

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y  
NATURALES  
INGENIERÍA CIVIL



PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA  
"ASISTENCIA TÉCNICA EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO EN ALTURA"

Autor:	GALVÁN, Cristian José
Tutor FCEFyN:	ING. ARRANZ, Pablo
Supervisor Externo:	ING. MIRANDA, Alberto
Empresa:	UARTE S.A.

AÑO 2016

## RESUMEN \_ ABSTRACT

Se desarrolla este Informe Técnico Final en el marco de realización de las Prácticas Supervisadas del alumno Cristian José Galván. El mismo se desempeñó como Asistente Técnico del encargado de obra, en la construcción de un edificio de vivienda en propiedad horizontal. El Informe Técnico hace eje en describir de manera ordenada las actividades que se desarrollan durante las distintas etapas del avance de obra, analizando las técnicas constructivas empleadas durante la ejecución de las fundaciones, columnas y losas de un edificio de viviendas de dichas características.

**Palabras claves:** Informe Técnico, Práctica Supervisada, Asistencia técnica de Encargado de obra, Edificio de vivienda, Fundaciones, Columnas, Losas.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	7
2.1. MARCO TEORICO	7
2.2. OBJETIVOS	7
2.3. LA EMPRESA	8
2.4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	8
3. UARTE DE LA MANCHA I	10
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
3.1.1. Planta tipo	11
3.2. UBICACIÓN	11
3.3. ÍTEMS EN LOS QUE PARTICIPÓ EL ALUMNO	13
3.3.1. Pintura	13
3.3.2. Carpintería	15
3.3.3. Control de cañerías y desagües	17
3.3.4. Colocación de llaves eléctricas y de gas	18
3.3.5. Tareas de terminación en zonas comunes	19
4. UARTE DE LA MANCHA II	21
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	21
4.2. UBICACIÓN	21
4.3. FUNDACIONES	22
4.3.1. Descripción	22
4.3.2. Ejecución y participación del alumno en el desarrollo de las tareas	23
4.3.3. Problemas y soluciones	34
4.4. COLUMNAS	37
4.4.1. Descripción	37
4.4.2. Ejecución y participación del alumno en el desarrollo de las tareas	38
4.4.3. Problemas y soluciones	48
4.5. LOSA	49
4.5.1. Descripción	49
4.5.2. Ejecución y participación del alumno en el desarrollo de las tareas	49
4.5.3. Problemas y soluciones	64
5. CONCLUSIONES	70
5.1. DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	70
5.2. DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	70
5.3. PERSONALES	71
6. BIBLIOGRAFIA	72
7. ANEXOS	73
7.1. FUNDACIONES	73
7.2. REPLANTEO DE COLUMNAS	74
7.3. DETALLE DE COLUMNAS	75
7.4. SISTEMA DE ENCOFRADO METÁLICO TITAN HV, ISCHEBECK	76
7.5. ESTRUCTURA SOBRE PLANTA BAJA - LOSA	77
7.6. DETALLE DE VIGAS	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1_Render del edificio UdM I.	pág. 10
Fig. 2_Edificio construido.	pág. 10
Fig. 3_Planta tipo.	pág. 11
Fig. 4_Ubicación del terreno.	pág. 12
Fig. 5_Panorama del barrio.	pág. 12
Fig. 6_Mancha de humedad en el techo.	pág. 13
Fig. 7_Remoción de material en la zona afectada por la humedad.	pág. 14
Fig. 8_Corrección de detalles de pintura por colocación de mobiliario.	pág. 14
Fig. 9_Trabajos de terminación en fachada y balcones.	pág. 15
Fig. 10_Preparación de maderas.	pág. 16
Fig. 11_Cieloraso de madera machimbre en balcón.	pág. 16
Fig. 12_Bocas abiertas de piso.	pág. 17
Fig. 13_Detalles de llaves eléctricas y de gas faltantes.	pág. 18
Fig. 14_Trabajos de terminación en terraza.	pág. 20
Fig. 15_Punto seguro de amarre del arnés de seguridad.	pág. 20
Fig. 16_Render de UdM II, a poca distancia UdM I.	pág. 21
Fig. 17_Ubicación del terreno de UdM II.	pág. 22
Fig. 18_Nivel Electrónico.	pág. 23
Fig. 19_Trabajo de replanteo.	pág. 24
Fig. 20_Corralito de replanteo de ejes.	pág. 24
Fig. 21_Pocero y ayudante (rolero).	pág. 26
Fig. 22_Montículos de tierra excavada.	pág. 26
Fig. 23_Extracción de material de excavación.	pág. 27
Fig. 24_Banco de Trabajo.	pág. 27
Fig. 25_Suspensor sosteniendo armadura de pozo de fundación.	pág. 28
Fig. 26_Disposición de armaduras.	pág. 29
Fig. 27_Disposición de armaduras.	pág. 30
Fig. 28_Encofrado de cabezal expuesto y vigas riostras de fundación.	pág. 31
Fig. 29_Fundaciones expuestas listas para hormigonar.	pág. 31
Fig. 30_Ingreso de camión moto-hormigonero al terreno.	pág. 32
Fig. 31_Colado del hormigón, cuidando de no dañar los bordes de la excavación.	pág. 33
Fig. 32_Colado de hormigón en cabezal y viga riostra de fundación.	pág. 33
Fig. 33_Vibrado de hormigón en cabezal.	pág. 34
Fig. 34_Pozo de fundación con residuos.	pág. 35
Fig. 35_Tapado de zanjas de vigas riostras de fundación para hormigonado.	pág. 36
Fig. 37_Columnas.	pág. 37
Fig. 38_Picado de paredes para inserción de armadura de columnas.	pág. 38
Fig. 39_Replanteo y disposición de armadura de columna.	pág. 39
Fig. 40_Armado de columnas.	pág. 40
Fig. 41_Dado o base de columna.	pág. 41
Fig. 42_Atadura de travesaños con alambre y torniquete.	pág. 42
Fig. 43_Elementos del encofrado de columna.	pág. 43
Fig. 44_Elementos de fijación de encofrado.	pág. 44
Fig. 45_Encofrado de columna lateral y conjunto de columnas centrales.	pág. 45
Fig. 46_Control de verticalidad de encofrado.	pág. 46
Fig. 47_Definición de nivel de llenado de columna.	pág. 46
Fig. 48_Carga de hormigón desde "cachingo".	pág. 47

Fig. 49_ Impulsión de balde para llenado de columna.	pág. 48
Fig. 50_ Plano de encofrado de losa.	pág. 50
Fig. 51_ Operarios armando encofrado metálico.	pág. 51
Fig. 52_ Colocación de chapones sobre estructura de encofrado.	pág. 52
Fig. 53_ Acopio de chapones para continuar la colocación.	pág. 52
Fig. 54_ Detalles de cierre de losa en extremos.	pág. 53
Fig. 55_ Detalle de cierre con madera en zona de columna.	pág. 54
Fig. 56_ Verificación de perpendicularidad de ejes principales.	pág. 55
Fig. 57_ Armado de vigas sobre encofrado.	pág. 55
Fig. 58_ Armado de vigas en planta baja.	pág. 56
Fig. 59_ Operaciones para la disposición de armaduras.	pág. 57
Fig. 60_ Control de detalles en disposición de armaduras.	pág. 57
Fig. 61_ Disposición de rollos de metal desplegado.	pág. 58
Fig. 62_ Disposición de molones y armaduras de nervio.	pág. 59
Fig. 63_ Disposición y cortado de mallas metálicas.	pág. 60
Fig. 64_ Losas rebajadas.	pág. 61
Fig. 65_ Distintos tipos de espacios técnicos.	pág. 62
Fig. 66_ Instalación eléctrica.	pág. 63
Fig. 67_ Reducción de espacios de tránsito y de trabajo.	pág. 65
Fig. 68_ Área de trabajo.	pág. 66
Fig. 69_ Bandeja de seguridad, frente de edificio.	pág. 68
Fig. 70_ Detalle bandeja de seguridad.	pág. 68
Fig. 71_ Vallado de vacíos de patios internos y caja de escalera.	pág. 69
Fig. 72_ Vallado en extremos de losa.	pág. 69

## 1. INTRODUCCIÓN

Este Informe Final, elaborado por el alumno a partir de la labor realizada en la Asistencia Técnica durante la construcción de un edificio en altura, estará conformado por cuatro ejes principales.

En primera instancia se explicita el Marco de desarrollo de la Práctica Supervisada. Exponiendo el marco teórico en que se encuadra la actividad exigida por la cátedra, los objetivos planteados, el ámbito laboral donde se desempeña el alumno y las actividades que desarrolla en lo que dura el régimen de práctica supervisada.

En segundo lugar, se plantean las actividades en las que participó el alumno en la asistencia durante la terminación del edificio UARTE de la Mancha I. Se describe en términos generales el proyecto desarrollado por la empresa y luego se abordan en detalle las actividades en las que participó el alumno controlando la ejecución de determinados ítems de esta etapa del avance de obra.

Luego se desarrolla lo propio respecto del edificio UARTE de la Mancha II. Donde el alumno participa desde el inicio en las tareas de construcción, lo que permite abordar temas con más detalle y en una secuencia de avance de obra más ordenada que en el caso anterior. En este contexto, se estudia la ejecución de Fundaciones, Columnas y Losa para un edificio de viviendas en propiedad horizontal.

Finalmente, se exponen las Conclusiones a que llega el alumno luego de realizar el análisis descriptivo y experimental de toda la actividad, durante la elaboración de este Informe Técnico.

## 2. MARCO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

### 2.1. MARCO TEÓRICO

La Práctica Profesional Supervisada es la actividad curricular que exige a los alumnos el cumplimiento de un mínimo de 200 horas de desempeño laboral. Las mismas se deben realizar en instituciones que desarrollen tareas del campo de la Ingeniería y deben estar guiadas por profesionales de la carrera del alumno. Es un requisito para obtener el título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

En el caso del alumno Cristian José Galván las horas reglamentarias se llevaron a cabo en la empresa UARTE S.A., donde ocupó el rol de Asistente Técnico del Encargado de Obra en la construcción de un edificio en altura. Como resultado de la participación en el proyecto es que se lleva a cabo la confección de este informe técnico.

Para realizar el seguimiento de las actividades desarrolladas por el alumno en el ámbito laboral, se designó al Ingeniero Alberto Daniel Miranda como supervisor externo. Mientras que por parte de la FCEFyN el Ingeniero Pablo Arranz fue el encargado de guiar y acompañar al alumno en el desarrollo de su Informe Final de Práctica Supervisada.

### 2.2. OBJETIVOS

Se enumeran a continuación algunos de los objetivos de la Práctica Supervisada:

- Permitir el contacto del alumno con instituciones, empresas públicas y/o privadas.
- Dotar al alumno de herramientas para que en el futuro se desempeñe en equipos multidisciplinarios.
- Acercar al alumno los métodos reales de trabajo y los códigos relativos a organizaciones laborales.
- Posibilitar el contacto de docentes y estudiantes con las nuevas tecnologías utilizadas.
- Llevar adelante actividades que refuercen el vínculo entre la Universidad y la Sociedad.

También se enumeran los objetivos Personales que se esperan alcanzar:

- Complementar la formación académica con experiencia laboral supervisada y asesorada por profesionales afines.
- Afianzar la orientación vocacional del alumno en la carrera que eligió.
- Aplicar los conocimientos adquiridos durante los años de cursado.
- Desarrollar un espíritu de trabajo en equipo y las capacidades de sociabilizar en el ámbito laboral.

Finalmente, el objetivo buscado con el desarrollo del Informe Final:

- Exponer las técnicas constructivas utilizadas en una obra de construcción de un edificio de viviendas en propiedad horizontal.

## 2.3. LA EMPRESA

La empresa UARTE S.A. es una constructora que trabaja conjuntamente con un desarrollista inmobiliario llamado URBANIZArte, este último nace en Octubre de 2009 y se enfoca a las obras de arquitectura para vivienda. Generando proyectos que van desde viviendas unifamiliares hasta viviendas colectivas de mediana escala. De este modo UARTE S.A. es la encargada de materializar los proyectos inmobiliarios desarrollados por URBANIZArte, proveyendo la asistencia técnica durante la ejecución de las obras.

En el momento en que el alumno tomó contacto con la empresa, la misma se encontraba trabajando en varios proyectos inmobiliarios en paralelo, entre ellos:

- Dúplex en Barrio San Fernando, Córdoba
- Edificio de viviendas UARTE de la Mancha I (UdM I), Alta Córdoba
- Edificio de viviendas UARTE de la Mancha II (UdM II), Alta Córdoba

En estos dos últimos proyectos participó el alumno como asistente técnico del encargado de obra. En ambos casos (UdM I y UdM II) se trataba de proyectos de viviendas colectivas en propiedad horizontal. Sin embargo, los mismos se encontraban en distintos estados de avance.

En el caso de UdM I, el edificio se encontraba en la etapa de finalización y entrega de departamentos. Por ello, se debía cuidar que la ejecución de las tareas de terminación no afectara el desarrollo de las actividades de los propietarios que ya se encontraban habitando sus departamentos. Entre otras, las actividades que se llevaron adelante en este edificio fueron las de: pintura; colocación de carteles de señalización; colocación de interruptores eléctricos, de gas y de agua; control de cañerías y desagües; terminación de espacios comunes en terraza.

Mientras que en el caso de UdM II la situación fue diferente, ya que en el mismo recién se estaban iniciando las tareas de construcción del edificio. El alumno se encontró con el terreno desmontado y limpio; algunos pozos de fundación replanteados y excavados; y algunos elementos estructurales armados y acopiados (pilotes de fundación y cabezales).

## 2.4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Diariamente el alumno asistía a la obra y se ponía en contacto con el Encargado para definir las tareas a llevar a cabo en la jornada. Las mismas eran fijadas por la oficina técnica y buscaban cumplir con los plazos previamente proyectados en el Plan de Avance de Obra.

El encargado de obra impartía las tareas a desarrollar por el personal en la jornada, y era tarea del alumno verificar que las mismas se realizaran de manera segura y eficiente. Controlando que se alcanzaran las profundidades adecuadas en la excavación de fundaciones, que se respetaran las dimensiones marcadas en los planos, que se ejecutaran las armaduras de elementos estructurales siguiendo los planos de detalles, que se respetara la verticalidad y el nivel de los diferentes elementos estructurales y que se ejecutaran las tareas siguiendo las buenas normas de la construcción. Para ello resultaba fundamental recurrir a los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera y sumarle el aprendizaje diario del contacto



con los obreros. En este contexto fue de suma utilidad la experiencia transmitida por parte del Encargado de Obra el Sr. Santiago Vélez y el Encargado de Estructuras el Sr. Miguel Medrano.

Las principales actividades desarrolladas por el alumno fueron la interpretación de planos y la constante implementación de medidas de higiene y seguridad en el ámbito laboral. Siendo de suma importancia la interacción diaria con los obreros, para poder interpretar fielmente lo dispuesto en los planos y representar el contenido de los mismos en la realidad de manera segura.

También era competencia del alumno recibir a personas ajenas a la obra cuando el encargado no estuviera presente. En este marco le correspondía tratar con agentes del Ministerio de Trabajo, con veedores de la empresa aseguradora de personal y con proveedores de servicios contratados, como la empresa de asesoramiento en Higiene y Seguridad o los representantes de la empresa proveedora del sistema de encofrado metálico.

### 3. UARTE DE LA MANCHA I

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se trata de un edificio de viviendas colectivas en propiedad horizontal, consistente de Planta Baja, tres pisos y terraza accesible. En Planta Baja hay un Local Comercial que da a la calle y un departamento con acceso a los tres patios internos de ventilación que tiene el edificio. En cada uno de los tres pisos que se encuentran sobre planta baja, la planta tipo presenta tres tipologías diferentes de departamentos. Completa este desarrollo inmobiliario propuesto como respuesta al demandante mercado inmobiliario existente en la ciudad de Córdoba, la zona de espacios comunes en terraza. Allí nos encontramos con un quincho con asador y excelentes vistas de la ciudad.



Fig. 1\_Render del edificio UDM I.



Fig. 2\_Edificio construido.

### 3.1.1. Planta Tipo

Como se explicó anteriormente, por encima de Planta Baja hay tres plantas de departamentos. En cada uno de estos niveles la disposición de las unidades es la misma, sin embargo hay tres tipologías diferentes de departamentos.

Tenemos los departamentos "A", que son los únicos que tienen balcón con salida a la calle Miguel de Cervantes y ocupan el ancho total del edificio. Los departamentos "B" y "C" se dividen en la zona restante de la planta y presentan amplias ventanas a los patios internos de ventilación (dos ubicados al Este y uno al Oeste). Cada uno de estos departamentos cuenta con un dormitorio, cocina-comedor y un baño.



Fig. 3\_Planta tipo.

### 3.2. UBICACIÓN

El terreno donde se llevó a cabo este proyecto se encuentra ubicado en la calle Miguel de Cervantes, numeración 343 (entre las calles José Antonio de Sucre y Tucumán). Esta zona pertenece al Barrio Alta Córdoba en la ciudad de Córdoba, Argentina.

Se trata de un terreno rectangular de 8,00 m de frente por 21,50 m de fondo. Ubicado a 400 m. de la clásica Plaza Rivadavia de Alta Córdoba.

El Barrio de Alta Córdoba es uno de los barrios más tradicionales de la ciudad de Córdoba, fundado hacia fines del siglo XIX. Se convirtió rápidamente en un barrio de moda para la clase alta y con el paso del tiempo fue mutando de características. Actualmente es el segundo barrio más poblado de la ciudad, detrás de Nueva Córdoba.

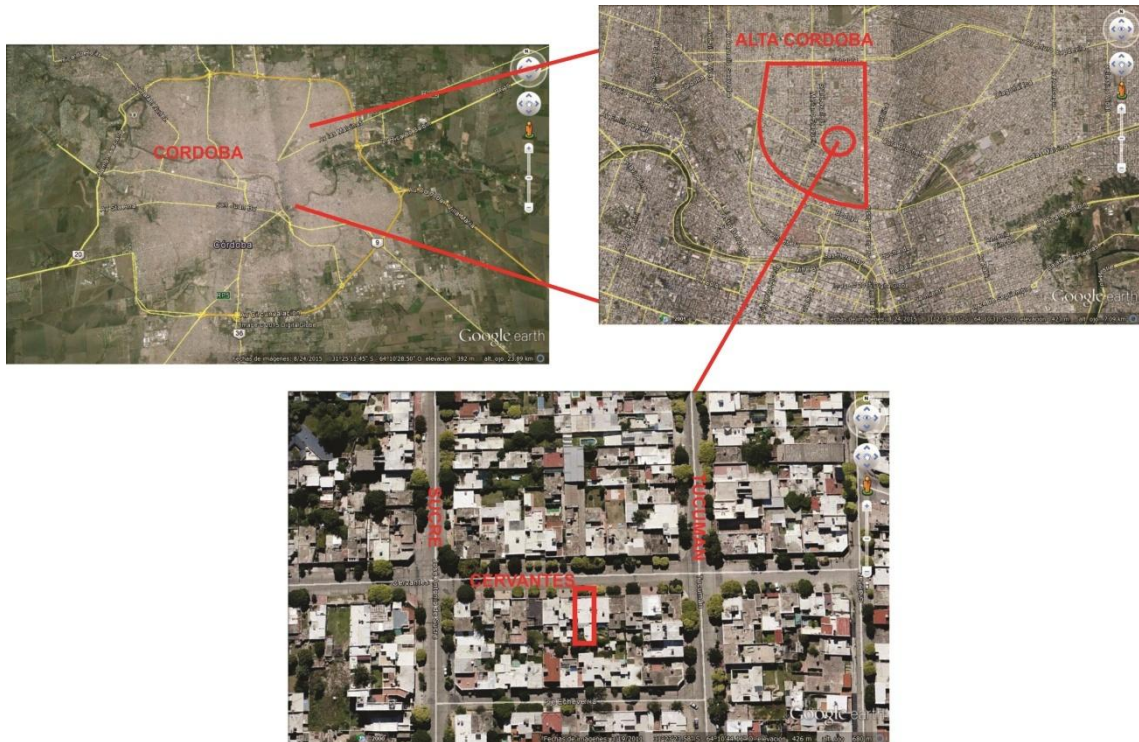


Fig. 4\_Ubicación del terreno.

Se puede observar en la arquitectura del barrio el paso del tiempo y los cambios de perfiles que fue adoptando el mismo, observándose viejas casonas de grandes dimensiones junto a pequeñas construcciones de carácter más humilde. Sin embargo, el barrio se encuentra en un proceso de modernización, que incluye la construcción de varios edificios de propiedad horizontal de 3 y hasta 6 plantas<sup>1</sup>. En este contexto surge el proyecto que lleva a cabo la empresa, proponiendo una solución a la gran cantidad de personas que desean vivir en un barrio tranquilo y con mucho menor movimiento que en la zona céntrica, pero sin alejarse demasiado de ésta (debido a la gran concentración de oferta laboral).



Fig. 5\_Panorama del barrio.

<sup>1</sup> Debido a los límites impuestos por el Código de Edificación para esta zona, dispuesto en la Ordenanza 9387/95.

### 3.3. ITEMS EN LOS QUE PARTICIPÓ EL ALUMNO

#### 3.3.1. Pintura

Este ítem consiste en el control de la ejecución de tareas de pintura en departamentos con distintos problemas de terminaciones. La pintura es una película de protección e impermeabilización que se aplica en los enlucidos ejecutados sobre los mampuestos. Esta capa de pintura cumple además la función estética primordial de hacer amenos los ambientes para sus ocupantes.

Entre las tareas que se debían ejecutar en este rubro encontramos:

- a) solución de manchas de humedades presentes en paredes y techos de departamento del último piso, y aplicación de última mano de pintura,
- b) revisión de detalles de pintura, luego de colocación de mobiliarios en cocina-comedor y armarios,
- c) ejecución de detalles de pintura en fachada de balcones.

a) Las manchas de humedad aparecieron en el departamento "C" del último piso, dos en el techo y una en la pared sur del dormitorio. Las mismas se hicieron visibles luego de ejecutar el enlucido de yeso en la unidad, observándose una amplia aureola del material humedecido con distintas tonalidades.

La ejecución de la losa del tercer piso se llevó a cabo en los meses de mayores precipitaciones del año (febrero, marzo). Esta llevo a que hubiera una carga excesiva de agua y se generaron estas manchas de humedad.



Fig. 6\_Mancha de humedad en el techo.

Para solucionar este problema, se procedió a picar con una barreta todo el yeso que se había ejecutado en la zona cercana a la mancha de humedad. Luego se dejó respirar por alrededor de 3 semanas, con las ventanas abiertas para que corriera aire. Se ejecutó nuevamente el enlucido de yeso, y una vez que presentó la textura y el acabado adecuado se aplicaron varias manos de pintura látex para interior. Las mismas se aplicaron con rodillos y mangos telescópicos, lo que facilitó la tarea y evitó la colocación de andamios para ganar altura.



Fig. 7\_Remoción de material en la zona afectada por la humedad.

b) Se debía controlar que al manipular las maderas para disponer los mobiliarios, no se dañaran los trabajos de pintura ya efectuados en paredes y techos.

En las zonas donde se producían rayones o manchas por el contacto de la madera, se hacían sencillas correcciones y retoques de pintura. Por el contrario, si el daño era mayor, se raspaba la zona y se rellenaba con enduido plástico. Ya seco, se procedía a lijar dando un acabado similar al del yeso del resto de la pared. Una vez limpio y sin polvillo recién se procedía a pintar.



Fig. 8\_Corrección de detalles de pintura por colocación de mobiliario.

c) En este apartado se debían realizar tareas de terminación en balcones de la fachada del edificio. En los mismos, se aplicaba un enduido plástico especial para exteriores con cuchara, seguidamente se pasaba un fratacho de madera que daba la textura deseada. Y finalmente, una vez seco, se aplicaba la pintura con rodillo.

Las tareas se centraban en la zona de baranda y en los contornos en contacto con el ladrillo visto. Para ejecutarlas de manera segura los operarios usaban un arnés de seguridad amarrado a un punto fijo y en algunas ocasiones se colocaban andamios especiales.



Fig. 9 \_Trabajos de terminación en fachada y balcones.

### 3.3.2. Carpintería

Los trabajos de terminación que se llevaron a cabo en el ítem de carpintería, consistían en:

- a) colocación de puertas y mobiliarios,
- b) terminación de cielorraso de balcones en madera machimbre.

a) Las puertas y los mobiliarios de cocina-comedor, baños y armarios, se colocaban una vez pintados los departamentos para no estropear con la pintura dichas maderas. Era prioritario coordinar las jornadas de asistencia del carpintero para no entorpecer la labor de los pintores, ya que ambos no podían trabajar en la misma unidad al mismo tiempo.

Los trabajos del carpintero consistían en tomar las medidas en la unidad terminada y cortar las maderas de melamina en base de aglomerado con estas medidas exactas. Luego, se preparaban las maderas colocándoles en los bordes una cinta pre-encolada de símil melamina, que mediante la aplicación de calor y presión quedaba firmemente unida a las piezas. Finalmente se procedía a colocar cada pieza en su posición según los planos correspondientes.



Fig. 10\_Preparación de maderas.

Se debía controlar que las puertas de bajo-mesada, alacenas y armarios se pudieran operar de manera correcta, sin trabarse y sin hacer ruido. Para ello se verificaba el estado de las bisagras y la nivelación de las puertas móviles. También se debía verificar el nivel de las estanterías en alacenas y bajo-mesada, tarea que se llevaba a cabo con cinta métrica y nivel de burbuja.

b) En cuanto a la colocación del cielorraso de madera machimbre en los balcones, la tarea consistía en colocar un listón de madera en todo el contorno del sector de cielo raso. Luego se clavaban las maderas de machimbre cortadas a medida, una por una. Finalmente, en el sector de cañerías de desagües, se dejaba una pieza móvil para efectuar controles. La misma se materializaba con bisagras pequeñas y el mismo trabajo antes explicado.



Fig. 11\_Cielorraso de madera machimbre en balcón.



### 3.3.3. Control de cañerías y desagües

Luego de realizar los trabajos de enlucidos y pintura, se procedió a controlar la situación de los desagües en cocina, baño y balcón. Los trabajos de enlucido y pintura se caracterizan por tener un gran desprendimiento y desperdicio de material: mezcla de revoques, arena y pintura. Esto lleva a que las bocas de piso se obstruyan y genere problemas en la evacuación del agua.

Se retiraba la rejilla metálica con un destornillador. Luego utilizando un guante para proteger la mano y con la ayuda de un cucharín, se retiraban las piezas de mayor tamaño que obstruían las bocas. Para controlar que funcionaran correctamente, se generaba una carga de agua colocando un tapón en la ducha o en el lavabo de manos, luego se destapaba y se verificaba como pasaba el agua por la boca de piso. En algunas bocas bastaba la remoción de las piezas grandes para permitir el paso normal del agua, en otras era necesario pasar una guía destapa-cañerías.

También se pudo observar durante la ejecución de esta tarea, que algunas de las bocas de piso no tenían el sifón correspondiente. El sifón viene en las bocas abiertas de piso para evitar que los olores de los desagües se vuelvan a los ambientes. La no presencia de los mismos puede resultar en malos olores en ambientes como baños o cocinas. Razón por la que se procedió a cambiar los elementos fallados.

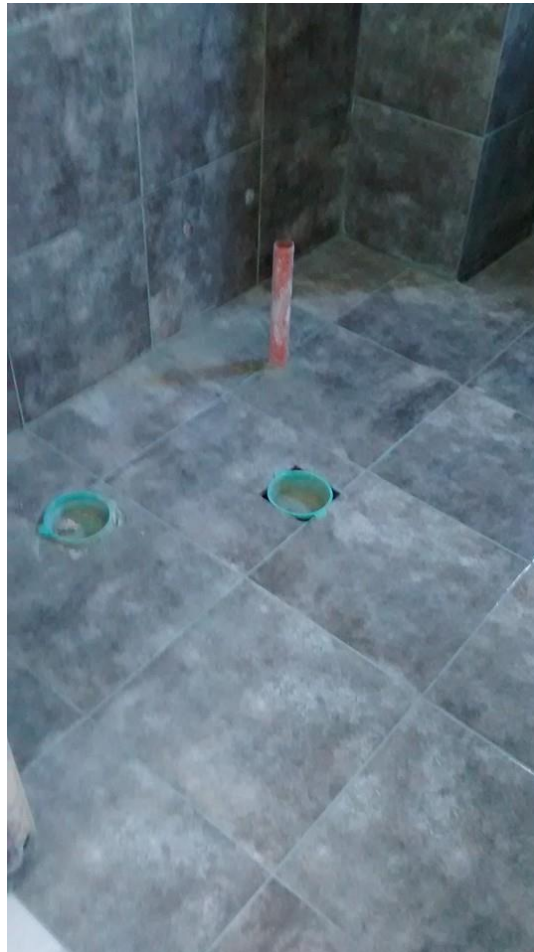


Fig. 12\_Bocas abiertas de piso.

### 3.3.4. Colocación de llaves eléctricas y de gas

Esta tarea se llevaba a cabo justo antes de entregar las unidades a sus correspondientes dueños, porque se corre el riesgo de que se roben las mismas o se rompan por los trabajos propios en las unidades.

Se debía controlar que todas las cajas de toma-corriente e interruptores de luz tuvieran las tapas correspondientes. Las mismas vienen exclusivamente para la línea de cajas colocadas y van puestas a presión, asegurándose en pequeñas muescas.

Por otro lado, las llaves de gas vienen para ser colocadas encima de las válvulas de apertura y cierre. Las mismas también vienen exclusivamente para la línea utilizada de válvulas, y aquí se tuvo el problema de que había dos líneas usadas en la instalación. Por lo que se debía probar cuál de las llaves correspondía a cada válvula que había en la unidad. Si bien el servicio de gas no estaba conectado al edificio, la instalación se encontraba totalmente realizada y controlada con las pruebas de hermeticidad y presión correspondientes.



Fig. 13\_Detalles de llaves eléctricas y de gas faltantes.

### 3.3.5. Tareas de terminación en Zonas Comunes

Se debían corregir detalles de pintura en el palier de ingreso al edificio y realizar tareas de terminación en la zona de la terraza.

Para llevar a cabo las tareas de pintura en el palier de ingreso del edificio, se debía considerar a las personas que ya se encontraban habitando sus departamentos. De modo que se señalizaba la zona de trabajo con cinta de peligro. Se procedía a picar con cincel y maza el enlucido a retirar, que se levantaba en baldes para evitar la permanencia del polvillo en el ambiente. Luego se ejecutaba el enlucido nuevo, y una vez que se encontraba seco y con la textura adecuada, se procedía a aplicar las manos de pintura correspondientes.

Por otro lado, se debía controlar la colocación de las chapas de cerramiento en el quincho de la terraza. Se trataba de chapas galvanizadas de perfil trapezoidal de 0,40 mm de espesor, 1,10 m de ancho y 3,50 m de alto, que debían colocarse encima de una estructura metálica empotrada en las paredes de la terraza. Para subir las chapas a la terraza, se solicitó el permiso de una de las viviendas vecinas para realizar la tarea desde el techo de la misma. Una vez acordado esto con el propietario, se subieron las chapas al techo de la vivienda, se ejecutaron perforaciones en el lado más angosto de las chapas y se las ató con alambre de 4mm a una soga de seguridad. Finalmente, desde el techo del edificio, varios obreros tiraron de la soga para subir las chapas.

El personal contratado para ejecutar la estructura metálica, comentó en su momento que lo ideal hubiera sido perforar en el lado más largo de las chapas. Ya que es en ese costado en que se superponen las mismas y se evitan problemas de filtraciones. Sin embargo, se utilizó un sellador plástico para evitar tener estos problemas, el mismo también se utilizó en las uniones de las chapas con las canaletas de desagüe y en algunas perforaciones mal realizadas.

Las chapas se unieron a la estructura metálica con tornillos auto-perforantes de 14x2 con punta mecha, arandela y sello. La arandela y el sello evitan que se produzcan filtraciones.

Cabe destacar que para llevar a cabo la colocación de las chapas, en todo momento los operarios estuvieron trabajando con arnés de seguridad, unidos a puntos seguros en la estructura de la baranda perimetral de la terraza.



Fig. 14\_Trabajos de terminación en terraza.



Fig. 15\_Punto seguro de amarre del arnés de seguridad.

## 4. UARTE DE LA MANCHA II

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se trata del segundo edificio de viviendas en propiedad horizontal que propone el desarrollista URBANIZArte y ejecuta UARTE S.A.. Con un local comercial y dos departamentos en Planta Baja, nueve departamentos distribuidos en tres plantas y espacios comunes en terraza, se tienen así 11 unidades más el local comercial disponibles para comercializar..

De la experiencia adquirida durante la ejecución de UdM I, la empresa decide encarar la construcción de este edificio contemplando algunos cambios. En aquella oportunidad se había tercerizado la tarea de ejecución de la estructura, un contratista se hizo cargo de todo el ítem. En esta ocasión la empresa decide tomar ese rol y consigue un contratista que se encarga de llevar a cabo las tareas diarias y de conseguir el personal, pero la asistencia técnica y la mayoría del equipamiento necesario para la ejecución de las tareas, lo proporciona UARTE S.A..



Fig. 16\_Render de UdM II, a poca distancia UdM I.

### 4.2. UBICACIÓN

Los excelentes resultados de comercialización obtenidos en UdM I y el incipiente crecimiento de la zona, llevaron a que UdM II se proyectara en la misma área. El nuevo terreno se encuentra a pocos metros del primero, en la misma cuadra.

Precisamente, el terreno se encuentra en la calle Miguel de Cervantes 331. Barrio Alta Córdoba en Córdoba, Argentina.



Fig. 17\_Ubicación del terreno de UdM II.

## 4.3. FUNDACIONES

### 4.3.1. Descripción

Las fundaciones son las encargadas de transmitir al suelo de soporte los esfuerzos generados en toda la estructura del edificio. Para ello, la estructura traslada los esfuerzos, generados por las cargas y solicitaciones externas, de las losas a las vigas y de estas a las columnas, descargando finalmente en las fundaciones.

Contamos con diferentes elementos que hacen a la fundación de un edificio de estas características, entre ellos:

- a) Vigas Riostras de Fundación
- b) Cabezales
- c) Pilotes

a) Las **vigas riostras** se encargan de ofrecer rigidez al sistema de fundación propuesto. De modo de absorber las solicitaciones horizontales generadas durante la acción sísmica, y hacer trabajar a todo el sistema de fundación como un solo elemento resistente. Las mismas tienen un cuerpo de armadura longitudinal principal, y armadura transversal secundaria que cumple la tarea de confinar el hormigón y resistir esfuerzos secundarios.

b) Los **cabezales** son los elementos encargados de concentrar las solicitaciones transportadas por las vigas riostras y las columnas. Generando un nudo con gran concentración de armadura, desde donde se descarga a los pilotes.

c) Finalmente, los **pilotes de fundación** son los encargados de transmitir al terreno de soporte todas las solicitaciones generadas en la estructura del edificio. Los mismos trabajan de punta, transportando a través de su cuerpo todas las solicitaciones hasta la base. En la base contamos con una campana que busca aumentar la sección de contacto del pilote con el suelo soporte. Se trata de un ensanchamiento de la sección del pilote, practicado en el fondo de la excavación.

### 4.3.2. Ejecución y participación del alumno en el desarrollo de las tareas

Para poder ejecutar las fundaciones se deben seguir una serie de tareas que aseguran que el ítem se desarrolle de manera ordenada y sin inconvenientes. Luego, para poder avanzar en la obra es necesario coordinar las tareas de ejecución de fundaciones con las de otros elementos, como son las columnas. A continuación, las tareas que es necesario efectuar en orden para realizar las fundaciones:

- a) Replanteo.
- b) Excavación.
- c) Disposición de Armaduras.
- d) Encofrado.
- e) Hormigonado.

#### a) Replanteo

Para poder trabajar en el terreno, es necesario contar con referencias claras y perfectamente materializadas. Son necesarias básicamente dos referencias, una en planta y una en elevación. Las principales referencias en planta son la Línea Municipal y los Ejes Medianeros. Las mismas están definidas por las ordenanzas municipales y normalmente se definen con puntos fijos de la vía pública, como ser el cordón cuneta.

Para el plano de referencia en elevación, se traza en la periferia del terreno un nivel a +1,00m. El mismo se determina utilizando un nivel electrónico y tomando como referencia de nivel +0,00m el cordón cuneta. Para materializar este plano de referencia se utiliza la herramienta conocida en obra como "Chocla", que proviene del inglés "Choc Line". Se trata de un contenedor plástico que tiene en su interior un carrete de hilo. El hilo se tiñe con ferrite contenido en la cavidad y al desenrollar el carrete se pueden materializar líneas horizontales, verticales o inclinadas con sólo dos puntos de referencia.



Fig. 18\_Nivel electrónico.



Fig. 19\_Trabajo de replanteo.

Luego, en este plano de referencia a +1,00m, se ejecuta el Corralito de Ejes de Replanteo. Se trata de una tabla de madera clavada a los muros medianeros. Sobre esta madera, que coincide en el canto superior con el plano de referencia en elevación, se coloca un clavo por cada eje de elemento a replantear y se indica una referencia con lápiz de albañil. Esta referencia puede ser la progresiva de los ejes de replanteo o la referencia que figura en el plano correspondiente.

Para trabajar de manera ordenada se utilizan dos ejes de referencia principales, perpendiculares entre sí. Los mismos se referencian a cierta distancia de la Línea Municipal y de los Ejes Medianeros. Respecto de estos Ejes Principales, se trazan los distintos ejes de replanteo de los elementos estructurales. De este modo se reduce la propagación de errores por traslado de mediciones.

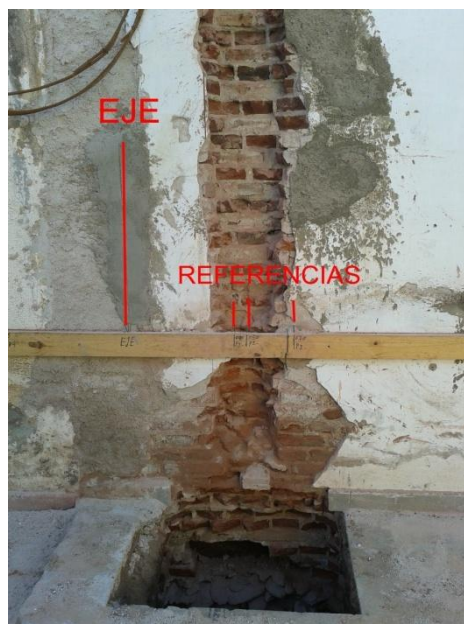


Fig. 20\_Corralito de replanteo de ejes.



Se procede entonces a replantear en el campo los puntos necesarios para materializar los distintos elementos estructurales. Primeramente se determina en el plano correspondiente que elemento se quiere replantear, ya sea un pozo de pilote o un cabezal o los ejes de una viga riostra. Se buscan en el plano los dos ejes perpendiculares que se usarán de guías y se coloca sobre los clavos antes mencionados una tanza bien tirante. Donde se intersecan las tanzas tenemos el punto que queremos materializar. Desde este cruce de las tanzas se deja caer una plomada, que por acción de la gravedad traslada perfectamente el punto al terreno. Luego se marca el mismo con una estaca y se dan las dimensiones del elemento de interés según los planos de detalles.

En el ANEXO Fundaciones, se pueden observar los planos de Replanteo de Fundaciones. Están diferenciados en Plano de Replanteo de Pozos de Fundación, Cabezales y Vigas Riostras de Fundación. En cada uno se detallan los ejes de replanteo de los diferentes elementos estructurales y fueron los utilizados en obra para poder ejecutar los elementos. También se adjunta el Plano de Detalles de Fundación, donde se pueden apreciar las dimensiones de los pozos, campanas de pozos y cabezales.

#### b) Excavación

La excavación en este caso se lleva a cabo manualmente, tanto de los pozos de fundación como de los cabezales y vigas riostras. La razón fundamental de que se utilice esta técnica es la escasa profundidad a la que se debe llegar para estar en terreno firme. De los estudios de suelo se determinó que se debía llegar a los -4,00m de profundidad.

Para realizar la operación son necesarios dos operarios, uno de ellos es el encargado de descender y cavar utilizando una pala corazón, mientras que el otro operario queda en la superficie y es el encargado de operar el rolo. El operario que baja, monta la pala en el gancho del rolo y asentando su peso en el canto superior de la pala descende, sosteniendo su peso el segundo operario que queda en la superficie. La tarea de excavación consiste en ir desgastando el terreno en el pozo de fundación con la pala y cargando los residuos en una bolsa de lona. Esta bolsa de lona es subida por el rolero, operario que queda en la superficie, y se va depositando en una zona cercana al pozo de fundación excavado. Una vez obtenida la profundidad indicada en planos, que se controla colocando una tanza en los ejes de replanteo y bajando la cinta métrica hasta tocar fondo, se ejecuta la campana. Para ello se practica con la pala un ensanche en la sección, buscando mantener la forma que indican los planos.



Fig. 21\_Pocero y ayudante (rolero).

Para ejecutar los cabezales y vigas riostras de fundación, se marcan los lados de los elementos ayudados de las tanzas colocadas en los ejes de replanteo y con plomada y cinta métrica. Se siguen estas guías marcadas en el terreno y se excava nuevamente hasta la profundidad deseada, que se controla como se indicó anteriormente.

Parte de la tarea de excavación es la de realizar la logística de extracción de este suelo excavado. Para ello, la empresa optó por contratar un servicio de movimiento de suelo. Se depositaban los residuos formando montículos, y tratando de que queden en lugares sin obstáculos. Luego, una mini-cargadora ingresaba al terreno y se encargaba de cargar los montículos de tierra en un camión.



Fig. 22\_Montículos de tierra excavada.



Fig. 23\_Extracción de material de excavación.

c) Disposición de armaduras

Primeramente se debe cortar el acero de las armaduras, para ello se busca el plano que indica el elemento que queremos preparar con las medidas correspondientes. Luego se toman las medidas del lugar donde finalmente se va a colocar el elemento, para cortar el acero con las medidas exactas de la disposición final. A esa medida se le debe adicionar un poco más de longitud para considerar los ganchos de final de armadura o codos que pudieran tener que efectuarse. Los trabajos de cortado y doblado se efectúan en un banco de madera, elevado a la altura de la cadera, para evitar lesiones en la espalda de los obreros.



Fig. 24\_Banco de trabajo.

Las vigas riostras de fundación están conformadas por barras de acero longitudinales que hacen a la armadura principal. Esta armadura principal tiene en sus extremos un gancho a 90° que asegura el anclaje del elemento una vez hormigonado. Luego, cuentan con armadura transversal de diámetro menor que la anterior y ésta cumple la función de confinar el hormigón dentro de la armadura principal y de soportar esfuerzos secundarios. La armadura secundaria se ata con alambre de 2mm en todos los lugares donde se encuentra en contacto con la armadura principal, de modo que no se desplace durante las tareas de hormigonado y vibrado.

Los cabezales están formados por cuadrados de armadura de diámetro considerable, en dos direcciones perpendiculares. Se forma de esta manera un cubo de armadura principal. Se ata con alambre de 2mm en todos los sectores donde se tocan estos cuadrados en direcciones perpendiculares, para evitar que se deforme el cubo durante el manipuleo, colocación y hormigonado.

Los pilotes de fundación tienen una estructura un tanto similar a la de las vigas riostras de fundación. Presentan una armadura principal longitudinal, de un diámetro considerable. Luego, cuentan con una armadura secundaria de menor diámetro que cumple con las mismas funciones antes explicadas, pero en este caso se trata de una armadura continuo en forma de espiral, que enrolla toda la armadura principal.

La armadura de cualquiera de estos elementos se baja a la excavación luego de controlar que no hayan quedado residuos en la misma. Se coloca primero la armadura del pilote, se verifica que quede a la profundidad correspondiente y que haya cierta luz entre la armadura y la excavación. Una vez verificado esto, se asegura la posición de la armadura con un suspensor colocado en la superficie. Se trata de una barra apoyada en el terreno de la que cuelgan dos alambres atados a la armadura del pilote. Así queda la armadura dispuesta hasta el momento de hormigonar.



Fig. 25\_Suspensor sosteniendo armadura de pozo de fundación.

Una vez hormigonado y fraguado, se puede colocar la armadura del cabezal. Para realizar esta tarea se debe cortar la armadura principal del pilote que sobresalen hasta tener la altura del cabezal. Luego, se debe introducir el cabezal de modo que quede centrada la armadura principal del pilote. Esto se debe hacer así para asegurar la continuidad de la armadura y el traspaso eficiente de los esfuerzos.

A su vez se debe colocar, introducido en el cuerpo del cabezal, la armadura de las vigas riostras de fundación y las columnas. Debido a la superposición de tareas mencionadas al principio del ítem, algunas de las zanjas para disponer las vigas riostras no se efectúan en el momento de colocar los cabezales y vigas riostras. Razón por la cual se debe colocar la armadura principal y dejar doblado para luego enderezar y unir al resto de la armadura.

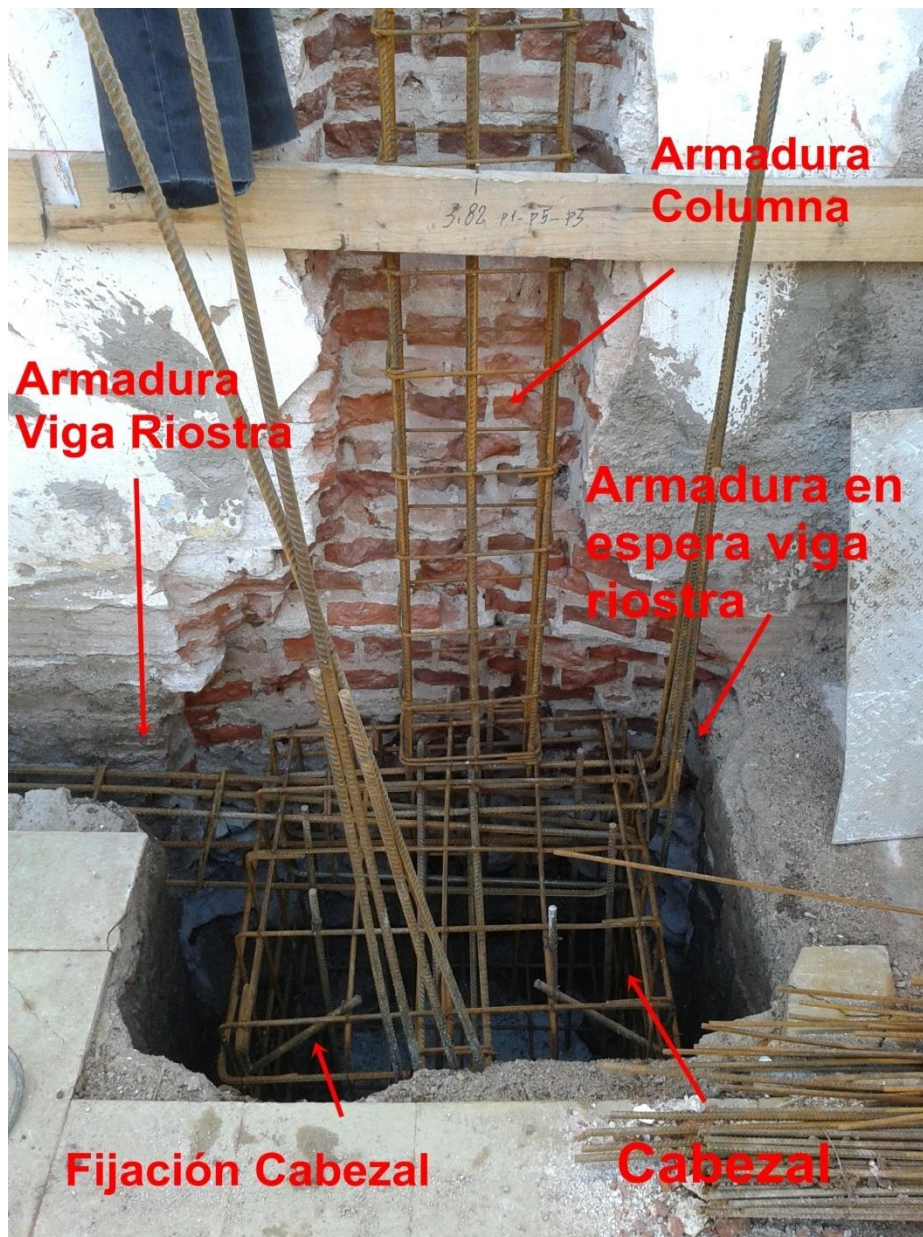


Fig. 26 Disposición de armaduras.

En el caso de los pilotes se deben colocar unos separadores de plástico para evitar que la armadura quede en contacto con la tierra de los bordes de la excavación. Los separadores son rueditas de plástico que se enganchan al espiral de la armadura secundaria. Se toma esta precaución para evitar que la armadura quede en contacto con la tierra y al no haber hormigón que la cubra, se produzca una disminución de la sección por corrosión debido a la humedad del ambiente.

#### d) Encofrado

Debido a la diferencia de niveles entre excavaciones y elementos estructurales, algunas veces resulta necesario encofrar ciertos elementos de las fundaciones.

En principio se terminan de dar las dimensiones necesarias para alojar la fundación en las zonas donde el terreno es irregular, excavación efectuada a mano con pala y cuchara de albañil en las zonas más delicadas. Luego se dispone la armadura, como se indicó anteriormente, de cabezales o de vigas riostras completas o en acople con armadura en espera. Generalmente son estos elementos los que pueden necesitar encofrado porque están a mayor nivel en las fundaciones y se encuentran con las excavaciones para subsuelos o depósitos.

El encofrado ejecutado con madera tiene varios elementos que se colocan para asegurar la contención del hormigón una vez colado y vibrado. Se procede a disponer tablas de madera o fenólicos como cuerpo principal, luego se lo asegura en dos direcciones perpendiculares con puntales de mayor escuadría para darle rigidez. Se clavan estos elementos y se aseguran las dimensiones finales realizando mediciones con cinta métrica. Se controlan las luces entre armadura y madera para asegurar que el colado del hormigón sea completo y no quede armadura expuesta. Finalmente, se verifica la horizontalidad de los encofrados con nivel de mano y se apuntala al terreno de soporte para que tenga firmeza a la hora del colado del hormigón. Esta tarea se lleva a cabo con puntales de madera colocados en diagonal al cuerpo del encofrado y presionados mediante golpes de martillo hasta asegurar la estabilidad del conjunto y el nivel adecuado.



Fig. 27\_Disposición de armaduras.



Fig. 28\_Encofrado de cabezal expuesto y vigas riostras de fundación.



Fig. 29\_Fundaciones expuestas listas para hormigonar.

e) Hormigonado

Para efectuar el hormigonado de las fundaciones se debe verificar hasta el último momento el estado de cada uno de los elementos componentes. Desde el estado de las excavaciones, la limpieza de las mismas, la disposición de las armaduras, la estabilidad y rigidez de los encofrados.

Previo a la llegada del camión moto-hormigonero se debe despejar la zona de ingreso. Elevando las tablas de madera del corralito de replanteo, moviendo los obstáculos que se puedan dañar o impedir el desplazamiento del camión y del personal. También se deben disponer las herramientas a utilizar durante el hormigonado y preparar las alimentaciones a la línea de corriente eléctrica necesarias para conectar la bomba del vibrador y demás elementos que utilicen dicha alimentación.



Fig. 30\_Ingreso de camión moto-hormigonero al terreno.

Los pozos de fundación se llenan con el suspensor unido a la armadura para que esta no asiente en el fondo de la excavación y quede en contacto con el terreno natural. Se dispone una pala de mano para no dañar las paredes de la excavación y asegurar la caída vertical del hormigón. Luego se descarga el hormigón directamente del volcador del camión hasta llegar a la profundidad correspondiente, se mide la misma colocando la tanza en los ejes de replanteo y utilizando una cinta métrica. Durante el colado del hormigón se realiza un vibrado a la mitad de la profundidad total y uno cuando alcanza la cota final, introduciendo la punta del vibrador y encendiendo la bomba. Se mueve un poco la manguera del vibrador tratando de no tomar contacto con la armadura. Finalmente se cortan los alambres que sujetan la armadura al suspensor y esta queda en su posición, el suspensor se puede utilizar para otra tarea.





Fig. 31\_Colado del hormigón, cuidando de no dañar los bordes de la excavación.

El llenado de las vigas riostras y los cabezales se efectúa de manera similar a la de los pozos de fundación, sin embargo se presta más atención en el vibrado por la mayor cantidad de armadura. Se debe asegurar que el hormigón se introduzca de manera homogénea en toda la sección del elemento estructural, protegiendo la armadura y sin producirse segregación del árido grueso. Se debe prestar especial atención a la cota final de las vigas riostras y cabezales, estos definen un plano desde donde se controlan los niveles de piso terminado y condicionan la altura de las unidades terminadas. Se controla la altura final con cinta métrica y tanzas colocadas en los ejes de replanteo en el corralito, y se efectúan las correcciones necesarias con palas de mano y el vibrador para hacer asentar la mezcla.



Fig. 32\_Colado de hormigón en cabezal y viga riostra de fundación.



Fig. 33\_Vibrado de hormigón en cabezal.

### 4.3.3. Problemas y soluciones

Se presentarán algunos de los problemas que se pudieron observar durante la ejecución del ítem fundaciones. Los mismos son propios de la tarea de obra y las soluciones fueron oportunamente propuestas y dialogadas entre el ingeniero jefe de la empresa, el encargado de obra y el jefe de estructuras. Aquí se expondrá un pequeño resumen de lo observado por el alumno.

#### a) Limpieza pre-hormigonado

Previo a hormigonar los cabezales y vigas riostras se debía revisar la limpieza de los pozos de fundación anteriormente llenados. Debido al picado de las paredes de las viviendas vecinas para colocar el armadura de las columnas que van sobre los cabezales, los escombros caían sobre los pozos hormigonados. Si se efectúa el hormigonado de los cabezales y vigas riostras sobre dichos escombros se puede producir una discontinuidad entre elementos. Lo que puede llevar a una falta de hormigón que proteja la armadura y el posterior deterioro de la misma por corrosión.



Fig. 34\_Pozo de fundación con residuos.

Para solucionar este problema, previo a la disposición de la armadura de cabezales y vigas riostras se cavaban dos pequeños orificios a los costados del pozo de fundación en puntos diagonales entre sí. El fin de efectuar estas pequeñas cavidades consistía en que allí pudieran ir a parar los restos de escombros que pudieran quedar encima del hormigón del pozo una vez que se aplica un chorro de agua a presión sobre el mismo. De esta manera se conseguía la continuidad en el hormigón una vez colado el cabezal y las vigas riostras.

#### b) Problemas durante el hormigonado

Como se mencionó anteriormente, debido a que no se pudieron cavar todas las zanjas para alojar la armadura de las vigas riostras durante el llenado de los cabezales, se debían dejar algunas armaduras en espera.

El problema se presentó al llenar los cabezales. Al ser el hormigón un material viscoso durante su etapa de hidratación, el mismo intentaba fluir hacia la parte ejecutada de las zanjas de vigas riostras. Para evitar este problema, se taparon las zanjas con

ladrillos huecos y en algunos casos con restos de madera. De modo que el hormigón no pudiera fluir hacia esas zonas.



Fig. 35\_ Tapado de zanjas de vigas riostras de fundación para hormigonado.

c) Hormigón demasiado seco

Una vez fraguado el hormigón colado en los cabezales y vigas riostras, se pudieron observar en el mismo unas marcas que seguían la forma de disposición de las armaduras.



Fig. 36\_ Armadura marcada en el hormigón fraguado de cabezales.

La conclusión a la que se arribó es que el hormigón pudo haber estado demasiado seco para cuando se llenaron los elementos, lo que acompañado de poco vibrado llevó a que el hormigón tomara la forma de la armadura de los cabezales y se apreciaran estas marcas.

## 4.4. COLUMNAS

### 4.4.1. Descripción

Las columnas son los elementos encargados de trasladar los esfuerzos que se generan en las losas debido a las cargas de servicio, hacia las fundaciones. La continuidad que se debe asegurar entre columnas de distintos pisos es de suma importancia, ya que son elementos que trasladan los esfuerzos de todo un piso. Si se produce la falla de alguna columna, esto puede generar grandes complicaciones para asegurar la estabilidad de la estructura.

En edificios de estas características hay columnas centrales y laterales. Las técnicas constructivas empleadas para llevar a cabo cada una de ellas presenta ciertas diferencias, sobre todo a la hora de encofrar para poder hormigonar.



Fig. 37\_Columnas.

#### 4.4.2. Ejecución y participación del alumno en el desarrollo de las tareas

Para llevar a cabo la ejecución de las columnas, se debe seguir una serie de tareas que deben ser coordinadas en paralelo con las tareas de ejecución de fundaciones y encofrado de losas. La razón fundamental de tener que operar así, consiste en que las fundaciones no se pueden hormigonar sin que estén plantadas las armaduras de las columnas. En algunas ocasiones, y si así lo manda la planificación del ítem, se ejecuta el hormigonado de losas y columnas al mismo tiempo. Para lo que resulta fundamental que los encofrados sean totalmente estancos y no presenten obstrucciones por residuos en su interior.

Es necesario reforzar la organización de las tareas y la coordinación para la disposición de material y espacios de trabajo.

La lista de tareas que se deben seguir para poder ejecutar las columnas, consiste en:

- a) Replanteo.
- b) Disposición de armaduras.
- c) Encofrado.
- d) Hormigonado.

##### a) Replanteo

En planta baja se debían ejecutar las columnas laterales sobre el eje medianero que comparte el terreno adquirido por la empresa con las viviendas vecinas. Para poder replantear las columnas laterales y disponer la armadura correspondiente era necesario picar las paredes que se encontraban construidas sobre el eje medianero. La tarea se llevaba a cabo marcando con cinta métrica el eje de la columna. Luego con la ayuda de plomada y "chocla" se marcaba sobre la pared el ancho final de la columna, siguiendo las dimensiones que definía el plano correspondiente. Finalmente para comenzar a eliminar el material de la pared con el martillo neumático, se delimitaba la zona a picar utilizando la amoladora con disco de diamante.

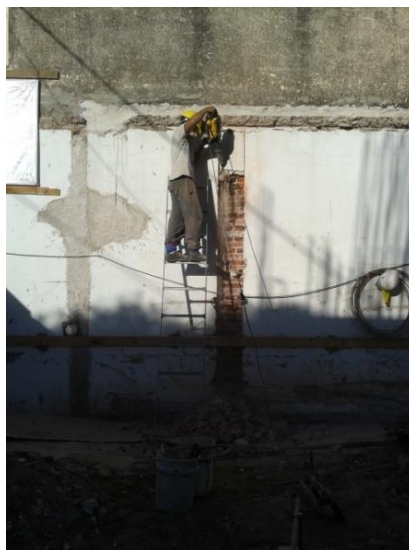


Fig. 38\_Picado de paredes para inserción de armadura de columnas.

Una vez picada la pared y estando el cabezal en su posición, se procede a replantear los ejes de la columna y a colocar la armadura correspondiente. Sobre el corralito se marcan los ejes, tomando las dimensiones que indican los planos con cinta métrica y generando una marca con lápiz de albañil. En esta marca se coloca un clavo, y finalmente sobre la cabeza del clavo se dispone una tanza lo mas tirante posible.

Luego se coloca la plomada en donde se cruzan los ejes replanteados y materializados con las tanzas. Se hace una pequeña marca con tiza en la armadura de los cabezales donde descansa la plomada. Se retiran las tanzas y se dispone la armadura de la columna de modo que quede centrada en la marca antes efectuada. Luego se vuelven a colocar las tanzas y se verifica que las dimensiones finales que vaya a tomar la columna queden perfectamente centradas con respecto a los ejes. Se mide en el ancho y largo de las caras de la columna, respecto de los dos ejes replanteados. Finalmente se asegura la posición final de la armadura colocada, efectuando varias ataduras con alambre a la armadura del cabezal. El alambre utilizado es el mismo que se emplea para unir la armadura primaria y secundaria.

El ANEXO Replanteo de Columnas, fue el utilizado en obra para replantear y posteriormente disponer las columnas de todo el edificio.



Fig. 39\_ Replanteo y disposición de armadura de columna.

b) Disposición de armaduras

Para poder colocar la armadura en la posición correspondiente, como se indicó en el apartado anterior, es necesario tener la columna armada en su totalidad.

El cuerpo de las columnas está formado por la armadura principal, barras de acero de un diámetro considerable que transporta cargas normales a la sección de la columna. También contamos con armadura secundaria, como en el caso de las vigas riostras de fundación, de un diámetro menor debido a que solo cumple la función de confinar el hormigón de las columnas y de soportar los esfuerzos secundarios de corte que se generan por las acciones sísmicas.

Podemos observar en el ANEXO Detalles de Columnas, que se realiza una densificación de la armadura secundaria en la zona cercana a los nudos. Esto es en planta baja cerca de los cabezales, y en los distintos pisos a 0,50 m por arriba y por debajo de la losa.

Las columnas se arman en bancos de madera o barras de acero doblado. De modo que los obreros tengan la armadura a la altura de la cintura y no tengan que agacharse, produciendo cargas sobre los lumbares. Se disponen las barras de acero de la armadura principal, se introducen los cuadrados de armadura secundaria doblados anteriormente y se procede a atar con alambre las armaduras primaria y secundaria.



Fig. 40\_Armado de columnas.



c) Encofrado

Pasados uno o dos días desde el hormigonado de los cabezales y vigas riostras de fundación, se asegura una consistencia mínima por el fraguado del hormigón. De modo que se puede trabajar sobre él.

Lo primero que se hace es replantear sobre el cabezal las caras de la columna, las mismas quedan alrededor de la armadura que se dispuso en el interior de los cabezales. Primero se colocan las tanzas sobre los ejes de la columna. Con la plomada y cinta métrica se marcan con tiza dos puntos de una cara de la columna. Una vez que tenemos estos puntos, se materializa la línea con la chocla.

Sobre las líneas marcadas anteriormente en los cabezales de fundación, se arma un pequeño encofrado de madera. Se colocan maderas de 2x2" que contendrán el hormigón de un dado o base. El mismo se efectúa para poder asegurar las maderas del encofrado que definirán las caras de la columna. De este modo se asegura que la columna tenga las dimensiones finales que le demos a este dado de hormigón en la base.



Fig. 41\_Dado o base de columna.

Luego se procede al cortado de los **fenólicos**, planchas de madera de 1,22x2,44 m y 1" de espesor. Los fenólicos se utilizan para definir las caras de las columnas, ya que presentan una superficie lisa y de buena terminación. Se corta la plancha para obtener dos placas con las dimensiones de la cara más ancha de la columna más el espesor de dos fenólicos, para poder alojar las maderas que definirán las otras dos caras perpendiculares de la columna. También se cortan las dos placas para que hagan de los lados mas angostos de la columna, estos quedan adentro de las anteriormente cortadas. Se unen estas piezas con clavos de 2" y se forma de esta manera una especie de caja que aloja las armaduras.

A estas maderas que se utilizan para definir las caras de la columna, se le adhieren varios **travesaños** distanciados no más de 0,60 m entre sí. Los travesaños son maderas un poco más anchas que la cara de la columna, con una sección de 2x2" que van clavadas al fenólico y cumplen la función de evitar el pandeo del mismo al colarle el hormigón. Se colocan en cada uno de los fenólicos que definen las caras de la columna y normalmente van a la misma altura en las caras enfrentadas, mientras que la cara perpendicular presenta travesaños por arriba o por abajo de la línea antes definida. Estos travesaños una vez colocados son atados con alambres a los que se les efectúa un torniquete para ajustarlos. Cruzan el cuerpo de la columna a través de perforaciones efectuadas en los fenólicos o bien por afuera en las columnas centrales, se disponen los mismos para evitar que el cuerpo del encofrado se abra al volcar y vibrar el hormigón.



Fig. 42\_ Atadura de travesaños con alambre y torniquete.

Para contener los travesaños y hacerlos trabajar de manera monolítica con toda la estructura del encofrado, se colocan finalmente dos **puntales** a lo largo de toda la cara de la columna. Estos puntales son maderas largas de 2x2" que van clavados a cada uno de los travesaños antes colocados. Su función es la de asegurar la posición y apuntalar toda la estructura del encofrado.

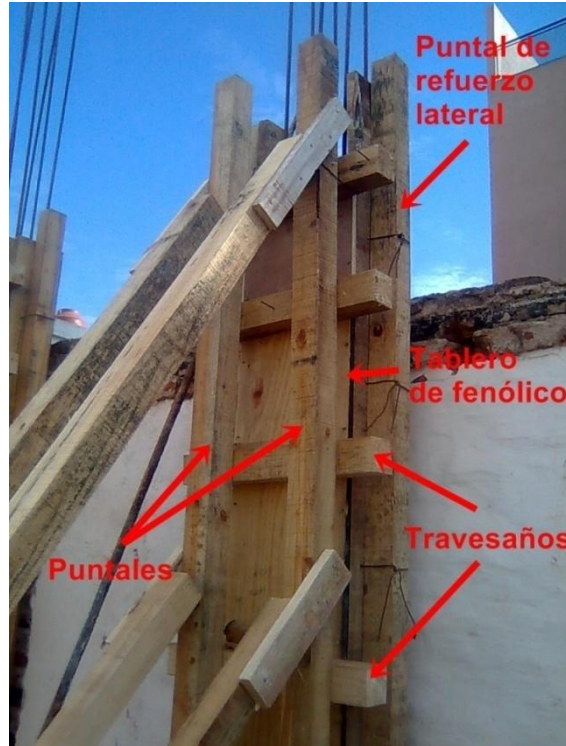


Fig. 43 Elementos del encofrado de columna.

En las columnas laterales se disponen las piezas antes mencionadas para formar una cara de la columna, o tres caras de ser necesario cubrir cierta distancia desde la pared. Mientras que en las columnas centrales es necesario efectuar la estructura de encofrado en todas las caras de la columna.

Una vez que se cuenta con todos los elementos de la estructura del encofrado de la columna, se procede a fijar la posición final de la misma. Para ello es necesario colocar los **puntales de arriostamiento** de la estructura. Los mismos son maderas de sección de 2x2" que se colocan inclinados a distintas alturas de la estructura del encofrado. Sirven para fijar la posición de toda la estructura y soportar la carga que implica el volcado y posterior vibrado del hormigón. Los puntales de arriostamiento se fijan a la estructura del encofrado de columna con **listones y fajas** que evitan que se desplace, generándose una traba del elemento con el encofrado. Al mismo tiempo se traban en el terreno de soporte en puntales de madera atados a los aviones que se colocan durante el hormigonado de los cabezales y vigas riostras de fundación. Allí también los puntales de arriostamiento se aseguran con fajas y listones para evitar que el elemento se desplace o pierda rigidez.



Fig. 44\_ Elementos de fijación de encofrado.

Las columnas laterales necesitan ser arriostradas en la dirección normal a la pared que contiene la columna. Solamente se colocan puntales de arriostramiento en la cara encofrada, y se aseguran al puntal atado a los aviones colocado en el terreno de soporte.

Por otro lado, las columnas centrales deben ser arriostradas en dos direcciones perpendiculares entre sí. Es necesario efectuar arriostramientos múltiples para optimizar el uso de la madera y no generar desperdicios. Se fija la posición de una cara del encofrado de la columna, y luego se aseguran las caras perpendiculares con puntales fijos a la cara antes definida. De este modo se agrupan columnas que se encuentren cercanas para poder arriostrarlas juntas.

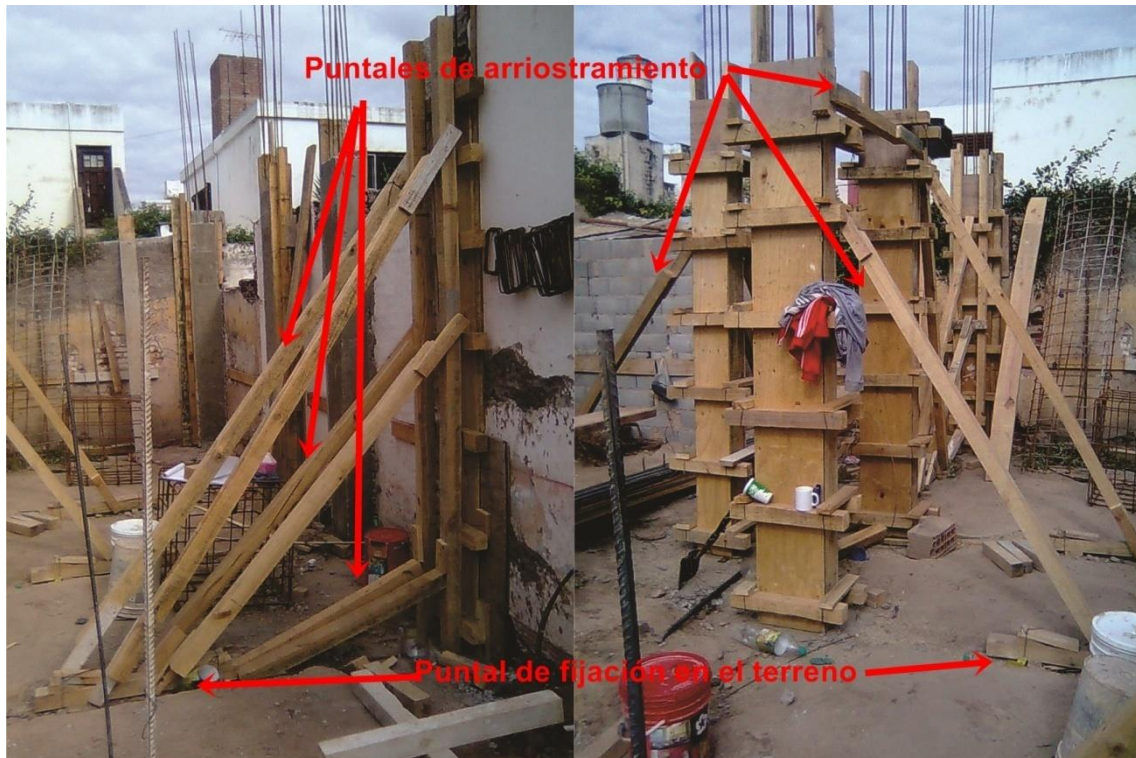


Fig. 45\_Encofrado de columna Lateral y conjunto de columnas Centrales.

Para poder asegurar la posición final del encofrado de la columna, es necesario verificar la verticalidad y definir el nivel de llenado. Para asegurar la verticalidad, tanto en columnas laterales como centrales, se coloca la plomada con su dado de acero en una de las caras del encofrado. Se mide con cinta métrica la distancia desde el fenólico hasta el hilo de la plomada en 3 niveles distintos. Cuando se logra que la distancia sea la misma en los 3 niveles, se clavan los puntales de arriostamiento asegurando la posición final del encofrado. Luego se efectúa la operación en la cara perpendicular y se define la posición final. En las columnas laterales sólo es necesario verificar la verticalidad de la cara encofrada.



Fig. 46\_Control de verticalidad de encofrado.

Finalmente para definir el nivel de llenado, se coloca un trozo de barra de acero atravesado en el cuerpo de la columna que se controla con el nivel de mano. El nivel se define utilizando la manguera de agua, trasladando al encofrado el plano de referencia y adicionándole la altura hasta el fondo de losa del piso inmediatamente superior.



Fig. 47\_Definición de nivel de llenado de columna.

#### d) Hormigonado

En la planta baja, el colado del hormigón en las columnas se puede realizar manualmente. De lo contrario, si se justifica la inversión, se puede contratar un servicio de bombeo de hormigón elaborado. Esto facilita enormemente la tarea de hormigonado de las columnas ya que un sólo operario puede efectuar la tarea. Una de las posibilidades es la de hormigonar conjuntamente las columnas y la losa. En cuyo caso se justifica enormemente el alquiler de un equipo de impulsión de hormigón por bomba.

Una vez que se realizaron los controles de verticalidad, limpieza y rigidez de los encofrados, los mismos están listos para efectuarse el llenado.

En la jornada de hormigonado, antes de que se presente en el terreno el camión moto-hormigonero, se rocían los encofrados de las columnas con agua. De este modo la madera seca no quita el agua de amasado del hormigón.

Si se debe realizar el llenado de otros elementos estructurales conjuntamente con las columnas, se puede optimizar el jornal efectuando un "cachingo". El mismo consiste en generar un recinto a donde se puede descargar el hormigón para llenar las columnas en paralelo con un grupo de operarios, mientras otros descargan desde el camión directamente a los otros elementos estructurales.

El cachingo se materializa depositando un fenólico de madera en el piso, o un grupo de estos dependiendo del tamaño y cantidad de hormigón a descargar. Luego se cierran los laterales con maderas apuntaladas y trabadas con puntales para evitar que se venzan por el peso del hormigón.

Desde aquí un operario carga con una pala ancha varios baldes con hormigón. Estos se trasladan de mano en mano hasta el último operario, que haciendo un movimiento veloz con todo el cuerpo logra impulsar el balde hasta el operario que se encuentra a la altura de llenado del encofrado. Se salva esta distancia gracias a un apoyo efectuado con madera, o de lo contrario haciendo pie en algún banco de trabajo que se encuentre cerca de los encofrados de la columna.



Fig. 48\_Carga de hormigón desde "cachingo".



Fig. 49 Impulsión de balde para llenado de columna.

Se llenan los encofrados hasta el nivel definido anteriormente. Una vez cerca de este nivel se debe efectuar el vibrado del hormigón volcado, para evitar oquedades en la columna. De modo que se introduce la punta de la lanza vibradora intentando que esta no toque la armadura. La máquina que produce la vibración es sostenida por un operario cerca del lugar de llenado ya que la manguera no tiene un gran recorrido.

#### 4.4.3. Problemas y soluciones

Se presenta a continuación un problema que se pudo observar durante la ejecución del ítem columnas. Se trata de tareas y operaciones que están fuera de las prácticas correctas de la construcción y son disparidades que observó el alumno respecto de lo aprendido en sus años de cursado de la carrera.

##### a) Oquedades en columnas hormigonadas

Durante el desencofrado de las columnas se pudieron observar algunas oquedades. Producto de un mal vibrado se generan algunos vacíos en el hormigón que debía envolver a la armadura.

Esto puede generar problemas de pérdida de continuidad de la armadura de la columna. Al no contar con el hormigón de protección, la armadura queda expuesta al contacto con el aire y el agua del ambiente. Lo que da inicio a un proceso natural del acero que es la oxidación, de esto resulta una pérdida de la sección de armadura y posterior pérdida de resistencia del elemento estructural.

Debido a que las oquedades no fueron de considerable tamaño y el armadura no quedaba del todo expuesta, se llenaron con hormigón efectuado en obra.

En otra experiencia que tuvo la empresa se encontró con el mismo problema, pero en proporciones mayores. En aquel momento la solución que se llevó a cabo fue un poco más compleja y se utilizó un cementante que se expande durante el fraguado. Consiguiendo de esta manera igualar las características del hormigón elaborado original.



## **4.5. LOSA**

### **4.5.1. Descripción**

Las losas son los elementos más complicados de trabajar, debido a la cantidad de detalles que se deben cuidar. Los tiempos de construcción se extienden en esta etapa de la obra y se deben coordinar distintas tareas, tales como el encofrado que va a soportar la losa, el encofrado de columnas (si se van a hormigonar al mismo tiempo), la disposición de armaduras para la losa, las instalaciones eléctricas, sanitarias y tantos otros detalles que hacen a la elaboración de una losa.

Sobre las losas actúan las distintas cargas que va a soportar la estructura del edificio. Se encuentran las cargas por la mampostería efectuada para lograr los cerramientos de distintas unidades de vivienda, también están las cargas debidas a hormigones de rellenos en contra pisos y los solados mismos. Por otro lado, dependiendo del uso que vayan a tener los ambientes se presentan distintos estados de carga posibles. Todo esto hace que la losa sea un elemento de transferencia de solicitaciones al resto de los elementos estructurales que se vienen explicando anteriormente.

Se elaboran distintos tipos de losas en el medio de la construcción. Por ejemplo encontramos las losas macizas, las losas nervadas con casetones perdidos o recuperables, las losas prefabricadas, entre tantos otros. En el edificio en análisis, la losa nervada con casetones perdidos fue la que se elaboró en las distintas plantas.

### **4.5.2. Ejecución y participación del alumno en el desarrollo de las tareas**

Como se mencionó en la descripción del ítem, los apartados a tener en cuenta durante la ejecución de la losa son un poco más que los que se venían tratando en los anteriores elementos estructurales. La organización de las distintas tareas a llevar a cabo cobra un papel fundamental, al igual que la disposición de los espacios para trabajar de manera ordenada. A continuación se enumeran los apartados más importantes para ejecutar una losa nervada con casetones perdidos, y más adelante se desarrollan aquellos en los que pudo participar el alumno.

Se resalta nuevamente que estas tareas se deben organizar y ejecutar en paralelo para asegurar el avance de la obra. En esta etapa se debe trabajar en paralelo con la elaboración de las columnas y la losa, lo que complica la disposición de los materiales, los espacios disponibles para transitar y los lugares de trabajo.

Las tareas que se deben efectuar para poder ejecutar una losa nervada con casetones perdidos, son:

- a) Encofrado.
- b) Replanteo.
- c) Disposición de Armaduras.
- d) Disposición de metal desplegado, polietileno expandido, armadura de refuerzo.
- e) Instalaciones (eléctrica, losas rebajadas, montantes).
- f) Hormigonado.

a) Encofrado

El encofrado es la estructura independiente que soporta todos los elementos de la losa. Debe poseer una resistencia considerable para soportar el peso de las armaduras de las vigas, el peso del hormigón una vez colado y el movimiento de los obreros que trabajan sobre él. Al mismo tiempo que debe tener la rigidez necesaria para mantenerse en pie de manera independiente, ya que no hay otro elemento que soporte estas cargas más que el encofrado mismo.

Para materializar el encofrado, se optó por la opción de utilizar un sistema de encofrado metálico. El servicio ofrecido por la empresa de los encofrados consiste en una sistematización de la disposición de elementos metálicos, los elementos necesarios para materializar el encofrado, el asesoramiento necesario en caso de surgir problemas en la obra y una revisión técnica antes de efectuar el hormigonado.

Básicamente el sistema Titan HV de la marca Ischebeck ofrecido por esta empresa de encofrado, consiste en unos puntales telescópicos que se paran y forman pórticos con vigas principales. Estos pórticos adquieren rigidez una vez que se colocan unas vigas secundarias de menor sección que las primarias. Y finalmente, unos chapones hacen de fondo de losa para disponer sobre ellos todos los elementos de la losa. Una de las ventajas que ofrece este sistema de encofrado, es que se puede desencofrar la mayor parte del sistema una semana después de hormigonado. Lo que permite trasladar estos elementos al nivel superior y comenzar nuevamente con el encofrado de la losa siguiente, necesitando solo unos pocos elementos nuevos. Se dejan en el piso desencofrado algunos puntales estratégicamente dispuestos y se pierden algunos chapones, pero todo lo demás está disponible para ir al siguiente nivel. Toda esta información se puede apreciar en el ANEXO Sistema de Encofrado Metálico Titan HV, Ischebeck.

Desde la empresa proveedora del servicio, se detalla un plano con la disposición de los pórticos. El plano es tentativo y en la obra se deben ejercer algunos ajustes, debido a que las medidas son tentativas y algunos elementos estructurales como columnas ya materializadas presentan dimensiones distintas a los planos originales. En el plano se presenta una línea de arranque, a partir de la cual se empieza a trabajar.

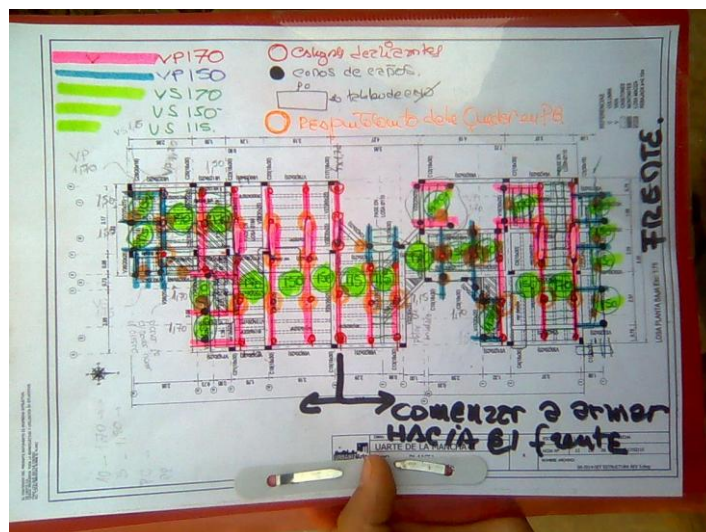


Fig. 50\_Plano de encofrado de losa.

Son necesarios dos operarios, uno trabaja parado sobre un banco de madera que le da cierta altura y el otro se encuentra en el terreno. Se para un puntal con un trípode de sostenimiento en el punto de arranque marcado en el plano, el obrero subido al banco levanta una viga principal y la hace entrar en el cabezal del puntal, mientras el obrero que se encuentra en el terreno eleva el otro extremo de la viga con el cabezal del siguiente puntal. Este puntal también tiene un trípode de sostenimiento, lo que mantiene los puntales hasta poder armar el pórtico paralelo y unirlos con las vigas secundarias, lo que ofrece el arriostramiento necesario para sacar los trípodes y pasar al siguiente pórtico.



Fig. 51\_Operarios armando encofrado metálico.

De esta manera se avanza con la estructura del encofrado, siguiendo siempre la estructuración propuesta en el plano. Una vez que se tiene avanzada la estructura, otro grupo de obreros puede empezar a trabajar en la parte superior del encofrado. Las vigas secundarias apoyan en unas aletas que tienen las vigas primarias, estas aletas les sirven de guía a las secundarias para moverse sobre ellas y de trabas para no soltarse. Las vigas secundarias se pueden deslizar en estas aletas, de modo que se mueven hasta encontrarse en la posición necesaria para clavar los chapones que hacen de fondo de losa. Son chapones que ya vienen con una dimensión pre-establecida y tienen perforaciones en los extremos donde se coloca un clavo y se adhiere el chapón a las vigas primarias o secundarias, dependiendo de la disposición.



Fig. 52\_Colocación de chapones sobre estructura de encofrado.



Fig. 53\_Acopio de chapones para continuar la colocación.

Con los chapones se cubre la mayor parte de la superficie de la losa, sin embargo se deben solucionar algunos detalles de cierre en las cercanías de las columnas, o en los bordes de losa. Estas soluciones se practican con fenólicos cortados a medida y puntales de madera en la forma convencional de encofrar. Primero se disponen los puntales con fajas y listones en sus extremos, así asientan los fenólicos de fondo de losa que se colocaran luego. Se corta el fenólico con las dimensiones necesarias para cubrir el detalle de cierre mas una distancia para que sobresalga en el caso de extremos de losa, de este modo se pueden flechar los cierres. Se colocan y se clavan

finalmente los fenólicos cortados a medida sobre las vigas principales o secundarias del encofrado metálico y sobre los puntales con listones.

Luego se deben efectuar los cierres de losa, que son las maderas que contendrán el hormigón en los extremos. Se dispone un fenólico con la altura de la losa mas una revancha de seguridad por el movimiento del hormigón o posibles volcados. A estas maderas colocadas de manera vertical, se las debe apuntalar, para ello se coloca un puntal cada 0,50 m para evitar que pandee el fenólico. Luego estos puntales son arriostrados con una faja a lo largo de toda la luz que cubre el fenólico y finalmente esta faja es flechada con puntales que van clavados al fenólico que hace de fondo de losa.



Fig. 54 \_Detalles de cierre de losa en extremo.



Fig. 55\_Detalle de cierre con madera en zona de columna.

Lo último que se hace es nivelar el encofrado. Una vez que se tiene toda la estructura parada, se traslada a los puntales el nivel de referencia con la manguera de agua. Luego con ayuda de una cinta métrica se define la altura final de los puntales telescópicos, que tienen una manivela que gira y posibilita el cambio de altura. De este modo se define la altura del fondo de losa, considerando el espesor de los chapones.

#### b) Replanteo

Una vez materializado el encofrado, o parte de él, se pueden iniciar las tareas de replanteo. No es necesario que esté todo el encofrado materializado, se pueden sectorizar zonas de trabajo. De modo que en una zona se continúa armando el encofrado, mientras en otra ya se inician los trabajos de replanteo y picado de pared de ser necesario para disponer la armadura.

Para replantear los ejes de vigas y columnas en la losa, es necesario trasladar los ejes principales al nuevo nivel de trabajo. Esta tarea se efectúa utilizando la plomada y la cinta métrica. Se trasladan dos puntos de cada eje principal colocando la plomada sobre el eje y marcando un punto en un chapón del encofrado de la losa. De este modo se procede hasta tener dos puntos para materializar el eje y se efectúa la misma secuencia para trasladar el otro. Luego se debe verificar la perpendicularidad de los ejes trasladados, esto se realiza utilizando el concepto de triángulo rectangular de Pitágoras. Una manera sencilla de verificar la perpendicularidad de los ejes en la obra utilizando una cinta métrica para medir los catetos del triángulo y haciendo una sencilla cuenta numérica.



Fig. 56\_Verificación de perpendicularidad de ejes principales.

Con los ejes principales replanteados, solo resta leer en los planos correspondientes las progresivas de los ejes de vigas y columnas que queremos replantear en el fondo de losa. Dos operarios se encargan de trasladar estas medidas al fondo de losa utilizando una cinta métrica.

c) Disposición de armaduras

Para preparar las armaduras de las vigas principales de la losa, se puede trabajar sobre el encofrado metálico utilizando unos bancos hechos con barras de acero doblado. Otra opción es la de trabajar sobre los bancos de madera instalados en la planta baja, donde se corta y se doblan las barras de acero con las que después se ensamblan las armaduras. La complicación en esta segunda opción es que luego se debe subir todo el elemento al nivel superior, y estos tienen un peso considerable.



Fig. 57\_Armado de vigas sobre encofrado.



Fig. 58\_Armado de vigas en planta baja.

De modo que se trabaja sobre el encofrado utilizando los bancos de barras de acero doblados mientras hay espacio, cuando se comienzan a replantear los ejes de las vigas y a colocarlas en su posición final, la disponibilidad de espacio se ve reducida. En ese momento se continúa el trabajo en los bancos de madera en planta baja.

Se define el elemento a preparar y se busca en el plano el detalle de la viga, luego se verifica el espacio donde se colocara el elemento y se definen así las dimensiones finales para cortar las barras de acero y realizar el doblado de las mismas. Las vigas, al igual que las vigas riostras de fundación, cuentan con una armadura principal que tienen ganchos en los extremos para asegurar la unión de elementos en los nudos de concentración de armadura. Se coloca también la armadura secundaria para confinar el hormigón y soportar los esfuerzos secundarios generados en la losa.

Finalmente los elementos se identifican con una madera con su nombre y se acopian hasta que se hayan terminado los detalles de encofrado, se hayan picado las paredes si las hubiera y replantado los ejes. Para colocarlos en su posición final basta verificar la ubicación de los ejes y que los extremos de las armaduras de las vigas se introduzcan de manera correcta en los nudos de encuentro de armaduras. Esto es, en los lugares de unión con las columnas.





Fig. 59\_Operaciones para la disposición de armaduras.

Se deben cuidar los detalles de encuentro de armaduras en ángulos complicados, en los balcones donde las vigas son el cuerpo de cierre del balcón y donde presentan normalmente una armadura de refuerzo debido al voladizo. En tales casos se recurre a los planos de detalle de estas zonas conflictivas y se extreman los controles durante el armado de las vigas y durante la disposición final, para evitar superposiciones innecesarias o anclajes incompletos.



Fig. 60\_Control de detalles en disposición de armaduras.

Se puede observar en el ANEXO Estructura sobre Planta Baja - Losas, los ejes de replanteo de vigas. En el ANEXO Detalle de Vigas, podemos ver los desarmes de la armadura para poder indicar a los obreros que armadura disponer para el armado de las vigas y los detalles de elementos conflictivos.

d) Disposición de metal desplegado, polietileno expandido, armadura de refuerzo

Con las vigas colocadas en su posición sobre el encofrado de la losa y habiendo controlado las uniones de armaduras en los nudos, se procede a colocar el cuerpo de la losa nervada con casetones perdidos.

Se lo llama cuerpo de la losa, porque es una zona donde no se toman solicitaciones. No tiene sentido colocar allí un material tan costoso como el hormigón o el acero. Solamente se coloca una armadura de refuerzo para tomar las tracciones que puede haber en la parte baja de la losa debido al peso propio y una armadura superior para controlar las fisuras en la losa por la retracción por fragüe del hormigón. El resto del volumen de la losa se ocupa con polietileno expandido, siendo una forma de optimizar el uso de materiales y disminuir los costos por la diferencia de precio de mercado del polietileno expandido respecto del hormigón.

Se coloca primero una malla de metal desplegado sobre los chapones metálicos y las maderas del encofrado. Este material se coloca para poder efectuar el enlucido del ambiente una vez desencofrada la losa. Si queda expuesta la superficie del polietileno expandido, los enlucidos no pueden tomar cuerpo y sostenerse en este, por lo que se debe disponer otro material para cumplir esa función. Se trata de rollos de material que se cortan y se disponen en los espacios que quedan entre las vigas. En algunas esquinas y ángulos de encuentros de armadura se debe efectuar un doblado de la malla metálica, lo que no presenta problema porque es un material muy maleable.



Fig. 61 \_Disposición de rollos de metal desplegado.

Luego se procede a colocar los molones de polietileno expandido. Se trata de cubos de 0,40x1,30x0,20 m, que se ubican sobre el metal desplegado y se sigue una modulación que organizan desde oficina técnica y se expresa en el plano correspondiente. De este modo se generan los espacios para formar los nervios de hormigón donde se coloca la armadura de refuerzo, que busca absorber los esfuerzos de tracción que se pueden generar en la parte de abajo de la losa debidos al peso propio y a las cargas de uso. En este caso, se trata de unos estribos que van enganchados a los cubos de polietileno expandido y sobre estos estribos se coloca la armadura principal. Esta armadura principal presenta ganchos en los extremos que van introducidos en las vigas de extremos.

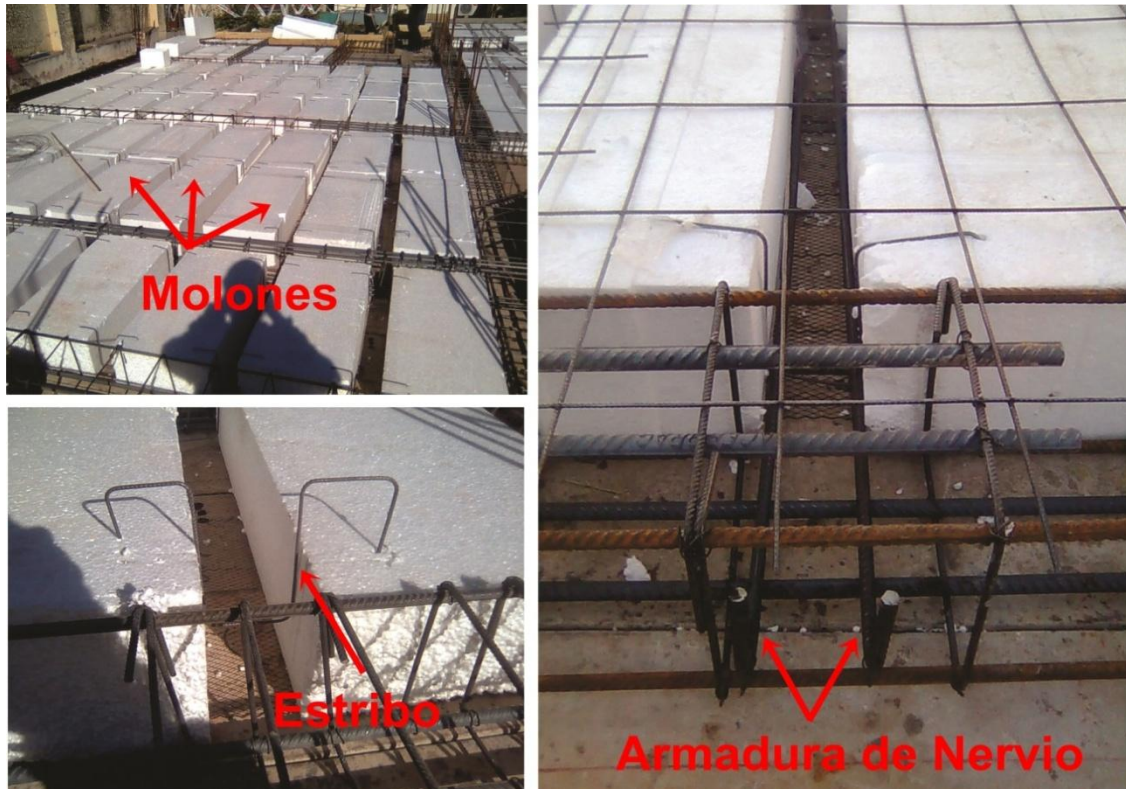


Fig. 62\_Disposición de molones y armadura de nervio.

Finalmente sobre los molones de polietileno expandido, y habiendo colocado la armadura de refuerzo, se disponen las mallas metálicas electro-soldadas. Las mismas se colocan para controlar las fisuras que se pueden generar en la parte superior de la losa debido a la retracción por fragüe del hormigón. Las mallas se presentan en planchas de 1,50x2,50 m y deben cubrir toda la zona con molones de polietileno expandido, en algunos lugares se debe superponer para cubrir toda el área necesaria y en otras zonas es necesario efectuar un corte en la malla. Los cortes se realizan con amoladora ya que está formada con barras de acero de 4,2 mm.

En el ANEXO Estructura sobre Planta Baja - Losas (2), se puede ver la disposición de casetones y de nervios de armadura de refuerzo propuesta.



Fig. 63\_Disposición y cortado de mallas metálicas.

e) Instalaciones (losas rebajadas, montantes, eléctricas)

Es necesario disponer, antes de efectuar el hormigonado, todos los elementos de las instalaciones. A medida que se van colocando los elementos del cuerpo de la losa y se van ejecutando los detalles del encofrado, se pueden ejecutar algunas de estas tareas en paralelo. Tal es el caso del replanteo y disposición de encofrado para materializar las montantes y losas rebajadas.

Las losas rebajadas no tienen cuerpo de casetones perdidos, son losas bajas de material hormigón que tienen una armadura principal. Se efectúan para poder disponer las cañerías de los desagües en baños y cocinas, y luego rellenar con hormigón pobre y poder colocar los mosaicos al mismo nivel de los otros ambientes. Los encofrados de las losas rebajadas se efectúan en madera y consisten en colocar un puntal sobre los chapones del encofrado metálico y adherido a este puntal las tablas o fenólicos que hacen de borde de losa. De este modo se puede llenar la losa que rodea a la losa rebajada hasta el nivel correspondiente porque lo contiene este encofrado, y al mismo tiempo llenar la losa rebajada sin tener que ascender hasta el mismo nivel del resto de la losa.

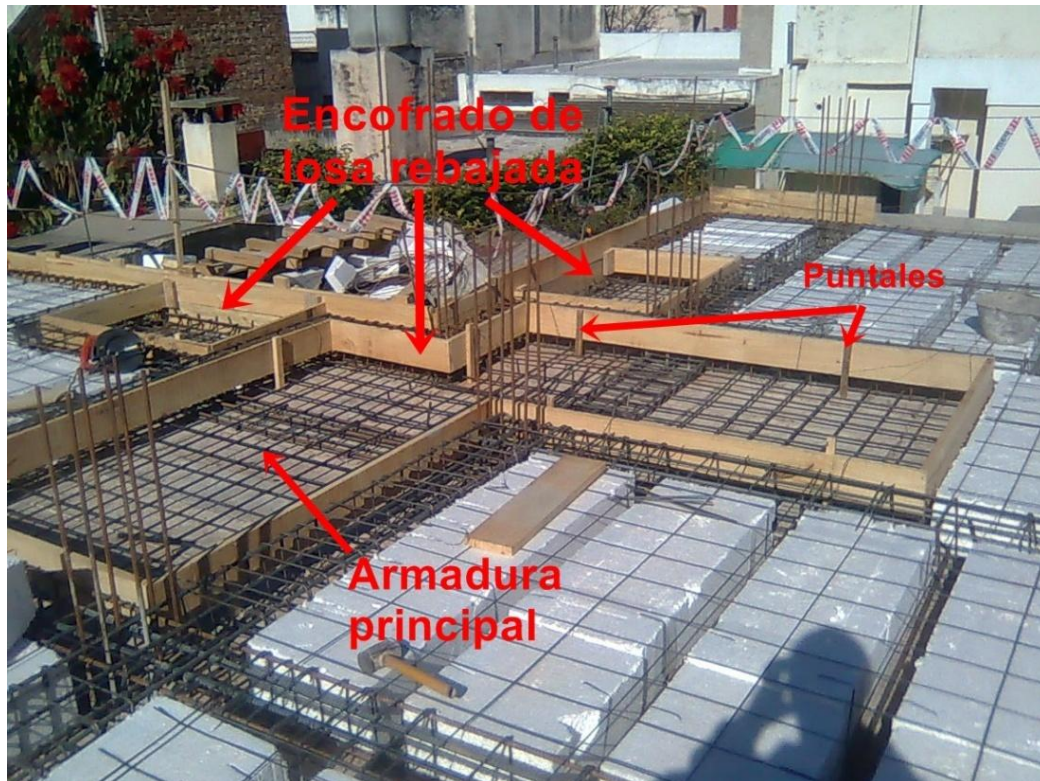


Fig. 64\_Losas rebajadas.

Por otro lado las montantes son espacios técnicos que se disponen para hacer pasar cañerías de distintas instalaciones. Así, se tienen montantes para disponer las cañerías de los desagües o montantes para pasar instalaciones eléctricas o de gas.

Los encofrados en este caso se efectúan de manera similar a la antes mencionada para las losas rebajadas. Sin embargo, cuando el espacio técnico necesario es reducido, sencillamente se colocan molones de polietileno expandido hasta la altura que se va a llenar la losa. De modo que una vez fraguado el hormigón se elimina el molón y queda el espacio técnico necesario.

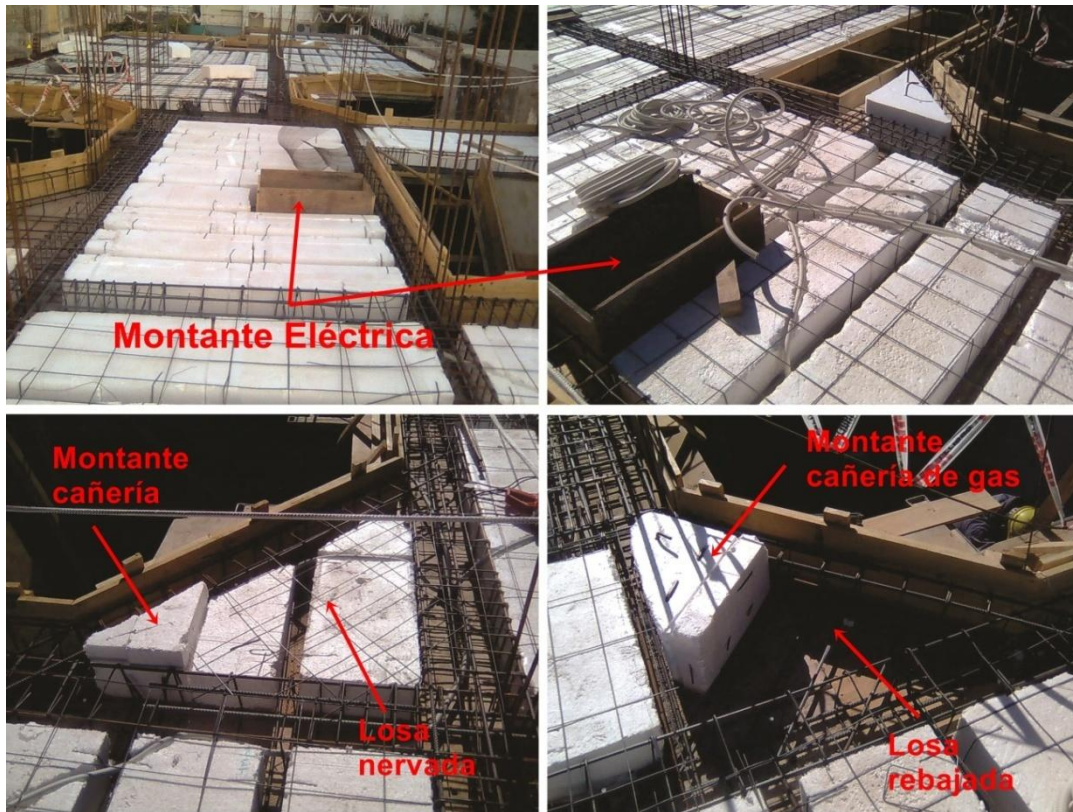


Fig. 65\_Distintos tipos de espacios técnicos.

Se deben replantear con sumo cuidado estos espacios técnicos, revisando en los planos correspondientes los ejes utilizados para materializarlos. Se marca con chocla las líneas del espacio técnico e inmediatamente se procede a efectuar el encofrado o disposición de polietileno expandido, para evitar confundir en otro momento de que se trataba esa marca.

Finalmente los elementos de la instalación eléctrica se colocan una vez que se hayan dispuestos todos los molones de polietileno expandido y las mallas metálicas. Se procede de esta manera para que al transitar sobre la malla metálica no se muevan o salgan de lugar los elementos de la instalación eléctrica. Siguiendo el plano de Instalaciones Eléctricas y utilizando una pistola de calor, se ahuecan los molones y se colocan las cajas octogonales en los distintos ambientes. Se procede de igual manera para colocar los caños corrugados por donde se pasaran luego los cables de la instalación. Se debe controlar que estos caños corrugados no queden doblados o con codos en donde se puede atravesar el cableado, en cuyos casos se colocará un codo de material similar al de las cajas octogonales para evitar obstrucciones.

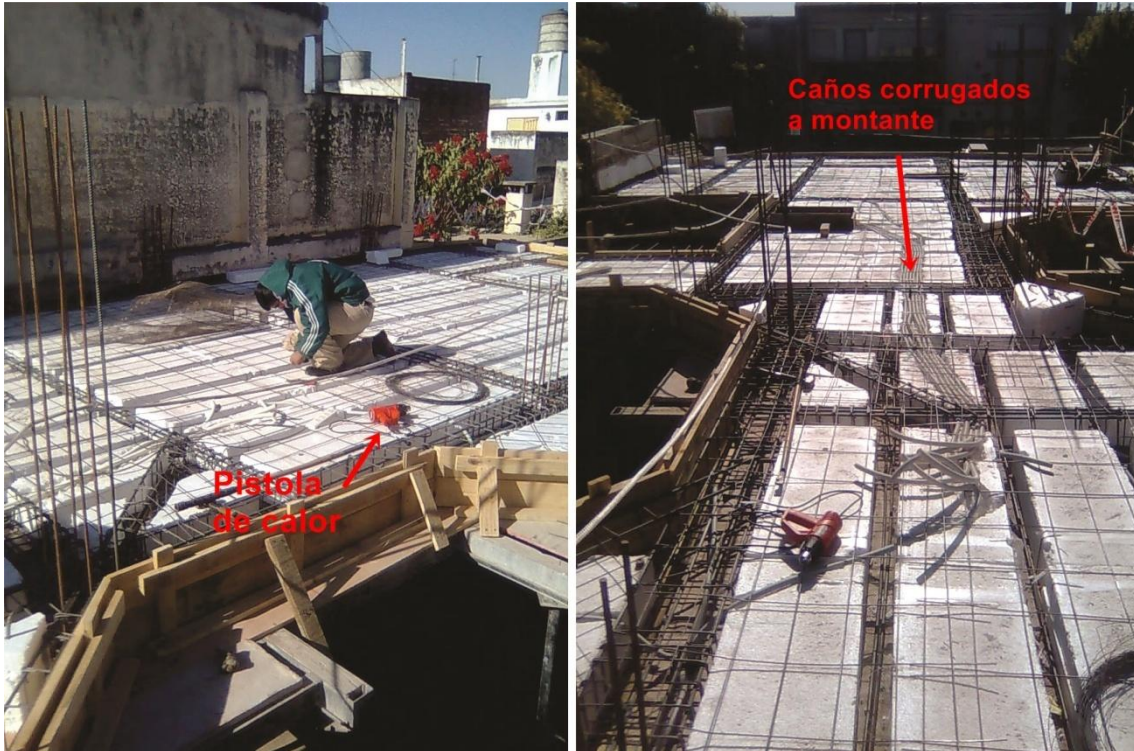


Fig. 66\_Instalación eléctrica.

#### f) Hormigonado

Para el hormigonado de la primer losa del edificio el alumno no pudo estar presente, sin embargo se describirá la tarea de manera resumida y se explicaran los controles a efectuar durante el hormigonado.

Lo primero es contratar el servicio de hormigón elaborado, para lo cual se debe computar la cantidad de hormigón necesario. Luego se coordina con la empresa proveedora del hormigón la cantidad de camiones moto-hormigoneros que harán falta. También es necesario contratar el servicio de bombeo de hormigón elaborado. Se necesita una bomba que suba el hormigón volcado por los camiones hasta el nivel de llenado de la losa.

Tanto para los camiones moto-hormigoneros como para la bomba de impulsión, es necesario tramitar un Permiso de Habilitación en la Municipalidad. El permiso habilita a que estos vehículos puedan estar estacionados en la calle durante el tiempo que dure el desarrollo de la tarea de hormigonado.

El día previo al hormigonado se debe controlar el estado de los encofrados. Verificando la estaticidad de los mismos, el correcto apuntalamiento de los detalles realizados en madera, la situación de las flechas en los cierres de losa y que no haya perforaciones de tamaño importante en los chapones del encofrado o lugares por donde se pueda colar el hormigón generando desperdicios.

También se debe controlar que las instalaciones eléctricas, montantes y encofrados de losas rebajadas no se hayan movido de sus posiciones finales. Debido al movimiento

de los obreros sobre los elementos de la losa, muchas veces estos salen de su posición y una vez hormigonado no se los puede volver a su posición correcta.

Finalmente el día de hormigonado se preparan los fratachos de madera para alisar el hormigón a medida que se va volcando y desparramando. Se cortan y doblan unas pequeñas barras de acero que sirven para introducirlas en distintos puntos a medida que se hormigona, de modo de controlar la altura de la losa y desparramar el hormigón de ser necesario. También es necesario cortar y tener listos los alambres que se colocan como aviones para luego encofrar las columnas del piso siguiente.

### **4.5.3. Problemas y soluciones**

Se plantea a continuación un resumen de los problemas que se pudieron observar durante la ejecución del ítem. Son un resumen de lo que pudo observar el alumno y las soluciones propuestas en cada caso fueron llevadas a cabo en un consenso entre el Ingeniero responsable de la empresa, el encargado de obra y el encargado de estructuras.

#### **a) Mala recepción de una nueva técnica constructiva**

Para la materialización del encofrado, como se explicó anteriormente, la empresa optó por contratar un servicio de encofrado metálico. Esta nueva técnica de encofrar no fue del todo bien recibida en un principio por los obreros, instalándose un ambiente de descontento entre los partícipes de la obra.

La situación es general al utilizar una nueva técnica constructiva para cualquier etapa de la obra. El hecho de tener que utilizar tiempo para aprender a hacer una tarea de una forma distinta a la que se venía utilizando es de desagrado para los obreros, que ven disminuido su rendimiento laboral por el que reciben la paga convenida con su empleador.

Esta sensación de desagrado fue pasajera, ya que al pasar los días e ir adaptándose a la nueva técnica constructiva, los obreros empezaron a captar el sistema de encofrado de una manera más amena. Se empezó a hacer evidente lo rápido que se avanzaba con este nuevo sistema de encofrado respecto del convencionalmente utilizado de madera y de alguna manera se hizo notoria la disminución de esfuerzo necesario para manipular las piezas de aluminio respecto de las de madera. Lo que resultó en una aceptación por parte del personal de la obra.

#### **b) Reducción de espacios libres**

Debido a la disposición del encofrado de la losa y sumado al encofrado de algunas de las columnas de planta baja que se hormigonaron al mismo tiempo, la disposición de espacio para transitar, cortar y doblar armaduras, cortar maderas para detalles de encofrado y en general de espacio libre, se vio drásticamente disminuido.

Esto se traduce en una disminución de la comodidad para trabajar y en retrasos de los tiempos de ejecución de tareas.





Fig. 67\_Reducción de espacio de tránsito y de trabajo.

Los puntales que soportan la estructura de la losa se disponen a una distancia de aproximadamente 1,50 m o 1,70 m. En los extremos de losa se encuentran unos puntales periféricos que pueden no ir en el extremo de las vigas principales, reduciendo esta luz entre puntales y haciendo aún más reducido el espacio libre para moverse.

Por otro lado, donde se disponen puntales de madera para terminar los detalles de cierre de losa, el espacio libre es aún más reducido. Estos puntales de madera necesitan tener en la base una cuña y contra-cuña que se colocan para definir la altura final del puntal y del fondo de losa. Si bien estos elementos no ocupan tanto espacio físico, si son un problema para el tránsito ya que se las puede chocar o patear, haciendo perder la altura definida de los puntales. Este problema no ocurre con los puntales telescópicos ya que estos regulan su altura con una rosca con manivela.

Los espacios disponibles para trabajar cómodamente en planta baja son cada vez menores, ya que se debe acopiar armadura para materializar las vigas, los elementos metálicos para el encofrado de losa, maderas para los detalles de encofrado de losa y para las columnas. De modo que se trata de optimizar el espacio trabajando sobre el encofrado de la losa todo el tiempo que sea posible, hasta que la disposición de armaduras hace impracticables algunas tareas y se proceda a trabajar en la planta baja nuevamente, liberándose algunas zonas que se encontraban ocupadas con material.



Fig. 68\_Area de trabajo.

### c) Problemas de modulación del sistema de encofrado

Como el plano ofrecido por la empresa proveedora del servicio de encofrado era tentativo, en la obra se presentaron varios problemas de modulación. El primer problema que se pudo observar y con lo primero que hubo que tratar fue la falta de una referencia clara del punto de partida. Si bien en el plano se define una línea de partida, no hay un punto claro de ubicación de esta línea de arranque. Lo que ocasiona que la modulación se vea desplazada unos centímetros hacia algún costado desde la línea de arranque.

Esto trajo como problema que al llegar al final del terreno y donde se encontraba la mayor cantidad de columnas centrales, las modulaciones propuestas no cerraron como se había planeado. Las vigas principales chocaban con las columnas centrales, y las secundarias no se podían colocar donde el plano de encofrado proponía.

También se presentó este problema en los extremos de losa, donde con la modulación propuesta no se podía cubrir la zona necesaria para disponer la armadura o efectivizar los cierres de losa.

La solución lógica fue la de cambiar la modulación de los elementos y disponerlos de modo que se lograran los cierres de losa tanto en la zona central como en las periferias. El problema que se planteó a continuación fue la falta de elementos

metálicos para encofrar. Desde la empresa proveedora del servicio de encofrado se contabiliza la cantidad de elementos necesarios para llevar a cabo la modulación y se hace entrega de esta cantidad a la empresa constructora. Al cambiar la modulación en la obra por estos problemas, las piezas necesarias para determinado lugar del encofrado se utilizan en otra zona, generándose un faltante de elementos.

Afortunadamente, en todo momento desde la empresa proveedora del servicio de encofrado se mostró una predisposición para solucionar los problemas que iban surgiendo. Desde la presencia en obra para asesorar acerca de las nuevas modulaciones hasta la provisión de más elementos para continuar avanzando con la materialización del encofrado.

#### d) Seguridad

Finalmente se mencionan las medidas de seguridad que se tomaron en la obra para trabajar en altura. Ya que el encofrado de la losa de Planta Baja se encuentra a más de 2,00 m de altura desde el nivel de piso, se deben tomar una serie de precauciones.

Lo primero que se hizo fue realizar la bandeja de seguridad del frente del edificio. Esta bandeja busca proteger a los transeúntes que circulen por la vereda, de caídas accidentales tanto de herramientas como de materiales de construcción.

Se trata de una estructura materializada con puntales de madera de 3,00 m de largo, que se disponen en la línea municipal cada 2,00 m de distancia en el ancho del terreno. Pegados a la línea del cordón cuneta, se dispone otra línea de estos puntales de 3,00 m de largo, distanciados también cada 2,00 m en el ancho del terreno. Estos puntales son arriostrados con maderas de 2,00 m de largo que asientan en fajas y se traban con listones. El arriostramiento se efectúa en dos direcciones perpendiculares, lográndose una estructura rígida y estanca.

Sobre esta estructura de madera se atornillan unas chapas acanaladas galvanizadas. Estas conforman una bandeja sobre el ancho de la vereda en todo el terreno, cubriendo y protegiendo a las personas que circulan por la misma. También se coloca en la periferia de la bandeja una serie de chapas inclinadas, de modo que si alguna herramienta o material cae a la bandeja y rebota, no llegue a la línea de tránsito peatonal.



Fig. 69\_Bandeja de seguridad, frente de edificio.



Fig. 70\_Detalle bandeja de seguridad.

Por otro lado, se deben proteger los vacíos generados por los espacios dispuestos para los patios internos de ventilación, la escalera de circulación vertical y los extremos de losa. En estas zonas los obreros pueden tener una caída al vacío si no se practica el vallado perimetral correspondiente.

En el caso de la obra en análisis, este vallado se practica en las zonas de los vacíos de patios de ventilación y escalera, con la colocación de una soga amarrada a puntos seguros. Generándose una zona límite para trabajar y en caso de utilizar arnés de seguridad una línea de vida a la que amarrarse.

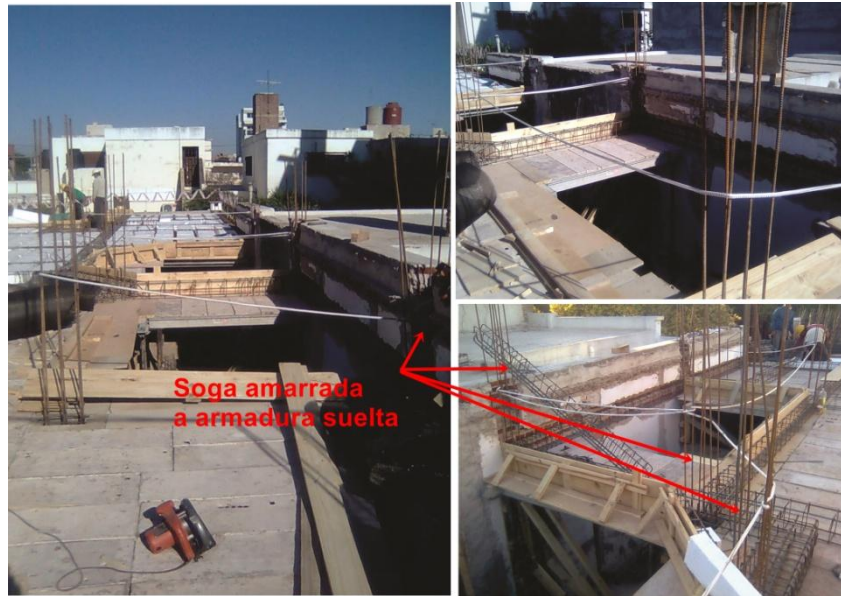


Fig. 71\_Vallado de vacios de patios internos y caja de escalera.

En las zonas de extremos de losa, se utilizó un vallado efectuado con barras de acero doblado y cinta de peligro. La estructura así lograda para delimitar la zona de trabajo es un poco más resistente y presenta una cierta rigidez ante el posible contacto de obreros que pierdan el equilibrio en esta zona.



Fig. 72\_Vallado en extremos de losa.

## **5. CONCLUSIONES**

### **5.1. DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA**

El disponer esta actividad como una materia necesaria para cumplir con la nómina del plan de estudio en la carrera de Ingeniería Civil, es un acierto desde todos los puntos de vista que se consideren. Acercar a los alumnos a un ambiente de trabajo propio de la carrera antes de obtener el título, sin lugar a dudas refuerza los conocimientos adquiridos en los años de estudio y dota de una mínima experiencia laboral.

Experiencia laboral orientada al trato con personal de distinta jerarquía, a la ejercitación de un lenguaje técnico necesario en cualquier obra de ingeniería y al desarrollo de una capacidad para transmitir información de manera clara y confiable.

Por otro lado, resulta muy educativo tener que confeccionar el Informe Final de la Práctica Supervisada. Donde se trabaja con el manejo de la información y se entrena el lenguaje técnico necesario para transmitir de manera coherente lo observado durante el desarrollo de las actividades.

Sin embargo, se debería mejorar el acceso a los distintos sectores en que se puede realizar dicha actividad. Siendo tantas las ramas en que se puede desenvolver profesionalmente un Ingeniero Civil, el acceso a la información necesaria para encarar el desarrollo de la práctica supervisada se encuentra un poco desarticulado. Sería muy enriquecedor contar con una base de datos actualizada de las entidades que tienen convenios con la universidad para recibir alumnos que deseen realizar su práctica supervisada. Sumado a una breve descripción de la experiencia laboral que se espera puedan adquirir los alumnos durante el desarrollo de dicha actividad.

### **5.2. DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

Se pudo observar la ejecución de una gran cantidad de actividades durante el desarrollo de la práctica supervisada. Particularmente, ocupando el rol de asistente técnico del encargo de obra, se estuvo en contacto con las responsabilidades que le competen a dicho profesional.

El alumno sale de la universidad contando con una base teórica de cómo llevar a cabo estas tareas, sin embargo es en la obra donde puede apreciar efectivamente como se realizan las mismas, afianzando lo aprendido, y desarrollar un criterio propio de cómo mejorar esas técnicas constructivas empleadas.

La tarea del encargado de obra es sumamente demandante en cuanto a la organización de los tiempos, los espacios y los recursos disponibles para llevar a cabo las tareas encomendadas por la oficina técnica. Las responsabilidades que recaen sobre el profesional a cargo de la obra, exigen que el mismo cuente con un nivel de confianza en sus conocimientos y de serenidad para afrontar las distintas situaciones conflictivas que se le presentan y dar solución a la problemática diaria del avance de las tareas en la ejecución de un edificio de viviendas.

Es necesario que el encargado de obra sepa los procesos constructivos de los distintos elementos estructurales, para poder llevar a cabo todos los controles necesarios y asegurar la correcta materialización de los mismos. Como así también,

es necesario que esté atento a las prácticas constructivas empleadas y a las medidas de seguridad dominantes para evitar los siniestros en la obra.

Finalmente, debido al permanente contacto e interacción del profesional con el personal de distinto nivel jerárquico, perteneciente o no a la empresa, es necesario que el mismo tenga la capacidad discursiva de poder interactuar de manera fluida en todo momento y en los distintos escenarios que se planteen.

### **5.3. PERSONALES**

Las prácticas profesionales se llevaron a cabo con total normalidad y fluidez. Desde el primer día en el ambiente laboral se buscó incluir al alumno en las actividades a desarrollar, explicándole en todo momento lo que le resultara extraño, desconocido o fuera de lugar.

Siempre estuvo abierta la puerta al diálogo para discutir acerca de distintas técnicas constructivas, modos de trabajo y soluciones a problemas que se iban planteando. La enseñanza mayor que dejan estas prácticas supervisadas para el alumno, es justamente la capacidad de dialogar y llegar a un acuerdo para dar solución a un problema.

El acercamiento generado en el ámbito laboral resultó de extrema utilidad, rescatándose sobre todo el trato con el personal en la obra. Con el cual se pudo compartir el día a día del avance de la construcción de este edificio de viviendas y aprender de la vasta experiencia con que cuentan muchos de los obreros. Resultó fundamental generar un trato de cordialidad en el que se pueda discutir distintos pareceres para operar durante la ejecución de una tarea, sin descuidar el cumplimiento de los tiempos estipulados por el plan de avance.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Cátedra Arquitectura I, UNC-FCEFyN, (2012), *Manual de Cátedra de la Asignatura, Notas preliminares. Tomo 1: Organización del obrador, demolición y apuntalamiento, replanteo. Tomo 3: Instalaciones en obras de arquitectura, tipos estructurales y cerramientos superiores, encofrados.*
- Cátedra Instalaciones en Edificios I, UNC-FCEFyN, *Instalaciones edilicias y redes eléctricas*, Cooperativa imprenta CEICIN.
- Cátedra Instalaciones en Edificios I, UNC-FCEFyN, *Instalaciones sanitarias*, Cooperativa imprenta CEICIN.
- Griñan José, (1974), *Encofrados*, CEAC.
- Ordenanza N° 9387/95, *Código de edificación*, Municipalidad de la Ciudad de Córdoba, Argentina. Decreto N° 2308-A-95.



## **7. ANEXOS**

### **7.1. FUNDACIONES**

## 7.2. REPLANTEO DE COLUMNAS

### 7.3. DETALLE DE COLUMNAS

#### **7.4. SISTEMA DE ENCOFRADO METÁLICO TITAN HV, ISCHEBECK**

## **7.5. ESTRUCTURA SOBRE PLANTA BAJA - LOSA**

## 7.6. DETALLE DE VIGAS