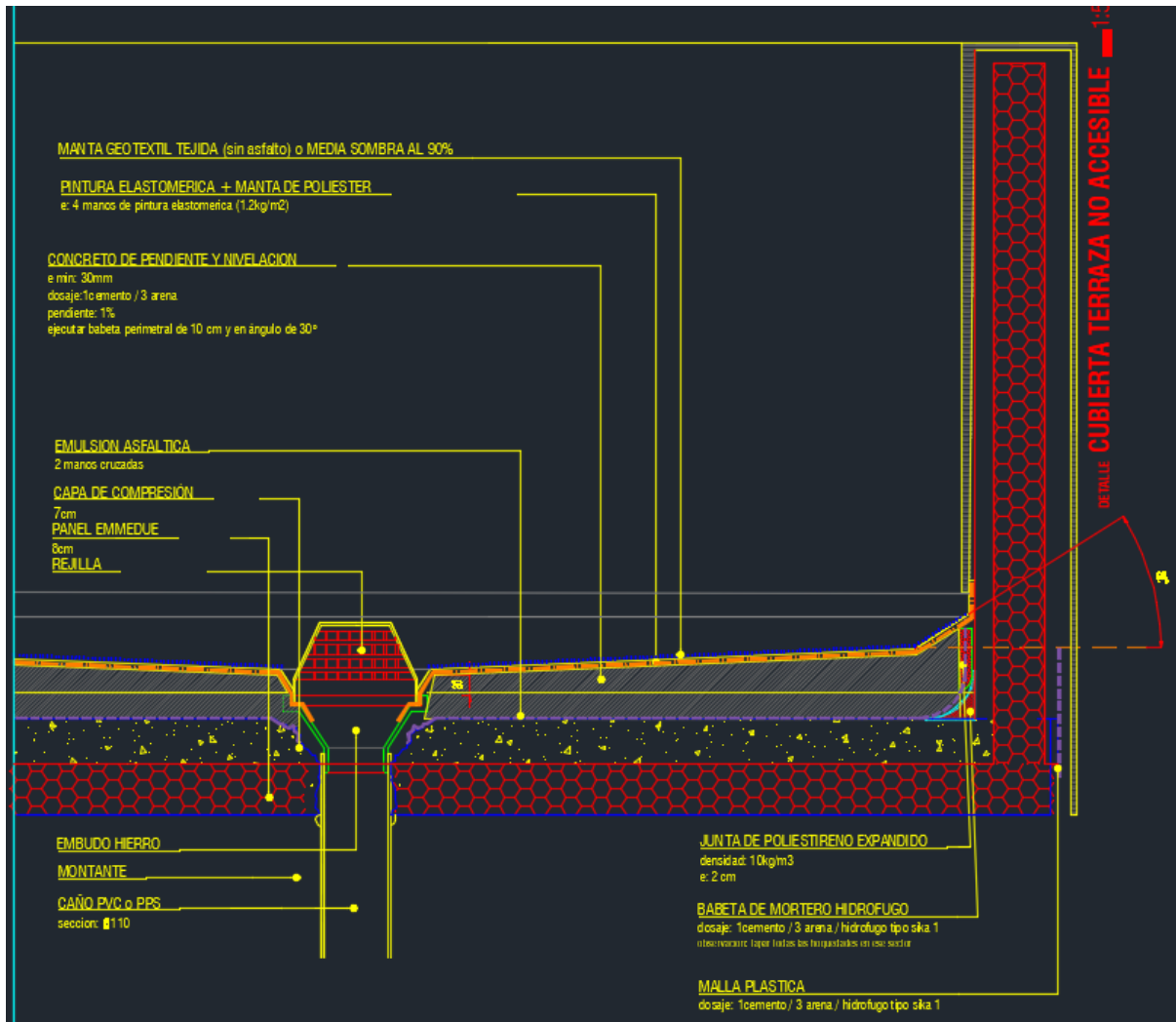


Figura 27 – detalle cubierta de techo.

Tanque de reserva de agua.

Los dúplex cuentan con un tanque para reserva y provisión de agua fría y además un termotanque solar para consumo sanitario de agua caliente.

Los tanques que se disponen en los dúplex son de polipropileno tricapa, con una capacidad de 1100 litros.

En cuanto a los termotanques solares, los dúplex de 2 y 3 dormitorios cuentan con uno de 200 litros de capacidad, mientras que los dúplex de 1 habitación cuentan con un termotanque solar de 100 litros.

Detalles finales

Para las terminaciones de los dúplex se emplearon los siguientes materiales:

- a. Yeso y revestimiento plástico exterior (ejecutado por yeseros especializados).

El revestimiento que se utiliza para exterior es texturado Travertino Medio Rulato tal como muestra la Figura 28, en diferentes colores.

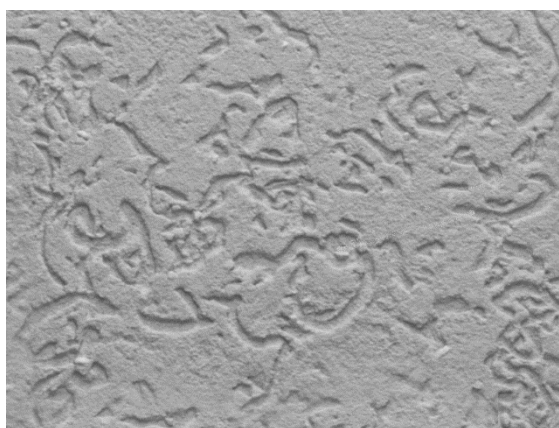


Figura 28 – Detalle textura de revestimiento exterior.

- b. Pisos y revestimientos.

En los dúplex se utilizan diferentes tipos de pisos y revestimientos según el ambiente.

- Cochera: adoquín cribado vibropresado 38x38x8cm.
- Vereda de ingreso: hormigón cepillado.
- Ingreso: baldosa cerámica 50x50cm.
- Baños: baldosa cerámica 30x45cm y revestimiento cerámico h=90cm

-Cocina: baldosa de porcellanato 60x60cm y revestimiento con porcellanato h=1.50m

-Living Comedor: baldosa de porcellanato 60x60cm y zócalo de madera h=10cm pintado blanco.

-Habitaciones: baldosa de porcellanato 60x60cm y zócalo de madera h=10cm pintado blanco.

-Escalera: baldosa de Porcellanato.

c. Pinturas

Las pinturas que se utilizan son de tipo Látex, en diferentes tonalidades según el diseño arquitectónico.

d. Cielorraso

En cada dúplex, los tipos de cielorraso que se disponen son:

-En interiores: Aplicado de revoque grueso más yeso y pintura látex interior con buña perimetral.

-En exteriores: Aplicado de revoque grueso, revoque fino y pintura látex exterior con buña perimetral.

-En el alero de ingreso: Cielorraso suspendido de Durlock con junta tomada.

Se muestra un detalle constructivo de fachada con las distintas terminaciones especificadas (Figura 29).

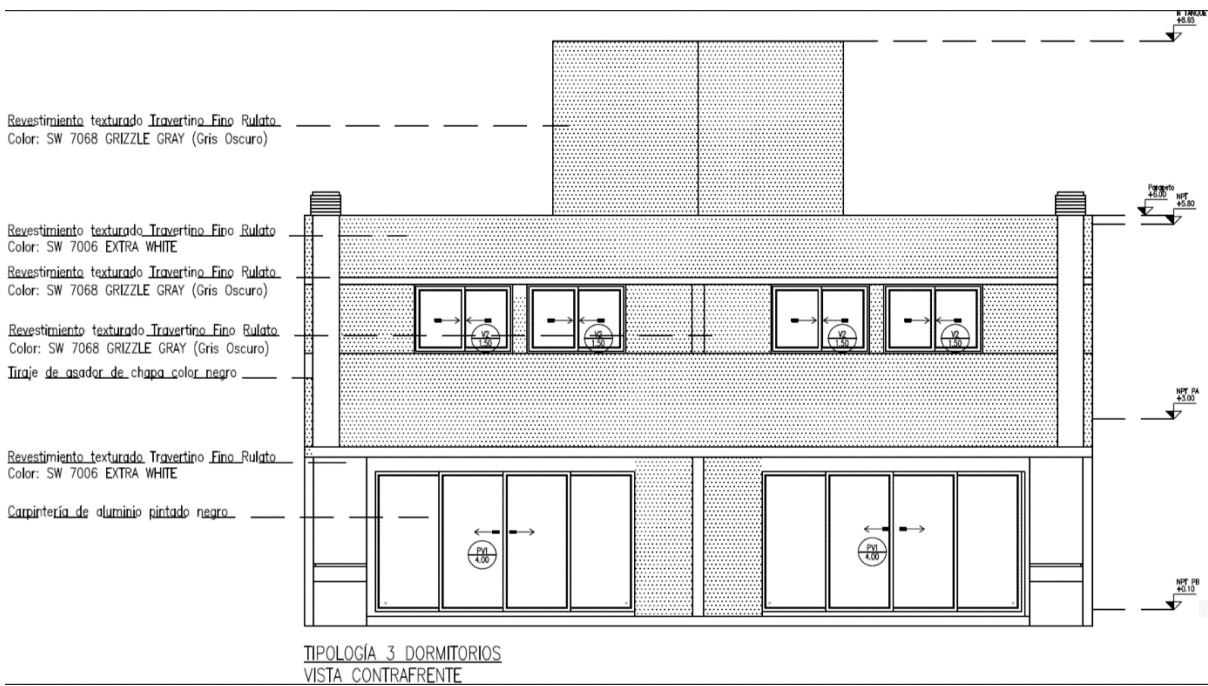


Figura 29 – Terminaciones en fachadas frontal y trasera, dúplex 3 dormitorios.

Obras exteriores

En forma simultánea con construcción de las unidades, se deben realizar las siguientes obras exteriores.

- Verja
- Asador
- Conducto de ventilación asador
- Cercos perimetral
- Pérgola galería y cochera, cubierta y cielorraso
- Pintura en pérgolas
- Vereda de ingreso peatonal
- Huella de auto.

Estas tareas muchas veces se realizaron en tiempos muertos, donde se optó por realizar estas obras y así mantener ocupado a los operarios.

A modo de ilustración se presenta la Figura 30 que contiene una imagen renderizada de un dúplex terminado. Además, se muestra en la Figura 31 una fotografía de las casas modelos.



Figura 30 – Modelo renderizado, dúplex de 3 dormitorios.



Figura 31 – Fotografía de los dúplex modelos.

En este capítulo se describen algunos problemas surgidos en la ejecución de los dúplex, y las soluciones tomadas.

Capítulo 4

Situaciones problemáticas en la construcción.

Durante el periodo que el pasante estuvo en obra, se observaron una serie de inconvenientes o malas ejecuciones inherentes a este sistema constructivo. Resulta conveniente describir los problemas que se presentaron ya que una de las funciones a desempeñar por el pasante fue la optimización de las tareas y proponer posibles soluciones a los problemas cotidianos, siempre bajo la supervisión del tutor externo, Ing Nicolás Bernardi, jefe de obra de Housing de Miradores II.

En términos generales, se puede decir que muchos de los problemas que surgieron en la obra son producto de la inexperiencia de algunos operarios en el uso del sistema Emmedue. Esto es así ya que, culturalmente, en nuestro país se acostumbra a construir con el sistema constructivo tradicional.

Los principales problemas observados en la obra fueron:

1. Errores en replanteo de ejes sobre piso y paredes.
2. Incorrecto anclaje y amarre de los paneles.
3. Proyecto defectuoso del mortero.

A raíz de estos problemas, surgen otros inconvenientes tales como:

- Ambientes de menores dimensiones.
- Paredes con excesos de mortero.
- Ambientes con falsa escuadra.
- Fisuras

A continuación, se describen los problemas detectados y las soluciones adoptadas.

1. Errores en replanteo de ejes sobre piso y muros.

Este problema resultó frecuente en varios dúplex. En muchos casos el error estuvo en adoptar como eje de replanteo a muros ya existentes que no estaban en escuadra ni verticales. Otras de las causas de errores tuvieron relación con la falta de demarcación de los ejes de replanteo. En esas circunstancias, el descuido del personal, en ciertas ocasiones, provocó que se tomaran como referencia otros ejes. Como consecuencia de esto, en algunos dúplex, algunos ambientes quedaron más chicos, aparecieron falsas escuadras, muros con una capa de mortero mayor a la que corresponde, etc.

En las Figuras 32 y 33 se puede observar que en uno de los dúplex hubo una diferencia de 4 cm en un muro común, siendo que ambos muros debían estar alineados.

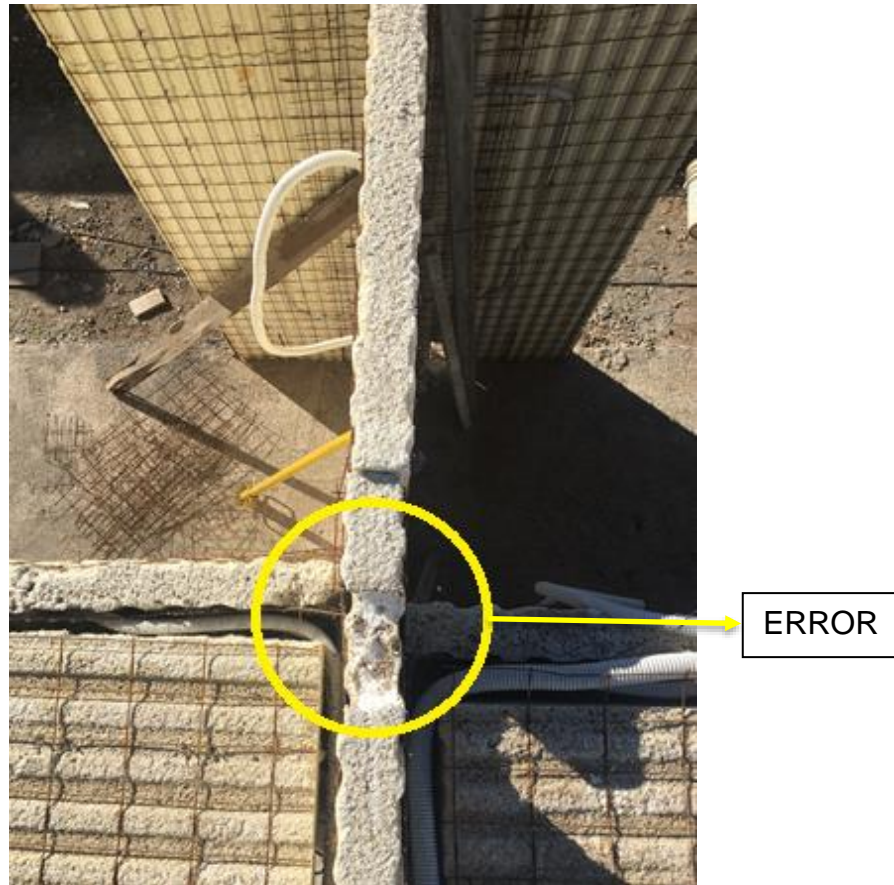


Figura 32 – Fotografía muro mal replanteado.

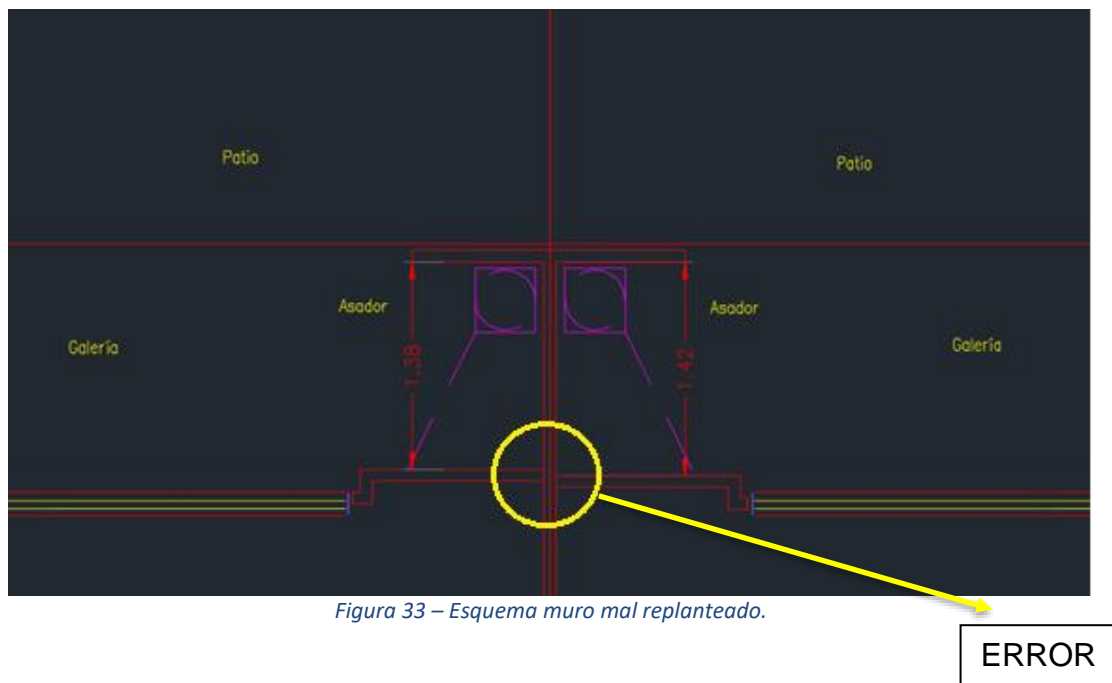


Figura 33 – Esquema muro mal replanteado.

Como solución a este problema en particular, se decidió demoler el muro que estaba desplazado 4 cm y construirlo nuevamente.

Además, se dio la orden de que en todos los dúplex se marquen los ejes de replanteo, tanto en el piso como en las paredes. Seguidamente, se hizo el control de estos, con los ejes principales de replanteo de la losa.

2. Incorrecto anclaje y amarre de los paneles.

En esta obra, se dispusieron correctamente los anclajes y amarres de los paneles, pero el corrimiento de estos se produjo debido al propio movimiento de la obra, movimiento de materiales, donde los anclajes muchas veces se soltaron, o los movían los operarios para realizar tareas con mayor comodidad, quedando los paneles liberados, perdiendo la verticalidad y la escuadra. Otro factor que influyó en el corrimiento de los paneles fue el viento. Esta situación obligó a realizar correcciones a futuro en el proyectado de mortero, que terminan con un mayor consumo de mortero o quedando paredes defectuosas. Muchas veces se debieron picar paredes para corregir estos problemas.

Una práctica de gran importancia, incluida en los manuales de ejecución de este material, indica que antes de montar los paneles, primero se deben controlar el replanteo de las escuadras. Luego montar los paneles y con la ayuda de reglas, puntales, y nivel vertical, dejar los paneles en posición vertical. Una vez hecho esto, fijar los anclajes y apuntalamiento.

Lo recomendable es ubicar los apuntalamientos a $2/3$ de la altura del panel tal como se puede observar en la Figura 34. Para muros esbeltos, que no posean arriostamiento lateral, es recomendable hacerlo a $1/3$ y $2/3$ de la altura del panel.

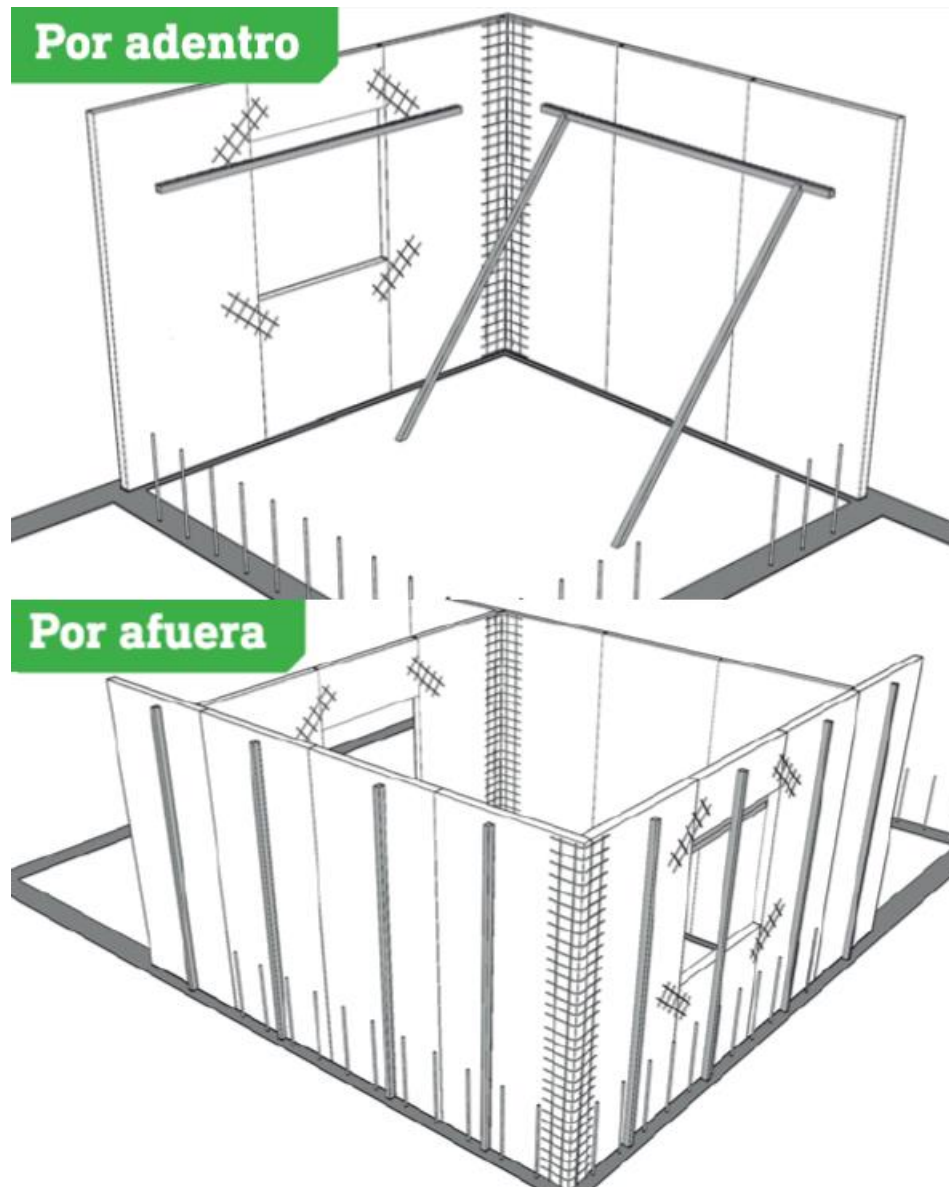


Figura 34 – Apuntalamiento paneles en el montaje.

3. Proyecto defectuoso del mortero.

Esta es una de las tareas de mayor importancia en la construcción de un muro con sistema Emmedue. Su correcta ejecución está sujeta a varios factores tales como:

- Verticalización del panel y escuadras de los ambientes.
- Dosificación del mortero.
- Correcto funcionamiento de la máquina de proyectado.
- Experiencia del operario.
- Clima.
- Correcta realización de las fajas maestras.

Debido a la cantidad de factores que condicionan esta tarea, hay mayores probabilidades de cometer algún error. El mayor inconveniente en esta obra fue la diferencia que hubo, en relación con la cantidad de mortero que carga ciertos muros. Luego de realizar estudios para encontrar la causa, se determinó que el principal motivo se corresponde con muros fuera de plomo y en muchos casos también a la inexperiencia del operario. Como solución a esto, se hicieron más frecuentes los controles en el montaje de los paneles para asegurar su correcto anclaje y amarre, verticalidad y escuadras de los ambientes. Además, se priorizó al ítem de proyectado de mortero como una tarea principal, donde se dio prioridad para asignarle la misma a los operarios más capacitados.

En la Figura 35, se muestra la forma correcta de ejecutar un muro con sistema Emmedue.

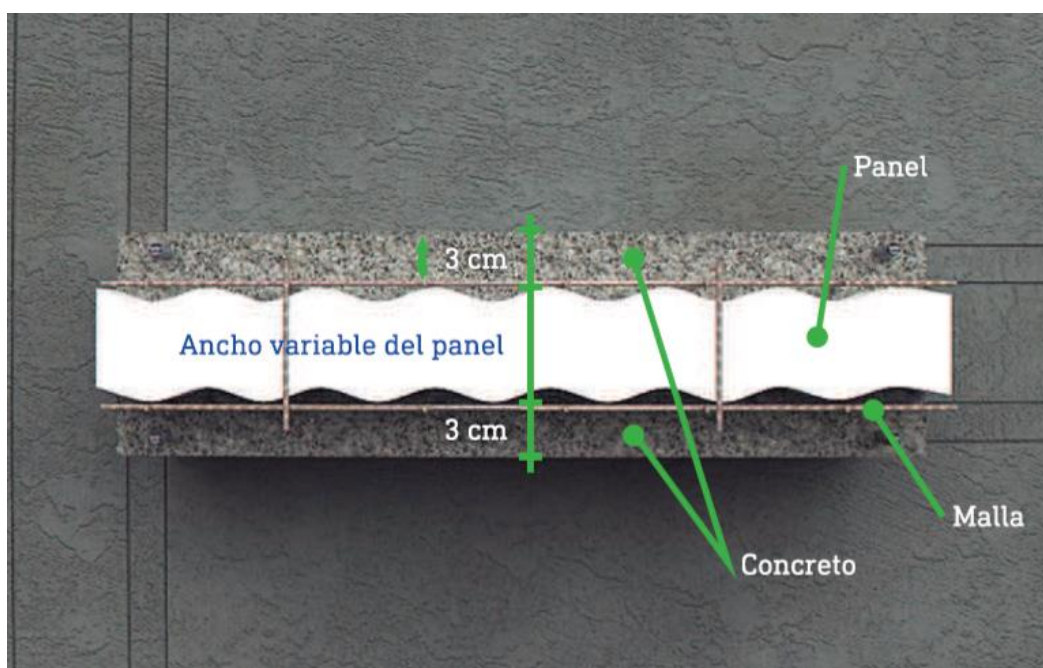


Figura 35 – Muro con sistema Emmedue ejecutado correctamente.

En este capítulo se presentan las ventajas del sistema constructivo Emmedue.

Capítulo 5

Ventajas del sistema constructivo Emmedue.

En este capítulo se exponen las ventajas del sistema Emmedue. A modo de resumen, se muestran en la Figura 36, las principales ventajas del sistema, para luego destacar las más relevantes.



Figura 36 – Ventajas sistema Emmedue.

Las ventajas que más se destacan de este sistema, focalizándose en construcciones en nuestro país, y más precisamente en Córdoba son:

- Aislación térmica.
- Ahorro energético.
- Rapidez de instalación.

Aislación térmica.

Esta es una de las cualidades más importante del sistema y es proporcionada por el núcleo de EPS (Poliestireno Expandido). Esto se debe a que los paneles de EPS tienen un coeficiente de transmisión térmica K menor que el que poseen los materiales que componen un muro en el sistema tradicional como se puede observar en la Tabla 3.

| Espesor panel (cm) | Espesor pared (cm) | Densidad EPS (Kg/m ³) | K (W/m ² °k) |
|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 4 | 10 | 11 | 0,9 |
| 6 | 12 | 11 | 0,64 |
| 8 | 14 | 11 | 0,49 |
| 10 | 16 | 11 | 0,4 |

| Cerramiento (descripción) | Espesor (cm) | K (W/m ² °K) |
|---|--------------|-------------------------|
| Hormigón armado | 27,5 | 2,51 |
| Ladrillo macizo común | 15 | 2,91 |
| Muro doble ladrillo común + cámara de aire 3 cm | 30,5 | 1,47 |
| Muro doble ladrillo macizo visto y ladrillo hueco 8cm + cámara de aire 3 cm | 25 | 1,85 |
| Muro doble ladrillo macizo visto y ladrillo hueco 12 cm + cámara de aire 3 cm | 30 | 2,11 |
| Bloques de hormigón 20*20*40 | 19 | 3 |

Tabla 3 - Valores del coeficiente de transmitancia térmica de muros ejecutados con sistema Emmedue, en comparación con otros sistemas constructivos.

Emmedue proporciona una buena aislación térmica tanto para climas fríos como para cálidos. Para lograr esta aislación, se tiene que acompañar al sistema con aberturas de buena calidad, para así evitar los puentes térmicos.

Ahorro energético.

Con este sistema constructivo se pueden lograr edificaciones de alta eficiencia energética. Esto es posible gracias a la continuidad de las paredes con núcleo de EPS, donde no se tienen puentes térmicos, y además por las canalizaciones aisladas en el interior de los paneles.

Si a esto se lo acompaña con adecuadas instalaciones se consiguen importantes ahorros de energía. Lo ideal para este sistema, es la utilización de termotanques solares, paneles solares para la generación de electricidad, donde con el aporte de cada uno de estos sistemas se obtienen los mayores porcentajes de ahorros energéticos.

En cuanto al proyecto a donde asistió el estudiante, los dúplex cuentan con termotanques solares, pero carecen de sistema de paneles solares para la generación de electricidad. Este punto podría mejorarse si se quisiera lograr un mayor ahorro energético.

Rapidez de instalación.

Este punto es muy importante, ya que permite tener construcciones en menor tiempo, comparado con el sistema tradicional. Esto es posible debido a la modulación que se puede alcanzar con los paneles.

De esta forma con Emmedue se pueden presentar soluciones altamente estandarizadas, con modulación de los ambientes según las medidas de los paneles, que permitan aumentar la velocidad de montaje y demás etapas constructivas.

Otro punto que hace eficiente el sistema en cuanto a tiempo es la realización de las instalaciones antes de realizar el proyectado del mortero, a diferencia con el sistema tradicional donde la pared se levanta, se revoca y luego se pica la canaleta por donde irán las instalaciones.

Además, otro ítem que agiliza la construcción es el proyectado con sus diferentes formas de ejecutarlo, donde a diferencia con el método tradicional el revoque se realiza a mano generalmente.

Es importante destacar que para poder aprovechar esta ventaja del sistema es necesario controlar y verificar la verticalidad, el alineamiento, las escuadras y dosificación de mezclas, evitando así errores futuros. En caso de haber desperfectos, este sistema tiene la ventaja adicional de que estos son fácilmente corregibles.

Otras ventajas.

Este sistema también tiene la ventaja de ser compatible con otros sistemas constructivos, tanto para edificaciones nuevas, como para remodelaciones. Además, es versátil en cuanto las formas arquitectónicas que se pueden lograr y a los tipos de acabados que se le puede dar.

Otra característica de este sistema es la resistencia al fuego, provista por el panel de EPS auto extinguido y además por las dos capas de montero que lo encierran, que evitan su combustión por un tiempo prudente.

En cuando a la limpieza y orden de la obra, este sistema tiene cierta ventaja con respecto al sistema tradicional, donde hay una disminución de la obra gris, ya que se usan menos mariales, para ejecutar 1m^2 de muro, comparado con el tradicional, generando menos desperdicios.

En la Figura 37 se muestra el interior de un dúplex ejecutado con sistema Emmedue. La Figura 38 muestra el interior de una obra ejecutada con sistema tradicional.



Figura 37 – Orden y limpieza obra con sistema Emmedue.



Figura 38 – Orden y limpieza obra con sistema constructivo tradicional.

En este capítulo se realiza un análisis del plan de avance y se presentan una serie de recomendaciones para optimizar los tiempos de ejecución de algunas tareas.

Capítulo 6

Análisis de los plazos de ejecución y recomendaciones para la optimización de tareas.

La primera etapa del proyecto de Housing de Miradores II comenzó a ejecutarse en mayo de 2018, donde se le asignó un plazo de obra de 14 meses. En marzo de 2019, cuando comienza el periodo de la Práctica Supervisada, la obra se encontraba con un avance del 30 % aproximadamente y el plan de avance (Anexo 2) indicaba que la obra debía tener un desarrollo próximo al 84%. Al notar este desfase, se creyó conveniente realizar un análisis de los tiempos de obras y las posibles medidas para optimizar los mismos. A partir el seguimiento de las tareas en obra, se pudo observar que la duración de algunos ítems no correspondía con lo que se plantean en el plan de avance.

Las principales tareas a las que se les realizó el seguimiento en obra y se les computaron los tiempos de ejecución fueron, al proyectado de planta baja y alta, panelizado de planta baja y armado de losa.

| TAREA | Duración real | Duración plan de avance |
|------------------------|---------------|-------------------------|
| Panelizado planta baja | 10 | 5 |
| Proyectado planta baja | 14 | 5 |
| Proyectado planta alta | 5 | 20 |
| Armado de losa | 5 | 20 |

Tabla 4 – Duraciones reales y teóricas de tareas críticas.

Analizando la Tabla 4 y, además, teniendo en cuenta el seguimiento y los controles realizados en obra, se pudieron elaborar las siguientes conclusiones:

- Estas diferencias podrían deberse a la utilización de los rendimientos que brindan los manuales técnicos, no teniendo en cuenta la experiencia del operario ni los factores externos propios de cada obra. Como se mencionó anteriormente, el viento y las precipitaciones fueron factores condicionantes en las etapas iniciales.
- Otra causa de demora, fueron los errores propios de la inexperiencia en el uso del sistema y su posterior corrección en la ejecución de las primeras unidades, que sirvieron como etapa de experimentación de este nuevo sistema.
- Otra causa, es la asignación de duraciones iguales al mismo ítem tanto en planta baja como en planta alta, donde no se consideran las complicaciones de trabajar en altura.

A los fines de poder mejorar los rendimientos de las tareas, se proponen algunas recomendaciones:

- Capacitación del personal en el sistema Emmedue.

- En la tarea de proyectado de mortero, tanto en planta alta como planta alta, su ejecución es más productiva con la máquina de proyección continua, Turbosol, en comparación con la pala de proyección discontinua. Como se puede observar en la Tabla 5, la máquina de proyección continua tiene mayor rendimiento, en un 36% aproximadamente.

| | Pala de proyección discontinua | Máquina de proyección continua |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Rendimiento (m ² /día) | 18 | 28 |
| Área a proyectar (m ²) | 377.29 | 377.29 |
| Duración (días) | 20 | 13 |

Tabla 5 – Comparación rendimientos sistemas de proyección continua y discontinua.

- En el armado de losas, se utilizan puntales de madera con cuñas, pero se recomienda la utilización de puntales Acrow, lo que permite mayor rapidez en el apuntalamiento y en la nivelación.
- Para la disposición de la escalera, se recomienda considerar la utilización de los paneles para escalera provistos por el vendedor (Figura 39), donde el uso de este podría acelerar el proceso de construcción.

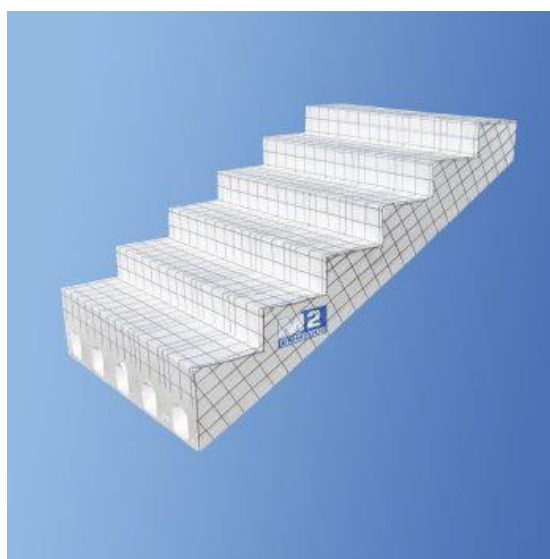


Figura 39 – Panel para escalera, Emmedue.

- Otra recomendación es la demarcación del nivel de referencia (1 metro sobre el nivel de piso terminado) en las paredes, y los ejes de replanteo en el piso tal como se observa en la Figura 40, para así asegurarse que se están utilizando los ejes correctos y además para evitar errores de replanteo.

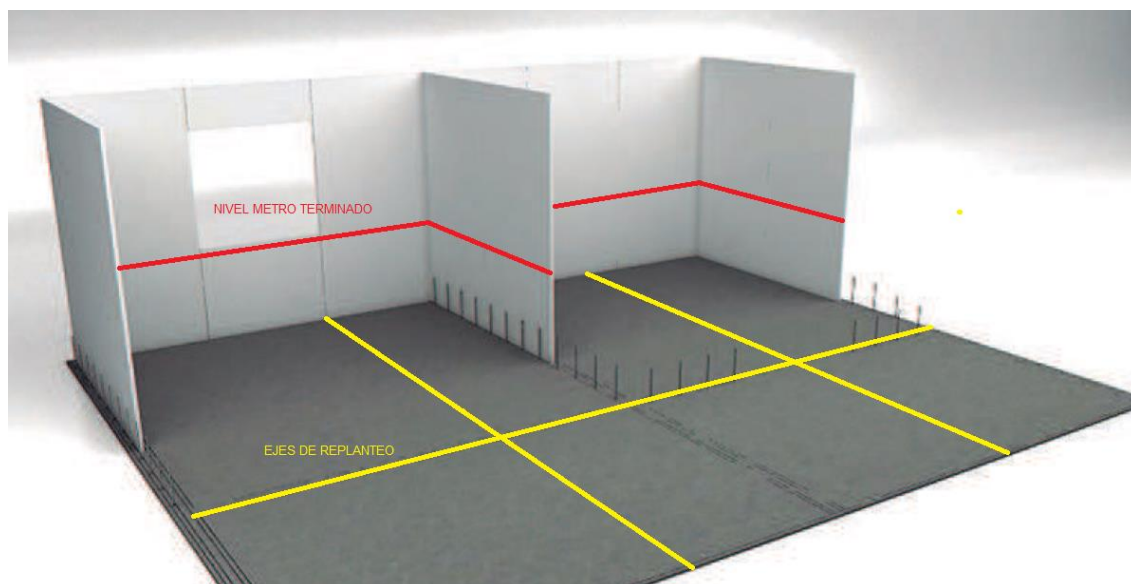


Figura 40 – Demarcación de nivel metro en paneles y ejes de replanteo en piso.



Conclusión



Housing de Miradores II es un complejo de unidades habitacionales tipo dúplex, que se está ejecutando con el sistema constructivo de origen italiano Emmedue. El alumno cumplimentó las 200 horas de prácticas supervisadas en dicho desarrollo, desempeñando el rol de ayudante de jefe de obra.

A modo de conclusión, se puede decir que la realización de la Práctica Supervisada ha permitido el cumplimiento de los objetivos planteados.

De esta manera se pudo comprender el sistema constructivo Emmedue, los materiales utilizados, la secuencia constructiva para la realización de los dúplex, las ventajas que tiene este sistema con respecto al sistema constructivo tradicional, los puntos críticos que tiene este sistema, y todo lo relacionado con el mismo.

La conclusión que se pudo obtener sobre el sistema constructivo Emmedue, es que este es un sistema novedoso, que tiene ciertas ventajas con respecto al sistema constructivo tradicional, tales como la rapidez de ejecución, el ahorro de energía y de materiales, y las propiedades térmicas. A pesar de esto, el rubro de la construcción en nuestro país es en cierto modo conservador, ya que hoy en día el sistema constructivo más utilizado sigue siendo el tradicional. En tanto que los demás sistemas constructivos, en particular el Emmedue, siguen buscando insertarse en el mercado, pese a que estos han demostrado buenos resultados.

Con respecto a lo mencionado anteriormente hay que destacar la iniciativa de la empresa Edisur S.A, de ir cambiando alguna de sus propuestas hacia las construcciones sustentables, teniendo muy presente la reducción del impacto ambiental, el ahorro energético y de recursos. La apuesta no solo se dió con el sistema Emmedue, sino también con el Steel Framing.

En cuanto a la reducción de los tiempos de ejecución de hasta un 50% del sistema constructivo Emmedue con respecto al sistema constructivo tradicional, como especifican los manuales técnicos, se puede decir que en la obra donde se asistió esto no es así, y una de las causas principales, es la inexperiencia de los operarios para trabajar con este sistema constructivo. Para mejorar este aspecto, se cree que es fundamental la capacitación del personal. Con el sistema constructivo Emmedue, utilizado para cerramiento y una estructura independiente de hormigón, se podrían obtener muy buenos resultados en cuanto a tiempos de ejecución.

Para finalizar, la conclusión personal que se pudo obtener de la práctica supervisada es que el alumno tomó conocimiento sobre el desenvolvimiento del Ingeniero Civil como jefe de obra, las tareas y las responsabilidades que implica estar a cargo de una obra como esta. También se logró un correcto manejo y uso del vocabulario técnico a la hora de transmitir y de recibir las indicaciones necesarias para la correcta ejecución de tareas, comprendiendo las responsabilidades que estas conllevan. Además, se pudieron correlacionar los contenidos teóricos visto en la carrera de ingeniería civil, con los conceptos

prácticos de la obra, valorando la importancia de ambos para lograr el entendimiento general y el análisis de los procesos constructivos.



Bibliografía



Manual técnico EMMEDUE. <http://www.norte.uni.edu.ni/doc/noticias/Manual-Tecnico-EMMEDUE-M2-RFinal.pdf>

Páginas web: 19/9/19

- http://www.esc.civil.efn.uncor.edu/?page_id=61
- <https://www.grupoedisur.com.ar/web/es/>
- <https://www.mdue.it/es/sistema-constructivo/>
- <https://www.google.com.ar/maps/place/Córdoba/>
- <http://www.cassaforma.com>
- <https://concrehaus.com>

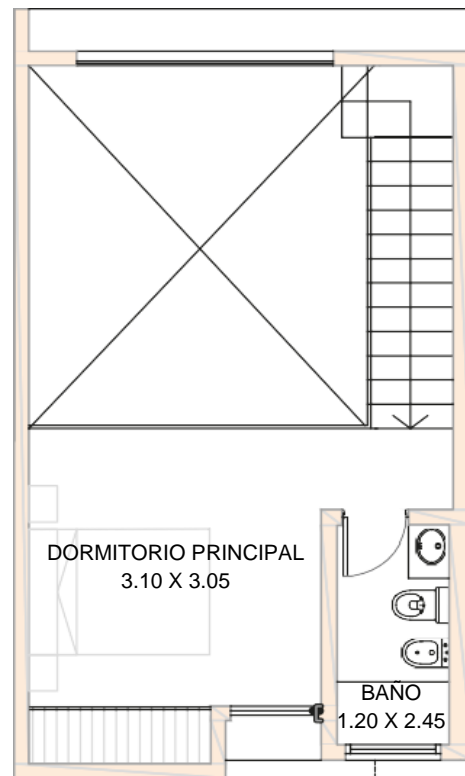


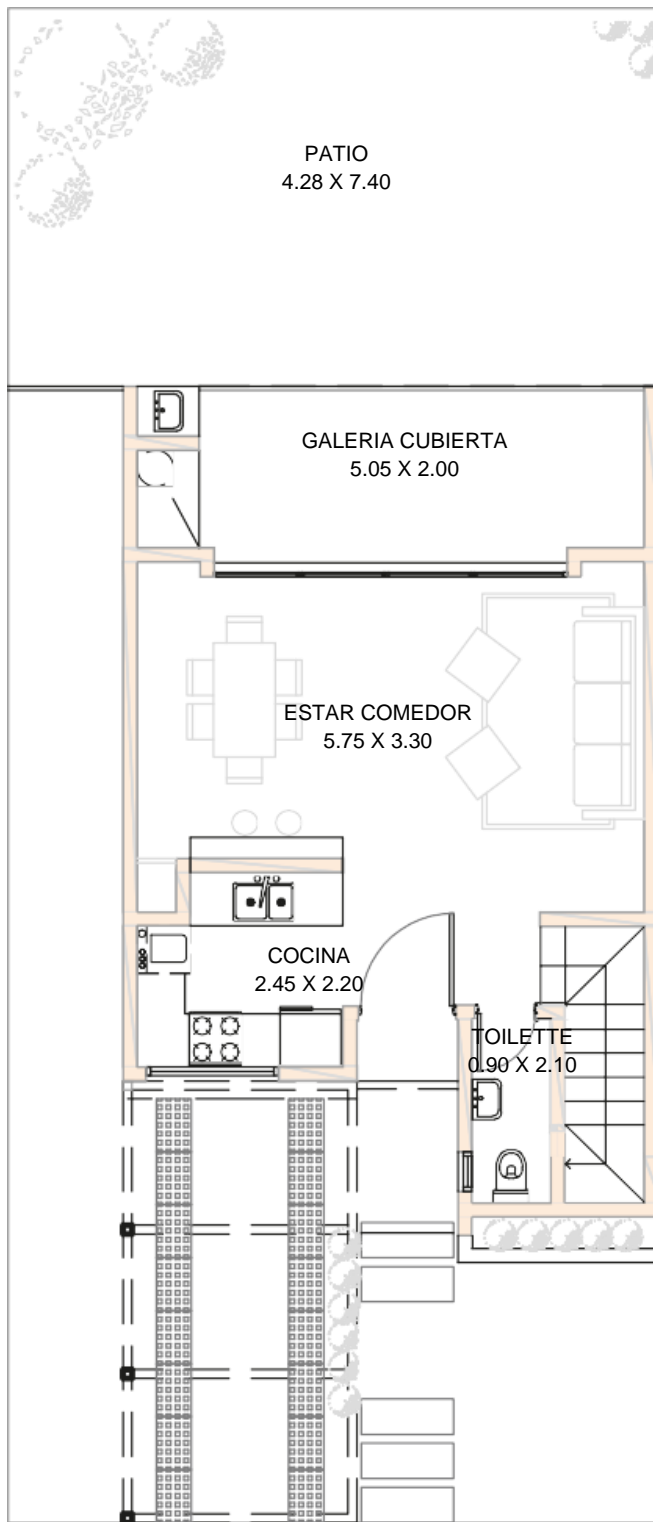
Anexos

Anexo 1 – Tipología dúplex

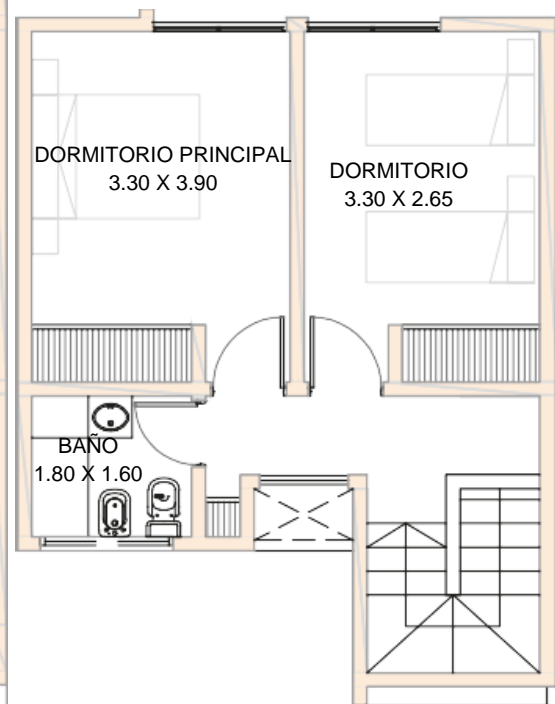


1 DORMITORIO



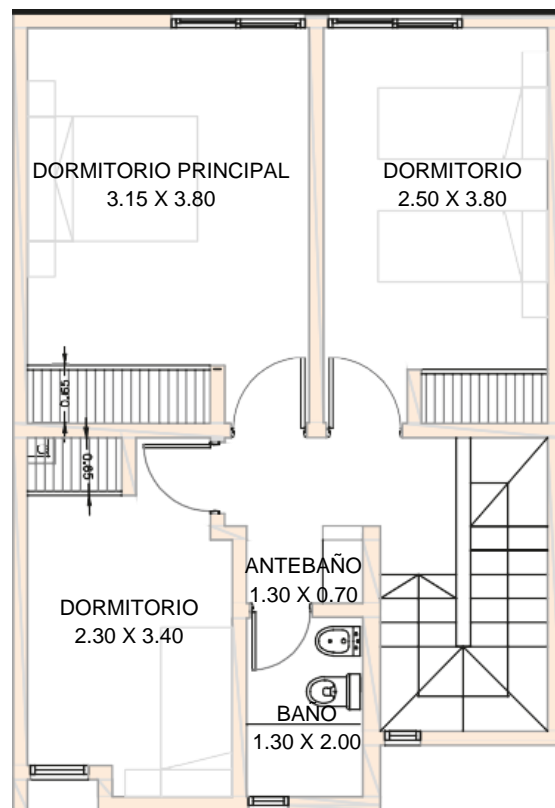


2 DORMITORIO





3 DORMITORIO



Anexo 2 – Plan de avance

| PRESUPUESTO | Incidencia [%] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | verificación |
|---|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| | | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 | dic-18 | ene-19 | feb-19 | mar-19 | abr-19 | may-19 | jun-19 | |
| TRABAJO PRELIMINARES Y MOV SUELO | \$ 1.031 | 1.031 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100,00% |
| Limpieza /replanteo / obrador | \$ 400 | 400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100,00% |
| Cercos de obra | \$ 230 | 230 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100,00% |
| Movimiento de suelo | \$ 87 | 87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100,00% |
| Mejoramiento de suelo bajo platea | \$ 314 | 314 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100,00% |
| FUNDACIONES | \$ 1.212 | - | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 91 | - | - | - | - | 100,00% |
| Platea de fundación | \$ 1.212 | - | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 224 | 91 | - | - | - | - | 100,00% |
| ESTRUCTURA Y MAMPOSTERIA CON PANELES | \$ 11.632 | - | 97 | 1.009 | 1.158 | 1.432 | 1.432 | 1.432 | 1.432 | 1.298 | 871 | 871 | 600 | - | - | 100,00% |
| Montaje Paneles Muros | \$ 2.698 | - | 97 | 300 | 399 | 399 | 399 | 399 | 399 | 305 | - | - | - | - | - | 100,00% |
| Montaje Paneles Losas | \$ 1.097 | - | - | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | 123 | - | - | - | - | - | 100,00% |
| Revoque Interior | \$ 2.326 | - | - | 172 | 172 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 100,00% |
| Revoque exterior | \$ 4.188 | - | - | 310 | 310 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 100,00% |
| Revoque cielorraso | \$ 914 | - | - | 34 | 34 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100,00% |
| Llenado capa compresión | \$ 409 | - | - | 30 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 100,00% |
| INST SANITARIA Y CALEFACCIÓN | \$ 6.513 | - | 47 | 97 | 146 | 406 | 760 | 967 | 971 | 970 | 970 | 970 | 606 | 384 | 188 | 100,00% |
| Distribución A/Al/CL y PL | \$ 1.314 | - | 47 | 97 | 146 | 146 | 146 | 146 | 146 | 146 | 146 | 146 | 97 | 50 | - | 100,00% |
| Artefactos y griferías baños y cocinas | \$ 1.431 | - | - | - | - | - | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 100,00% |
| Piso radiante | \$ 1.404 | - | - | - | - | 260 | 260 | 260 | 209 | 208 | 208 | - | - | - | - | 100,00% |
| Tanque de agua/ Colector y termostanque solar | \$ 890 | - | - | - | - | - | 67 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 100,00% |
| Caldera y puesta en marcha del sistema | \$ 1.230 | - | - | - | - | - | 91 | 182 | 228 | 228 | 228 | 228 | 138 | 137 | - | 100,00% |
| Acometida de agua y cloaca | \$ 244 | - | - | - | - | - | 18 | 36 | 45 | 45 | 45 | 45 | 27 | 18 | 9 | 100,00% |
| INSTALACION ELECTRICA Y SEÑALES DEBILES | \$ 1.695 | - | 12 | 23 | 35 | 39 | 39 | 39 | 188 | 237 | 237 | 237 | 237 | 203 | 204 | 100,00% |
| Cajerías y cajas en losas y muros | \$ 312 | - | 12 | 23 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 100,00% |
| Cableados bocas | \$ 780 | - | - | - | - | - | - | - | 87 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 116 | 100,00% |
| Pilar, acometida y jabalina | \$ 58 | - | - | - | - | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 100,00% |
| Tablero | \$ 78 | - | - | - | - | - | - | 9 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 100,00% |
| Colocación de llaves/teclas y artefactos | \$ 468 | - | - | - | - | - | - | 52 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 70 | 100,00% |
| INSTALACION DE GAS | \$ 1.107 | - | - | - | 30 | 91 | 91 | 91 | 153 | 164 | 164 | 164 | 164 | 42 | 42 | 100,00% |
| Distribución de inst de gas | \$ 820 | - | - | - | 30 | 91 | 91 | 91 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 100,00% |
| Inst de cocina | \$ 287 | - | - | - | - | - | - | 32 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 100,00% |
| CONTRAPISOS Y CARPETAS | \$ 1.219 | - | - | 18 | 37 | 55 | 55 | 189 | 189 | 190 | 163 | 162 | 162 | - | - | 100,00% |
| Contrapiso sobre platea sanitaria PB | \$ 493 | - | - | 18 | 37 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 100,00% |
| Contrapiso + carpeta proyectada PA | \$ 359 | - | - | - | - | - | - | 66 | 66 | 66 | 54 | 53 | 53 | - | - | 100,00% |
| Carpeta proyectada PB | \$ 367 | - | - | - | - | - | - | 68 | 68 | 68 | 55 | 54 | 54 | - | - | 100,00% |
| YESOS Y REVESTIMIENTO PLASTICO EXTERIOR | \$ 3.890 | - | - | 350 | 389 | 397 | 428 | 428 | 428 | 389 | 389 | 389 | 389 | 342 | - | 100,00% |
| Enlucido de yeso en muros y guardacantos | \$ 1.334 | - | - | - | 120 | 133 | 136 | 147 | 147 | 133 | 133 | 133 | 133 | 117 | - | 100,00% |
| Enlucido de yeso en cielorrasos con buñas | \$ 1.005 | - | - | - | 90 | 100 | 102 | 111 | 111 | 100 | 100 | 100 | 100 | 88 | - | 100,00% |
| Revestimiento plástico exterior | \$ 1.551 | - | - | - | 140 | 155 | 158 | 171 | 171 | 155 | 155 | 155 | 155 | 136 | - | 100,00% |
| CUBIERTAS | \$ 777 | - | - | - | - | - | - | 144 | 144 | 144 | 116 | 115 | 115 | - | - | 100,00% |
| Hormigón de pendiente proyectado | \$ 528 | - | - | - | - | - | - | 98 | 98 | 98 | 79 | 78 | 78 | - | - | 100,00% |
| Impermeabilización | \$ 249 | - | - | - | - | - | - | 46 | 46 | 46 | 37 | 37 | 37 | - | - | 100,00% |
| PISOS Y REVESTIMIENTOS | \$ 3.647 | - | - | - | - | - | - | 425 | 425 | 425 | 474 | 474 | 474 | 474 | 474 | 100,00% |
| Piso interior | \$ 2.323 | - | - | - | - | - | - | 290 | 290 | 290 | 290 | 290 | 290 | 290 | 290 | 100,00% |
| Baños (Pisos y revestimientos) | \$ 602 | - | - | - | - | - | - | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 100,00% |
| Revestimiento cocinas | \$ 219 | - | - | - | - | - | - | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 100,00% |
| Piso escalera | \$ 246 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 100,00% |
| Piso cerámico exterior (ingreso y galería) | \$ 258 | - | - | - | - | - | - | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 100,00% |
| CARPINTERIAS Y VIDRIOS | \$ 3.601 | - | - | - | 29 | 278 | 381 | 433 | 433 | 430 | 430 | 430 | 381 | 377 | - | 100,00% |
| Marcos de chapa | \$ 317 | - | - | - | 29 | 32 | 32 | 35 | 35 | 32 | 32 | 32 | 32 | 28 | - | 100,00% |
| Carpintería de aluminio | \$ 2.462 | - | - | - | - | 246 | 246 | 295 | 295 | 295 | 295 | 295 | 246 | 246 | - | 100,00% |
| Puertas de madera interiores | \$ 427 | - | - | - | - | - | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | - | 100,00% |
| Puerta ingreso principal | \$ 348 | - | - | - | - | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | - | 100,00% |
| Espejo en baños | \$ 47 | - | - | - | - | - | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | - | 100,00% |
| PINTURAS | \$ 1.662 | - | - | - | - | - | 186 | 186 | 201 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 158 | 100,00% |
| Pintura interior muros y cielorrasos | \$ 1.434 | - | - | - | - | - | 158 | 158 | 172 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 100,00% |
| Esmalte Marcos metálicos y puerta de ingreso ppal | \$ 58 | - | - | - | - | - | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | - | 100,00% |
| Esmalte en puertas de madera | \$ 171 | - | - | - | - | - | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | - | 100,00% |
| EQUIPAMIENTO | \$ 821 | - | - | - | - | - | - | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 100,00% |
| Mueble de cocina sin alacena | \$ 348 | - | - | - | - | - | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 100,00% |
| Mesada de Cocina | \$ 288 | - | - | - | - | - | - | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 100,00% |
| Mueble en baño | \$ 82 | - | - | - | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 100,00% |
| Mesada en Baños | \$ 103 | - | - | - | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 100,00% |
| Varios | \$ 1.232 | - | - | - | - | - | - | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 100,00% |
| Terminaciones/limpieza | \$ 1.232 | - | - | - | - | - | - | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 100,00% |
| OBRAS EXTERIORES | \$ 3.755 | - | - | 21 | 125 | 132 | 317 | 382 | 417 | 472 | 463 | 463 | 433 | 343 | 185 | 100,00% |
| Verja | \$ 145 | - | - | - | - | - | 15 | 15 | 15 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 15 | 100,00% |
| Asador | \$ 418 | - | - | 21 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 21 | - | 100,00% |
| Conducto de ventilación asador | \$ 137 | - | - | - | - | 7 | 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 7 | 100,00% |
| Cercos perimetral | \$ 582 | - | - | - | - | - | 65 | 65 | 108 | 108 | 108 | 108 | 86 | 43 | - | 100,00% |
| Pérgola galería cubierta y cielorraso | \$ 1.210 | - | - | - | - | - | 121 | 121 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 121 | 121 | 100,00% |
| Pérgola cochera | \$ 617 | - | - | - | 62 | 62 | 62 | 62 | 68 | 68 | 62 | 62 | 62 | 56 | 56 | 100,00% |
| Pintura en pérgolas | \$ 220 | - | - | - | 22 | 22 | 22 | 22 | 24 | 24 | 22 | 22 | 20 | 20 | - | 100,00% |
| Vereda Ingreso peatonal | \$ 84 | - | - | - | - | - | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 100,00% |
| Huella de auto | \$ 343 | - | - | - | - | - | 34 | 34 | 34 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 34 | 100,00% |
| TOTAL | \$ 43.794 | 1.031 | 380 | 1.392 | 2.133 | 3.047 | 4.309 | 5.276 | 5.298 | 5.210 | 4.720 | 4.354 | 3.626 | 2.413 | 604 | 100,00% |
| INCIDENCIA | 2,35% | 0,87% | 3,18% | 4,87% | 6,96% | 9,84% | 12,05% | 12,10% | 11,90% | 10,78% | 9,94% | 8,28% | 5,51% | 1,38% | - | 100,00% |