

**Universidad Nacional de Córdoba**  
*Facultad de Ciencias Exactas Físicas y  
Naturales*



**INFORME FINAL DE PRÁCTICAS SUPERVISADAS**

***PRACTICAS CONSTRUCTIVAS COMO  
CONDICIONANTES DEL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE  
HORMIGON ARMADO***

Alumno: OCAMPO BACCOLA, Maximiliano J.

Tutor: Dr. Ing. GERBAUDO, Guillermo M.

Supervisor Externo: Ing. DE LA VEGA, Juan F.

2019



## INDICE

CAPÍTULO 1: .....	3
INTRODUCCIÓN .....	3
1.1- OBJETIVOS GENERALES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA. ....	3
1.2- PRESENTACION DE LA EMPRESA .....	4
1.3- OBRAS EJECUTADAS POR LA EMPRESA.....	4
CAPÍTULO 2 .....	6
LA OBRA: CIUDAD GAMA.....	6
2.1- PRESENTACION DE LA OBRA: .....	6
2.2- TAREAS REALIZADAS: .....	8
2.3- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	9
CAPÍTULO 3 .....	15
ANÁLISIS DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA .....	15
3.1- INTRODUCCION TEÓRICA .....	15
3.2- ANÁLISIS DEL PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: .....	15
CAPÍTULO 4 .....	23
PROCESO CONSTRUCTIVO .....	23
4.1- EJECUCIÓN DEL REPLANTEO .....	23
4.2- FUNDACIONES.....	25
4.3- PRIMER Y SEGUNDO SUBSUELO .....	34
4.4 - SECTOR C .....	47
CAPÍTULO 5 .....	55
CONCLUSIONES .....	55
BIBLIOGRAFIA .....	57
ANEXOS .....	58



## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

El presente informe tiene como objetivo primordial la presentación y explicación de las tareas desarrolladas por el autor durante la Práctica Supervisada (PS) realizada en la empresa constructora GAMA SA para la obtención del título de Ingeniero Civil. La misma incluyó todas las tareas de asistencia en la dirección técnica del jefe de obra.

### **1.1- OBJETIVOS GENERALES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA.**

El Proyecto propuesto para la Práctica Supervisada, en adelante P.S., presenta la interacción de diversas ramas de la ingeniería y arquitectura lo que permite plantear los siguientes objetivos personales y profesionales:

- Interacción permanente con un grupo de profesionales afines a la Ingeniería, para ello se prevé la integración del practicante a un grupo de trabajo conformado por profesionales y técnicos de distintas especialidades.
- Desarrollo personal y profesional en un ámbito de trabajo cotidiano. Se prevé que el practicante logre, principalmente, comprender la importancia del desarrollo personal y su correlación con el desarrollo profesional durante su actividad de trabajo.
- Aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil. Este objetivo apunta a que el estudiante aplique los conceptos ya recibidos durante el cursado de la carrera.
- Tomar contacto con las presiones, desafíos e imprevistos que conlleva toda ejecución de obra. Esto permitirá al estudiante conocer otras alternativas de solución, existentes en la práctica profesional, y relacionarlas con los conceptos aprendidos en la carrera.

El logro de los objetivos planteados, tanto personales como profesionales, permitirá la adquisición de una serie de habilidades y destrezas, indispensables para el futuro ejercicio profesional. Algunas de ellas son:

- Leer, analizar e interpretar planos y antecedentes.
- Leer, de manera crítica Bases de Diseño, Reglamentaciones y Antecedentes varios relacionados a un proyecto.
- Analizar e interpretar estudios realizados por profesionales de actividades relacionadas.
- Definir con criterio sistemas de referencia para realizar replanteos.



- Intercambiar opiniones con los profesionales que participan en el mismo proyecto, sobre los resultados obtenidos y en la toma de decisiones, durante el avance de obra.
- Comprender las responsabilidades que conlleva el desarrollo de la actividad y las consecuencias de toda decisión tomada en cada paso de una obra en construcción.
- Tomar contacto con las normativas vigentes en el país y su implementación en Obra.
- Interpretar acabadamente un Pliego de Especificaciones Técnicas a fin de poder implementarlo en la ejecución de la obra.
- Leer y comprender planos ejecutivos de obra y de detalles, para aclarar su contenido a quienes deben ejecutarlo.

## 1.2- PRESENTACION DE LA EMPRESA

GAMA SA es una Empresa Constructora-Desarrollista radicada en la ciudad de Córdoba que cuenta con más de 20 años de trayectoria en el rubro. Cuenta con diferentes áreas para la realización de sus proyectos y construcciones:

- Área de Proyecto (Creación).
- Área de Dirección Técnica (Verificación).
- Área Oficina Técnica (Construcción).

## 1.3- OBRAS EJECUTADAS POR LA EMPRESA.

GAMA SA se especializa en el desarrollo de diseño y construcción de urbanizaciones y edificios residenciales. Entre sus construcciones destacadas se encuentran:

### ***Barrios Residenciales:***

- Ciudad Gama
- Barrio Norte
- Terra Forte
- La diva de Gama
- Altos de Villasol

Respeto un método constructivo universal interno para todos sus proyectos, el cual se fue consolidando en base a la experiencia que fueron adquiriendo a lo largo de su trayectoria.

*Ciudad Gama* permitió aplicar el actual método constructivo con gran éxito. Entre los logros se puede mencionar: menor tiempo de ejecución de las obras, mayor eficiencia en la logística, implementación del trabajo en serie, al asignarse a cada cuadrilla tareas específicas.

*Los logros obtenidos son consecuencia, entre otras cosas, de la unificación de los materiales de construcción. Esto permitió que se disponga con anticipación el stock de*



materiales necesario para cada etapa de la construcción y por otro lado, la ejecución por cuadrillas dejando atrás la construcción total del edificio en manos de un solo equipo.

La combinación de ambas dio como resultado una destacable optimización del tiempo.



## CAPÍTULO 2

### LA OBRA: CIUDAD GAMA

#### 2.1- PRESENTACION DE LA OBRA:

La obra sobre la que se realizó la P.S. consiste en la construcción de un edificio residencial perteneciente al conjunto que forman Ciudad Gama. El proyecto consta de 17 torres de 25 pisos de altura con departamentos de 1, 2 y 3 dormitorios y cocheras residenciales. Durante la realización de la P.S. se asistió en la construcción de dichas cocheras residenciales.

El edificio está ubicado sobre calle Av. Colon 5000, Barrio Ciudad Gama, en la Ciudad de Córdoba (Designación Catastral 08-05-22), tal como se observa en las Figuras 2.1, 2.2 y 2.3.

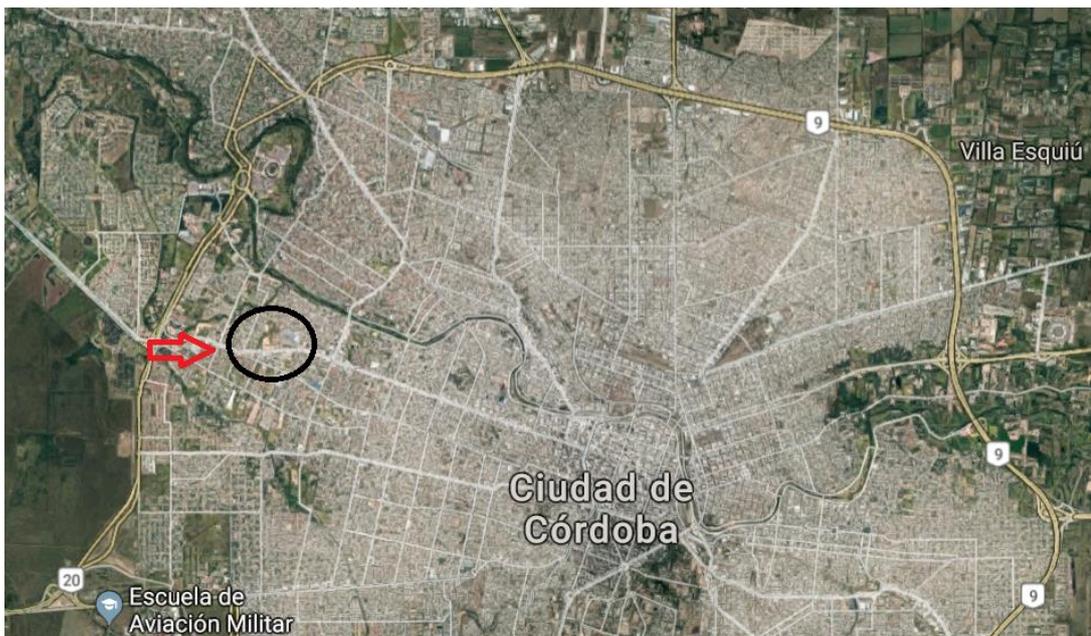


Figura 2.1: Ubicación geográfica.

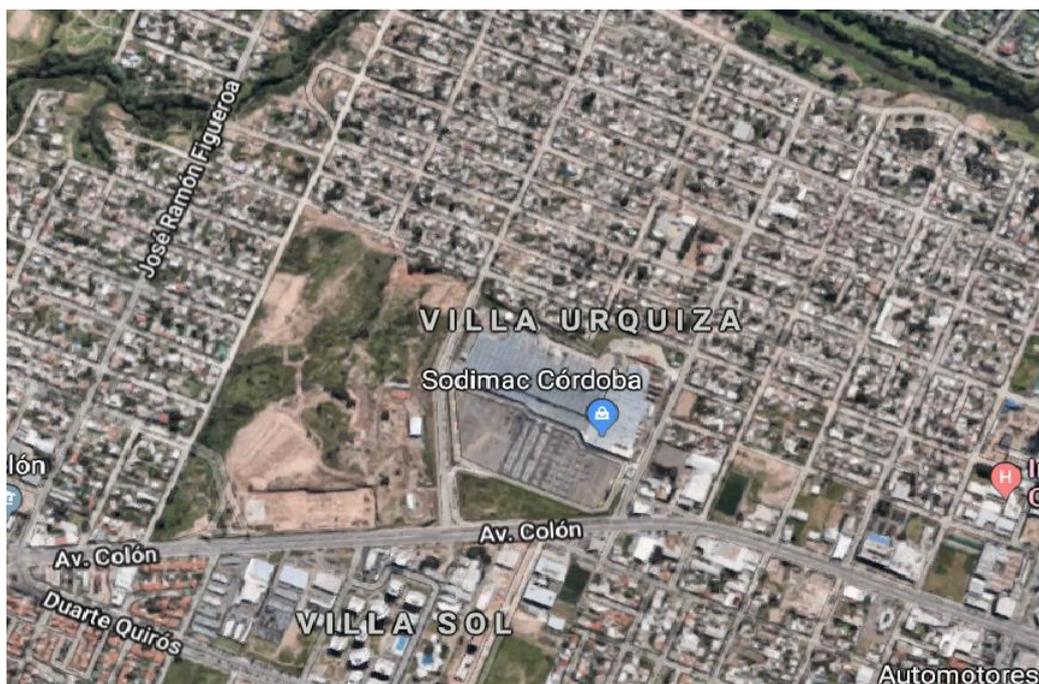


Figura 2.2: Ubicación geográfica.



Figura 2.3: Ubicación geográfica.



Las cocheras residenciales son uno de los elementos que conforman un plan de desarrollo urbano juntamente con un barrio residencial con más de 100 viviendas, un edificio con oficinas comerciales y espacios verdes para recreación.

Las cocheras a construir están vinculadas con las distintas torres a las que se comunican y se componen de una estructura resistente de hormigón armado, tipo aporticada, con losas nervuradas de hormigón (alivianadas con molones de poliestireno expandido) armadas en una dirección y losas macizas armadas en una y dos direcciones.

## 2.2- TAREAS REALIZADAS:

Las tareas realizadas para dar cumplimiento al mínimo de 200 horas de práctica supervisada fueron las correspondientes a la asistencia en la Dirección Técnica del edificio de cocheras de un sector bajo la supervisión del Ingeniero Civil Juan De La Vega que se desempeña como jefe de obra.

Entre las tareas desarrolladas se pueden mencionar:

- Análisis de los antecedentes.
- Análisis y evaluación de Métodos de Construcción a respetar en el proyecto.
- Análisis e interpretación de Reglamentaciones y antecedentes de interés para el desarrollo de la construcción.
- Análisis de los Relevamientos Topográficos sobre la zona de ubicación del edificio.
- Verificación y análisis del Pliego de Especificaciones Técnicas.
- Interpretación de los Planos Constructivos de la Obra.
- Transmisión de eventuales modificaciones del proyecto, que fueran exigidas por la marcha de la obra.
- Verificación de la Construcción según los Planos de Arquitectura.
- Replanteo de Pilotes.
- Realización de distintas verificaciones In Situ.
- Resolución de las contingencias que se produjeran en la obra.
- Desarrollo y Comparación entre la metodología constructiva utilizada en Obra y la especificada en el Pliego de Especificaciones Técnicas.
- Interpretación de las diferencias Teóricas y Prácticas antes mencionadas.
- Evaluación de los resultados en el marco de un grupo de trabajo.



## 2.3- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Es un conjunto de cocheras de dos niveles de estacionamiento, en primer y segundo subsuelo. Estos niveles se comunican con las distintas torres a las cuales sirven. El ingreso se encuentra sobre la calle Tacuarí (Corta a la Av. Colón).

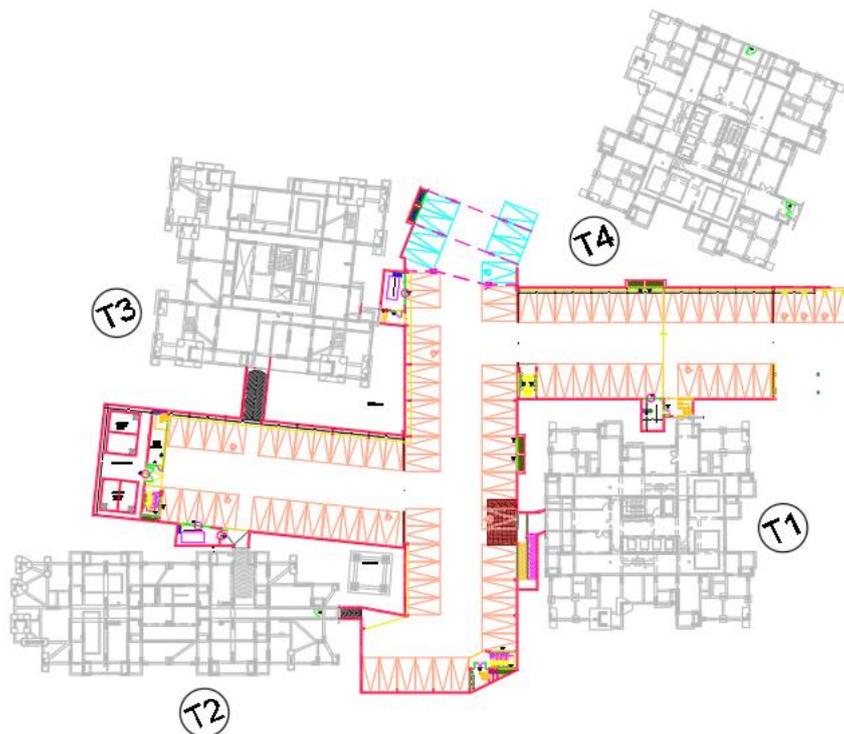


Figura 2.4: Conjunto de cocheras y torres residenciales.

### Fundaciones y Subsuelo

Desde el punto de vista estructural, las fundaciones conforman aquella parte de la estructura que estará encargada de transferir las cargas recibidas hacia el terreno de apoyo.

Dependiendo de las características de la estructura, del suelo de fundación y de la tecnología disponible, clasificamos las fundaciones según el criterio más básico:

Fundaciones superficiales (o directas), las cargas se transfieren al suelo mediante elementos estructurales apoyados en zonas cercanas a la superficie. El modo de resistir las cargas es por superficie de contacto.

Fundaciones profundas (o indirectas), se producirá una transferencia de cargas hacia los mantos más profundos. Las cargas verticales son resistidas mediante la combinación de dos mecanismos, fricción por el fuste (superficie lateral del elemento estructural) y resistencia de punta.

En el caso de ésta obra, como producto del estudio de suelo y el cálculo estructural se decidió utilizar fundaciones profundas, pilotes apoyados a una cota de fundación de



16,5 m de profundidad.

El conjunto de cocheras está dividido en diferentes sectores, en función de las torres a las cuales están vinculadas. (figura 2.6).



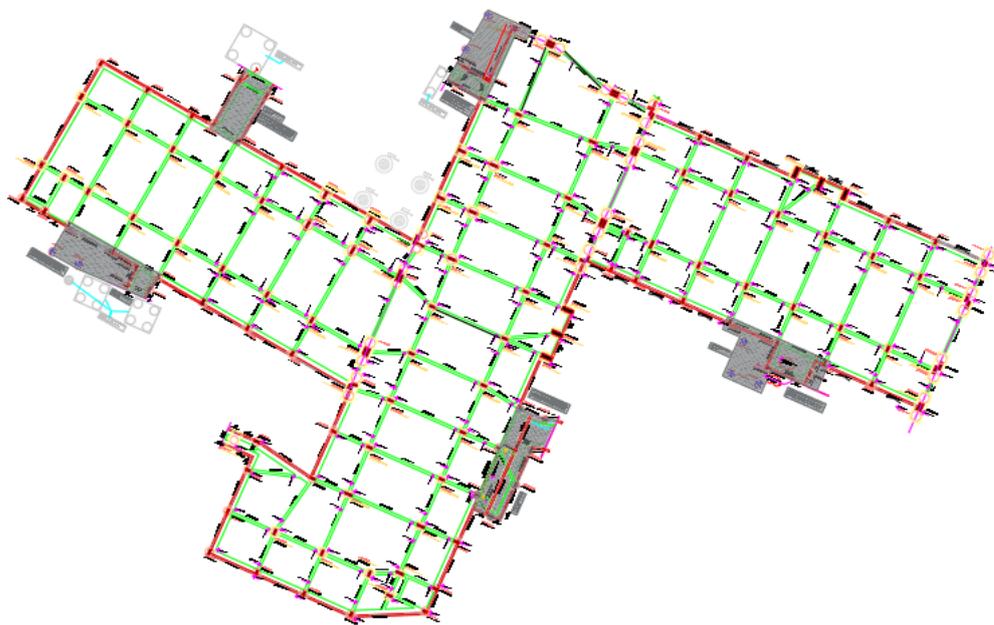
Durante la realización de la práctica se asistió a la construcción del sector B2 y sector C.

La estructura del sector B2 cuenta con un total de 25 pilotes de hormigón armado, con una longitud de 9.5m y dos diámetros distintos (0.80m y 1.00m), dependiendo de las cargas que soporten.

En el caso del sector C, tenemos 35 pilotes de hormigón armado, de la misma longitud y diámetros que los correspondientes al sector B.

Los pilotes fueron excavados mecánicamente a través de una mecha helicoidal y hormigonados in-situ con hormigón elaborado.

Los cabezales de los pilotes se encuentran unidos a través de vigas riostras de distintas dimensiones. En la figura 2.5 se puede ver la planta de fundaciones.



*Figura 2.5: Planta de Fundaciones.*

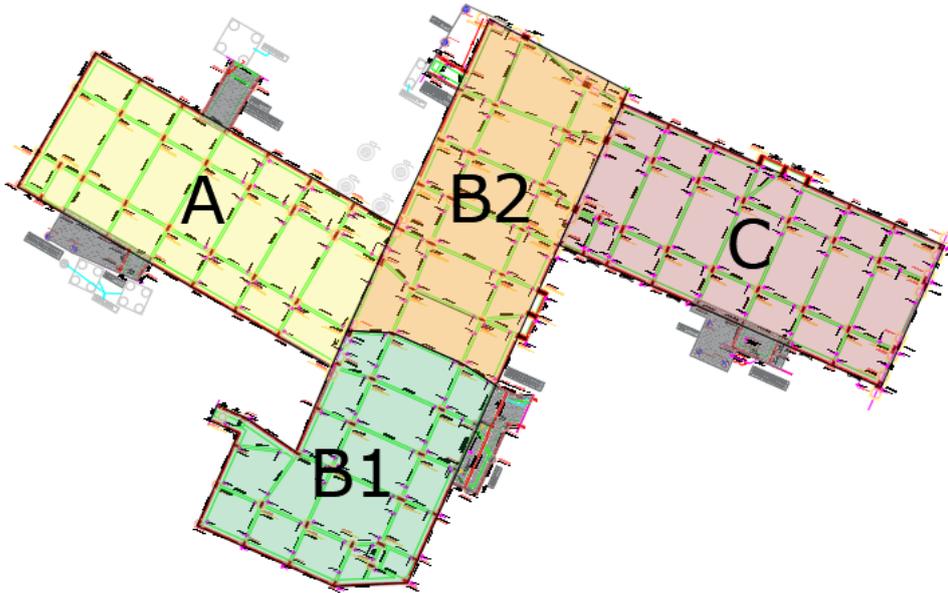


Figura 2.6: Sectores de cocheras.

### Primer y segundo subsuelo

El Sector B2 cuenta con 29 columnas en ambos niveles con una altura de 2,55m, Las cuales varían su sección de acuerdo a su posición y la carga solicita. En el segundo subsuelo las dimensiones van desde 0,20 x 0,55 hasta 0,40 x 1,18, en función de cargas que soportan. Los detalles se observan en la figura 2.7

### DETALLE DE COLUMNAS - SECTOR B

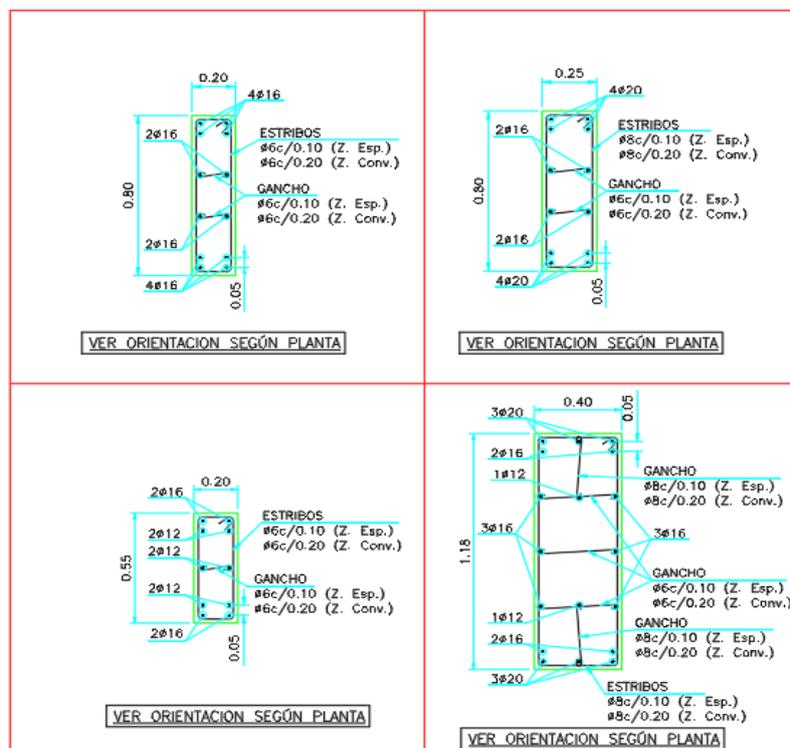


Figura 2.7: Detalle de columnas.



La estructura posee más de 40 vigas por nivel con dimensiones de 0,60 x 0,25 m y de 0,40 x 0,25 m, quedando contenidas dentro de la losa. Las luces de estas vigas varían de los 3 m hasta los 7 m de largo, siendo estas últimas de gran envergadura.

En cuanto a las losas tenemos de dos tipos:

- Losas Nervuradas armadas en una y dos direcciones: con un espesor total de 0,40 m, donde la capa de compresión es de 0,05 m. Las mismas están alivianadas con bloques de poliestireno expandido de 0,35 m de espesor que quedan perdidos una vez que se desencofra la losa.
- Losas macizas: con un espesor total de 0,18m.

Los encofrados utilizados corresponden al sistema ulma que consiste en encofrados metálicos, con puntales de acero, vigas de metálicas. Para las columnas y tabiques se utilizó un encofrado modular ligero, con paneles de 1,20m de altura por 0,60m de ancho. Figura 2.10.



Figura 2.10: Encofrado de tabiques.

El encofrado de losas y vigas se completa con fenólicos de 1,20 x 2,44m. Frente a sistemas tradicionales de vigas apoyadas en dos niveles, en este sistema las vigas primarias y secundarias quedan al mismo nivel. Figuras 2.11 y 2.12:



Figura 2.11: Encofrado de vigas – Sistema Ulma.



Figura 2.12: Encofrado de losa.



## CAPITULO 3

### ANÁLISIS DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

#### 3.1- INTRODUCCION TEÓRICA

La documentación necesaria para la contratación de una obra se compone de una serie de pliegos que contienen las disposiciones legales, administrativas y técnicas que el contratista requiera a los fines de ejecutar una obra determinada. Los pliegos que conforman dicha documentación son los siguientes:

##### ***Pliego de Condiciones***

Este pliego regula las relaciones entre el promotor del proyecto, y los contratistas que lo van a ejecutar. Forman parte el Pliego de Condiciones Generales y el Pliego de Condiciones Particulares los que deberán contener toda la información necesaria para que esas relaciones sean lo más claras posibles.

##### ***Pliego de Especificaciones Técnicas (PET)***

El Pliego de Especificaciones Técnicas tiene como finalidad dar el lineamiento de las especificaciones de aplicación para la ejecución de las tareas que integran las obras a realizarse. Además, dar las instrucciones, supervisión y/o aprobación que deba requerir la Inspección de Obra para su correcta ejecución, completando las indicaciones del Pliego de Condiciones Generales y del Pliego de Condiciones Particulares. Se incluyen dentro de este pliego las especificaciones, los planos y detalles necesarios. Asimismo el PET debe incluir:

*Especificaciones de Materiales y Equipos:* Aquí aparecerán perfectamente definidos todos los materiales, equipos, máquinas, instalaciones, etc. que forman parte del proyecto. La definición se hará en función de códigos y reglamentos reconocidos como válidos para el proyecto.

*Especificaciones de Ejecución:* En esta documentación se define exactamente la ejecución material de cada uno de los ítems de obra, su fabricación o construcción a partir de los materiales especificados en el apartado anterior.

#### 3.2- ANÁLISIS DEL PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

El PET realizado por la Empresa “GAMA S.A.” tiene como objetivo establecer las condiciones necesarias para regular tanto los procesos constructivos como los tipos de materiales y equipamiento a utilizar en la construcción de sus viviendas residenciales.

A continuación se analizan los ítems más importantes del PET que puedan ser utilizados en la ejecución de cocheras. Para ello se transcribe una síntesis de los mismos, incluyendo algún comentario sobre éstos:



### 3.2.1- Replanteo del movimiento de suelos - Normas generales:

*Una vez aprobados los planos de Replanteo y Niveles de Proyecto, la Contratista podrá proceder a realizar los replanteos para las excavaciones. Para ello ubicará un mojón de hormigón realizado in situ, con molde de caño pvc diámetro 110 en la coordenada 0,0 y un hierro diámetro 10 en su centro. El extremo del hierro indicará el nivel de piso terminado. A partir de este mojón se ubicarán los ejes demarcatorios del movimiento de suelo, se ubicarán las estacas de madera correspondiente, también se utilizará cal en bolsa para marcar los niveles.*

*El replanteo será verificado y autorizado por el responsable de obra y por la Dirección Técnica.*

Comentario: El pliego no especifica los métodos ni los instrumentos a utilizar en el replanteo por lo que las tareas pueden realizarse con la metodología que la contratista considere más apropiada, siempre y cuando coloque los elementos de referencia como está especificado en el mismo.

### 3.2.2.- Movimiento de suelos - Normas generales:

*Una vez aprobado el movimiento de suelos se realiza el replanteo propiamente dicho, ubicando los ejes de la estructura de fundación en el caso de edificios y de los canales sanitarios para el caso de viviendas, una vez realizado este replanteo la Contratista solicitará la aprobación y autorización de la dirección técnica para proceder a realizar las excavaciones.*

*La Contratista deberá apuntalar debidamente y adoptar las precauciones necesarias en todas aquellas excavaciones que por sus dimensiones, naturaleza del terreno y/o presencia de agua sea previsible que se produzcan desprendimientos o deslizamientos.*

*En igual forma se adoptarán las medidas de protección necesarias (apuntalamientos, precauciones) para el caso en que puedan resultar afectadas las obras colindantes.*

*Los daños a las propiedades vecinas producto de los trabajos son responsabilidad exclusiva de la Contratista.*

*Conforme a las cotas del terreno será necesario realizar una nivelación del mismo efectuando los terraplenamientos o desmontes necesarios para obtener las cotas indicadas en el proyecto como así también permitir luego el correcto escurrimiento de las aguas en patios, veredas perimetrales, jardines, etc. Dependerá del juicio de la Dirección Técnica el empleo de la tierra proveniente de las excavaciones, quedando prohibido el uso de tierra vegetal para terraplenamientos y compactado. El mismo se realizará conforme las siguientes previsiones: previo humedecimiento será apisonado en capas no superiores a los 0,20 m. de espesor. La tierra a emplear estará exenta de ramas, troncos, residuos o cualquier otro cuerpo extraño que impida la correcta compactación (...).*

Comentario: El pliego tiene en consideración las medidas de seguridad, apuntalamiento e instrucciones que debe seguir la contratista para el movimiento de suelo referido básicamente a la extracción del manto vegetal que por lo general no sobrepasa el metro de profundidad.

El pliego no especifica los procedimientos y medidas de seguridad que se debería adoptar cuando la excavación supera el metro de profundidad. El pliego tampoco especifica nada sobre el grado de compactación a alcanzar en caso de ejecución de terraplenes, como tampoco la maquinaria a utilizar.



### 3.2.3- Excavaciones para fundaciones

Conforme al plano respectivo se ejecutarán las excavaciones para el emplazamiento de las obras y el correcto replanteo de las plateas con vigas de encadenado, respetándose estrictamente la geometría de los mismos, de acuerdo a lo especificado en el plano.

La excavación para las plateas de asiento de las viviendas se realizará 0,40 m. más profundo que la cota de fundación explicitada en los planos respectivos (nivel de terraza), profundidad condicionada siempre a la que exija la extracción total de la capa de tierra vegetal encontrada. Sobre esta subrasante compactada, se ejecutará una base de material 20 % Suelo 80 % de arena (previamente verificada la calidad del material de aporte), compactado con rodillo vibrante CBR 40 % en capas de hasta 0,20 m., incluyendo el riego necesario para lograr una perfecta compactación (...).

Comentario: El pliego tiene en cuenta la excavación solo para fundaciones superficiales. No así la excavación para fundaciones profundas como por ejemplo pilotes.

A continuación se analizan las especificaciones del hormigón a utilizar. Las tablas de los dosajes de hormigón y morteros se encuentra en el Anexo A.

### 3.2.4- Hormigones:

El asentamiento de la mezcla se verificará periódicamente mediante el ensayo del cono, debiendo estar comprendido entre los 3 y 10 cms. (máximo).

La razón agua-cemento (en peso) máximo 0,55. La Contratista preparará probetas cuando la Dirección Técnica lo indique para ser ensayadas, las que serán de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

El hormigón será de resistencia característica correspondiente al H-17 para fundaciones, y H-21 o H-30 según normas y según la expresa indicación del proyecto para columnas, vigas y losas.

Dosajes: Será propuesto por la Contratista no debiendo ser la cantidad de cemento inferior a 300 Kg/m<sup>3</sup>, y podrá ser modificado a sólo juicio de la Dirección Técnica en caso de ser necesario

Agua: El agua empleada para amasar y curar el hormigón será clara, libre de aceites, sustancias perjudiciales para el fraguado, resistencia o curabilidad del hormigón. El agua utilizada deberá ser potable.

Cemento: Será de marca aprobada de primera calidad, uniforme en grano y color y su estiva se hará en condiciones que impida su humedecimiento. En el momento de su empleo deberá encontrarse en perfecto estado pulverulento. En una misma pieza o elemento de la estructura no se permitirá el empleo de cemento de distintos tipos o marcas.



*Arena: Será perfectamente limpia, no conteniendo sales, aceites, sustancias orgánicas, ni arcilla. La Dirección Técnica podrá exigir el lavado por cuenta de la Contratista de aquella arena que no cumpla las exigencias anteriores.*

*Granza: Será limpia y granítica y de una granulometría adecuada con la estructura para obtener la resistencia arriba especificada, será de 1 a 3 cm y su tamaño máximo no deberá superar 1/3 del espesor mínimo de la estructura a hormigonar.*

Comentario: El pliego debería contemplar un sistema de control más exhaustivo cuando el hormigón se haga "in situ", que el control en el caso de hormigón elaborado en planta.

Hormigón elaborado: Cuando se realicen estructuras de hormigón armado con hormigón elaborado, se deberá verificar la fecha y hora de salida de planta del hormigón, con la hora de llegada a la obra, el número de precinto, verificar que este esté sano y que sea el consignado en el remito, verificar el tipo de hormigón (H17, H21 o H30), no se deberá hormigonar si han pasado más de 3 horas desde la elaboración al colado. Luego de verificada esta situación no permitir que se le agregue agua, colar con el asentamiento que trae el mixer desde la planta. Realizar la extracción de probetas y ensayo de asentamiento si se ha solicitado dichos ensayos. Para edificios se utilizará H17 en pilotes y tabiques de submuración, H21 cabezales y riostras, H30 para estructura superior, columnas, tabiques, losas, vigas, escaleras.

Colocación del hormigón: No deberá procederse a hormigonar cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 (cinco) grados centígrados, cuando haya que terminar una obra interrumpida se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

01).- Si el hormigón estuviera aún fresco se humedecerá la superficie sobre la cual se deban agregar nuevas capas.

02).- Si el hormigón hubiera empezado a fraguar, se limpiará la parte endurecida y se colocará en la superficie de contacto adhesivo Epoxi para hormigones, previo a la continuación del llenado.

No se permitirá la disgregación del hormigón. La colocación en elementos estructurales esbeltos se realizará en capas sucesivas de 0,60 m. como máximo, debiéndose tener especial precaución con el alabeo que el vibrado produce en los encofrados, previendo al efecto una rigidez adecuada de los mismos.

Protección del hormigón: El hormigón colocado deberá protegerse durante el primer tiempo de fragüe contra las influencias perjudiciales de los rayos solares, vientos, agua corriente, influencias químicas, trepidaciones y bajas temperaturas. Se humedecerá permanentemente el hormigón fresco, cubriéndolo con polietileno para mantener la humedad y conseguir así su correcto fraguado.

Se aplicará antisol de marca aprobada por la Dirección Técnica. La aplicación se comienza inmediatamente después de las operaciones de acabado y antes de que la película brillante de agua libre existente sobre la superficie haya desaparecido completamente



Desencofrado: Cuando el hormigón haya fraguado lo suficiente como para resistir su propio peso y el de la carga a la que pueda estar sometido durante la construcción, podrá iniciarse el desarme de los moldes. El principio del desarme y su ejecución serán dirigidos personalmente por la Contratista o su capataz, debiendo consultar a la Dirección Técnica en los casos de cuidado.

Los plazos mínimos para iniciar el desarme a contar de la fecha y hora en que se termina el llenado de encofrados, datos que serán tomados por la Contratista y visado por la Dirección Técnica, a medida que se vayan ejecutando serán determinados de común acuerdo entre la Contratista y la Dirección Técnica en función a las verificaciones del Reglamento CIRSOC y el eventual uso de acelerante que la Contratista proponga.

Para columnas 2 días, costados de losas 1 día, costados de vigas 3 días, fondo de losas macizas y escaleras 21 días, losas de viguetas 15 días. Luego de realizado el desencofrado de las estructuras se procederá a tapar inmediatamente aquellos casos donde se verifiquen armaduras expuestas con mortero cementicio 1:3.

Columnas y Vigas: Las columnas se ejecutarán en la ubicación y siguiendo las dimensiones que figuran en los planos de detalles. Su armadura mínima será de 4 barras  $\phi$  8 y estribos  $\phi$  4,2 cada 20 cm, con un gancho de  $135^\circ$  y se construirán respetando en todo lo referente al punto Estructura Resistente de Hormigón Armado. Se realizarán con hormigón tipo F.

### 3.2.5- Albañilería:

#### Revoques - Normas Generales

Los paramentos que deben revocarse serán perfectamente planos y preparados con las mejores reglas del arte de construir, quitándose las rebabas de las juntas, desprendiendo las partes sueltas y humedeciendo convenientemente los paramentos. En ningún caso se revocarán los muros que no se hayan asentado perfectamente.

Se deberán ejecutar puntos y fajas de guías aplomadas con una separación máxima de 1,50 mts, no admitiéndose espesores mayores de 2 cm. para el jaharro y de 5 mm. Para el revoque fino (enlucido) el mortero será arrojado con fuerza de modo que penetre bien en las juntas o intersticios de las mismas. La terminación del revoque se realizará con alisador de fieltro, serán perfectamente planas las aristas, curvas y rehundidos, será correctamente delineada, sin depresión ni alabeos, serán homogéneas en forma y color, libre de manchas y granos, rugosidades, uniones defectuosas, ondulaciones, fallas, etc. (...).

La forma de terminación (fratasado al fieltro o bolseado) se indicará para cada tipo. El terminado se hará con fratás de lana pasándose sobre el enlucido un fieltro ligeramente humedecido de manera de obtener superficies completamente lisas o bolsa arpillera o goma espuma humedecida para el caso de los bolseados. Con el fin de evitar remiendos, no se revocará ningún paramento hasta que hayan concluido los trabajos de otros gremios (sanitarios, electricidad, gas), ni estén colocados todos los elementos que van adheridos a los muros.

Cuando en los planos se exija el empleo de materiales preparados para revoques de marca determinada expresamente, quedará entendido que el mismo llegará a la obra envasado en bolsas que aseguren la impermeabilidad para su aplicación.

Queda expresamente prohibido revocar el cielorraso hasta tanto se hayan concluido los trabajos de la cubierta de techos.



### Revoques comunes a la cal en interiores (m<sup>2</sup>).

Se realizarán en los locales indicados en los planos y planillas. Jaharro con mortero tipo H, y enlucido con mortero tipo J terminado al fieltro con agua de cal. El terminado se hará con fratás de lana o bolsa, según el caso, pasándose sobre el enlucido ligeramente humedecido de manera de obtener superficies completamente lisas o goma espuma humedecida para el caso del bolseado.

En general tendrá como máximo 2 cm de espesor total.

Tanto el jaharro como el enlucido se cortarán a la altura del zócalo que se utilice, excepto en aquellos casos en que el zócalo deba pegarse mediante adhesivos. En los casos en que deba revocarse superficies de hormigón deberán ser salpicadas

Previamente con mortero tipo L para asegurar la correcta adherencia del jaharro posterior.

### Grueso bajo revestimiento (m<sup>2</sup>).

Azotado con mortero tipo L (1:3) cemento, arena gruesa con adición de hidrófugo al 10 %. Jaharro con mortero tipo L (1:3) cemento, arena mediana.

Se deberá tener en cuenta que las piezas cerámicas se colocarán con mezcla adhesiva, por lo que tendrá este ítem el mismo espesor y plomada que el resto de los revoques.

### Revoque exterior (m<sup>2</sup>).

Azotado: se utilizará mortero tipo L con adición de hidrófugo SIKA 1 al 10 %.

Jaharro: será de mortero tipo G con 10 % de hidrófugo SIKA 1.

Enlucido: será de mortero tipo J.

Cuando se ejecuten revoques deben hacerse paños completos en el mismo momento. No se debe interrumpir la tarea y completarla el día siguiente.

Colocar metal desplegado o en el revoque exterior, a la altura de losa, para evitar que las dilataciones de esta generen fisuras. Una hilada por debajo del fondo de losa y una por encima de esta se debe cubrir con malla de fibra de vidrio o metal desplegado para controlar la fisuración producida por dichas dilataciones. Esta malla debe ser colocada de la siguiente forma: colocarla en la hilada número 11 de la planta anterior de modo que la hilada 12 pise y fije la malla, luego asegurar la malla por encima de la primera hilada sobre de la losa

### Revoque impermeable (m<sup>2</sup>).

Se ejecutarán en general en los interiores de cámaras y tanques como así también en los lugares que indiquen los planos y planillas (barreras de vapor, etc.)

Azotado: se utilizará mortero tipo C (1:2) cemento-arena con adición de hidrófugo tipo SIKA 1 en una proporción del 10 %.

Jaharro: será de mortero tipo L (1:3) cemento-arena con 10 % de hidrófugo SIKA 1.

Enlucido: Con mortero tipo B (1:1) cemento arena fina con 10 % de hidrófugo SIKA 1, terminado con cemento puro estucado con cuchara o lana metálica. El espesor del revoque en total será de 2 cm. Los ángulos deberán ser redondeados con radio aproximado de 1 cm. y el mortero se presionará fuertemente con herramientas adecuadas a fin de obtener una perfecta impermeabilización en los ángulos.

### Revoque bolseado (m<sup>2</sup>)

En los lugares indicados en planos y planillas se colocarán los revoques tipo bolseado realizados con mortero tipo D., procediéndose con ello a un azotado uniforme del paramento. Antes del fraguado se alisará con una bolsa de arpillera impregnada en agua de cal, trabajándose en forma circular, de tal modo que el



mortero cubra la totalidad del paramento con una película de unos 3 a 5 milímetros de espesor. Las aristas deberán ser rectas, aplomadas y realizadas con reglas, no admitiéndose curvados ni redondeados. El bolseado va copiando la superficie de aplicación pero parte de aristas perfectamente rectas.

#### Cielorrasos - Normas Generales

En los lugares indicados en los planos y planillas de locales se ejecutarán los cielorrasos directamente aplicado sobre la losa de hormigón o suspendidos según corresponda en cada caso.

Como norma general se establece que la superficie quedará perfectamente lisa, sin retoques aparentes ni alabeos.

Las aristas serán rectas, de ángulo vivo. Las molduras y/o encuentros con los muros perimetrales o columnas serán prescriptos en los planos de detalle correspondientes.

#### Cielorraso aplicado: Revoque común al fieltro (m<sup>2</sup>)

Sobre la losa se procederá a efectuar un azotado con mortero tipo L cuidando de cubrir con el mismo toda la superficie, posteriormente se dará un jaharro con mortero tipo H nivelado perfectamente. Sobre el jaharro correspondiente se efectuará el enlucido con mortero tipo J, terminándose la superficie al fieltro con agua y cal.

Queda expresamente prohibido revocar el cielorraso hasta tanto no se hayan concluido los trabajos de la cubierta de techos.

#### 3.2.6- Instalaciones eléctricas y anexas

Las obras eléctricas se ejecutarán en un todo de acuerdo a planos y las indicaciones de este Pliego, como así también a las especificaciones y normas de EPEC, y lo indicado por la Asociación Argentina de Electrotécnica en la reglamentación para las Instalaciones Eléctricas en inmuebles, a las cuales se ajustará estrictamente la contratista, debiéndose utilizar para tal fin, mano de obra competente en cada una de las fases de la construcción y utilizando materiales nuevos y de calidad.

Las obras se entregarán totalmente terminadas, probadas y en perfecto funcionamiento, debiéndose entregar conectadas y en servicio a la red. O a la espera de que la empresa proveedora del servicio instale el medidor correspondiente.

Caños: de P.V.C corrugado reforzado, color azul adecuado para hormigón en el caso de las losas y reforzado para mamposterías en el caso de muros, ambos deberán reunir las condiciones exigidas por las normas IRAM correspondientes. No se permitirán en su colocación curvas menores a 90° y deberán colocarse con pendiente hacia las cajas para favorecer la eliminación de agua por condensación. El diámetro de los mismos se indica en plano respectivo (...).

#### 3.2.7- Solados:

##### Pisos - Normas Generales

Los pisos deberán presentar siempre superficies regulares, dispuestas según las pendientes, según alineaciones y cotas de nivel determinadas en los planos

Correspondientes y que la Dirección Técnica de la obra verificará y aprobará en cada caso.

Responderán estrictamente a las prescripciones sobre material, dimensiones, color y forma de colocación que para cada caso particular se indique en los planos de



*detalles o planillas de locales correspondientes, debiendo la Contratista someter a la Dirección Técnica de los aspectos referidos antes de comenzar el trabajo.*

*Cuando las dimensiones de los ambientes exijan empleos de recortes, éstos se ejecutarán a máquina con la dimensión y forma adecuada a fines de evitar posteriores rellenos con pastina.*

#### Contrapisos - Normas Generales

*Debajo de todos los pisos en general se ejecutará un contrapiso de hormigón de tipo y espesor que en cada uno de los casos particulares se especifique.*

*En aquellos locales que tengan servicios sanitarios o pasen cañerías, el contrapiso tendrá un espesor tal que permita cubrir totalmente dichas cañerías, cajas, piezas especiales, etc. Para terrazas o azoteas, el contrapiso tendrá un espesor mínimo de 5 (cinco) cm. en los embudos de desagüe y un máximo que se determinará según la naturaleza de la cubierta (ver detalle).*

*En los casos que deba realizarse sobre terreno natural, el mismo se compactará y nivelará perfectamente respetando las cotas, debiendo ser convenientemente humedecido mediante un abundante regado antes de recibir el hormigón.*

*Los contrapisos serán de un espesor uniforme y se dispondrán de manera que su superficie sea regular y lo más paralela posible al piso correspondiente, debiendo ser fuertemente apisonado de forma de lograr una adecuada resistencia.*

*El hormigón deberá ser preparado fuera del lugar de aplicación, cuidando el perfecto mezclado de sus materiales. Hormigón tipo A.*

#### Contrapisos sobre terreno natural (m<sup>2</sup>).

*Se ejecutarán con hormigón tipo A con un espesor mínimo de 0,10 m. Se colocará sobre una base compactada adecuadamente y se cumplirá con todas las disposiciones indicadas en Movimiento de Suelos. Será aplicable además, lo indicado en los planos correspondientes (...).*

Comentario: Respecto a los procedimientos y los materiales a utilizar en los solados, el pliego enumera distintas alternativas bien desarrolladas.

Por último, a cerca de los materiales el PET hace mención sobre la calidad de los materiales como así también de su acopio. Especifica que la totalidad de los materiales serán provistos por la empresa. En los casos que la empresa estime conveniente, podrá requerir la presentación de muestras de los elementos a emplearse, terminaciones y/o tratamientos y cualquier otro dato que estime conveniente para su mejor conocimiento.



## CAPITULO 4

### PROCESO CONSTRUCTIVO

#### 4.1- EJECUCIÓN DEL REPLANTEO

El replanteo consiste en todas las operaciones topográficas a practicar en el terreno para llevar a cabo la demarcación de la construcción a realizar. Es decir es “dibujar” a escala real y sobre el terreno aquello que se indica en los planos. Se trata de una parte importante en la obra y por ello se debe poner mucho cuidado en interpretar bien los planos y realizarlo correctamente.

El Sector B2 tiene dimensiones de 14m x 54m (Figura 4.1.1). Se debe determinar la posición de cada uno de los elementos que componen la estructura. Para ésta tarea se utilizaron distintos instrumentos tales como cinta métrica, nivel óptico y estación total.

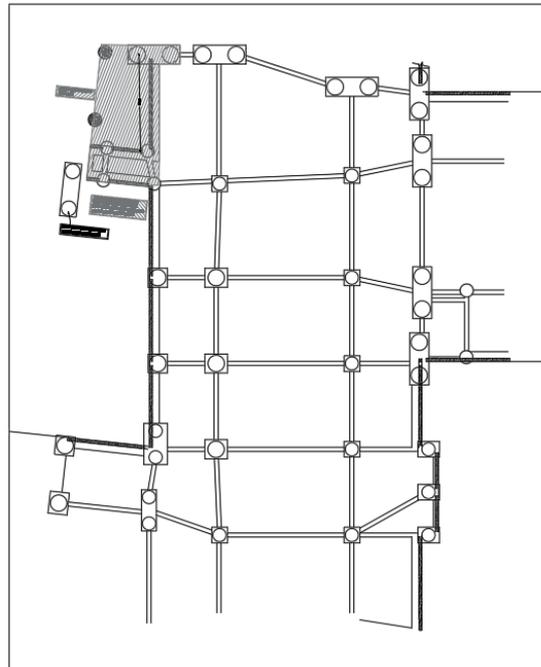


Figura 4.1.1: Planta de fundación sector B2

La estación total es un instrumento topográfico de medición que puede medir las distancias verticales y horizontales, ángulos verticales y horizontales, e internamente con el microprocesador programado, calcular las coordenadas topográficas (N (y); E (x); elevación (z)) de los puntos visados. Estos instrumentos poseen también tarjetas magnéticas para almacenar datos, que pueden ser descargados en una computadora y utilizados con el programa de aplicación seleccionado. En este trabajo se utilizó un estación total marca South, tal como se puede observar en la Figura 4.1.2.



*Figura 4.1.2: Imagen de Estación Total*

Para comenzar el relevamiento del sector, se debe elegir el punto de origen o punto cero del sistema de coordenadas en el terreno y luego una dirección que representa el Norte o eje "Y" del sistema de coordenadas elegido y su perpendicular que representa el eje "X". En este caso se ubicó el punto cero absoluto de toda ciudad gama, en la intersección entre la línea municipal de Av. Colón y la de la calle Tacuarí, definiendo al eje "X" en la dirección de la A. Colón y el eje "Y" su dirección perpendicular.

Luego en el sistema de cocheras no se pudo trabajar con coordenadas absolutas por la gran distancia que hay entre el cero absoluto y las mismas, por lo cual se utilizó con sistemas locales, en donde partimos de la ubicación de los edificios (referidos al cero absoluto) para conocer la ubicación de las cocheras, debido a que están vinculadas a los edificios.

Nuevamente en obra, se estacionó el instrumento para comenzar con el replanteo de los pilotes. La estación total a través de coordenadas polares permite al operario ubicar el punto deseado para que lo materialice en el terreno mediante una estaca.



## 4.2- FUNDACIONES

### 4.2.1- Excavación y Pilotes

La estructura cuenta con 40 pilotes de hormigón armado (Figura 4.1.1) y dos niveles subsuelo, con una profundidad total de 7,50, por lo que se realizó la excavación del terreno y la perforación de los pilotes.

Al momento de arribo a la obra, la excavación de este sector se encontraba terminada y además había sido construido una parte del sector B2, hasta la losa sobre primer subsuelo, debido a que se posicionó la grúa en dicho lugar. Figura 4.2.1

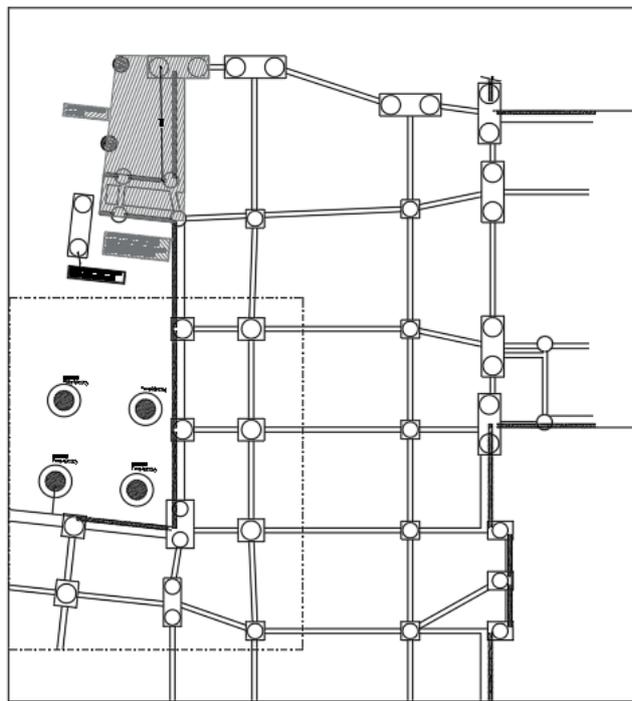


Figura 4.2.1: Planta de fundación - Sector Grúa

La excavación se realizó con una retroexcavadora de oruga marca Caterpillar. Se trabajó extrayendo el suelo desde el fondo hacia adelante (de sur a norte), es decir dejando el sector del acceso para el final, facilitando así el ingreso y egreso de los camiones.

Luego para el resto del sector, se definió la cota de fundación a -16,5m de profundidad. Los pilotes tienen dos diámetros distintos, 0,80m, y 1,00m, un cabezal de 1,00m y un fuste de 9,50m de longitud. La Armadura longitudinal de los pilotes iba desde  $12\phi 12$  a  $13\phi 16$  (A1), en función de la carga que soportan, con un zunchado de  $\phi 8$  c/20cm (A3) en la longitud del pilote y en la zona del cabezal de  $\phi 8$  c/10cm (A4). Esto se puede observar en la Figura 4.2.2

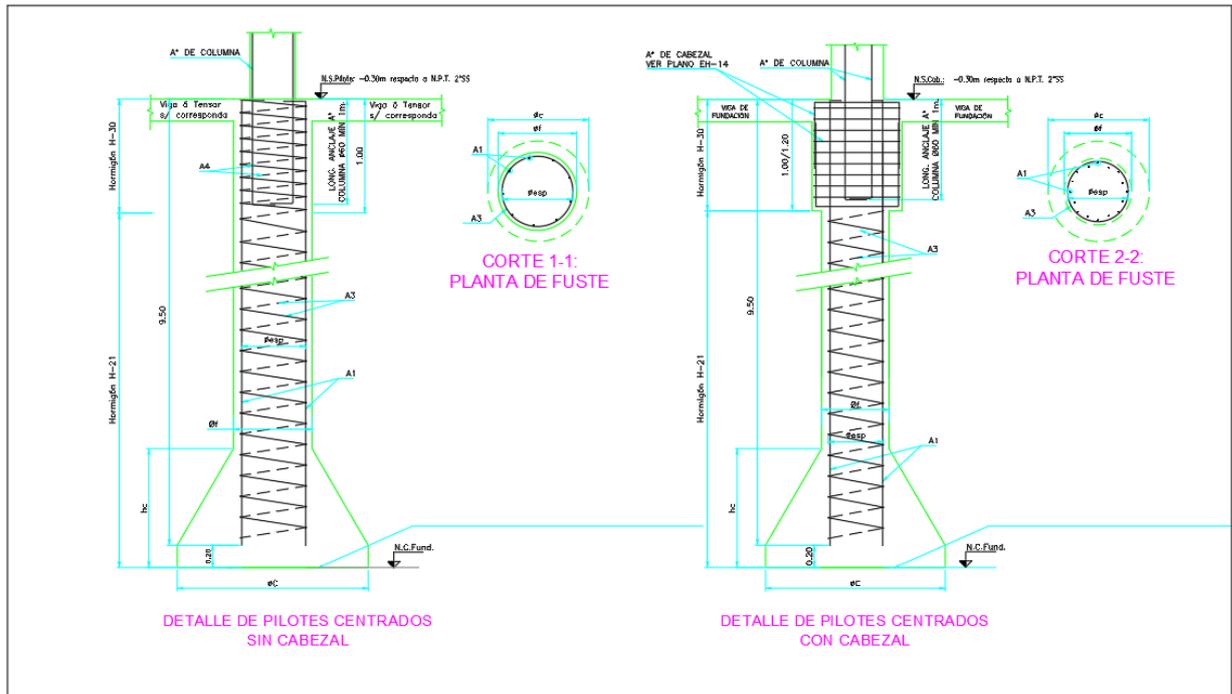


Figura 4.2.2: Detalle de pilote.

Una vez replanteados todos los pilotes, se fueron perforando uno a uno según el diámetro y posición en el sector, los pilotes se excavaron con una perforadora rotatoria con punta de avance helicoidal, comenzando por el extremo próximo al Sector B1, ya que el ingreso se encuentra en el otro extremo y de esta forma se evita el desmoronamiento que se provocaría al pasar con la perforadora por encima de los pozos excavados.

Luego se introdujo la armadura del pilote y se coló el hormigón elaborado, provisto en camiones Mixer. El nivel de enrase de hormigón se realizó 1,1m debajo de la cara superior de la viga riostra, para que luego de realizar la excavación del terreno, se pueda construir el cabezal del pilote y las uniones o anclajes con las vigas riostras e introducir la armadura de las columnas, como se puede apreciar en la Figura 4.2.2.

El pliego de especificaciones técnicas no determina las pendientes de los taludes de submuración ni un método para su diseño y ejecución, por lo que las dimensiones de los taludes se hicieron con el criterio del ingeniero responsable.

A medida que se extrae el material, se debe controlar la profundidad de la excavación realizada por la retroexcavadora. Éste control se realizó con un nivel óptico situado en un punto fijo al lado de la zona de trabajo, mientras un operario posicionaba la mira en los puntos donde se necesitaba conocer la profundidad.



#### 4.2.2- Vigas riostras y Cabezales de pilotes:

##### Excavación:

Para armar las vigas riostras, se replantearon los ejes y se excavaron las dimensiones de cada viga de la planta de fundación, siendo el suelo el que trabaja como encofrado de las mismas (figura 4.2.3). Es decir que se excavaron con la forma y medidas necesarias, manteniendo perfectamente verticales los costados y el fondo limpio, libre de escombros y nivelado correctamente.



Figura 4.2.3: Excavación de fundaciones - vigas riostra.

En el caso de los cabezales se procedió de igual manera excavando las dimensiones del cabezal (1,15x3,15x1,00m) hasta encontrar el enrase de hormigón.

En la Figura 4.2.4 se visualiza la excavación que se realizó para un cabezal de dos pilotes.

En la imagen también se puede observar la tanza que se utilizó para marcar las dimensiones del cabezal.



Figura 4.2.4: Excavación para la construcción del cabezal.

#### **Armado de cabezales y riostras:**

En ésta etapa se construyeron dos tipos de vigas riostras: Las vigas perimetrales poseen dimensiones de 25x60cm y las vigas interiores son de 25x40 o 25x50, en función de la longitud de las mismas.

La finalidad de las vigas riostras es absorber las posibles acciones horizontales que puede recibir el sistema de sustentación provenientes de la misma estructura o del suelo de apoyo, evitando de esta forma el desplazamiento horizontal relativo de un pilote respecto a otro y garantizando el trabajo en conjunto.

Las vigas riostras perimetrales están armadas con cuatro barras longitudinales de acero de  $\varnothing 16$ , dos barras longitudinales de  $\varnothing 10$  y estribos de  $\varnothing 6$  cada 20cm, mientras que las vigas interiores están armadas con cuatro barras longitudinales de  $\varnothing 12$ , dos barras longitudinales de  $\varnothing 10$  y estribos de  $\varnothing 6$  cada 20cm.

Una parte de las vigas riostras se arman antes de colocarlas en su lugar y la otra se las termina una vez que se colocan los extremos dentro de los cabezales formando el anclaje de armaduras entre ambos.

Los cabezales distribuyen las cargas a los pilotes, sirviendo de transición entre la superestructura y la estructura de fundación y sus dimensiones dependen fundamentalmente del número de pilotes utilizados para cada columna.

Se construyeron distintos tipos de cabezales en toda la obra, para uno, tres, cuatro y seis pilotes fueron los más comunes, como se puede observar en la Figura 4.2.6 y 4.2.7.



Figura 4.2.6: Imagen Cabezal de 6 pilotes



Figura 4.2.7: Imagen Cabezal de dos pilotes.

Además, en otro sector de la obra, se construyó un cabezal de 65 pilotes (240m<sup>3</sup>) que servirá de núcleo para la torre 3. Figura 4.2.8.



Figura 4.2.8: Imagen Cabezal de 65 pilotes.

En el Sector B2 se armaron dos tipos de cabezales, el cabezal tipo 1 (un pilote) y Cabezal tipo 2 (dos pilotes). La armadura de estos cabezales está conformada por barras de Ø8, Ø12 y Ø16 donde las Figuras 4.2.9 y 4.2.10 indican los detalles correspondientes.

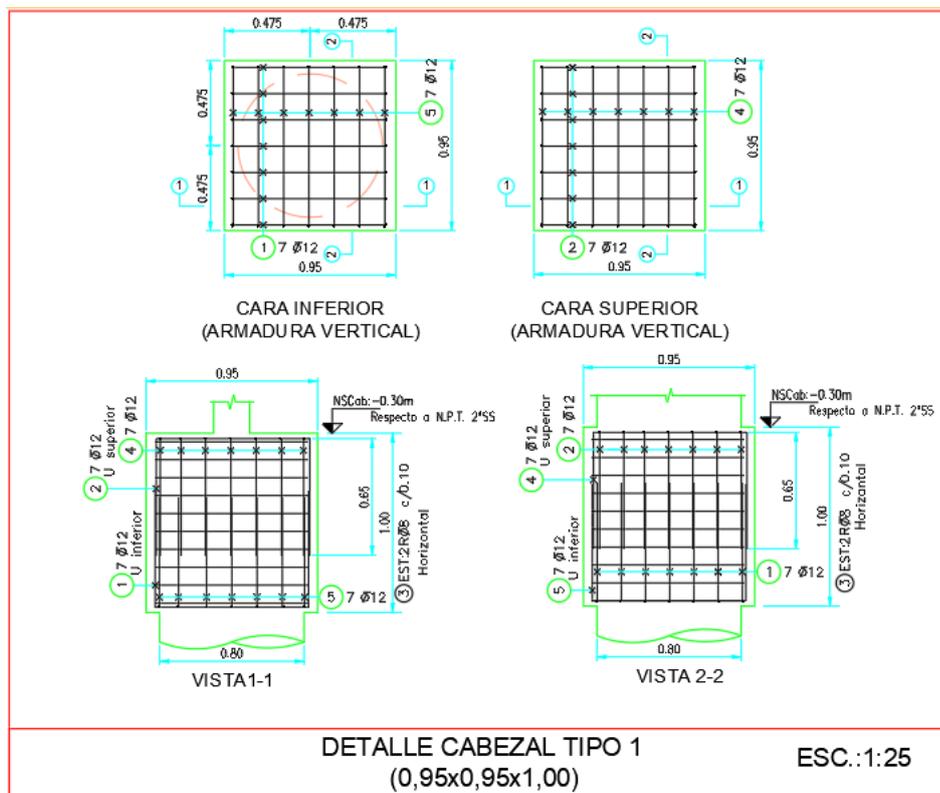


Figura 4.2.9: Detalle del Cabezal tipo 1. Corte 11 y 22.

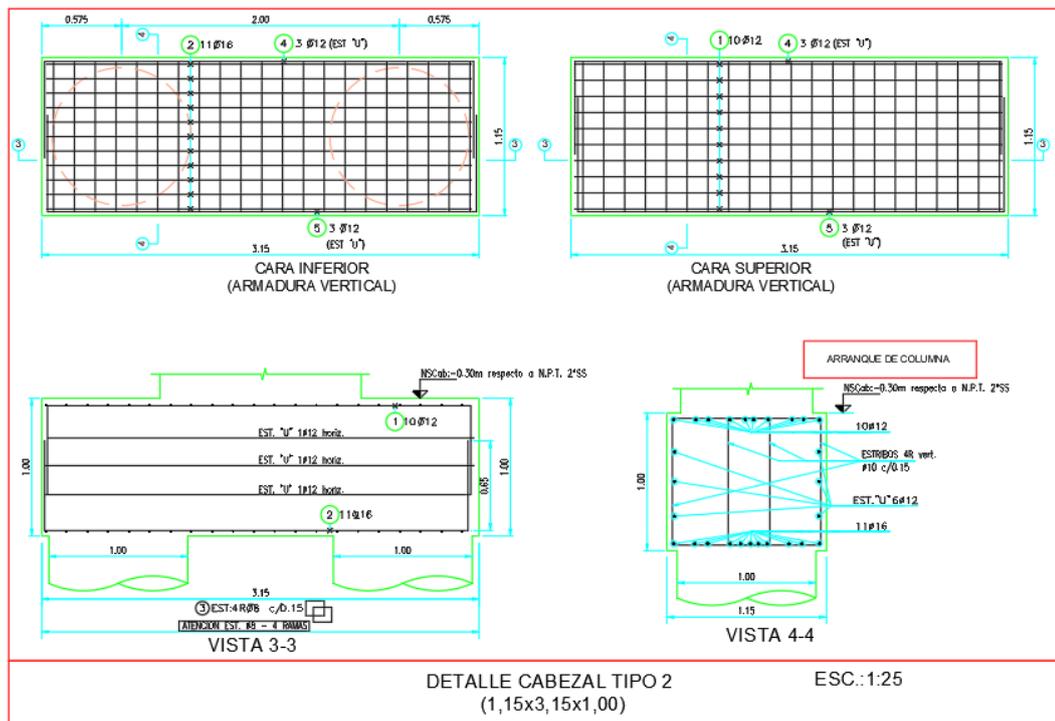


Figura 4.2.10: Detalle del cabezal tipo 2. Corte 33 y 44.

La armadura del cabezal forma un cajón cerrado, que permite el confinamiento del nudo, al que se ancla la armadura del pilote, de las vigas riostras y de la columna.

La armadura cajón de los cabezales fue armada con anterioridad a su colocación según los planos de detalles y luego acopiados en el obrador. Para su colocación se tuvo mucha precaución en respetar el nivel de enrase superior del cabezal, ya que éste tiene gran importancia en la determinación del nivel de enrase tanto de la viga riostra como del arranque de columna. Figura 4.2.11.



Figura 4.2.11: Imagen de Armadura de Cabezal de un pilote.



El plano de estructuras prevé para la armadura en espera de la columna anclada en el cabezal del pilote una longitud mínima para empalme de 0,80m. Además en dicha longitud de anclaje se debe colocar un estribo de  $\varnothing 6$  c/10cms, como se indica en la Figura 4.2.12.

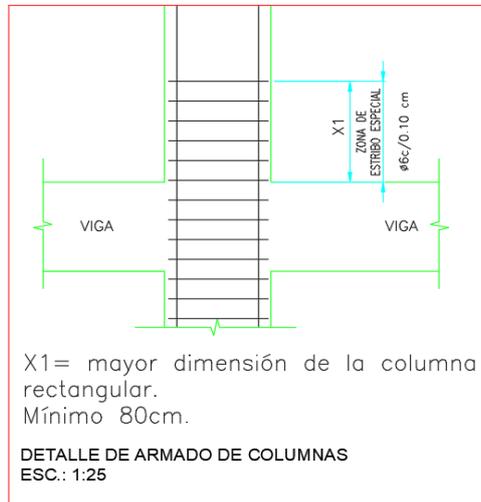


Figura 4.2.12: Arranque de Columna.

Esta indicación se cumplió en el momento de su materialización puesto que en la mayoría de las columnas la longitud de empalme fue aproximadamente 1,00m, como se observa en la Figura 4.2.13.



Figura 4.2.13: Imagen de Arranques de columnas.



### **Colado de cabezales y riostras:**

El colado del hormigón en los cabezales y vigas riostras se realizó con camiones Mixer que vertían el hormigón elaborado mediante una bomba directamente en las perforaciones, Figura 4.2.14.

Se adoptaron debidas precauciones para evitar la segregación de la mezcla y se utilizó vibrador para eliminar las posibles oquedades o discontinuidades en el hormigón.

Se emplearon para esta etapa 27,70 m<sup>3</sup> de hormigón de tipo H-30 con asentamiento de 12 cm.

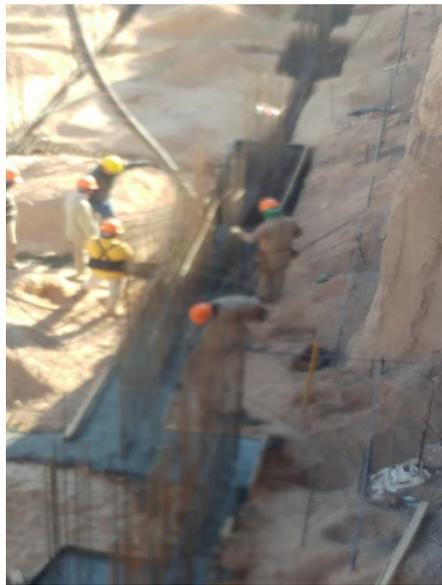


Figura 4.2.14: Imagen de Hormigonado de Fundaciones



### 4.3- PRIMER Y SEGUNDO SUBSUELO

El Sector B2 cuenta con 29 columnas con una altura de 2,55m, Las cuales varían su sección de acuerdo a su posición y la carga solicita. En ambos niveles de subsuelo las dimensiones van desde 0,20 x 0,55 hasta 0,40 x 1,18.

La estructura posee más de 40 vigas por nivel con dimensiones de 0,60 x 0,25 m y de 0,40 x 0,25 m, quedando contenidas dentro de la losa. Las luces de estas vigas varían de los 3 m hasta los 7 m de largo, siendo estas últimas de gran envergadura.

En cuanto a las losas tenemos de dos tipos:

- Losas Nervuradas armadas en una y dos direcciones: con un espesor total de 0,40 m, donde la capa de compresión es de 0,05 m. Las mismas están aliviadas con bloques de poliestireno expandido de 0,35 m de espesor que quedan perdidos una vez que se desencofra la losa.
- Losas macizas: con un espesor total de 0,18m.

Los encofrados utilizados corresponden al sistema ulma que consiste en encofrados metálicos, con puntales de acero, vigas de metálicas primarias y secundarias. Para las columnas y tabiques se utilizó un encofrado modular ligero, con paneles de 1,20m de altura por 0,60m de ancho.

El proceso constructivo del primer y segundo subsuelo es el mismo, por consiguiente, la explicación de la construcción de los distintos elementos de cada nivel, es igual.

#### 4.3.1- Columnas y tabiques

##### Replanteo y llenado de dados de columnas y tabiques:

A los efectos de posicionar las columnas y tabiques sobre las vigas riostras en el caso del segundo subsuelo o la losa en el caso del primer subsuelo, se realizó el replanteo de los ejes de las columnas y tabiques, materializándolo con hilo nylon tanzas.

Luego se centran las barras o pelos que se dejaron en los cabezales y vigas como arranque y se empalma la armadura del nuevo tramo que se armó en función de los detalles correspondiente a cada elemento indicado en los planos de estructura correspondientes. Figura 4.3.1



## DETALLE DE COLUMNAS - SECTOR B

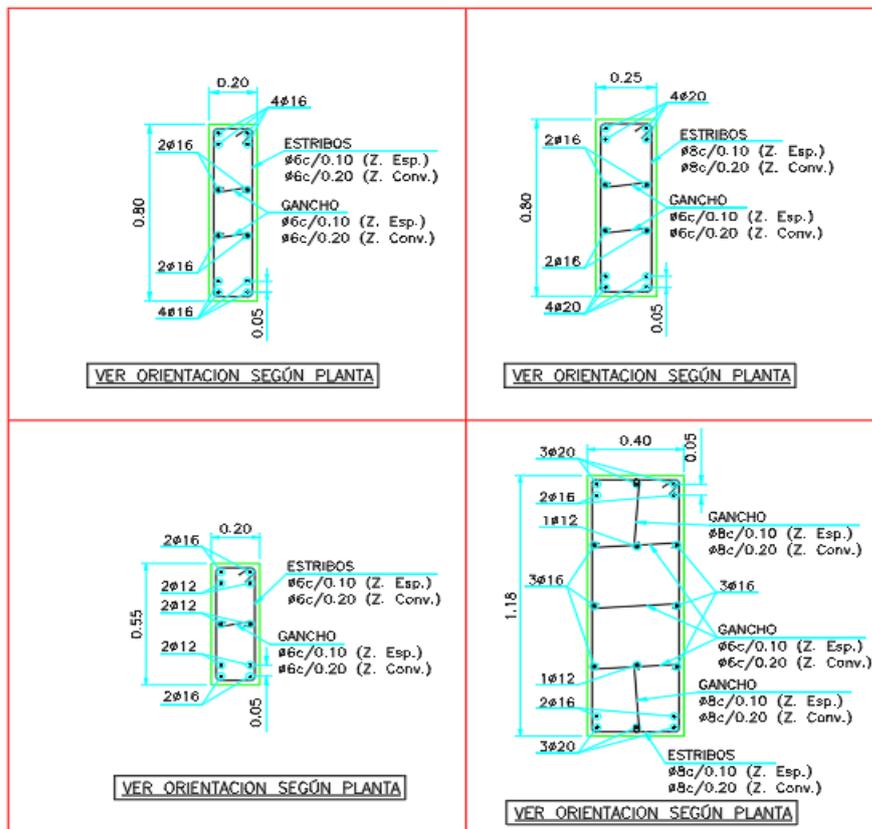


Figura 4.3.1: Detalle de columnas de 1SS y 2SS

En la base de cada columna se construyeron dados de hormigón de 10 cms de altura aproximadamente, con las dimensiones en planta de cada columna para luego servir de apoyo al encofrado. Los encofrados de los dados de hormigón se realizaron con puntales de 3x3.

### Armado de tabiques y columnas:

En el cabezal y en el tramo de viga riostra construidas en la etapa anterior, se dejaron los hierros o pelos y los dados de arranque de los tabiques y de las columnas, de donde se empalmaron las armaduras de las mismas. La longitud de empalme en el arranque de las columnas es de un metro, como se dijo anteriormente.

Los tabiques más solicitados se armaron verticalmente con barras de acero de  $\phi 12$  y  $\phi 10$ , para segundo y primer subsuelo respectivamente, en el lado interior y barras del  $\phi 8$  para el exterior. En la dirección horizontal con hierro del  $\phi 6$  y con una separación de 15 cm en ambas direcciones formando una maya, anclados en la vigas riostras y en las columnas perimetrales.

Se construyeron los encofrados con resistencia y rigidez suficiente para resistir las acciones del hormigonado, de las presiones del hormigón fresco y de los efectos del método de compactación utilizado.

Los encofrados utilizados corresponden al sistema Ulma que consiste en encofrados metálicos, con puntales de acero. En este caso se utilizó un encofrado modular ligero,



con paneles de 1,20m de altura por 0,60m de ancho. Figuras 4.3.3 y 4.3.4.



Figuras 4.3.3 y 4.3.4: Imagen de Encofrados de Columnas y tabiques.

#### **Colado de columnas y tabiques:**

Para el hormigonado de las columnas y tabiques se utilizaron 30 m<sup>3</sup> de hormigón elaborado con un asentamiento de 15 cm. El colado del hormigón de los tabiques se lo hizo por la parte superior del encofrado, utilizando una máquina de bombeo y vibradores para evitar posibles huecos o discontinuidades en el hormigón (Figura 4.3.5).

En este caso al ser un trabajo en altura es muy importante que los operarios utilicen todos los elementos de protección colectiva y personal, especialmente un arnés salvavidas amarrado a un punto fijo.



Figura 4.3.5: Hormigonado de los tabiques.

Una vez transcurrido las 72 horas del hormigonado, se procede al desencofrado de las columnas y tabiques. Figura 4.3.6.



Figura 4.3.6: desencofrado de tabiques y columnas

#### 4.3.2- Columnas y tabiques

##### Nivelación, compactación:

Luego de desencofrar las columnas y tabiques y realizar una limpieza del lugar, se procedió a nivelar y compactar el terreno con una motovibradora de rodillos lisos, dejando una superficie regular, Figuras 4.3.7 y 4.3.8.



Figuras 4.3.7 y 4.3.8: Nivelación y compactación de suelo para contrapiso

### Armado y colado:

Para la construcción del contrapiso se utilizó una malla de 10x10cm y  $\varnothing 4.2$ , con separadores para crear el recubrimiento inferior. Se utilizó hormigón elaborado para hacer una contrapiso de 10cm de espesor (Figura 4.3.9).



Figura 4.3.9: Malla de contrapiso

El colado del hormigón se realizó con bomba, debido a las dimensiones del contrapiso y para no afectar los separadores. Las terminaciones de nivelación se hicieron manualmente.

Una vez finalizado el hormigonado, se procede a realizar el alisado con cuarzo. Para ello, una vez que el hormigón empieza a fraguar, se espolvorea con cuarzo y se le ve agregando cemento y agua mientras se va "llaneando" manualmente o con una llana mecánica tipo "helicóptero" hasta que se endurece. Figura 4.3.10.



Figura 4.3.10: Alisado con llana Helicóptero.

### 4.3.3 – Vigas y losas.

En el sector se contaba con dos tipos de losas: una losa alivianada con molones de poliestireno expandido, armada dos direcciones, de 40cms de altura y otra losa maciza de 15cms. Figura 4.3.14

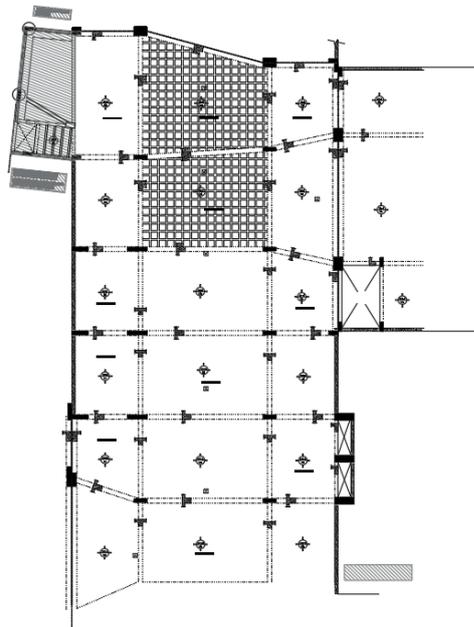


Figura 4.3.11: Planta de estructuras correspondiente a la Planta sobre segundo subsuelo.



En el sector se dispone en la dirección (X) dos vigas continuas de siete tramos con una altura de 0,40m para las losas macizas y 0,60m para las nervuradas, un ancho de 0,250m y una longitud de 40m (largo de la estructura) y dos vigas perimetrales de 3 tramos con una altura de 0.55m y un ancho de 0.30m. En la dirección (Y) se tienen ocho vigas continuas de tres tramos con una altura de 0.55m, 0.30m de ancho y una longitud 16.5 (ancho de la estructura). Cabe destacar que en las plantas de los demás niveles, la armadura de las vigas es la misma.

### Encofrado de vigas y losas:

Para el encofrado de la losa del segundo subsuelo, se utilizó el sistema de encofrado del sistema Ulma. En el mismo, se realizó en primera instancia el encofrado de las vigas debido a que las mismas tienen un espesor mayor a la losa, es decir son vigas peraltadas. Entonces se hizo primero encofrado de la parte que “vuela” de la viga y una vez que se encofraron todos los fondos de viga, se procede a encofrar el fondo de losa. Figura 4.3.11.



Figura 4.3.12: Encofrado de vigas.

Para el encofrado de los fondos de viga se usó el sistema BTM, compuesto por puntales de acero con vigas metálicas con alma de madera, paralelas a las vigas y se las cruzó con palos de 3x3. Se completó el encofrado con tablas de fenólico para los costados y fondo de vigas y losas. Figura 4.3.12



Figura 4.3.13: Encofrado de losa

#### Colocación de armadura de vigas:

Debido a la magnitud del sector, existen distintos tipos de vigas, con mayor o menor armadura en función de su ubicación en la planta. En la figura 4.3.14 se muestran los detalles de una de las vigas que conforman la losa sobre segundo subsuelo.

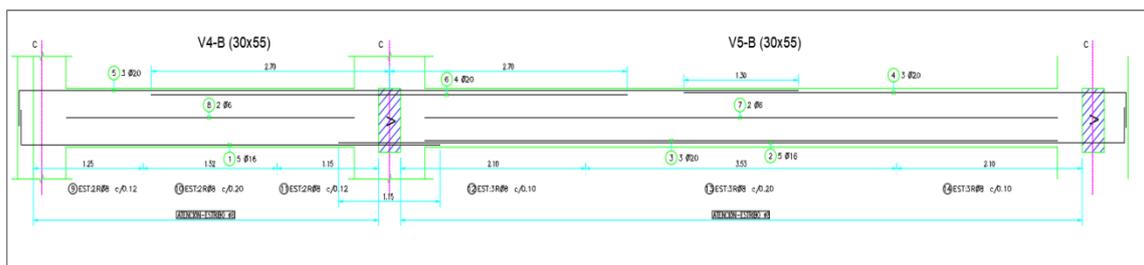


Figura 4.3.14: Detalles de una viga

Antes de armar las vigas se verificó que las armaduras se colocaran limpias, exentas de óxido, pintura, grasa o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar la adherencia del hormigón con el acero que se colocaron de acuerdo con las indicaciones del proyecto, sujetas entre sí de manera que no puedan experimentar movimiento durante el vertido y compactación del hormigón para que finalmente estuvieran dispuestas de tal forma que permitan un correcto hormigonado y que todas las barras o grupos de barras queden perfectamente recubiertas por el hormigón sin dejar vacíos.

Las vigas se armaron sobre el encofrado. En primer lugar se dispusieron las barras longitudinales correspondientes a cada una, ya dobladas según los requerimientos de anclajes requeridos.

Una vez posicionadas todas las barras longitudinales en su lugar según los planos de detalles, un operario colocaba los estribos mientras otro iba atándolos, respetando las separaciones entre ellos (Figura 4.3.15).

Luego de armadas las vigas se realizó la verificación de las mismas, controlando entre



otras cosas la posición y diámetro de las barras, longitud de empalme, longitud de anclaje, separación de estribos y dimensiones de las vigas.



Figura 4.3.15: Armado de las vigas sobre el encofrado.

#### **Colocación de metal desplegado y molones de poliestireno expandido:**

Sobre la losa nervurada se colocó metal desplegado en todo el encofrado entre las vigas y sobre éste, los molones de poliestireno expandido. Las medidas de los molones utilizados son de 0.35x0.40x0.20. En la Figura 4.3.16 y 4.3.17 se observan la colocación del metal desplegado y bloques de poliestireno expandido.



Figura 4.3.16: Colocación del metal desplegado sobre Losa de segundo subsuelo.



Figura 4.317: Imagen de la losa sobre segundo subsuelo previa al hormigonado.

### Colocación de armadura de nervios y armadura de repartición:

Las losas nervuradas sobre segundo subsuelo tienen una altura de 0.40m y fueron armadas en dos direcciones. En dicho caso, los nervios, de 0.12 de ancho y 0.35m de altura, disponen de doble barra de  $\varnothing 10$  como armadura inferior de flexión y doble barra de  $\varnothing 10$  como armadura de refuerzo superior en la zona de apoyos. Figura 4.3.18.

### DETALLE DE LOSAS ESPESOR 0.40m EN 2 DIRECCIÓN: Esc. 1:20

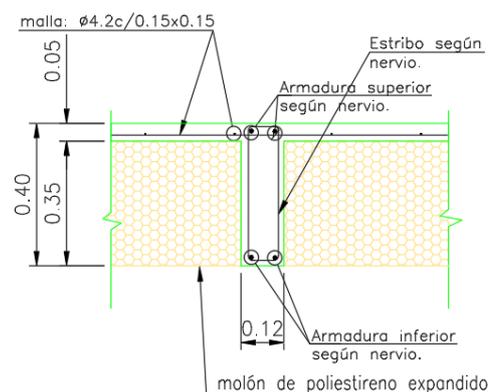


Figura 4.3.18: Detalle Losa Nervurada.

En el caso de las losas nervuradas sobre primer subsuelo (PB), además de las losas en dos direcciones recién descritas, tenemos losas armadas en una dirección. Los nervios (de igual dimensión) disponen de doble barra de  $\varnothing 10$  como armadura inferior de flexión mientras que como refuerzo superior en la zona de apoyos doble barra de  $\varnothing 10$  y un nervio transversal (NT1) de 0.15x0.20m con doble barra de  $\varnothing 10$  como armadura inferior y superior (Figuras 4.3.19 y 4.3.20). Se colocó malla sima de



15x15cm y  $\phi 4.2$  como armadura de repartición (Figura 4.3.21).

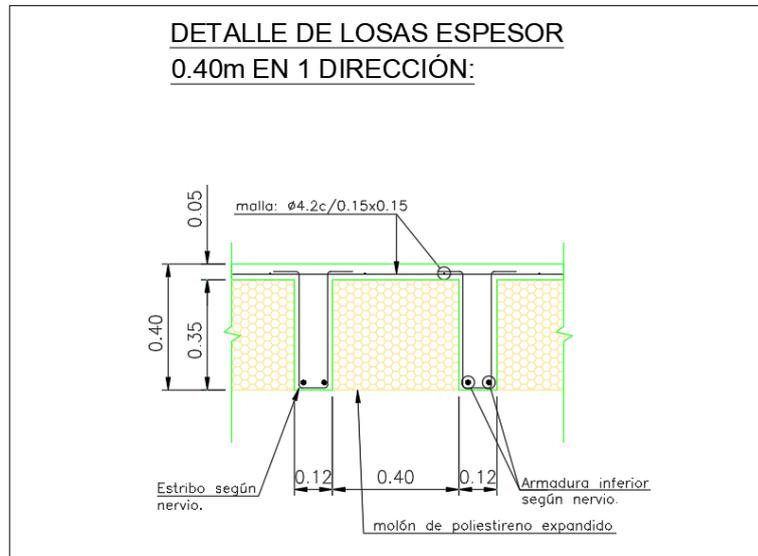


Figura 4.3.19: Corte transversal de la losa nervurada.

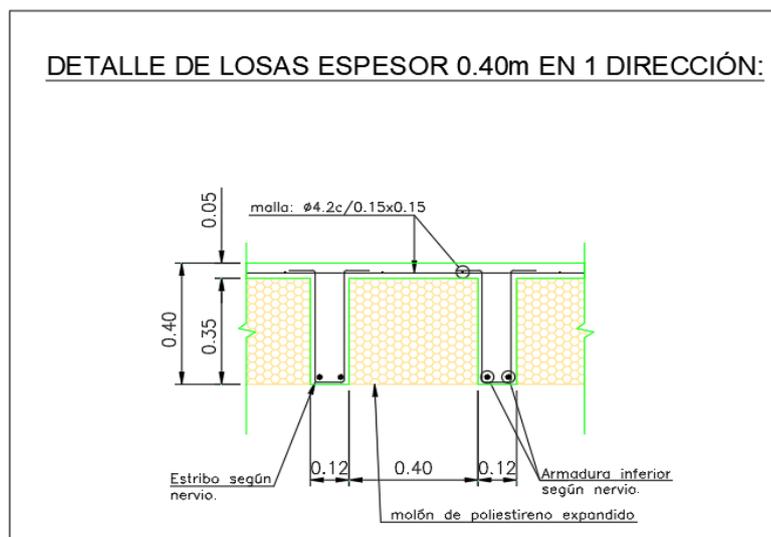


Figura 4.3.20: Corte Nervio transversal de losas macizas.

### Instalación eléctrica:

Las únicas instalaciones que fueron colocadas antes de hormigonar la losa, fueron las instalaciones eléctricas, donde se colocaron bocas de techo para la iluminación interna. Se utilizó cañería rígida de PVC de 1' de diámetro, conectores metálicos y cajas metálicas octogonales de 4 pulgadas.

### Hormigonado de losa:

Previo al hormigonado, se realizó la limpieza de las vigas y losas, utilizando una sopladora de aire, con el objeto de reducir al mínimo el polvo en las armaduras y asegurar la adherencia con el hormigón, figura 4.3.21.



Figura 4.3.21: Imagen de limpieza de Encofrado previo al Hormigonado.

Para hormigonar la losa se utilizaron 125m<sup>3</sup> (18 camiones Mixer más “el corte”) de hormigón elaborado H30 con un asentamiento de 15cm. Para salvar la distancia entre los camiones transportadores y el principio losa se utilizó una Bomba estacionaria (Figura 4.3.22). Los camiones Mixer vertían el hormigón en la bomba, quien se encargaba de impulsarlo a través de tubos hasta llegar al encofrado.



Figura 4.3.22: Imagen de la bomba.



Se ocuparon nueve operarios para realizar las distintas tareas del hormigonado. Dos operarios se encargaron de transportar y maniobrar la manguera de vertido durante el colado, dos operarios con palas distribuyeron uniformemente el hormigón entre los nervios, dos operarios accionaron el vibrador para la compactación, dos operarios se encargaron de nivelar la superficie y un operario se encargó de verificar la altura de hormigonado.

El vertido y colocación se efectuó de manera que no se produjera segregación de la mezcla. Para esto se evitó que el vertido se realice desde gran altura (dos metros como máximo en caída libre) y sin grandes desplazamientos horizontales de la masa. Igualmente se evitó que se arroje el hormigón con pala a gran distancia.

La compactación se realizó con un vibrador interno, de manera que eliminen los huecos y se obtenga un completo cerrado de la masa. La segregación por tiempo prolongado de vibrado se evitó efectuándolo en muchos puntos durante poco tiempo y a medida que se vertía el hormigón. La nivelación y suavizado se realizó con fratás y finalmente se aplicó Antisol mediante un pulverizador para la formación de una membrana de curado del hormigón que evita la evaporación del agua de amasado.

En la Figura 4.3.23 se visualiza el hormigonado en las losas sobre segundo subsuelo.

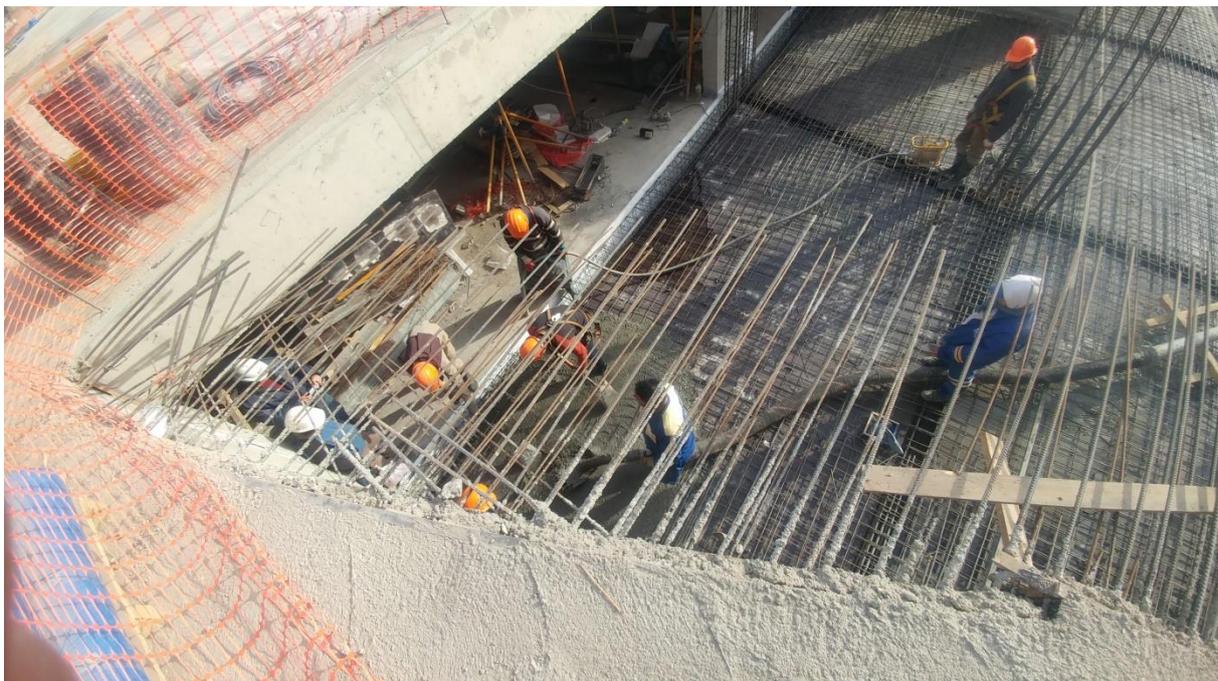


Figura 4.3.23: Imágenes tomadas durante el hormigonado de la losa.



## 4.4 - SECTOR C

En concordancia con la construcción del sector de cocheras B2, se realizó la excavación del Sector C para la posterior ejecución del conjunto de cocheras pertenecientes al sector. En la realización de las prácticas supervisadas se asistió hasta la ejecución de fundaciones de dicho sector.

La estructura cuenta con 35 pilotes de hormigón armado (Figura 4.4.1) y dos niveles subsuelo, con una profundidad total de 7,50, por lo que se debe realizar la excavación del terreno y la perforación de los pilotes.

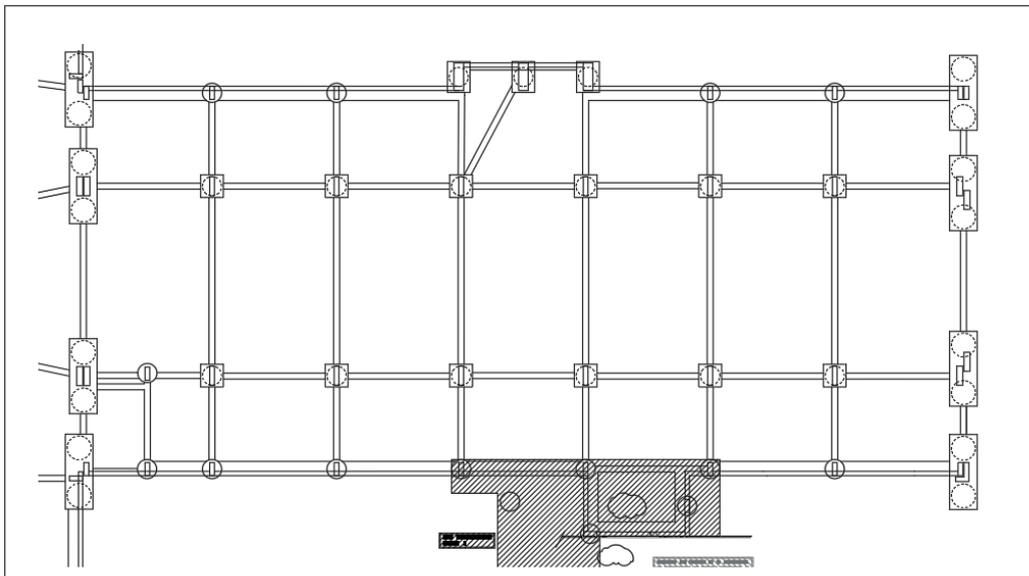


Figura 4.4.1: Planta de fundación. Sector C

### 4.4.1- Fundaciones y Excavación

La excavación se realizó con una retroexcavadora de oruga marca Caterpillar. Se trabajó extrayendo el suelo desde el fondo hacia adelante (de oeste a este), es decir dejando el sector del acceso para el final, facilitando así el ingreso y egreso de los camiones. (Figura 4.4.2 y figura 4.4.3)

Siempre que se realizan excavaciones con maquinaria pesada, es importante lograr una buena eficiencia en la misma, debido a que el costo de la misma es muy elevado. Para lograr esto se buscaba utilizar la retroexcavadora con dos o tres camiones (según la disponibilidad), de manera de evitar la acumulación de material en la zona de excavación.



Figuras 4.4.2 y 4.4.3: Imágenes de excavación del Sector C

La ejecución de excavación y fundaciones del Sector C se programó de la siguiente manera: En primera instancia se dividió el sector en dos partes, ejecutando en una primera etapa la excavación de terreno, perforación y hormigonado de pilotes del sector indicado en la figura 4.4.4. Las imágenes de la excavación se muestran en las figuras 4.4.5 y 4.4.6.

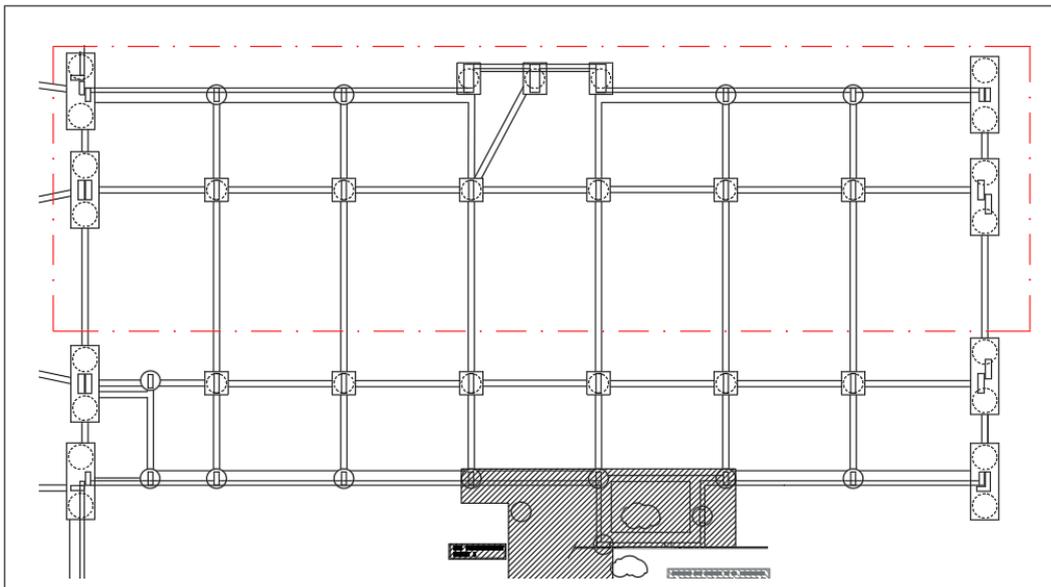


Figura 4.4.4: Excavación Sector C – Primer Etapa.

Esta decisión de realizar la excavación en dos partes se hizo para evitar una posible inestabilidad en la torre uno. Posteriormente, cuando el sector B de cocheras estuviera todo construido hasta el nivel de PB, se continuaría con la excavación y perforación de pilotes del sector.



Figura 4.4.5: Excavación del Sector C – Primera etapa



Figura 4.4.6: Excavación Sector C – Segunda etapa

#### **Replanteo:**

Una vez finalizada la excavación de la primer etapa, y previo a la excavación de la siguiente, se realizó el replanteo de los pilotes. Para comenzar el relevamiento del sector, se eligió el punto de origen del sistema de coordenadas en un punto conocido del sector B2, figura 4.4.7 y luego se definió la dirección que representa el eje "X" del sistema de coordenadas elegido y su perpendicular que representa el eje "Y". Se materializo el eje X por medio de hilo de tanza.

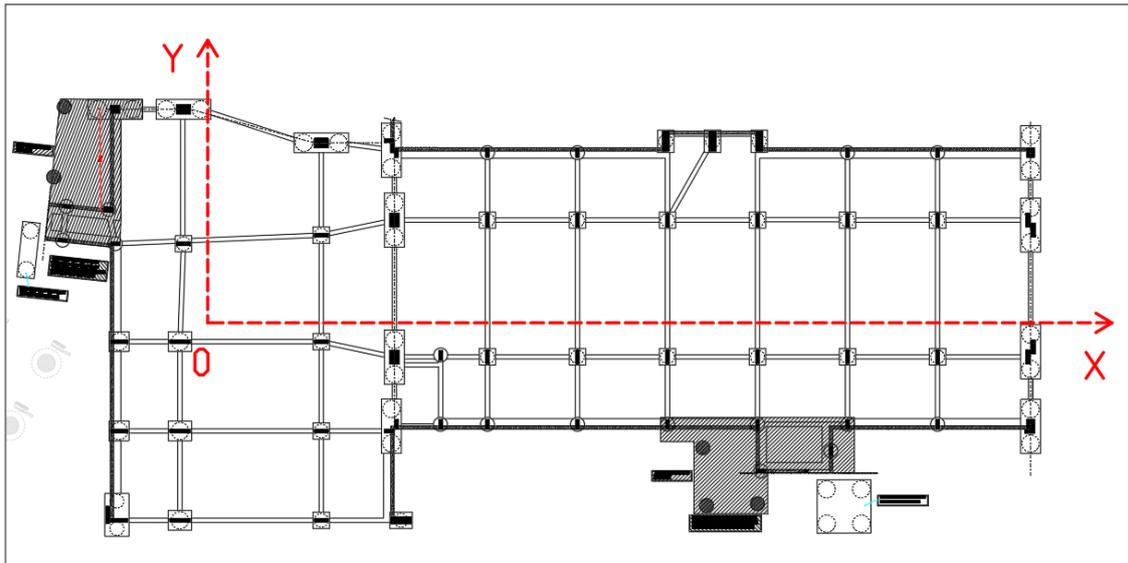


Figura 4.4.7: Ejes de replanteo – Sector C

Una vez materializado el eje, se realizó el replanteo de los pilotes (al centro) en función de su distancia perpendicular al eje. Para corroborar la correcta ubicación de los pozos, se tomaban mediciones de la distancia entre pilotes, ubicados sobre el mismo eje, para de esta forma asegurar la correcta ubicación en planta, separación. Y a partir del mismo se replantearon los pilotes.

Aquí surgió el inconveniente al llegar al último pilote (medido desde el origen). Observamos que la excavación no fue correcta, en término de dimensiones, debido a que la posición sobre este último pilote se encontraba aun sin excavar. Para resolver este inconveniente, se excavó, con retroexcavadora, una franja de terraplén de 2 metros de longitud. Luego se replanteo nuevamente dicho pilote, debido a que el mojón quedó enterrado después de la excavación, y utilizando una pala mecánica, en la zona del punto replanteado, se descubrió el mojón (Figura 4.4.8).



Figura 4.4.8: Imagen fundaciones Sector C



Posteriormente, la excavación de dicho pilote se hizo de forma manual, es decir, mediante pozo romano. A esta tarea la realizan dos operarios, uno que maneja el torno en la superficie y otro que excava dentro del pozo. El primero sube y baja el balde con el suelo excavado y el segundo realiza la operación de excavación propiamente dicho.

En este caso al tratarse de un suelo seco cohesivo, no fueron necesarios entibados ni protecciones especiales, salvo las medidas de seguridad habituales para los operarios.

**Pilotes:**

Como se dijo anteriormente, el Sector C cuenta con 35 pilotes (Figura 4.4.9). Se definió la cota de fundación a 16.5 m de profundidad y un fuste de 9,50m de longitud, los cuales se excavaron con perforadora rotatoria con punta de avance helicoidal, al igual que en el sector B (Figura 4.4.10).

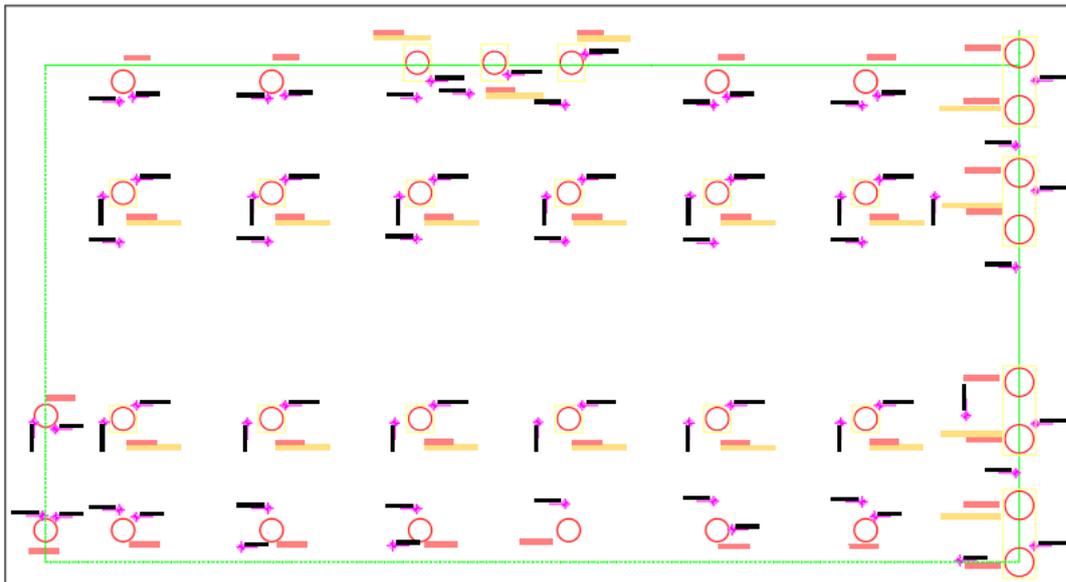


Figura 4.4.9: Planta de pilotes.



Figura 4.4.10: Perforadora rotatoria con punta de avance helicoidal.

De esta manera, una vez replanteados todos los pilotes, se fueron perforando uno a uno según el diámetro y posición en el lote, comenzando por los extremos para evitar el desmoronamiento que se provocaría al pasar con la perforadora por encima de los pozos excavados.

Luego se introdujo la armadura del pilote y se coló el hormigón elaborado, provisto en camiones Mixer. El nivel de enrase de hormigón se realizó 1,1m debajo de la cara superior de la viga riostra, para que luego de realizar la excavación del terreno, se pueda construir el cabezal del pilote y las uniones o anclajes con las vigas riostras e introducir la armadura de las columnas, como se puede apreciar en la Figura 4.4.11.

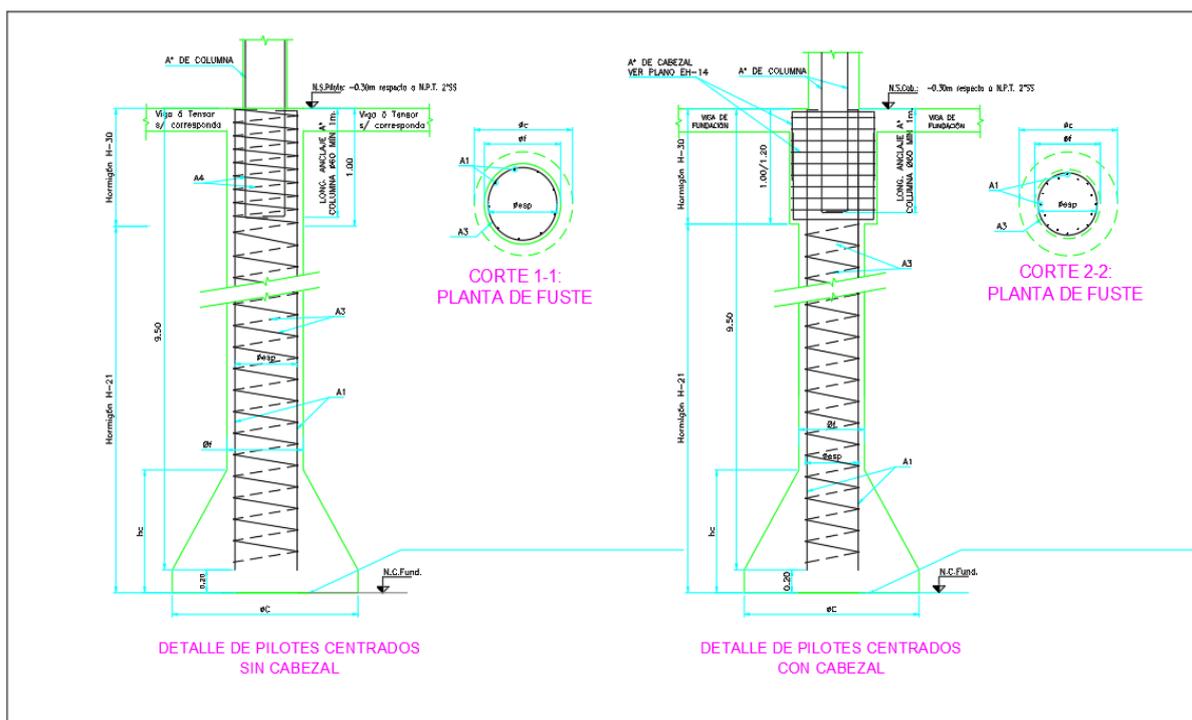


Figura 4.4.11: Detalle de Pilotes.



Se definió el lugar de acceso de los equipos en el lado este del lote, donde con el propio suelo se construyó la rampa de acceso temporal de la obra (Figura 4.4.12).



Figura 4.4.12: Imagen de rampa de acceso temporal.

#### **4.2.2- Vigas riostras y Cabezales de pilotes:**

##### **Excavación:**

Para armar las vigas riostras, se replantearon los ejes y se excavaron las dimensiones de cada viga de la planta de fundación. Nuevamente se excavaron con la forma y medidas necesarias, manteniendo perfectamente verticales los costados y el fondo limpio, libre de escombros y nivelado correctamente, debido a que el mismo funciona de encofrado. Figura 4.4.13.

En el caso de los cabezales se procedió de igual manera excavando las dimensiones del cabezal (1,15x3,15x1,00m) hasta encontrar el enrase de hormigón.



Figura 4.4.13: Imagen de excavación de Fundaciones – Sector C



## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES

Una vez detalladas cada una de las tareas realizadas durante esta Práctica Supervisada se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

La Práctica Supervisada es una instancia invaluable de aprendizaje. La participación como asistente en la Dirección Técnica de la construcción del conjunto de cocheras, brindaron al estudiante, por un lado el contacto con profesionales y técnicos, y por otro la participación en la experiencia de obra concreta.

El contacto con profesionales y técnicos formando parte del equipo técnico con posibilidades de interactuar, significó una experiencia de aprendizaje en sí misma. La relación que se sabe asimétrica por tratarse de un estudiante y de profesionales con experiencia, permitió aprender lo que aporta el ejercicio profesional como complemento del aprendizaje de aula. Por ejemplo: las responsabilidades que comprende la actividad profesional; las consecuencias de toda decisión tomada en cada paso de la construcción; las presiones, desafíos e imprevistos que conlleva la ejecución de una obra; etc., por nombrar solo algunas, sin duda serán de inestimable valor en la etapa que sigue, la del ejercicio profesional en el campo laboral.

La participación en una experiencia concreta de obra pone al estudiante en una instancia de revisión general de todo lo aprendido a lo largo de la carrera. Es en esta situación donde muchos adquieren su respuesta plena, su significado, su razón de ser. El soporte teórico, logrado por el estudiante en los años de cursado, es lo que permitió acercar las posiciones asimétricas y de ese modo participar, proponer, opinar y finalmente evaluar con sentido crítico la experiencia vivida.

Evaluar con sentido crítico es tal vez lo más tangible de la experiencia vivida y lo que se trató de plasmar detalladamente en este informe. A modo de síntesis se puede decir que la documentación técnica —tanto el pliego de Condiciones Generales como el de Condiciones Particulares— es fundamental para el desarrollo y logro de lo previsto y comprometido. Esta información debe ser lo más completa posible, contemplando los más mínimos detalles y previendo las más variadas situaciones. Es la manera más segura de lograr la disminución de imprevistos que atentan contra el cumplimiento de los plazos y los costos calculados. Y en otro plano más comprometido, puede atentar contra la seguridad del personal o el clima armónico de las relaciones personales, a distinto nivel, que se dan entre la gran cantidad de personas que tiene participación en una obra.

Disponer de la documentación completa de una obra, poder interpretarla, analizarla y ver su aplicación concreta, aportaron al estudiante un grado de aprendizaje práctico invaluable. Se comprende a partir de esta experiencia integradora que la concreción de una obra, el paso del papel a la realidad concreta, consiste en una sucesión de instancias perfectamente planificadas y que solo todo el saber y el cuidado puesto en su concreción permitirán arribar al logro de lo planificado, minimizando de ese modo el impacto de los imprevistos que siempre pueden existir.



También se considera muy importante el contacto con toda la normativa que regula la práctica profesional. Conocer acabadamente esta normativa genera una toma de conciencia de la responsabilidad que implica dicha práctica profesional.

Por último se pudo vivenciar los diferentes tipos de relaciones personales que se dan en una obra. Empresa constructora, equipo de diseño, equipo técnico, proveedores, obreros, personal subcontratado, etc., integran un complejo entramado de relaciones donde el conocimiento, la experiencia y/o la jerarquía cumplen un rol fundamental. Todo ello convive en el mismo espacio físico con un único objetivo: realizar la obra. Haber sido parte de ese entramado brinda un inestimable sentimiento de satisfacción.

Por todo lo expuesto se considera que la Práctica Supervisada constituye un aprendizaje práctico que se complementa con los conocimientos logrados durante la carrera de Ingeniería Civil que contribuye a completar la formación que requiere el ejercicio de la profesión, objetivo último de la carrera.



## BIBLIOGRAFIA

- Reglamento Impres-Cirsoc 103 – Parte II – Construcciones de Hormigón Armado.
- Gama S.A: <http://gama-sa.com/nosotros/>
- Cátedra de Arquitectura I - Universidad Nacional de Córdoba (2008). *Manual de Arquitectura I*.
- Encofrados Ulma: <https://www.ulmaconstruction.com.ar/es-ar>
- Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto.



## **ANEXOS**



**Anexo A: Tablas de Dosajes:**

<b>DOSAJE DE MORTEROS</b>					
MEZCLA TIPO	CEMENTO PORTLAND	CAL GRASA EN PASTA	ARENA FINA	ARENA GRUESA	VERMICU LITA
A		1		3	
B	1		1		
C	1		2		
D	1	1	4		
E	1	1		6	
F	1	1/4		3	
G	1/2	1		4	
H	1/4	1		4	
I	1/4	1	3		
J	1/8	1	3		
K	1		3		
L	1			3	
M		1	3		2

<b>DOSAJE DE HORMIGONES</b>						
MEZCLA TIPO	CEMENTO PORTLAND	CAL GRASA EN PASTA	ARENA GRUESA	CASCOTE	GRAVA	GRAVILLA
A	1/4	1	4	6		
B	1/2	1	4		6	
C	1	1/2	3		4	
D	1		2		3	
E	1		2		4	
F	1		2			4
G	1	1/2	4	5		