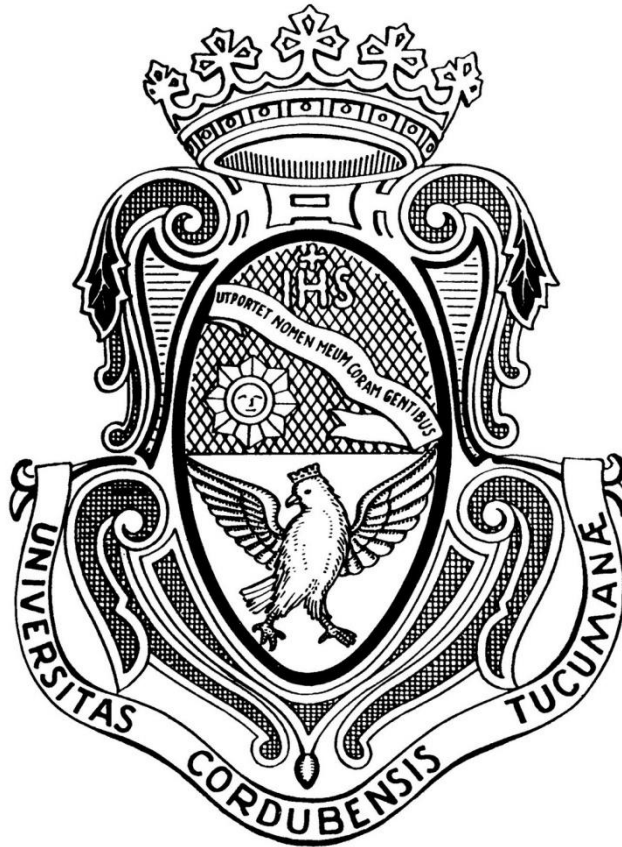


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y
NATURALES



PRÁCTICA SUPERVISADA

**ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN DE OBRA DE
EDIFICIO EN ALTURA**

Autor: Luis Santiago Velez

Tutor: Ing. Pablo Arranz

Supervisor Externo: Ing. Alberto Miranda

JULIO 2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por todas las bendiciones recibidas. También quiero agradecer a mi esposa e hijo por su amor incondicional y su apoyo constante, indispensables para la consecución de tan ansiado objetivo.

A mis padres y hermanos, y a toda mi familia, por la palabra de aliento siempre presente.

RESUMEN

El siguiente Informe Técnico Final detalla las actividades realizadas durante la Práctica Profesional Supervisada del autor. El mismo desempeñó tareas de asistencia técnica a la Dirección de una obra de arquitectura, concretamente, la construcción de un edificio de viviendas en altura ubicado en el barrio Alta Córdoba de la capital provincial.

Los distintos procedimientos y situaciones que se detallan corresponden exclusivamente a esta obra particular, e involucran los distintos rubros intervinientes desde el mismo comienzo de la ejecución hasta después del hormigonado de la primera losa.

Se hace especial hincapié en las técnicas constructivas utilizadas, los materiales, sistemas y organización de la obra, remarcando la importancia del manejo de personal y las relaciones humanas.

Este Informe cuenta con siete capítulos. En el primero de ellos se realiza una somera descripción del rol desempeñado por el autor durante la ejecución de esta Práctica Supervisada, a la vez que se agrega una breve y muy general caracterización de la obra en la cual se desarrolla su labor.

A lo largo de los siguientes capítulos se irán detallando los procesos constructivos llevados a cabo para la ejecución de la obra. Así, en el Capítulo 2 “Replanteo”, se hará referencia de manera pormenorizada a todas las cuestiones relacionadas con dicha actividad.

Le siguen dos capítulos referidos a las fundaciones del edificio: “Excavaciones” y “Hormigón Armado para Fundaciones”, en los cuales se ponen en marcha los primeros rubros en la obra.

Un capítulo entero, el Capítulo 5, se dedica al “Subsuelo Técnico”. En él se abunda en detalles acerca de todos los ítems que fueron necesarios para su ejecución.

El Capítulo 6 “Estructura de Hormigón Armado” es el más amplio del presente Informe, ya que contiene todo lo referente al sistema de encofrados utilizado, las tareas preliminares para preparar cada elemento estructural para el colado del hormigón fresco, incluyendo un apartado que versa sobre la instalación eléctrica. Luego se hacen algunas consideraciones referidas al hormigonado.

Finalmente, en el Capítulo 7 “Conclusiones” se realiza una evaluación del trabajo realizado y una valoración de lo aprendido en esta Casa de Estudios contrastado con la realidad local y contemporánea.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	2
Resumen	3
Índice General	4
Índice de Figuras	5
1. Introducción	7
1.1 Objetivos de la práctica supervisada	7
1.1.1 General.....	7
1.1.2 Particulares	7
1.2 Descripción del puesto	8
1.3 Descripción de la obra.....	8
2. Replanteo	12
3. Excavaciones.....	14
4. Hormigón armado para fundaciones	25
5. Subsuelo técnico	33
6. Estructura de hormigón armado.....	56
6.1 Encofrados	56
6.2 Estructura.....	66
6.3 Instalación eléctrica.....	71
6.4 Colado de hormigón	73
7. Conclusiones	79
8. Bibliografía.....	81
9. Anexos.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.3.1 Ubicación de Uarte de la Mancha II	9
Figura 1.3.2 Ubicación de Uarte de la Mancha II	9
Figura 1.3.3 Ubicación de Uarte de la Mancha II	10
Figura 2.1 Cierre de obra	12
Figura 2.2 Replanteo de ejes	13
Figura 3.1 Excavación de pozos	14
Figura 3.2 Pozo excavado	15
Figura 3.3 Detalle de fundación de muro medianero	15
Figura 3.4 Pozos en medianera oeste	16
Figura 3.5 Imagen panorámica de la obra	17
Figura 3.6 Vallado de excavaciones	18
Figura 3.7 Demarcación y excavación mecánica de subsuelo	19
Figura 3.8 Excavación mecánica de subsuelo	19
Figura 3.9 Excavación mecánica de subsuelo	20
Figura 3.10 Excavación mecánica de subsuelo	20
Figura 3.11 Subsuelo excavado	21
Figura 3.12 Excavación manual de subsuelo	22
Figura 3.13 Excavación manual de subsuelo	22
Figura 3.14 Entibado de material suelto	23
Figura 3.15 Entibado de material suelto	24
Figura 3.16 Excavación de fundaciones de tabique de subsuelo	24
Figura 4.1 Armaduras de pilotes	25
Figura 4.2 Armadura de pilotes	26
Figura 4.3 Mesa de trabajo de doblador	27
Figura 4.4 Separadores	27
Figura 4.5 Armadura en posición	28
Figura 4.6 Colado de hormigón	28
Figura 4.7 Colocación de armadura de cabezal	29
Figura 4.8 Armadura en posición	29
Figura 4.9 Hendiduras practicadas para la limpieza del pilote	30
Figura 4.10 Vibrado del hormigón fresco	30
Figura 4.11 Pilote hormigonado y vibrado	31
Figura 4.12 Hormigonado de cabezal	31
Figura 4.13 Cabezal hormigonado	31
Figura 5.1 Replanteo de columna sobre pilote	34
Figura 5.2 Empalme de armadura longitudinal con inserto químico	34
Figura 5.3 Armadura de tabique	35
Figura 5.4 Fundación de tabique hormigonada, con armadura en espera	36
Figura 5.5 Tabique de subsuelo, tramo hormigonado y tramo encofrado	37
Figura 5.6 Hormigonado de tabique	37
Figura 5.7 Tabique hormigonado	37
Figura 5.8 Armaduras de tramo de tabique restante	38
Figura 5.9 Zapata de fundación de tabique de subsuelo	39
Figura 5.10 Colado del hormigón de zapata de fundación	40
Figura 5.11 Armadura mal posicionada	41
Figura 5.12 Armadura mal posicionada	41
Figura 5.13 Corrección de armaduras	42
Figura 5.14 Corrección de armaduras	42
Figura 5.15 Vista panorámica de la armadura del tabique de subsuelo	43
Figura 5.16 Encofrado de tabique	44
Figura 5.17 Refuerzos de encofrado	45

Figura 5.18 Refuerzos de encofrado.....	45
Figura 5.19 Hormigonado de tabique de subsuelo.....	46
Figura 5.20 Hormigonado de tabique de subsuelo.....	47
Figura 5.21 Desencofrado de tabique.....	47
Figura 5.22 Desencofrado de tabique.....	48
Figura 5.23 Desencofrado de tabique.....	48
Figura 5.24 Oquedad en tabique.....	49
Figura 5.25 Oquedad en tabique.....	49
Figura 5.26 Reparación de oquedad en tabique.....	50
Figura 5.27 Excavación de pozo de achique en subsuelo.....	51
Figura 5.28 Colado de losa de piso de subsuelo.....	52
Figura 5.29 Piso de subsuelo hormigonado.....	53
Figura 5.30 Cisternas de agua en subsuelo.....	54
Figura 5.31 Encofrado y armadura de losa sobre subsuelo.....	54
Figura 5.32 Losa sobre subsuelo hormigonada; pases de losa.....	55
Figura 6.1.1 Encofrado de columnas.....	57
Figura 6.1.2 Encofrado de columnas.....	57
Figura 6.1.3 Elementos de encofrado Ischebeck.....	58
Figura 6.1.4 Elementos de encofrado Ischebeck.....	59
Figura 6.1.5 Funcionamiento de cabezal deslizante.....	59
Figura 6.1.6 Elementos de encofrado Ischebeck.....	60
Figura 6.1.7 Elementos de encofrado Ischebeck.....	60
Figura 6.1.8 Plano para ejecución de encofrado.....	61
Figura 6.1.9 Fotografía panorámica de la obra.....	62
Figura 6.1.10 Encofrado de losa sobre planta baja.....	63
Figura 6.1.11 Armado de vigas sobre encofrado de losa.....	63
Figura 6.1.12 Armado de vigas sobre encofrado de losa.....	64
Figura 6.1.13 Planta baja.....	64
Figura 6.1.14 Encofrado de viga de borde.....	65
Figura 6.1.15 Encofrado de viga de borde.....	65
Figura 6.2.1 Imagen panorámica del encofrado de losa sobre planta baja.....	66
Figura 6.2.2 Armaduras de vigas de losa sobre planta baja.....	67
Figura 6.2.3 Losas rebajadas.....	68
Figura 6.2.4 Losas rebajadas.....	68
Figura 6.2.5 Mallas electrosoldadas.....	69
Figura 6.2.6 Colocación de metal desplegado y ladrillos de telgopor.....	69
Figura 6.2.7 Acopio de ladrillos de telgopor y mallas electrosoldadas.....	70
Figura 6.2.8 Losa sobre planta baja.....	70
Figura 6.3.1 Caños corrugados para instalación eléctrica.....	71
Figura 6.3.2 Montante eléctrica.....	72
Figura 6.4.1 Bomba de hormigón.....	74
Figura 6.4.2 Conducción de hormigón bombeado.....	74
Figura 6.4.3 Colado de hormigón.....	74
Figura 6.4.4 Grúa de autobomba de hormigón.....	75
Figura 6.4.5 Colado de losa.....	76
Figura 6.4.6 Losa hormigonada.....	76
Figura 6.4.7 Vista panorámica de losa hormigonada; pases de losa.....	77
Figura 6.4.8 Vista panorámica de losa hormigonada.....	78

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

1.1.1. Objetivo general

Tomar contacto con la realidad local de la industria de la construcción, distinguiendo a los distintos actores intervinientes (inversores, constructora, clientes, proveedores, contratistas, empleados, etc.), sus características y funciones, e interactuar con ellos.

1.1.2 Objetivos particulares

- Reconocer las múltiples tareas que involucra la dirección de una obra de arquitectura.
- Observar la multiplicidad de rubros intervinientes en una obra y la interacción entre ellos, tanto en la fase de planificación como en la de ejecución de la misma.
- Detectar potenciales inconvenientes producto de interferencias entre los distintos ítems de la obra.
- Proponer soluciones técnicas adecuadas y económicamente viables, verificando la correcta ejecución de métodos y procedimientos empleados, como así también el uso de materiales.
- Coordinar eficientemente el trabajo de un equipo de personas para poder ejecutar la obra de manera rápida, segura y definitiva, atendiendo a la satisfacción del cliente.
- Controlar el uso eficiente de los materiales llevando un registro de los ingresos y minimizando desperdicios.
- Realizar propuestas viables de mejoras a futuro respecto a métodos, procesos o formas alternativas de ejecución de tareas.
- Evaluar las condiciones de higiene y seguridad en la obra, contrastándolas con el marco legal vigente.
- Comparar la realidad de la obra con lo aprendido en el cursado de la carrera en cuanto a organización, métodos, materiales y todo lo relativo al “buen arte” de la construcción.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

El puesto desempeñado por el autor de la presente Práctica Supervisada fue el de “Asistente Técnico a la Dirección de Obra”. El mismo abarcó una serie de responsabilidades que se fueron asignando a medida que la obra avanzaba y que consistieron básicamente en tareas de supervisión y control, relevamientos y registros.

La supervisión y el control se relacionaron de manera más directa con la faceta meramente técnica de la actividad, en cuanto al respeto por las reglas del buen arte para evitar errores más o menos comunes cuya resolución podría resultar onerosa. Los controles más frecuentes, por no decir constantes, se enfocaron en el cumplimiento de los planos enviados desde la Oficina Técnica de la empresa y de las indicaciones de la Dirección de Obra acerca de la forma y la organización en la ejecución de cada ítem. Cabe destacar que tanto la documentación como las directivas impartidas por la Dirección fueron objeto de análisis a los efectos de comprender mejor todo el proceso de construir una obra de arquitectura.

En cuanto a los relevamientos y registros, se refiere a la corroboración en la realidad de la información volcada en la documentación técnica y las observaciones o correcciones que esta documentación pudiere necesitar. También incluyeron el control de inventario e insumos, a la vez que asistencia en la coordinación de la logística de la obra (contenedores, alquiler de maquinaria, etc.).

Sin lugar a dudas, el puesto de Asistente Técnico es sumamente desafiante por el hecho de requerir la aplicación de conocimientos aprendidos mediante la formación académica, a la vez que demanda apertura para absorber procedimientos, métodos y técnicas desconocidas o novedosas.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Uarte S.A. es una joven empresa dedicada al desarrollo, ejecución, comercialización y administración de proyectos de arquitectura, principalmente viviendas unifamiliares y edificios en altura.

Desde 2010 ha construido numerosos dúplex, tanto en la ciudad de Córdoba como en la localidad de La Calera. Actualmente, tiene un emprendimiento en ejecución en barrio Alta Córdoba, el segundo de la firma en la zona, mientras que aún se encuentran en etapa de proyecto dos edificios más.

En ese edificio, Uarte de la Mancha II, es donde se realizó la siguiente Práctica Profesional Supervisada.

En las siguientes figuras se puede ver la ubicación de Uarte de la Mancha II dentro de la ciudad de Córdoba:

Figura 1.3.1: Ubicación de Uarte de la Mancha II



Figura 1.3.2: Ubicación de Uarte de la Mancha II

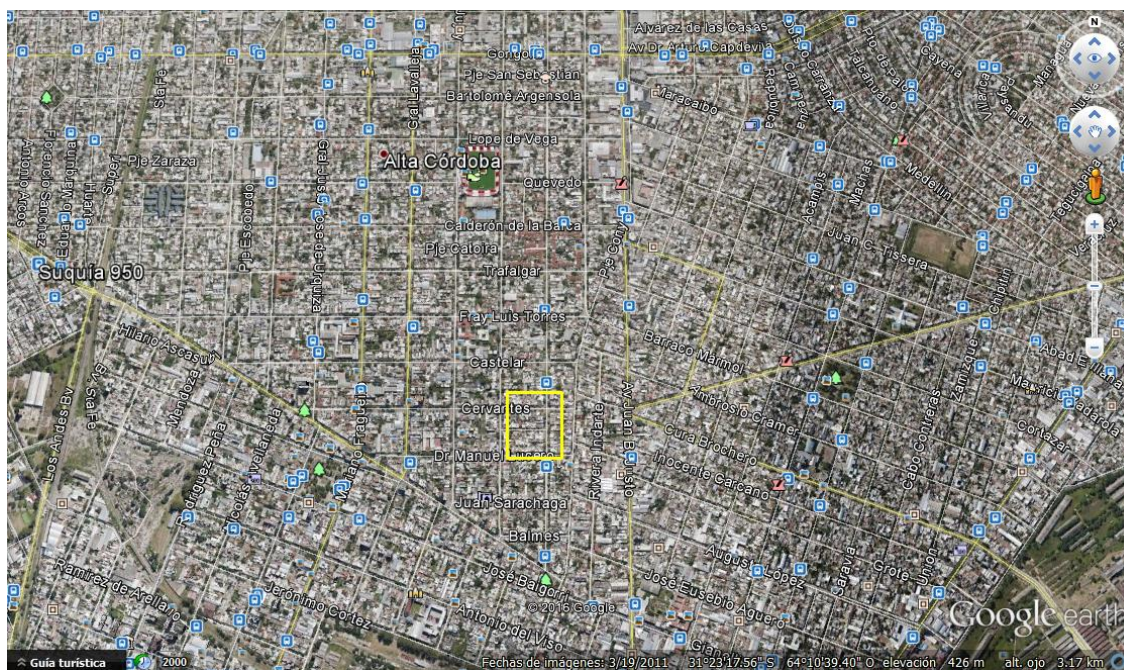
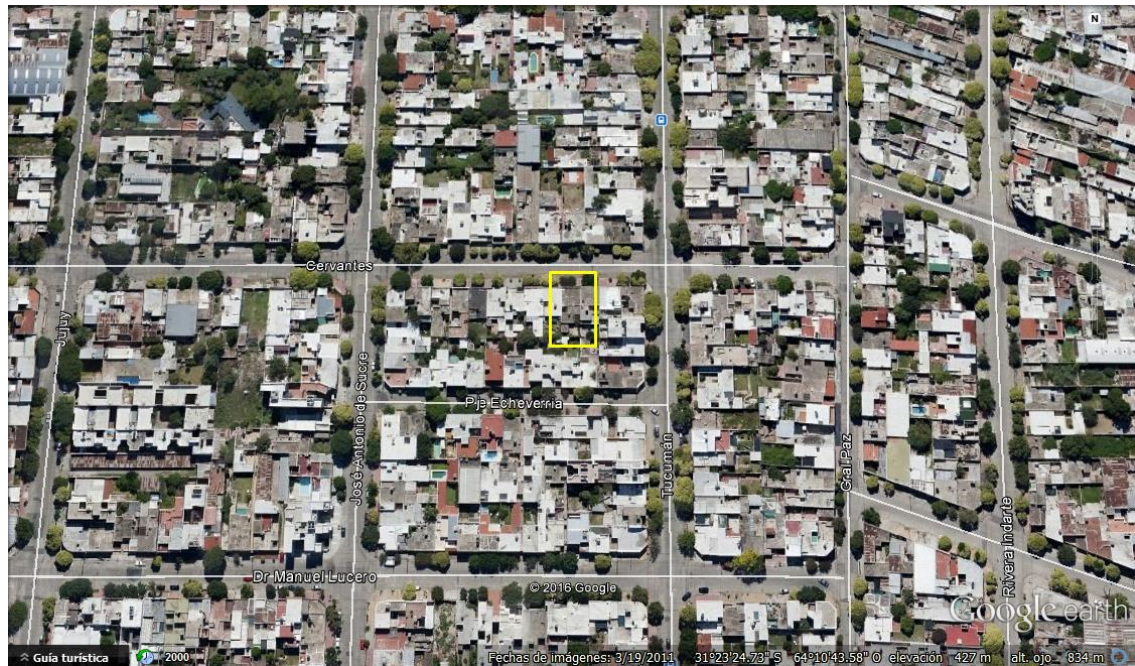


Figura 1.3.3: Ubicación de Uarte de la Mancha II



Uarte de la Mancha II es un edificio en altura que cuenta con planta baja, tres pisos altos y terraza accesible. El subsuelo es exclusivamente técnico, alojando las cisternas y el cuadro de bombas, aparte del tablero seccional de los servicios generales.

Cada planta tipo tiene tres departamentos de un dormitorio cada uno. La planta baja cuenta con dos departamentos y un local comercial con vidriera a la vía pública y acceso independiente. La terraza es plenamente accesible, contando con asador, quincho, mesas y bancos de mampostería.

Cada departamento consta de un amplio comedor con cocina integrada, baño y dormitorio, distribuidos según alguna de las tres tipologías disponibles.

El terreno donde se emplaza el edificio tiene forma rectangular, contando con 8m de frente y 21,50m de fondo, por lo cual se requirió de un trabajo de diseño muy meticuloso a la hora de distribuir ambientes, espacios comunes y montantes para lograr tres departamentos por planta cumpliendo con las exigencias de medidas y superficies mínimas que establece el Código de Edificación.

La fundación del edificio consiste en un sistema de pilotes excavados en forma manual a una profundidad de -4,00m tomando como referencia +0,00 el nivel de cordón de vereda.

La estructura del edificio es del tipo independiente, con columnas y vigas de hormigón armado, y losa nervurada con ladrillos de telgopor. Los cerramientos se realizan con mampostería de ladrillo cerámico hueco no portante.

Los marcos y puertas tanto de ingreso a cada unidad como interiores son de madera, mientras que el resto de las aberturas (ventanas y puerta-ventanas) son de aluminio (línea "Módena").

Las instalaciones eléctricas se diseñaron de acuerdo a la normativa vigente (AEA 90364) y respetando las directivas que el proveedor del servicio exige cumplir.

En lo que se refiere a instalaciones sanitarias, se utilizan primeras marcas tanto para la provisión de agua corriente a cada unidad como para el sistema de desagües cloacales y pluviales. La instalación de agua potable se ejecutó mediante la tecnología de termofusión, mientras que para los desagües se utilizaron caños de polipropileno con junta elástica (aro de goma u o´ring de doble labio). La instalación de gas se realizó con el tradicional caño de acero con recubrimiento epoxi.

2. REPLANTEO

La primera tarea que se realiza en el terreno limpio es el control de las dimensiones del mismo para verificar que concuerden con las que figuran en el plano. En el caso del edificio en cuestión, esta tarea no representó mayor dificultad dado que se trata de un terreno entre medianeras.

Una vez corroborado esto, se procedió a materializar un nivel de referencia en el terreno. En el caso que nos ocupa, el nivel tomado como +0,00m es el del cordón de vereda, por lo que, con la ayuda de un nivel óptico, se replanteó el nivel +1,00m en ciertos puntos sobre los tres muros medianeros que delimitan al lote en sus caras este, sur y oeste. Luego se marcó con ferrite rojo aplicado con trazador de línea, comúnmente conocido como “chocla”, una línea continua. Para mayor seguridad se controlaron puntos aleatorios mediante nivel de manguera.

El paso siguiente fue el replanteo de ejes de pozos de fundación y columnas (en general coinciden, excepto columnas medianeras). Para esto se ejecutó una cerca perimetral o “corralito”, el cual consiste en una serie de tablas de madera de 1”x 4” yuxtapuestas de manera tal que el canto superior de las tablas coincida con el nivel +1,00m previamente marcado, atadas con alambre de $\varnothing 4,2\text{mm}$ fijado al muro con mezcla cementicia.

En esta fotografía se puede observar el “corralito” materializado sobre el muro medianero oeste y en el frente del edificio. En este último sitio siempre es más complicada la fijación de las tablas de madera, y cada vez que se replantea un pozo hubo que verificar que ese tramo estuviera correctamente ubicado.

Figura 2.1: Cierre de obra



Tomando como referencia a la Línea Municipal y a los ejes medianeros se replantearon los ejes principales, aquellos que son referencia para los demás ejes

hasta que se termine el edificio. Este replanteo se materializó por medio de clavos en los lados opuestos del corralito para poder fijar una tanza cada vez que se necesitara.

En esta imagen se puede observar el “corralito” visto desde el frente del terreno. En el caso de la fachada del edificio, las tablas se ataron con alambre de $\varnothing 4,2\text{mm}$ y se clavaron a puntales empotrados en el suelo a cada lado del portón de ingreso. Se destacan los clavos con que se indica la posición de los ejes de los pozos.

Figura 2.2: Replanteo de ejes



Una vez hecho esto, se debe corroborar la ortogonalidad de los ejes principales, lo cual se llevó a cabo aplicando el Teorema de Pitágoras marcando uno de los ejes a 3m del origen y el otro a 4m. La distancia entre marcas debe ser exactamente 5m.

Resulta difícil que en un terreno entre medianeras esta comprobación cierre con precisión. Este caso no fue la excepción, por lo que se decidió priorizar la ortogonalidad entre los ejes principales por sobre las distancias de los mismos a la Línea Municipal y ejes medianeros, dado que es más sencillo corregir compensando errores de distancias que de ángulos.

Ya establecidos los Ejes Principales de manera definitiva, se procedió a determinar el resto de los ejes de pozos y columnas en sus dos direcciones, a ambos lados del corralito.

De esta manera, cada vez que se necesitó replantear un pozo, se colocaron las tanzas correspondientes y en su intersección, con la ayuda de una plomada, se dejaba clavada una estaca en el terreno.

3. EXCAVACIONES

El rubro de excavaciones involucra numerosos aspectos, desde la forma de excavación hasta cuestiones relacionadas con higiene y seguridad. En el caso que nos ocupa, se realizaron excavaciones para pilotes, zanjas para vigas riostras y subsuelo. Excepto éste último, en el que también intervino una minicargadora tipo “Bobcat”, todas las excavaciones fueron manuales.

De acuerdo al estudio de suelos realizado, la cota de fundación debía ser a -4,00m, profundidad a la que se encontraba arena con grava.

Este tipo de suelo permitió realizar las excavaciones de forma manual y sin ningún elemento adicional para garantizar la seguridad del operario como aros de hormigón, dado que el peligro de desmoronamiento era inexistente.

El procedimiento seguido para la excavación fue relativamente sencillo: replanteo del centro del pozo según lo descrito en el apartado anterior, replanteo del diámetro del pozo y de las dimensiones de los lados del cabezal, y excavación del mismo. Posteriormente, se retira el suelo excavado mediante minicargadora y camiones, una vez que se alcanzó un volumen que justificara esta maquinaria.

En la imagen se puede apreciar los primeros instantes de la excavación de uno de los pozos.

Figura 3.1: Excavación de pozos



En las siguientes imágenes se puede observar uno de los pozos para los pilotes de fundación. Se ve claramente el espacio destinado a alojar el cabezal. También se puede ver parte de los cimientos de la construcción anterior, dado que se trata de un pozo ubicado contra el muro medianero, y parte de la mampostería de fundación.

Figura 3.2: Pozo excavado



Como detalle, se puede añadir que en la parte recuadrada de la segunda imagen, se nota una superficie castigada con mortero cementicio. Seguramente, en ese sector hubo antiguamente un muro perpendicular a la medianera, luego demolido. Al quedar expuesto el ladrillo, hubo que efectuar este castigado para evitar el ingreso de agua al paramento con los consiguientes problemas de humedad que aflorarían en la casa vecina.

Figura 3.3: Detalle de fundación de muro medianero



La fotografía siguiente muestra algunos de los pozos ubicados contra la medianera oeste del terreno. Se ve, también, cómo se ha picado el muro en un espesor de 15cm correspondientes al lote donde se emplaza la obra a los efectos de permitir el alojamiento de la armadura en espera de la columna respectiva. Este mismo trabajo fue realizado en más de una oportunidad, de acuerdo a lo solicitado por plano.

Figura 3.4: Pozos en medianera oeste



Como se mencionó anteriormente, en algún caso se encontraron a cierta profundidad los cimientos de la vivienda que ocupaba ese lote, por lo que se procedió a su demolición. En otro caso, también se encontró lo que se piensa pudo haber sido la cámara séptica de la vivienda, por lo que se tuvo que extremar cuidados para evitar desmoronamientos. Más allá de esas vicisitudes, no hubo mayores inconvenientes en cuanto a los pozos se refiere.

Una práctica interesante, implementada en esta obra, consistió en excavar sólo la altura del fuste, dejando para el día anterior al hormigonado de los pozos la terminación acampanada que requiere el proyecto. De esta manera se previnieron posibles desmoronamientos que podrían haberse producirse por el secado de la arena que constituye las paredes del pozo a esa profundidad.

Un párrafo aparte merece la organización y planificación del orden de excavación de los pozos, vigas riostras y cabezales: no sólo hubo que tener en cuenta el volumen de hormigón a solicitar al proveedor, sino también la cantidad de camiones que cada colada implica y el recorrido de los mismos adentro de la obra (no pueden pasar muy cerca de los pozos excavados aún sin llenar por riesgo de desmoronamiento ni por zanjas previstas para riostras). Además, también hubo que considerar que el hormigón de los pozos es H17 y el de cabezales y riostras H21, por lo que la tarea de coordinación de las diferentes cuadrillas y proveedores no resultó sencilla.

Sin ir más lejos, como se ve claramente en la imagen, existen numerosas complicaciones logísticas que impone un terreno de dimensiones reducidas. Este terreno cuenta con ocho metros de frente y veintiuno con cincuenta de fondo, por lo que el espacio para desarrollar las diferentes actividades, a la vez que acopiar materiales y elementos ya armados es muy ajustado.

Figura 3.5: Imagen panorámica de la obra



Como se expresó más arriba, la excavación del subsuelo del edificio se realizó con minicargadora. Sin embargo, ésta se usó sólo para una parte del mismo (la de mayor movimiento de suelo) por dos motivos: en primer lugar, ya se había estado trabajando en la zona cercana a la medianera oeste del lote, realizando excavaciones manuales para los pozos y tabique, cuidando de no descalzar la medianera para evitar daños al vecino. Y en segundo lugar, dado que el subsuelo ocupa un área pequeña y cercana a la línea de edificación, la rampa de acceso para la minicargadora pronto se hizo demasiado empinada. Si se hubiera excavado mecánicamente hasta la cota requerida, probablemente la máquina no hubiera podido salir por sus propios medios, haciendo necesaria la intervención de una retroexcavadora, lo que hubiera hecho esta tarea más onerosa aún que la excavación manual del volumen restante.

En la imagen que sigue se puede observar parte del proceso descrito. Dado que la longitud del tabique sobre la medianera oeste es de 4m, la excavación debió realizarse en tres etapas: en la primera, se excavaron, armaron, encofraron y colaron los dos extremos del paño, en una longitud de 1m. En la segunda etapa, se ejecutó el metro siguiente al extremo sur del tabique. El tramo restante se concretó luego de la excavación total del subsuelo. Se muestra la segunda etapa de la ejecución del tabique. Ambos extremos del mismo ya se encuentran hormigonados, y uno de los cuartos centrales está armado y encofrado.

Figura 3.6: Vallado de excavaciones



Para cada tramo fue necesario dejar armadura en espera del tramo siguiente. A estos efectos resultó imprescindible verificar las respectivas longitudes de empalme.

Para efectuar la excavación mediante medios mecánicos, lo primero que se llevó a cabo fue el replanteo del subsuelo en el terreno mediante estacas. Con cinta de peligro se señaló la geometría en planta del subsuelo, adicionándole 0,60m en cada dirección, a los efectos de generar el espacio suficiente para que los operarios pudieran trabajar a ambos lados del tabique de hormigón, sobre todo para las tareas de encofrado. El resto del trabajo fue relativamente sencillo, ya que el maquinista sólo tuvo que mantenerse entre los límites demarcados, sin que se presentara mayor complicación.

Las imágenes siguientes muestran el proceso de excavación. En esta primera se pueden ver los tramos ya hormigonados de la medianera oeste del sótano. Se encuentra delimitado como se explicó anteriormente el área a excavar por la minicargadora y la misma está comenzando su tarea. En el fondo de la imagen se ve uno de los camiones en que se cargaba el material extraído.

Figura 3.7: Demarcación y excavación mecánica de subsuelo



En estas fotografías se nota el avance de la excavación del subsuelo, así como también la cercanía del mismo con la línea de edificación.

Figura 3.8: Excavación mecánica de subsuelo



Figura 3.9: Excavación mecánica de subsuelo



Figura 3.10: Excavación mecánica de subsuelo



Debido a esta cercanía con el frente del edificio, la pendiente de la rampa utilizada por la máquina para ingresar al terreno pronto se hizo muy pronunciada. De manera que hubo que terminar la excavación en forma manual por el riesgo que suponía que la minicargadora no pudiera salir por sus propios medios.

La imagen que sigue muestra el estado en que quedó la excavación del subsuelo una vez finalizado el trabajo de la Bobcat.

Figura 3.11: Subsuelo excavado



En la fotografía siguiente, se aprecia el comienzo de la excavación manual del subsuelo. En el recuadro amarillo se resalta la marca que dejó en el tabique un golpe propinado por la minicargadora. Si bien el maquinista demostró gran pericia en la operación, en lugares tan estrechos resulta muy complicado efectuar algunas maniobras.

Figura 3.12: Excavación manual de subsuelo



El material suelto extraído mediante la excavación manual del subsuelo fue utilizado para rellenar la rampa de ingreso al terreno generado por la minicargadora. A medida que fue avanzando este trabajo, se hizo necesario el entibado del terreno mediante tableros de madera y puntales, tal y como muestran las siguientes fotografías.

Figura 3.13: Excavación manual de subsuelo



Figura 3.14: Entibado de material suelto



Un fenómeno que se hizo patente durante la excavación manual del subsuelo fue el esponjamiento. Fue evidente cómo el material extraído aumentó su volumen al perder el confinamiento al que se veía sometido. Fue notable, sobre todo, a la hora de cargar camiones con el material suelto sobrante una vez compactada la rampa.

En la fotografía siguiente se aprecia el doble entibado que se tuvo que practicar en el lugar de la rampa de acceso utilizada por la minicargadora. También se puede ver la gran cantidad de material suelto sobrante y las disposiciones de seguridad adoptadas para prevenir accidentes, como el vallado con cinta de peligro del área de trabajo.

Figura 3.15: Entibado de material suelto



Una vez finalizada la excavación del subsuelo, se procedió a excavar las fundaciones del tabique que constituye el cierre del mismo. A tales efectos, se ejecutaron los pozos para los pilotes correspondientes (la cota de fundación se mantuvo a -4,00m) y las zanjas para la zapata corrida que solicitaba el plano.

La siguiente imagen ilustra tales elementos, y muestra el espacio que se dejó del lado exterior del tabique para facilitar la tarea de encofrado del mismo.

Figura 3.16: Excavación de fundaciones de tabique de subsuelo



4. HORMIGÓN ARMADO PARA FUNDACIONES

Como se expresó anteriormente, la fundación del edificio Uarte de la Mancha II consiste en una serie de pilotes de hormigón armado unidos mediante vigas riostras.

Los pilotes se ejecutaron según plano, con armadura longitudinal constituida por barras de acero ADN420 de diámetro 12mm ($\varnothing 12$) y armadura transversal en forma de zuncho constituida por espiras de acero $\varnothing 6$, y hormigón elaborado tipo H13 con asentamiento de 13cm. La cantidad de barras de acero para la armadura longitudinal varía entre once y veintinueve de acuerdo al diámetro del pozo (entre setenta y ciento veinte centímetros). También la separación de la armadura transversal varía de acuerdo a la posición en la que se encuentre: en la zona cercana al cabezal (un metro) se produce una densificación, siendo el paso de la espira de 10cm, mientras que en el resto del fuste es de 20cm.

La siguiente imagen muestra armaduras de pilotes. Dos detalles no menores se pueden notar al analizar esta foto: por un lado, la diferencia entre ambos extremos de la armadura, cómo uno de los mismos no tiene armadura transversal (zunchos). Ese extremo corresponde, entonces, a la parte superior del pilote, la que se une con el cabezal. El otro detalle que se puede observar es la densificación de la armadura transversal en la zona cercana al encuentro de la armadura longitudinal con el cabezal: mientras que en el resto de la longitud del pilote el paso de la espira es de 20cm, a un metro del cabezal el paso es de 10cm.

Figura 4.1: Armaduras de pilotes



Para ejecutar la armadura transversal los operarios se valieron de un “rolo”, una suerte de rueda a la cual se ata con alambre la barra que se pretende convertir en espiral, y mediante una manivela se hace girar para que la barra copie la forma circular.

Una vez obtenidas las espiras, para ensamblar la armadura del pilote se procedió a fijar unos aros del mismo diámetro que se pide para la armadura (tener en cuenta el recubrimiento) en unos hierros clavados previamente en el terreno. A estos aros se le ataron con alambre las barras correspondientes a la armadura longitudinal. Una vez ubicadas todas las barras alrededor de estos aros auxiliares, se ataron las espiras a la armadura longitudinal, respetando el paso que pide el plano. Luego se cortaron los alambres que unían las barras a los aros, quedando la armadura del pilote lista.

La fotografía siguiente ilustra este proceso. En el recuadro amarillo se ve la armadura del pilote que los operarios están ensamblando.

Figura 4.2: Armadura de pilotes



Las armaduras de los cabezales están compuestas por barras de $\varnothing 10$ dobladas de acuerdo al diámetro de los pozos sobre los que van a ir ubicados. Para doblar las barras de acero se utilizó una herramienta llamada, valga la redundancia “dobladora”. La misma consiste en una planchuela metálica provista de algún elemento que permita guiar la varilla que se pretende doblar (puede ser algún tipo de perfil) y de un cilindro metálico liso que se inserta en la barra con la que se aplica la fuerza. Esta fotografía muestra el banco de trabajo del armador. Esta es la persona encargada de cortar y doblar las barras de acero que servirán de armadura para los distintos elementos estructurales. Se remarcan las dos dobladoras (desarmadas) con las que contaba el contratista. Dependiendo del diámetro de las varillas que se deseen doblar será el tamaño de la palanca. También se ven cabezales ya armados y acopiados para cuando sea necesario colocarlos.

Figura 4.3: Mesa de trabajo de doblador



Una vez excavado el pozo con su respectiva campana, se procedió a la inspección visual del mismo para corroborar medidas y que no haya quedado material suelto en el fondo. Luego se insertó la armadura en el pozo cuidando de no erosionar los bordes para evitar desmoronamientos. Para ayudar a mantener la distancia necesaria para el recubrimiento solicitado (5cm por tratarse de elementos que estarán en contacto con el suelo) se utilizaron separadores plásticos que se colocaron en las espiras. A medida que la armadura descendía, el separador giraba como una rueda, manteniendo los 5cm libres. La siguiente fotografía muestra la armadura del pilote ya insertada dentro del pozo. Se destacan los separadores.

Figura 4.4: Separadores



Para evitar que la armadura tocara el fondo del pozo, se la dejó suspendida de un trozo de barra de $\varnothing 16$ mediante alambre $\varnothing 4,2$, y al momento de hormigonar se utilizó una pala para deflectar el impacto y evitar que la armadura se volcara contra un costado del pozo o que se abriera el paso de las espiras. El colado del hormigón para los cabezales se hizo en una segunda etapa. Las siguientes imágenes ilustran ambas situaciones.

Figura 4.5: Armadura en posición



Figura 4.6: Colado de hormigón



Para el hormigonado de los cabezales, se procedió a efectuar unas hendiduras alrededor de los pilotes, para poder limpiar la superficie de los mismos y garantizar un contacto pleno entre el hormigón fraguado y el fresco que se iba a colar. Una vez realizado esto, se insertó la armadura del cabezal y luego la armadura de la columna correspondiente, que ya debía estar ensamblada previamente. La tarea de compatibilizar las armaduras de pilote, cabezal y columna no resultó sencilla ya que debieron moverse elementos de cierto peso (la armadura de cabezal y luego la de columna) que debían quedar presentados con precisión según lo pide el plano.

La siguiente imagen muestra que fue necesaria la participación de tres personas en la ejecución de esta tarea, dada la cantidad y el peso de los elementos a manipular. Se distinguen la armadura del cabezal y armadura en espera de dos vigas riostras.

Figura 4.7: Colocación de armadura de cabezal



Figura 4.8: Armadura en posición



El mismo día del colado del hormigón de los cabezales se realizó la limpieza de la superficie de los pilotes. Luego de quitar cualquier objeto extraño que hubiera podido quedar alrededor de la armadura, se aplicó agua a los fines de remover la tierra suelta que se encontraba sobre el hormigón endurecido. La misma luego cayó en las hendiduras practicadas alrededor de los pilotes a tal fin, como muestra la fotografía siguiente.

Figura 4.9: Hendiduras practicadas para la limpieza del pilote



Es muy importante la aplicación del vibrador cuando se hormigona una pieza con tanta armadura. Fue notable la acción del vibrado de la masa de hormigón, cómo “bajaba”, se asentaba, invadía toda cavidad, rodeaba todo el acero de las armaduras. En las fotografías siguientes se puede apreciar el efecto descrito.

Figura 4.10: Vibrado del hormigón fresco



Figura 4.11: Pilote hormigonado y vibrado



Figura 4.12: Hormigonado de cabezal



Figura 4.13: Cabezal hormigonado



Un aspecto a destacar en lo que respecta a la profundidad a la que debe quedar la cara superior de cabezales y vigas riostras lo constituye la interacción de los distintos sistemas que integran el edificio. En general es necesario un estudio detallado de la interacción entre los diversos rubros de la obra, para que no interfieran entre ellos. Y en caso de que así lo hicieran, encontrar una solución satisfactoria antes de que se presente el inconveniente durante la etapa de ejecución.

Por este motivo, la Oficina Técnica de la empresa determinó que algunas vigas riostras y cabezales (aquellas más cercanas al frente) quedaran a nivel -0,20m para evitar saltos innecesarios en la conexión cloacal y posibilitar los desagües pluviales sin tener que hacer pases en vigas o alternativas de solución de dudosa efectividad y costo más elevado.

5. SUBSUELO TÉCNICO

Como ya se expresó anteriormente, el subsuelo del edificio tiene la finalidad de alojar las cisternas de agua con el respectivo cuadro de bombas elevadoras hacia los tanques de reserva ubicados en la azotea. También en el subsuelo se ubica el tablero eléctrico seccional que controla los servicios generales y el tablero de cruzadas exigido para la conexión telefónica.

La estructura de este ambiente está constituida por un tabique continuo de hormigón armado fundado sobre una zapata del mismo material.

Para la excavación de este espacio se utilizó una minicargadora tipo “Bobcat”, aunque sólo hasta cierto punto, dada la inclinación tan abrupta de la rampa debido a la cercanía entre la línea municipal y el emplazamiento del subsuelo. El volumen restante se excavó manualmente, como así también las fundaciones del tabique.

A este efecto se replanteó con estacas y cinta de peligro la ubicación del subsuelo. Dado que la estructura requería encofrado tanto del lado interior como del exterior, se previó extender la excavación unos 50-60cm más a los efectos de permitir a los operarios un margen de maniobra razonable alrededor del mismo.

El tema de la excavación en sí para el subsuelo se trató en el título “Excavaciones”.

Un aspecto muy importante del subsuelo fue el tema de las submuraciones necesarias en la medianera oeste del edificio. De acuerdo a lo que se ve en el plano, uno de los muros del subsuelo coincide con dicha medianera en una longitud de 4m, lo cual implicó ejecutar esa parte por tramos.

En un primer momento se excavaron grandes pozos en los extremos de ese muro con el objetivo de armar una suerte de escuadra de 1m de lado. El tramo central también se dividió en dos para no descalzar el muro medianero. El último tramo en ejecutarse se realizó conjuntamente con el resto de la excavación del subsuelo.

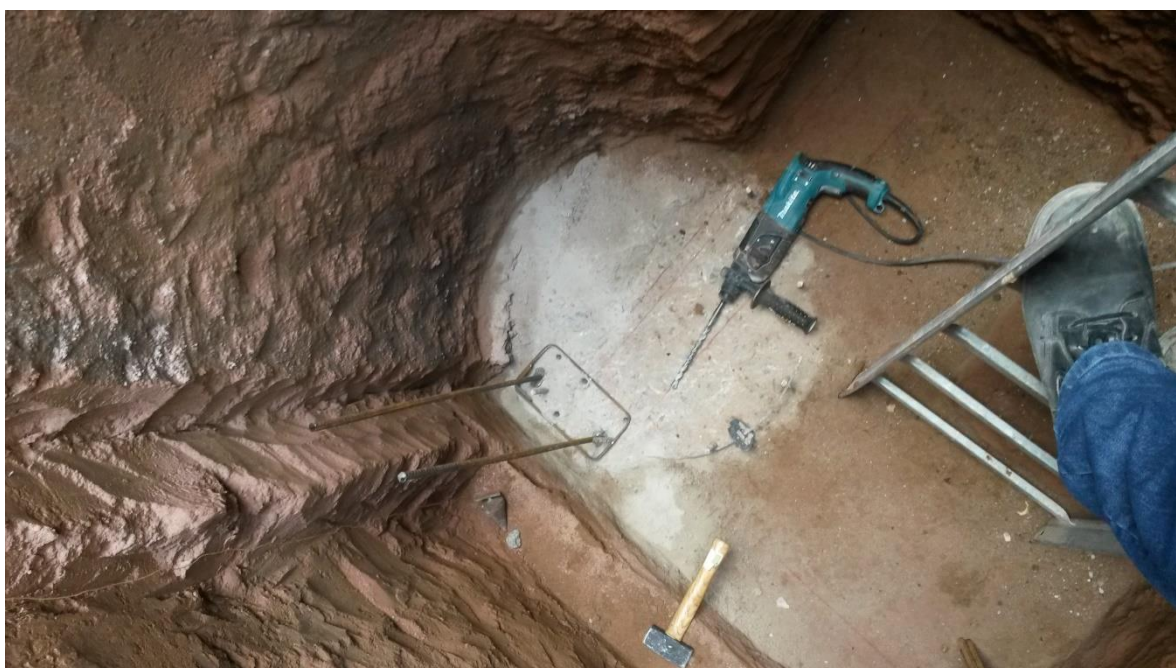
Una vez excavados los primeros tramos del tabique (los extremos sur y norte) se procedió a replantear las columnas correspondientes (C7 y C12) sobre la superficie del pilote previamente hormigonado hasta la cota correspondiente, dado que no se había dejado armadura en espera. Para este replanteo se colocaron las tanzas en los clavos que señalaban los ejes correspondientes, y luego se trasladaron dichos ejes mediante plomada a la superficie libre del pilote. Una vez demarcados con ferrite rojo los ejes y las dimensiones de la columna, se realizan perforaciones en el hormigón del pilote en el lugar correspondiente a cada una de las barras de la armadura longitudinal, a los efectos de realizar los insertos de los mismos con un producto químico epoxi. Luego de colocar en posición la armadura de la columna, se procedió a excavar el terreno y a colocar las armaduras para materializar las zapatas que constituirán los cimientos del tabique, cuidando de dejar siempre la armadura en espera para empalmar con el tramo siguiente.

Las siguientes fotografías muestran el momento en que se está replanteando una columna sobre la cara del pilote. Se procedió a perforar con taladro rotopercutor y a realizar insertos con producto químico, dejando barras de hierro de al menos 60 diámetros (longitud de empalme mínima) para luego empalmar el resto de la armadura longitudinal.

Figura 5.1: Replanteo de columna sobre pilote



Figura 5.2: Empalme de armadura longitudinal con inserto químico



A continuación, se efectuó la excavación de la zapata de fundación del tabique y se armó la misma, junto con la columna antes mencionada, cuidando de dejar siempre armadura en espera para el tramo siguiente. También se atendió especialmente la separación entre las dos filas de armadura requerida para el tabique y el espesor del mismo utilizando a tales efectos unos elementos comúnmente denominados “ranas”.

Estos elementos consisten en retazos de barras de acero dobladas de manera tal que aseguren la separación pretendida. La siguiente imagen ilustra este proceso, al tiempo que muestra el imprescindible uso de arnés de seguridad con la correspondiente línea de vida para ejecutar tareas dentro de pozos.

Figura 5.3: Armadura de tabique



La siguiente imagen muestra una etapa posterior del proceso de hormigonado del tabique. En ella se puede observar que ya se encuentra armada la columna en cuestión y hormigonada la zapata que constituye la fundación de la pantalla. En esta zapata se ha dejado armadura en espera vertical para lo que luego sería el tabique.

Figura 5.4: Fundación de tabique hormigonada, con armadura en espera



Después de hormigonar estos dos primeros tramos (extremos norte y sur sobre la medianera oeste), se excavó alrededor de uno de los centrales (el más alejado del frente) y se procedió a colocar la respectiva armadura y encofrado para luego colar el hormigón. Es importante recordar que, al igual que los cabezales y vigas riostras, el tabique requería de hormigón H21, por lo que la organización de las tareas en la obra fue muy importante a los efectos de no entorpecer el avance tanto del pocero como del contratista encargado de la estructura, al mismo tiempo que optimizar los pedidos de camiones motohormigoneros buscando la mejor alternativa en términos económicos.

La siguiente imagen muestra la segunda etapa de la ejecución del tabique. En la fotografía se ve el tramo en cuestión encofrado. Más adelante se muestra el mismo tramo siendo hormigonado y una vez desencofrado.

Figura 5.5: Tabique de subsuelo, tramo hormigonado y tramo encofrado



Figura 5.6: Hormigonado de tabique



Figura 5.7: Tabique hormigonado



El siguiente paso luego del hormigonado del muro oeste del subsuelo, se prosiguió con la excavación mecánica y manual explicada anteriormente. Cuando se llegó a la cota -2,50m se excavaron los pozos restantes correspondientes y las zapatas para la fundación del tabique que faltaban en el perímetro (cota -2,65m). Esto último con la precaución de evitar desmoronamientos en las cercanías de los pozos, ya que la limpieza de material suelto hubiera sido muy complicada. Paralelamente a estas tareas, se iban descubriendo las armaduras en espera que se habían dejado para colocarlas nuevamente en posición requerida mediante la “grinfa”, herramienta utilizada para tal fin. Además, para poder realizar la excavación, se debió disponer de la logística para ir transportando el material extraído fuera de la obra, como así también su disposición dentro del lote.

La imagen que sigue muestra una etapa más avanzada que la anterior. En ella se puede observar al tramo de tabique que falta para completar el paramento oeste completamente armado. También se puede ver en el extremo inferior derecho de la foto parte de la excavación para ejecutar la zapata de fundación del subsuelo.

Figura 5.8: Armadura de tramo de tabique restante



La siguiente fotografía muestra con toda claridad la fundación del tabique. En ella se pueden apreciar los pozos excavados con su respectiva armadura, la zapata de fundación excavada y armada, y la incipiente armadura vertical del cuerpo del tabique anclada en la zapata corrida. También se puede ver la armadura de las columnas y el espacio que se ha dejado para facilitar el encofrado del tabique del lado exterior.

Figura 5.9: Zapata de fundación de tabique de subsuelo



La imagen que sigue muestra el hormigonado de los pozos y zapata de fundación del tabique del subsuelo. Se ve la canaleta para el hormigón que se ha improvisado a partir de puntales y chapas. También se puede notar el apuntalamiento que evita derrumbes de material suelto producto de la excavación del subsuelo.

Figura 5.10: Colado del hormigón de zapata de fundación



Una vez colado el hormigón de la zapata corrida, se detectaron algunos problemas con respecto a la ubicación de las armaduras verticales del tabique. Pudo haber ocurrido que algunas ataduras se cortaran por la acción del vibrador y esto derivara en el desplazamiento de las barras de acero. Como se puede apreciar en las fotografías, los operarios doblaron las barras para que quedaran en la posición que correspondía (marcada en rojo).

Figura 5.11: Armadura mal posicionada



Figura 5.12: Armadura mal posicionada



Sin embargo, esa propuesta fue rechazada por la Dirección de obra, por considerarse deficiente desde el punto de vista estructural, dado que se genera un punto singular con la correspondiente concentración de tensiones. En su lugar, se optó por una solución técnicamente correcta y mucho más prolija que la anterior, que consistió en cortar esas barras de acero y colocarlas mediante insertos químicos en la posición que pide el plano. En las fotografías se puede ver cómo quedó resuelto este problema.

Figura 5.13: Corrección de armaduras

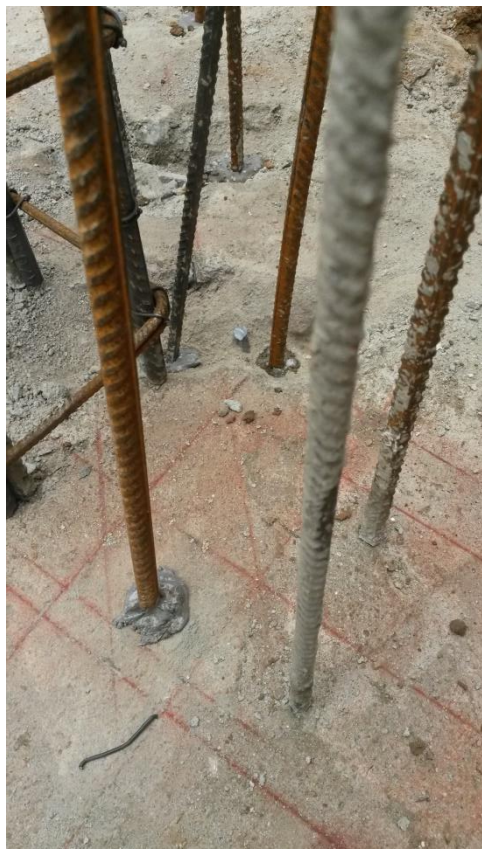


Figura 5.14: Corrección de armaduras



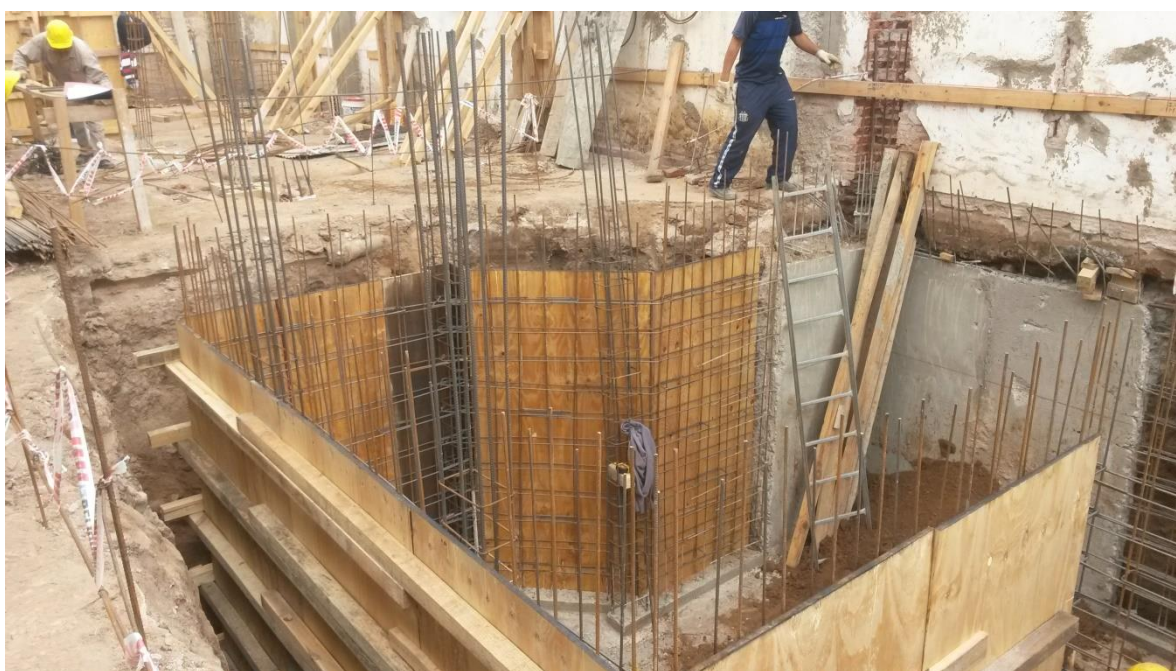
La fotografía a continuación ilustra la ejecución de la armadura del tabique del subsuelo. Se puede observar la presencia de las armaduras de columnas y zapatas. También se puede ver cómo se dispusieron puntales en la base del tabique, sobre la fundación del mismo. Estos puntales se colocaron para facilitar la ejecución del encofrado de la pantalla de hormigón mediante tableros de madera tipo “fenólicos”, como se verá más adelante.

Figura 5.15: Vista panorámica de la armadura del tabique de subsuelo



Siguiendo con el proceso constructivo del tabique del subsuelo, el próximo paso para su ejecución fue el encofrado del mismo, una vez terminada la armadura. Este encofrado se realizó con tableros de madera tipo “fenólicos” cuya separación se consiguió a partir de los elementos denominados “ranas” ya mencionados anteriormente. Además, también fue necesario recurrir a puntales y alambre $\varnothing 4,2\text{mm}$ para reforzar el encofrado e impedir cualquier movimiento o apertura que pudiese tener. La fotografía muestra estos tableros de madera, los cuales han sido pintados con gasoil para facilitar el desencofrado. Se puede observar que este apartado no está terminado aún, dado que falta colocar puntales en dirección vertical que eviten la apertura de los tableros por el peso del hormigón fresco y la acción del vibrador.

Figura 5.16: Encofrado de tabique



A continuación, se muestran dos imágenes de la misma parte del proceso –encofrado– pero en una etapa más avanzada. Se puede ver el encofrado ya terminado, con todos los refuerzos necesarios para evitar inconvenientes a la hora de colar el hormigón fresco. Se observan las ataduras efectuadas con alambre $\varnothing 4,2\text{mm}$ y, en la segunda imagen, las cuñas que se han colocado para ajustar bien dichas ataduras. Se destaca la prolijidad con que ha sido ejecutado este apartado, lo cual sin duda se puede atribuir al trabajo del carpintero de obra.

Figura 5.17: Refuerzos de encofrado



Figura 5.18: Refuerzos de encofrado



Una vez encofrado el tabique se procedió al hormigonado del mismo. Para esta tarea fue necesaria la participación de toda la cuadrilla del contratista encargado de la ejecución de la estructura del edificio. Según se puede ver en las fotografías, hay operarios manipulando la canaleta que conduce el hormigón, otros con palas facilitando su circulación, otro encargado del vibrador, etc. Se trata de un ítem que presentó sus dificultades y complejidades en cuanto a la logística de ejecución, desde el reparto de actividades y roles de cada una de las personas involucradas hasta el cuidado de la seguridad del trabajo, pasando por la coordinación con el proveedor del hormigón elaborado y la atención a que el trabajo se lleve a cabo de manera correcta, buscando un resultado final satisfactorio.

Figura 5.19: Hormigonado de tabique de subsuelo



Figura 5.20: Hormigonado de tabique de subsuelo



La etapa que sigue en el proceso consiste en el desencofrado del tabique. En las imágenes siguientes se puede ver cómo quedó el paramento hormigonado. Es de destacar la calidad de la terminación de la superficie del hormigón; esto se debe al uso de tableros nuevos en buen estado. Sin embargo, se nota alguna leve apertura en la parte central del tramo en cuestión (en la primera fotografía), a pesar del correcto apuntalamiento realizado. También se pueden observar algunas “ranas” utilizadas para mantener la separación entre los paneles de madera.

Figura 5.21: Desencofrado de tabique



Figura 5.22: Desencofrado de tabique



Figura 5.23: Desencofrado de tabique



Así como es esencial controlar el armado, encofrado y colado de los diferentes elementos de hormigón armado, también reviste especial importancia efectuar una inspección visual luego de desencofrar. De esta manera se pueden detectar y corregir errores, a la vez que prevenirlos en las etapas subsiguientes.

El caso del tabique de hormigón armado que constituyó el subsuelo técnico no fue la excepción. De hecho, se detectó una oquedad en uno de los paramentos, presumiblemente por falta de vibrado en esa sección. A futuro se pondría especial atención al vibrado de elementos o zonas donde hubiera encuentros de armaduras, constituyendo nudos de gran densidad de barras de acero.

En las siguientes fotografías se puede observar la oquedad antes mencionada y cómo quedó luego de repararla. A tales efectos se recubrió la zona con mortero cementicio para evitar la corrosión de las barras de acero, fenómeno que se hubiera potenciado por el contacto del acero con el terreno natural.

Figura 5.24: Oquedad en tabique



Figura 5.25: Oquedad en tabique



Figura 5.26: Reparación de oquedad en tabique



Algunas cuestiones más que se debieron tener en cuenta en la ejecución del subsuelo técnico fueron la seguridad en los trabajos, la puesta a tierra, el pozo de achique, la escalera y los pases de losa para instalaciones.

Con respecto al apartado de seguridad durante las tareas de excavación, todos los días asistía a la obra el servicio de Higiene y Seguridad contratado por la empresa. También eran frecuentes las visitas de la empresa prestadora del servicio de ART (aseguradora de riesgos del trabajo), quienes constataban los trabajos que se estaban llevando a cabo y bajo qué condiciones se efectuaban para corroborar que se realizaran de manera segura y cumpliendo las reglamentaciones legales vigentes. Algunas de las recomendaciones que se hicieron con motivo de las excavaciones fueron las concernientes al uso de arnés de seguridad y soga de vida por parte de los operarios que descendían a alguna excavación estrecha, el cuidado de los taludes de las excavaciones para evitar desmoronamientos (afortunadamente, por el tipo de suelo de la zona no fue necesario hacer entibaciones o pozos con aros de hormigón) y el mantenimiento del orden y la limpieza para evitar accidentes.

El tema de la puesta a tierra del edificio también se relaciona con la construcción del subsuelo porque es dentro de la superficie ocupada por el subsuelo adonde se clavan las jabalinas correspondientes. Las jabalinas son unas barras de cobre de aproximadamente un metro de largo que se hincan en el terreno natural, constituyendo así un camino preferencial de cualquier corriente de fuga hacia la tierra, dada la baja

resistencia que se opone a la circulación de dicha corriente. Aparte, de acuerdo al plano de proyecto eléctrico, también la estructura del edificio debía tener su puesta a tierra, unida a la armadura del tabique del subsuelo de manera tal que se garantice contacto pleno e imposibilidad de movimiento. Esto se logra mediante grampas tipo “peine”, que se ajustan con tuerca y bulón aprisionando el cable desnudo de cobre de 35mm^2 de sección y la barra de acero en cuestión. Se dejaron tres jabalinas distribuidas en la planta del subsuelo según plano, cada una con su correspondiente “chicote”, a los efectos de unirlos luego con la puesta a tierra de la montante eléctrica, que colecta y une a la de los distintos departamentos y circuitos de servicios generales. Este trabajo de instalación de la PAT se realizó inmediatamente antes del encofrado del tabique del subsuelo, para poder acceder a la armadura del mismo. Una vez realizado, se pudo hormigonar tanto los tabiques como el piso del subsuelo, cuidando de dejar embebidas en la masa del hormigón cajas de inspección para poder acceder a la conexión de cada jabalina.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta, mencionado más arriba, es el del pozo de achique que la norma exige para subsuelos técnicos. En el caso que nos compete, corresponde un pozo de achique de 500 litros, por lo que se tuvo que excavar y encofrar antes de colocar las armaduras de lo que constituiría el piso terminado del subsuelo, un pozo de dimensiones tales que terminado tendría $0,71 \times 0,71 \times 1,00\text{m}$. En la fotografía se muestra la ubicación de este pozo en la planta del subsuelo.

Figura 5.27: Excavación de pozo achique en subsuelo



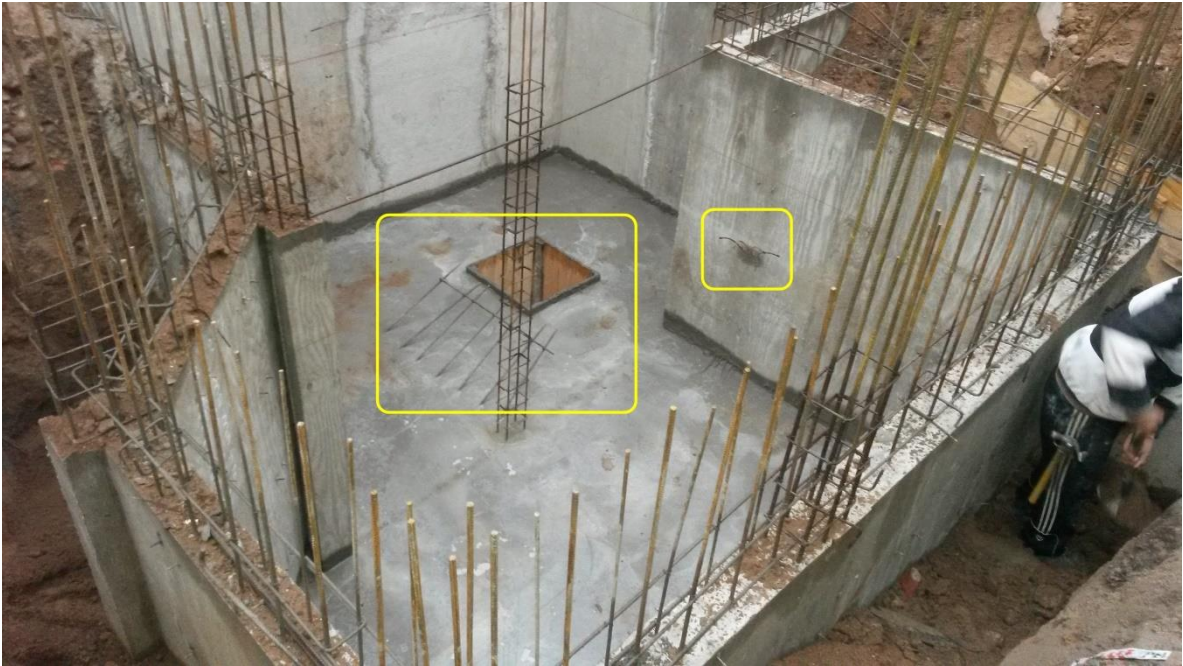
En la fotografía siguiente se observa la etapa de hormigonado del piso del subsuelo. Esta losa se ejecutó según plano provisto por la oficina técnica de la empresa. La misma tiene un espesor de 12cm y está armada en ambas direcciones con barras de acero Ø10mm cada 20cm. Se han resaltado varios elementos de los mencionados más arriba. En primer lugar, se pueden ver las reglas utilizadas para materializar el nivel al que debe llegar la losa terminada, así como para mantener la horizontalidad y “cortar” el hormigón fresco. También se puede ver a un operario aplicando el vibrador para evitar oquedades y lograr que el hormigón penetre en cada resquicio y se adhiera de forma efectiva a las barras de acero (pleno contacto). Otros elementos resaltados son el pozo de achique y la armadura en espera de la losa de la escalera. Asimismo, del paramento que se encuentra a la derecha de la fotografía, se aprecian los cables de cobre desnudo que están unidos a las jabalinas ya hincadas en el terreno. A estos extremos sueltos se unirá posteriormente el conductor al que se conectarán los cables verdeamarillos de cada departamento, constituyendo la puesta a tierra del edificio.

En la otra fotografía, se observa el piso del subsuelo ya hormigonado, donde se destacan más claramente la armadura de la escalera, el pozo de achique y la puesta a tierra del edificio.

Figura 5.28: Colado de losa de piso de subsuelo



Figura 5.29: Piso de subsuelo hormigonado



En cuanto a los pases en losa para instalaciones y las armaduras en espera para lo que luego sería la escalera, no tuvieron mayor complejidad que su correcto replanteo y el hecho mismo de recordar su existencia. Los pases que se previeron fueron: montante eléctrica, ventilación de subsuelo, alimentación de las cisternas, bombeo de agua a tanques de reserva elevados y descarga de bombeo de pozo de achique. Dichos pases se materializaron con retazos de caño de polipropileno de diámetros $\varnothing 63\text{mm}$ y $\varnothing 110\text{mm}$.

Pero antes de la ejecución de la losa sobre el subsuelo, hubo que posicionar las cisternas de agua, ya que por su tamaño hubiera resultado imposible ingresarlas por el hueco de la escalera (dos cisternas de 2500 litros cada una). Un inconveniente a este respecto consistió en la gran incomodidad para ejecutar el apuntalamiento del encofrado de la losa, dado el poco espacio que dejaban las cisternas.

La losa que se ejecutó fue maciza de hormigón armado de 15cm de espesor, y para definir su altura no sólo se tuvo en cuenta la altura libre requerida por el subsuelo técnico, sino también la altura a la que debía quedar la cara superior de la misma para no obstaculizar el tendido de caños de desagüe pluviales y cloacales.

En la siguiente fotografía se puede observar las cisternas ya posicionadas en el subsuelo, mientras se efectúa el encofrado de la losa a su alrededor.

Figura 5.30: Cisternas de agua en subsuelo



Las siguientes imágenes ilustran el encofrado de la losa sobre subsuelo, de 12cm de espesor y armada en dos direcciones con barras de acero de $\varnothing 10\text{mm}$ cada 20cm y a la losa una vez hormigonada, donde se pueden ver algunos pases. Se destacan los pases para montante eléctrica y para bombeo de agua desde las cisternas hacia los tanques de reserva elevados.

Figura 5.31: Encofrado y armadura de losa sobre subsuelo



Figura 5.32: Losa sobre subsuelo hormigonada; pases de losa



6. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Como ya se dijo anteriormente, las cargas del edificio son soportadas por una estructura de hormigón armado del tipo independiente. La transmisión de las mismas al terreno se da a través de losas, vigas y columnas hasta los cimientos.

El sistema se compone de columnas de 30x18cm en su mayoría, vigas placa de 15x25cm, 20x25cm y 30x25cm, y losas nervuradas en una dirección de $e= 25\text{cm}$, a excepción de las losas de baños y balcones, en cuyo caso son macizas de $e= 10\text{cm}$.

Desde un principio, se advirtieron algunos inconvenientes que podían generar ciertas características de esta estructura. Uno de ellos fue la ausencia de losa rebajada para cocinas, lo que luego podría llevar a problemas de alturas de la instalación de desagüe (pileta de piso, boca de acceso y conducción hasta la montante). Si bien estaba prevista una banquina de 7cm, aparte de la altura de la carpeta correspondiente, el recorrido de los caños hasta la montante sería crítico. El otro inconveniente detectado fue la presencia de una viga de 15cm de alto en medio de la losa maciza del baño de $e= 10\text{cm}$, lo cual implicaba que la viga sobresaliera 5cm de la losa. El problema radicaba en que dicha viga separaba el espacio destinado al receptáculo de la ducha del resto del baño, por lo que sería complicado el tendido del caño de desagüe de la ducha hacia la pileta de piso. A esto se añadía que ya de por sí el nivel del piso del receptáculo debía quedar unos 5cm por debajo del nivel del piso del resto del baño. Ante la negativa por parte del calculista de modificar la altura de la viga o de proveer alguna alternativa de solución, se procedió a ejecutar de acuerdo a lo pedido en el plano. Más adelante se decidió ajustar la altura del caño de desagüe con la mayor precisión posible para no tener problemas de pendiente; y llevar esa diferencia de altura entre baño y receptáculo de 5cm a 3cm.

6.1 ENCOFRADOS

Para encofrar las columnas se utilizó madera de pino en forma de tablas de 1"x6", puntales de 3"x3" y placas tipo "fenólicos" de 1,20m x 2,40m. Cortando estos elementos con sierra circular y uniéndolos mediante clavos de 2 ½" se fueron conformando los encofrados tanto de las columnas sobre los ejes medianeros como los de las interiores. En algunos casos, para ejecutar las primeras, se debió calar muro medianero ya existente perteneciente al lote del edificio, cuidando no invadir la propiedad vecina. En todos los casos se utilizaron puntales cada 40cm para evitar que se abriera el encofrado cuando se colara el hormigón fresco. Una vez colocado en posición se controlaba la escuadra y el plomo en dos direcciones y se apuntalaba con puntales y listones. La tolerancia respecto a este punto era de 5mm en todo el alto de la columna.

Las imágenes siguientes muestran los encofrados de columnas medianeras. Se ve la complejidad del trabajo del carpintero para obtener la verticalidad pretendida y evitar cualquier movimiento producto del peso del hormigón fresco o la acción del vibrador. Es notable, también, la cantidad de madera necesaria para ejecutar este ítem.

Figura 6.1.1: Encofrado de columnas



Figura 6.1.2: Encofrado de columnas



En cuanto al encofrado de losa y vigas placa, se utilizó un sistema denominado Titán HV, de la empresa Ischebeck. El mismo consiste en una serie de puntales tipo “acrow”, vigas primarias y secundarias de aluminio y chapones que se fijan mediante clavos a dichas viga en lugar de los paneles de madera (estos se usaron sólo para ajustar zonas de difícil acceso o bordes de forma complicada). Dos particularidades de este sistema son la modulación y la economía de tiempo y equipamiento que se logra.

Con respecto a la modulación, el sistema cuenta con vigas primarias y secundarias de longitudes predeterminadas (para esta obra se utilizaron de 1,15m, 1,50m y 1,70m), por lo que el servicio de alquiler del equipamiento incluye asesoramiento técnico sobre cómo armar eficientemente el encofrado y el cómputo de los elementos que serán necesarios.

La otra cualidad que caracteriza a este sistema, y quizás la más importante, consiste en el cabezal deslizante adosado a los puntales. Mediante este sistema se aceleran los tiempos de desencofrado para poder reutilizar vigas y chapones en la próxima losa sin desapuntalar la primera. De esta manera se reduce considerablemente no sólo el tiempo de ejecución de las tareas, que por otro lado dependerá de la experiencia que el contratista tenga en el uso de este sistema, sino también en la cantidad de equipamiento que se necesita alquilar.

En base al plano de la planta de estructuras facilitado al proveedor de estos equipos, el mismo confeccionó un diagrama de cómo armar el encofrado de manera eficiente, aprovechando la flexibilidad de trabajar con diferentes medidas de vigas principales y secundarias.

El sistema, para esta obra en particular, consistió en los siguientes elementos:

- Vigas primarias de 170cm (VP170)
- Vigas primarias de 150cm (VP150)
- Vigas secundarias de 170cm (VS170)
- Vigas secundarias de 150cm (VS150)
- Vigas secundarias de 115cm (VS115)
- Puntales tipo “acrow” con y sin cabezal deslizante
- Conos de caño
- Trípodes
- Chapones

Tanto vigas primarias como secundarias son de aluminio, lo que les confiere un peso reducido con la consiguiente ventaja de la facilidad de manipuleo. Ambas poseen una suerte de ganchos en sus extremos. Los mismos sirven para encastrar en las aletas que tienen los cabezales deslizantes o las vigas primarias. También tienen en su cara superior un listón de madera al que se clavan los chapones. La diferencia entre primarias y secundarias radica en su geometría: mientras que las VP tienen una sección que se podría descomponer en rectangular más triangular, las VS tienen sección tipo perfil “I”.

Como se expresó anteriormente, tanto los cabezales deslizantes como las vigas primarias poseen unas aletas laterales. Esto permite que el montaje del sistema sea versátil, pudiendo colocarse vigas secundarias u otras primarias sobre las primarias apoyadas en los cabezales. Las siguientes imágenes ilustran los elementos descritos.

Figura 6.1.3: Elementos de encofrado Ischebeck

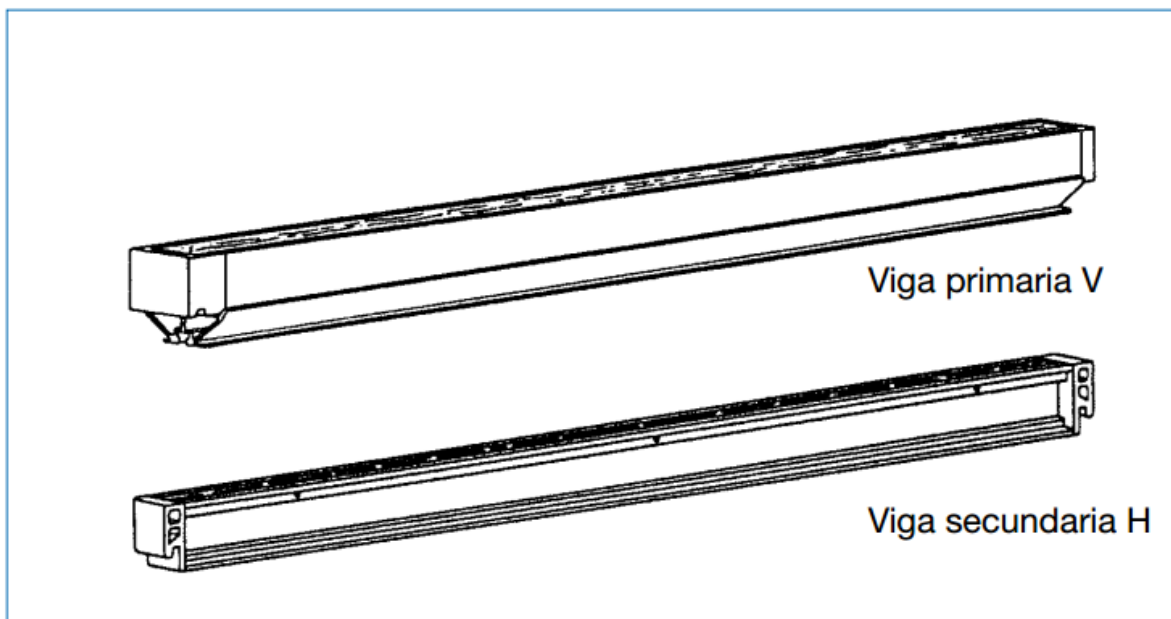


Figura 6.1.4: Elementos de encofrado Ischebeck

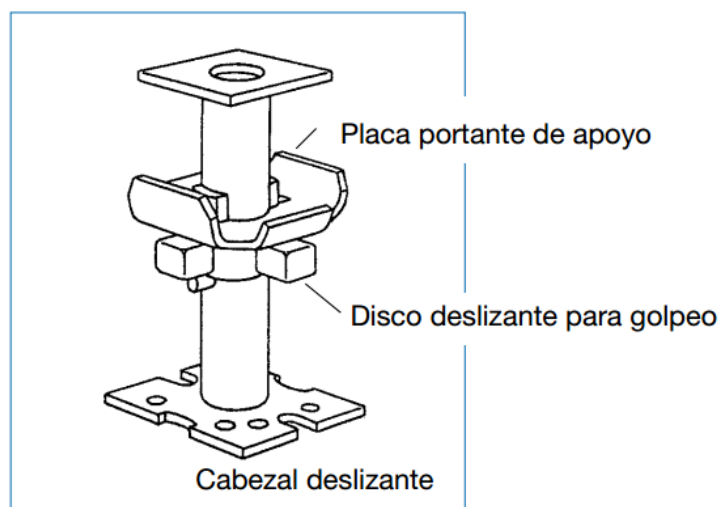


Figura 6.1.5: Funcionamiento de cabezal deslizante

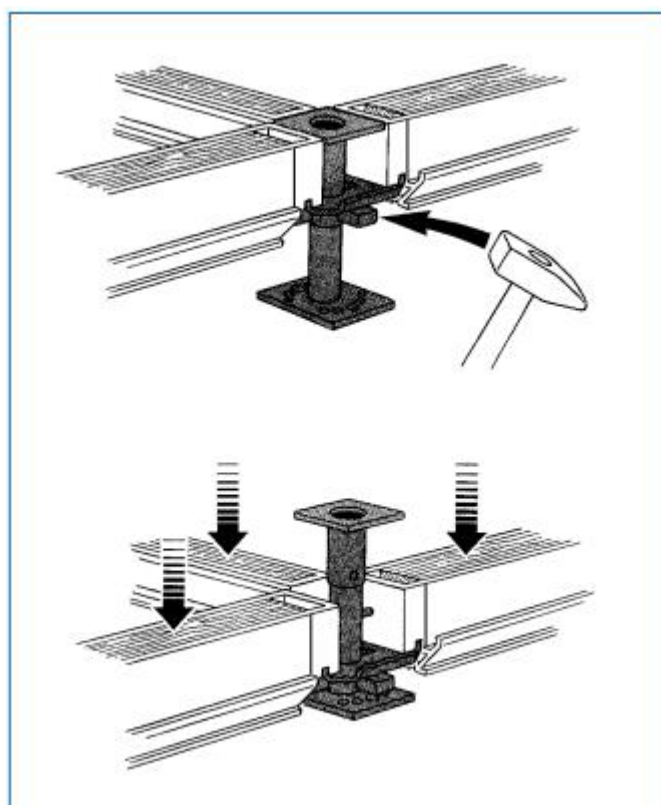


Figura 6.1.6: Elementos de encofrado Ischebeck

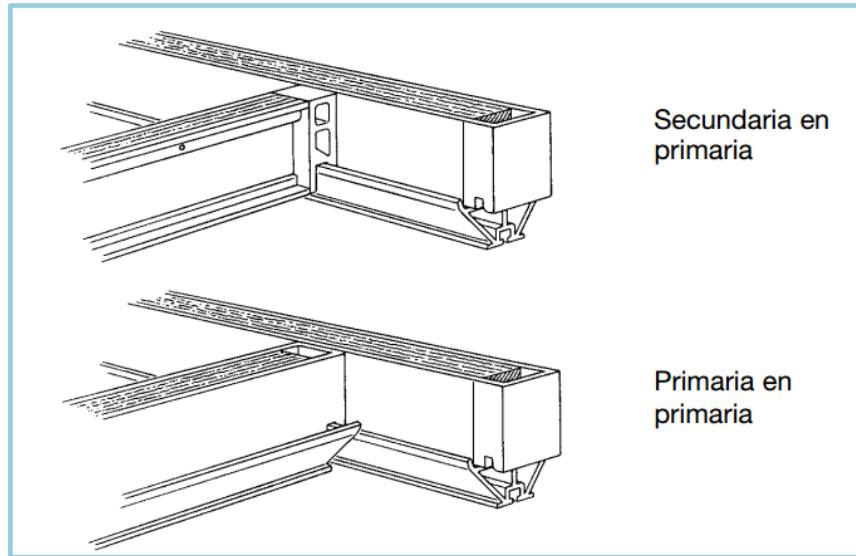
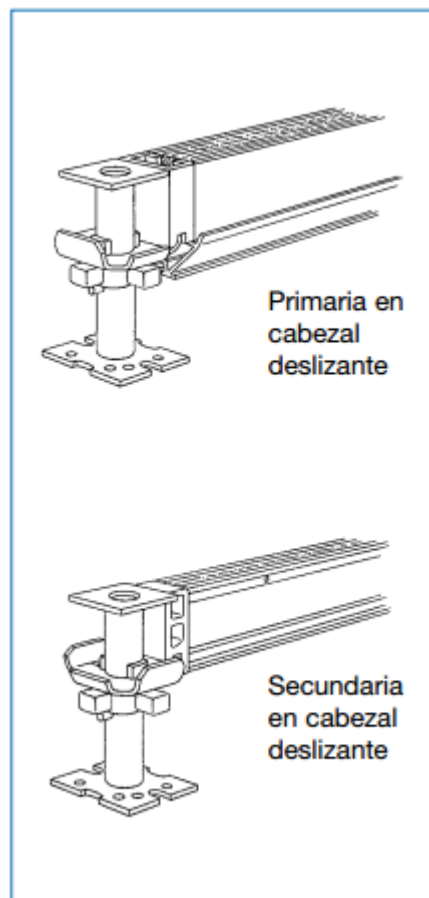
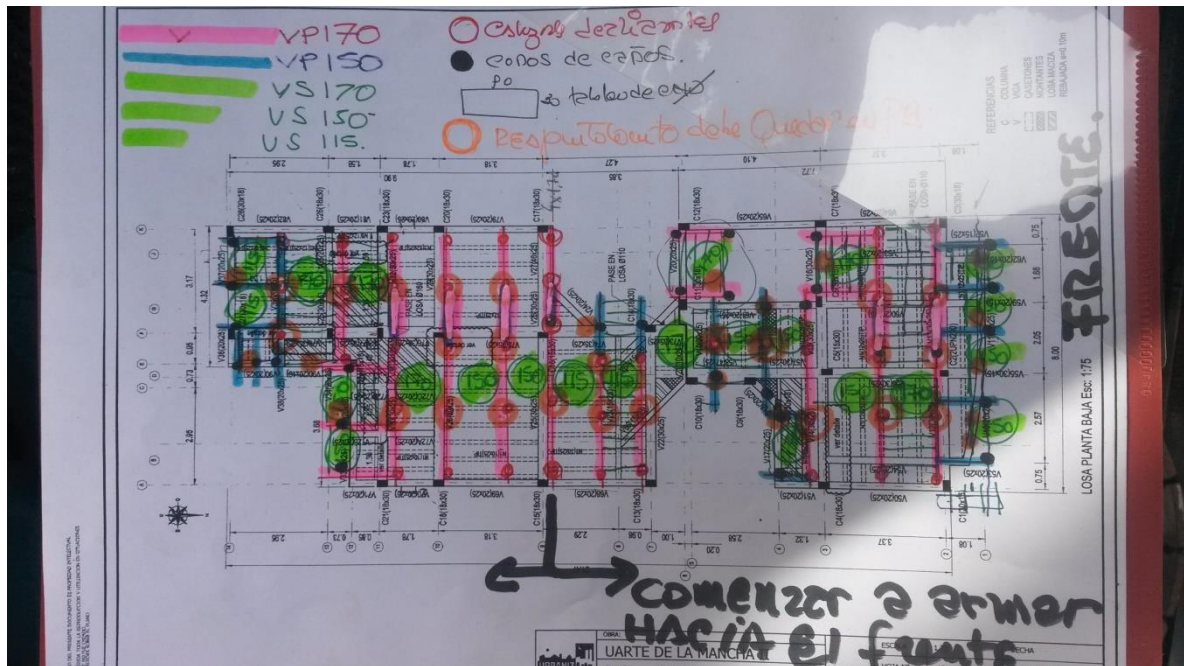


Figura 6.1.7: Elementos de encofrado Ischebeck



Como se puede ver en la fotografía, se utilizó un código de colores para denominar cada elemento del sistema a fin de facilitar la interpretación del plano. El planteo que se hizo fue comenzar desde el centro del edificio hacia las fachadas norte y sur. La justificación de esta elección consiste en que para encofrar las vigas de borde es necesario que las vigas queden en voladizo a los fines de posibilitar el apuntalamiento de las tablas que conforman el cierre de la losa.

Figura 6.1.8: Plano para ejecución de encofrado



A los efectos de materializar este voladizo con las vigas primarias (las secundarias sólo se pueden “colgar” de sus extremos) se utilizan los “conos de caño”. Estos elementos consisten en un bulón con tuerca fijada a un caño de aproximadamente 5cm de largo mediante soldadura. La cabeza del bulón tiene el tamaño justo para correr a lo largo de una ranura que tienen las VP en su cara inferior. De esta manera, el bulón se introduce en esta ranura y el caño se inserta en un puntal sin cabezal deslizante, permitiendo un voladizo de hasta un tercio de la longitud de la viga.

En el plano se grafican los sitios donde utilizar conos de caño, así como también qué puntales se pueden remover a los 3-5 días posteriores al colado del hormigón. Los demás debían mantenerse para no desapuntalar la losa. Como se consigné anteriormente, este sistema redundó en significativo ahorro en cuanto alquiler de equipo de encofrado, dado que no fueron necesarios dos conjuntos para losas sucesivas ya que se reutilizaron para el siguiente nivel los materiales que se podían retirar del nivel anterior.

Sin dudas la losa más complicada de ejecutar fue la primera, dado la falta de práctica en el armado de este encofrado y al hecho de que el terreno nunca es tan llano como una losa de hormigón (en pisos superiores este inconveniente se subsanó), sumado a que la planta baja siempre se constituye en depósito de materiales y herramientas. Las

siguientes fotografías muestran esta situación. También se puede apreciar las distintas etapas del proceso de encofrado de la losa.

Figura 6.1.9: Fotografía panorámica de la obra



Luego de preparar la estructura de puntales y vigas primarias y secundarias se procedió a la colocación de chapones. En realidad, se dividió el edificio en dos partes, la sur y la norte, para poder avanzar con los chapones al mismo tiempo que se armaba la estructura en el otro sector. De esta manera, también estos paneles colaboraban con la rigidización del conjunto, a la vez que se optimizaba la mano de obra disponible para lograr un rendimiento del tiempo superior.

Esta etapa del encofrado implicó un control estricto de las normas de higiene y seguridad para evitar accidentes y caídas, incluyendo el uso de cuerda de vida y arnés cuando se trabajaba en los bordes de losa.

Tanto los bordes de losa como los encuentros de la losa con las columnas se debieron ajustar con encofrado de madera. Dado que la modulación estaba definida por las dimensiones de los tableros de chapa, cualquier superficie que no pudiera ser cubierta por estos elementos debió ser encofrada con madera cortada a la medida.

Se ven los puntales tipo "acrow" con cabezales deslizantes ya ubicados. Sobre ellos apoyan las vigas primarias y secundarias según el plano facilitado por el proveedor. También se puede apreciar un sector en el que ya se comenzó a colocar los chapones, lo que le confiere mayor rigidez al conjunto.

Figura 6.1.10: Encofrado de losa sobre planta baja



En las siguientes imágenes se muestran los sucesivos progresos que se van realizando al ir cubriéndose mayor superficie de losa con chapones. A medida que se avanzaba, también se podían subir algunos materiales o efectuar ciertas tareas, como el armado de vigas, sobre el encofrado.

Figura 6.1.11: Armado de vigas sobre encofrado de losa



Figura 6.1.12: Armado de vigas sobre encofrado de losa



La siguiente es una imagen que ilustra lo que se describía más arriba acerca de las complicaciones logísticas de la ejecución de la losa sobre planta baja.

Figura 6.1.13: Planta baja



Imágenes de dos bordes de losa. Se ve cómo fue necesario utilizar tablero de madera sobre puntales para poder clavar los listones que soportan los encofrados de las vigas de borde.

Figura 6.1.14: Encofrado de viga de borde Figura 6.1.15: Encofrado de viga de borde



Si bien el plano facilitado por el proveedor del equipo es sencillo, la segunda losa tuvo la particularidad de que no quedaba entre medianeras, dado que la construcción vecina hacia el oeste es de una sola planta. Por esta razón, y para posibilitar el encofrado del borde de losa hubo que hacer algunos ajustes en la disposición de las vigas. Igualmente, al momento de encofrar la tercera losa se presentó un inconveniente parecido, dado que la construcción colindante hacia el este consta de dos plantas. Nuevamente se hicieron los ajustes pertinentes, solicitando al proveedor los elementos necesarios para poder continuar.

En cuanto a lo que fue el montaje en sí de la estructura para el encofrado, los mayores cuidados que se debieron tener fueron:

- Controlar el replanteo según plano de los puntales con y sin cabezal deslizante.
- Garantizar una base firme a los puntales, suplementando con tablas de madera cuando fuera necesario.
- Verificar que se respetara la modulación solicitada en plano para llegar a cubrir la totalidad de la losa con los elementos de que se disponía.

- Asegurar la verticalidad de los puntales y el nivel del fondo de losa, puntos de suma importancia, el primero por una cuestión de seguridad y el segundo por la distancia entre losas a respetar (afecta nivel de piso terminado, espesor de carpeta e instalaciones de agua, gas, cloaca y electricidad, aparte de la altura total del edificio).

6.2 ESTRUCTURA

Una vez terminado el encofrado de la losa el paso que sigue es replantear las vigas, los pases y las losas rebajadas en la zona de los baños (en este proyecto se consideró innecesario hacerlo también en cocinas). Para esto se procede a trasladar los ejes principales desde planta baja hasta el piso en cuestión. Se colocó la tanza en los clavos correspondientes a los ejes principales y mediante una plomada se trasladaron dos puntos por cada eje hasta el nivel del encofrado, materializando estos puntos con clavos. Acto seguido se colocó tanza en esos clavos y se verificó la ortogonalidad de los ejes trasladados. Una vez determinados los ejes principales y marcados sobre los chapones con la “chocla”, se continuó con el replanteo de los ejes de las vigas.

En la imagen siguiente se puede apreciar una vista “aérea” del encofrado de losa sobre planta baja. Destacan las armaduras en espera de las columnas y las armaduras de las vigas que luego del replanteo se deben colocar en posición. También se puede ver cómo se han cerrado con madera los espacios reducidos o complicados para copiar con chapones.

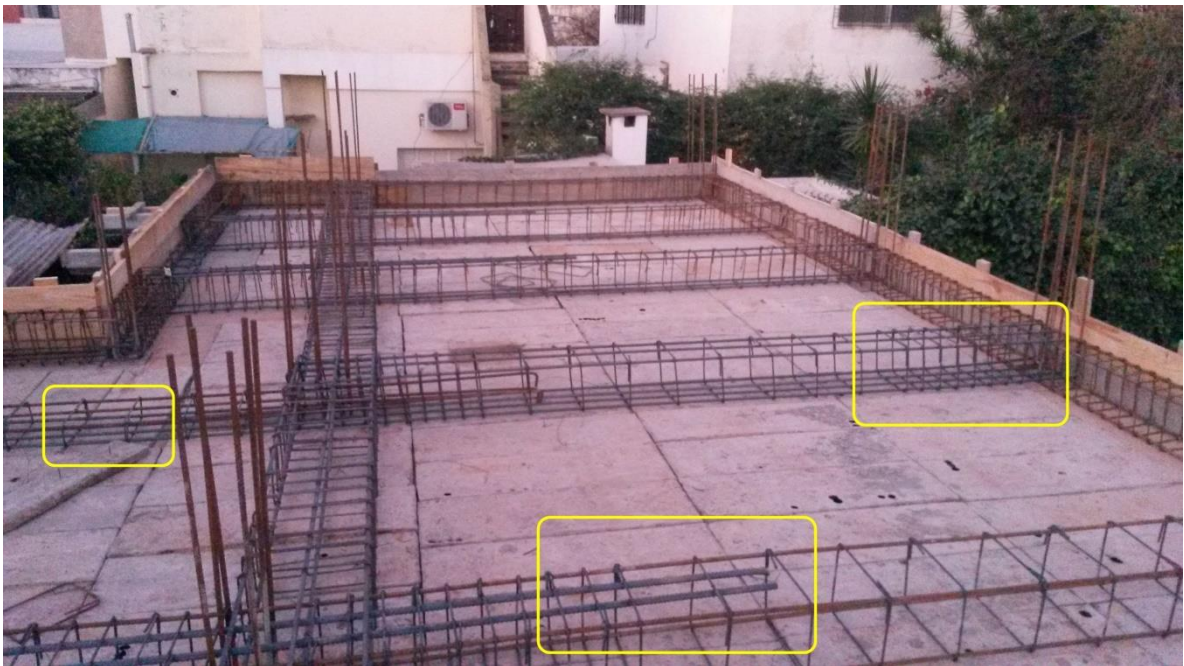
Figura 6.2.1: Imagen panorámica del encofrado de losa sobre planta baja



Paralelamente al trabajo de encofrado (que usualmente lo realiza personal que se dedica a carpintería de obra) y replanteo de vigas, se fue trabajando en el armado de dichas vigas, tarea que también le compete a personal específico dentro del rubro “estructuras”. En este ítem se controlaron el diámetro y la cantidad de barras de acero que conforman la armadura longitudinal, el diámetro y la separación de la armadura transversal y las dimensiones finales del elemento. Estas verificaciones no implicaron mayores complicaciones dado que se disponía del plano de detalles de cada pieza de la estructura, y al ser todas las vigas tipo placa, una de las dimensiones (la altura) se mantenía constante. A la hora de posicionar las vigas centradas en sus respectivos ejes se controlaron las longitudes de empalme correspondientes, como así también la longitud de densificación de estribos.

La siguiente fotografía muestra cómo quedan las armaduras de las vigas una vez colocadas en posición sobre el encofrado. Se puede ver claramente la regularidad de la separación de los estribos, así como la densificación de los mismos en los encuentros con otros elementos. También, al frente de la imagen, se destaca la presencia de dos barras de acero de $\varnothing 12\text{mm}$ que actúan como refuerzo en esa viga. Este aspecto también se controló meticulosamente para detectar a tiempo errores que pueden ser graves.

Figura 6.2.2: Armaduras de vigas de losa sobre planta baja



También en esta etapa se delimitaron las ya mencionadas losas rebajadas para baños y balcones y la junta de separación que divide la estructura del edificio en dos cuerpos (norte y sur). Lo primero se efectuó mediante un encofrado de tablas de madera separado del fondo de losa los 10cm de espesor que debía tener la losa maciza correspondiente; y lo segundo, mediante planchas de telgopor de 2cm de espesor según lo indicado en el plano.

Otros elementos que se debieron replantear cuidadosamente fueron los pases en losa para instalaciones sanitarias, pluviales y eléctricas. Para tal cometido se dispusieron

ladrillos de telgopor más altos que el espesor total de la losa (25cm), a los fines de que el hormigón fresco no invadiera el espacio destinado al pase en cuestión. Los pases ejecutados fueron: montante eléctrica, montante de gas, bajadas de agua para baños y cocinas, montantes de desagües cloacales de baños y cocinas, desagües pluviales de terraza y desagües pluviales de balcones del frente.

En las siguientes imágenes se observan las losas rebajadas para baños, así como los pases para instalaciones sanitarias, materializados mediante trozos de telgopor como se describió anteriormente.

Figura 6.2.3: Losas rebajadas



Figura 6.2.4: Losas rebajadas



Una vez ubicadas todas las vigas sobre el tablero del encofrado, se procedió a colocar metal desplegado sobre el mismo, a los fines de generar mordiente mediante una superficie rugosa para la ejecución del cielorraso. Sobre el metal desplegado se colocaron los ladrillos de telgopor de medidas 100cm x 40cm x 20cm (largo x ancho x alto) respetando la modulación pedida por el plano para la correcta ubicación de los nervios correspondientes. Esto se cuidó especialmente, ya que los nervios que quedaban por encima de los espacios destinados a placares debían servir de anclaje para poder fijar las guías superiores de los mismos, dado que se trataba de hojas colgantes mediante perfiles del tipo “doble J”.

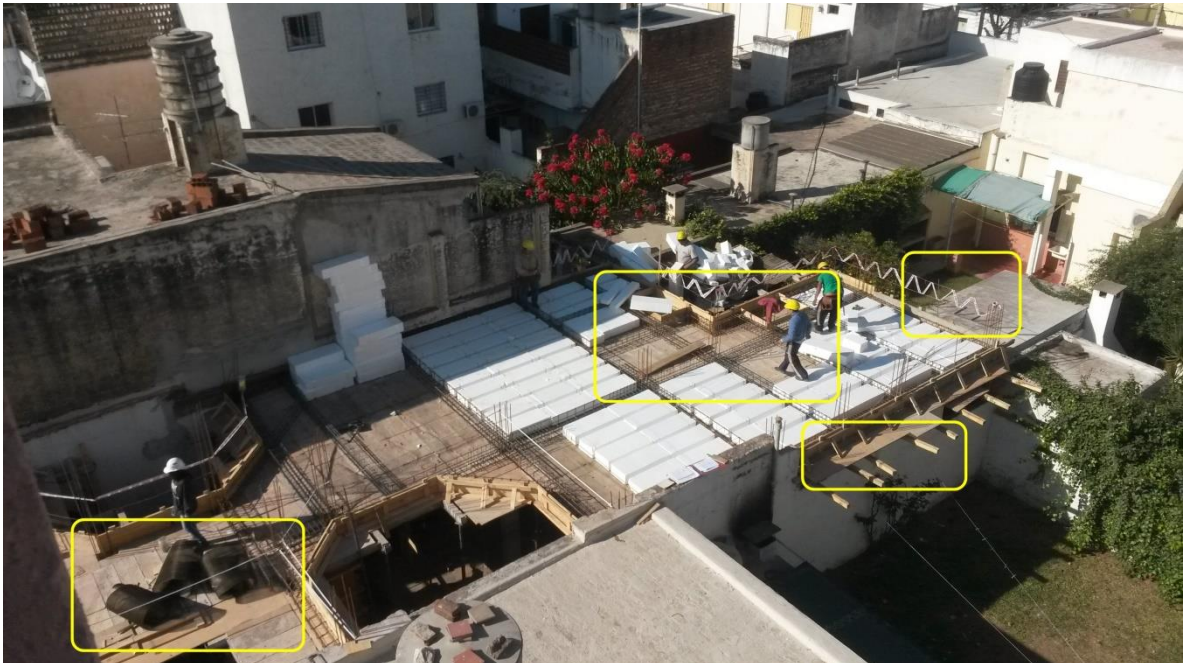
A medida que se fueron colocando los ladrillos, también se fueron disponiendo sobre ellos mallas de acero electrosoldadas R84, las cuales tienen las características señaladas en la siguiente tabla:

Figura 6.2.5: Mallas electrosoldadas

MALLAS								
Denominación	Distancia entre alambres		Diámetros de los alambres		Panel Kg.	Rollo Kg.	Por m2 kg./m2	
	Long. mm.	Transv. mm.	Long. mm.	Transv. mm.				
Q50(3x2.15)	250	250	4	4	10,4	145	0,81	
Q84 (3x2.15)	150	150	4	4	17,3	184	1,35	
Q158(3x2.15)	150	150	5,5	5,5	32,9	335	2,55	
Q188(3x2.15)	150	150	6	6	39.1	-	3.03	
R84 (3x2.15)	150	250	4	4	14	116	1,08	

En la siguiente imagen se pueden observar varios aspectos de esta etapa: en el extremo inferior izquierdo, se resaltan los paquetes de planchas de metal desplegado que se deben colocar en la mitad norte del edificio (en la parte sur ya están colocadas). También se pueden ver las losas rebajadas de los baños de los departamentos B y C, así como el encofrado de borde de losa y algunas de las medidas de seguridad adoptadas para evitar accidentes.

Figura 6.2.6: Colocación de metal desplegado y ladrillos de telgopor



La fotografía siguiente ilustra una ingeniosa manera de aprovechar el espacio dentro de una obra de pequeñas dimensiones. Se puede ver cómo se han acopiado las mallas electrosoldadas y los ladrillos de telgopor sobre la bandeja de protección del frente del edificio. Cabe destacar que dicha bandeja sólo se utilizó como depósito de forma temporaria y conteniendo elementos que pudiera soportar sin afectar su función primaria.

Figura 6.2.7: Acopio de ladrillos de telgopor y mallas electrosoldadas



A continuación, una fotografía de una etapa más avanzada del mismo proceso, en donde se pueden ver los ladrillos y las mallas electrosoldadas ya colocados.

Figura 6.2.8: Losa sobre planta baja



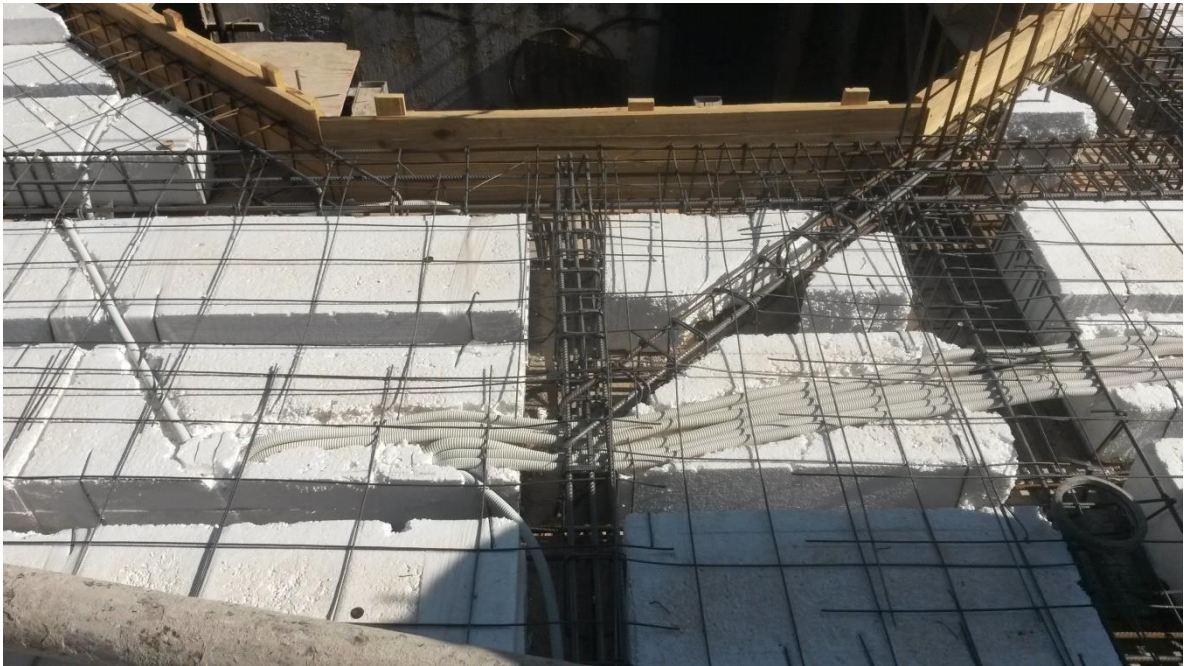
6.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Llegados a esta etapa, el electricista debe replantear las bocas que van embutidas en la losa, así como las bajadas de caño corrugado por los muros (para las cajas donde se alojarán las llaves de punto, apliques de pared, o los mismos tableros seccionales). Si bien hay algunas canalizaciones que se previeron por contrapiso, como las señales débiles, cable (TV e Internet) y teléfono, la instalación eléctrica que va por losa es sumamente importante ya que es la que provee energía eléctrica a cada unidad, y si no se ejecuta correctamente, es más difícil de solucionar. Por estas razones el control que se hizo de este ítem fue minucioso, a los fines de evitar futuras complicaciones cuya solución en general tiene un costo que se incrementa cuanto más avanzada se encuentra la obra.

Los materiales que se utilizaron para la instalación eléctrica responden a la normativa vigente (AEA 90364). En esta etapa solamente fueron necesarios cajas de chapa octogonales y caños corrugados de medidas 7/8" y 1". Los primeros para la instalación eléctrica en sí y para telefonía; los segundos, para TV por cable.

La ejecución de la instalación eléctrica en esta etapa de la obra propiamente dicha consiste en fijar las cajas de chapa octogonales donde corresponde, y en tender las canalizaciones para los conductores según lo solicitado en planos. El electricista, colocó las cajas octogonales donde correspondía mediante clavos y alambres en los casos de losas rebajadas. En los casos en que las cajas debían ir adonde se encontraban los ladrillos de telgopor, se procedió a calar los mismos para poder fijar las cajas y posteriormente volver a colocar el trozo de telgopor extraído. En la fotografía siguiente se ilustra esta situación.

Figura 6.3.1: Caños corrugados para instalación eléctrica



Para el tendido de corrugados se utilizó una pistola de calor a fin de generar la menor cantidad de residuos posibles y dejar el trabajo realizado de manera prolija. De esta manera, los corrugados quedaban al ras del ladrillo de telgopor, sin afectar el espesor de la capa de compresión. Estos caños se ataron con alambre a la armadura de repartición constituida por las mallas mencionadas anteriormente.

En lo que respecta a este ítem, los controles que se efectuaron fueron:

- Correcto replanteo de las bocas en losa (corroborar que no falte ninguna caja octogonal).
- Correcto replanteo de bajadas de corrugados a muros.
- Presencia de todos los corrugados que correspondan desde la montante hasta los departamentos.
- Diámetro de los caños corrugados utilizados.
- Correcta fijación de cajas y corrugados.

En la imagen que sigue se puede ver la gran cantidad de corrugados que ingresa al espacio destinado a montante eléctrica.

Figura 6.3.2: Montante eléctrica



6.4 COLADO DE HORMIGÓN

La instalación eléctrica fue el último ítem en terminarse antes del colado del hormigón fresco. Usualmente, y este caso no fue la excepción, cuando se contrata el servicio a una empresa que provee hormigón elaborado, se pide un turno junto con el tipo y la cantidad de hormigón que será necesario. También se solicita, si fuere necesario, el servicio de bombeo del hormigón fresco. Por lo tanto, en general ocurre que se trabaja con un límite de tiempo definido y en consecuencia, todos los inconvenientes e imprevistos deben resolverse no sólo de manera efectiva sino también rápida para lograr terminar con todos los preparativos que requiere el hormigonado.

Un párrafo aparte merece la gestión de la autorización municipal que permite el estacionamiento de los camiones motohormigoneros y/o bomba de hormigón frente a la obra. Estos permisos no fueron necesarios para el hormigonado de los pozos de fundación, vigas y riostras y tabique de subsuelo dado que para ejecutar estos ítems, el camión motohormigonero ingresaba al terreno que ocupa el edificio, no quedaba afuera en la calle. En el caso del colado de las losas, fue inevitable solicitar dicho permiso (que por otro lado era exigido por el proveedor para evitar multas y sanciones). El mismo debía ser tramitado el mismo día en que se iba a ejecutar el trabajo, y correspondía pedir uno para camiones y otro para bomba. De más está describir pormenorizadamente los inconvenientes que conlleva el hecho de tener que presentarse en la Municipalidad para conseguir este permiso el mismo día del hormigonado de una losa.

En lo que se refiere al colado del hormigón fresco, cabe destacar que para todos los elementos de las fundaciones (pozos, vigas riostras y tabique del subsuelo) no fue necesario el uso de bomba, mientras que para el hormigonado de losas resultó imprescindible. Por cuestiones de operatividad y seguridad, cada vez que se solicita el servicio de hormigonado, el proveedor envía a la obra a un técnico que corrobore la viabilidad del colado y controle las condiciones de seguridad. En caso de ser necesario, recomienda tomar alguna medida preventiva para el día del hormigonado, como densificar el apuntalamiento en algún sector o arriostrar puntales en dos direcciones, etc.

Para la ejecución de la primera losa, y por cuestiones de disponibilidad de equipamiento, se dispuso de una bomba de hormigón del tipo estacionaria, la cual conduce el hormigón fresco a través de una tubería rígida compuesta por tramos de caños unidos con bridas y aros de goma. La empresa proveedora del servicio instaló este dispositivo, lo operó durante el colado y luego lo desarmó. Se trata de un equipo que requiere ciertas condiciones para su instalación, como tener puntos de anclaje para evitar movimientos bruscos, o incluso tomar algunas medidas extra en cuanto a la densidad del apuntalamiento de la losa para garantizar que el encofrado no se mueva con cada envío de hormigón fresco (este equipo se apoya en el encofrado de losa).

En las fotografías siguientes se muestran las diferentes partes de este equipo, desde la tolva adonde se vuelca el hormigón fresco para ser bombeado hasta la terminal por donde sale, pasando por la cañería rígida que lo conduce.

Figura 6.4.1: Bomba de hormigón Figura 6.4.2: Conducción de hormigón bombeado



Figura 6.4.3: Colado de hormigón



A diferencia de la bomba estacionaria utilizada para la primera losa, las autobombas provistas para los demás niveles contaban con una grúa tipo “pluma” solidaria a la cañería que conduce el hormigón fresco. Mediante control remoto se opera la pluma y se controla la provisión de material. En ningún momento esta estructura se apoya en el encofrado, lo que facilita en gran medida su utilización. Dado que requiere menor cantidad de personas para su uso, colabora con el orden de la obra en un momento tan crítico y ajetreado como es el hormigonado de una losa. También, es notable la diferencia en cuanto a velocidad con el otro tipo de bomba, pudiendo mejorar los tiempos en alrededor del 50%.

En la fotografía siguiente se muestra este equipo.

Figura 6.4.4: Grúa de autobomba de hormigón



Si bien con esta última máquina el colado del hormigón se simplificó, la sola tarea de esparcir, vibrar y fratar el hormigón fresco demandó el esfuerzo de al menos cuatro o cinco operarios. Cabe recordar que junto con la losa se hormigonaron también las columnas del nivel inmediato inferior, por lo que uno de los operarios necesariamente debió encontrarse en planta baja golpeando con un martillo el encofrado de la columna que se estaba colando para contribuir al efecto del vibrador. El resto de la cuadrilla debía ubicarse de manera tal que se puedan llevar a cabo las tareas de distribución del material, vibrado y fratasado.

De haber contado con la autobomba con grúa, como la de la imagen anterior, el orden de colado hubiera sido desde el frente hacia el fondo hormigonando sólo las columnas

y luego desde el fondo hacia el frente llenando la losa. Pero como se contó con una bomba estacionaria, se tuvo que colar primero columnas y losa de la mitad sur del edificio (fondo del terreno) y luego la parte restante (frente).

En las fotografías siguientes se muestra el colado de lo que sería el departamento “C” del primer piso.

Figura 6.4.5: Colado de losa



Figura 6.4.6: Losa hormigonada



En la siguiente fotografía se observa la losa ya hormigonada. Se resaltan los pases en la losa maciza correspondiente al núcleo sanitario de los departamentos B y C, y unos elementos llamados “aviones”, que consisten en alambres de $\varnothing 4,2\text{mm}$ anclados ex profeso en el hormigón. Dichos elementos sirven para tener un punto fijo a la losa en el cual se pueda atar el encofrado de las columnas de ese nivel.

Figura 6.4.7: Vista panorámica de losa hormigonada; pases de losa



La imagen que sigue muestra una vista aérea de la losa hormigonada. Al día siguiente del colado ya se comenzaron con las tareas de desencofrado de bordes y losas rebajadas. Luego sobre el mismo hormigón se replantearán las columnas del nivel para continuar con la colocación de armaduras y encofrados correspondientes.

Figura 6.4.8: Vista panorámica de losa hormigonada



7. CONCLUSIONES

La obligatoriedad que reviste para el alumno el cumplimiento de cierta cantidad de horas realizando tareas que atañen al ejercicio de la profesión es altamente positiva. En algún caso, tal vez, no sea posible llevar a cabo actividades específicamente reservadas al egresado, pero de todos modos la cercanía con dichos quehaceres diarios son sumamente provechosos.

La Facultad, mediante el plan de estudios, enseña ciencias básicas, ciencias aplicadas, diferentes fenómenos, técnicas y tecnologías. Enseña cómo interpretar situaciones e incluso algunos criterios de acción. Pero el valor de enfrentarse diariamente a una realidad no necesariamente compleja en cuanto a su comprensión, pero siempre cambiante, dinámica, y sobre todo, llena de matices y variantes, es inmenso. Precisamente eso es lo que la Práctica Supervisada da la posibilidad de experimentar al alumno: vivir la realidad de la actividad profesional de cerca y cotidianamente.

En el caso particular al que refiere este informe, se pudo tomar contacto con una obra en construcción desde sus mismos inicios, pudiendo participar en diversas etapas e ítems de la misma. Y si bien existieron inconvenientes que se debieron resolver desde la técnica, lo más complicado fue todo lo relacionado a la logística de la obra y al manejo del personal. No es fácil organizar el espacio físico, el orden de las tareas a realizar, la provisión de materiales y la coordinación entre subcontratistas, a la vez que se debe controlar la ejecución misma de la obra. Afortunadamente, en su gran mayoría, tanto los operarios como los encargados se mostraron abiertos a consultas y sugerencias, por lo que la experiencia fue altamente enriquecedora. También fue importante el trato con distintos actores que intervienen en la industria de la construcción.

El puesto de Jefe de Obra es muy interesante si se tienen en cuenta la variedad de conocimientos, la cantidad de tareas y la gran responsabilidad que sobre el mismo recaen. Desde interpretar los planos que envían de la Oficina Técnica hasta coordinar cantidades y fechas de entrega de materiales, siempre cuidando los plazos, la economía de la obra y las reglas del buen arte de construir.

Analizando desde el punto de vista de los objetivos planteados al comienzo, se considera que el objetivo general de esta Práctica Supervisada se alcanzó con creces, ya que verdaderamente se tomó contacto con la realidad local de la industria de la construcción. En cuanto a los objetivos particulares, se puede decir que se ha logrado satisfacer la mayoría de ellos.

Habiendo sido parte de una obra, sin duda se han podido observar diferentes rubros y su interacción entre sí. Y si bien los ítems cuya ejecución se presencié fueron relativamente pocos dado el período en que se realizó esta práctica, fue muy interesante ver cómo desde etapas constructivas tan tempranas se deben tener en cuenta las demás tareas y procesos por venir, siempre respetando el proyecto enviado desde la Oficina Técnica. Fue en esos momentos cuando también se detectaron algunos inconvenientes que se podrían suscitar a futuro dada la necesaria interacción de rubros como estructuras e instalaciones, dándose en algún caso interferencias a salvar. Cabe destacar que todos estos contratiempos fueron menores y se pudieron solucionar en conjunto con la Oficina Técnica, tal como cabría esperar de una empresa seria y previsoras.

En lo que se refiere a las condiciones de higiene y seguridad de la obra, el servicio contratado por la empresa colaboró activamente para que se cumpliera la normativa vigente. De hecho, durante la etapa de excavaciones se llevaron a cabo visitas diarias para asegurar que se tomaran las medidas necesarias para evitar accidentes.

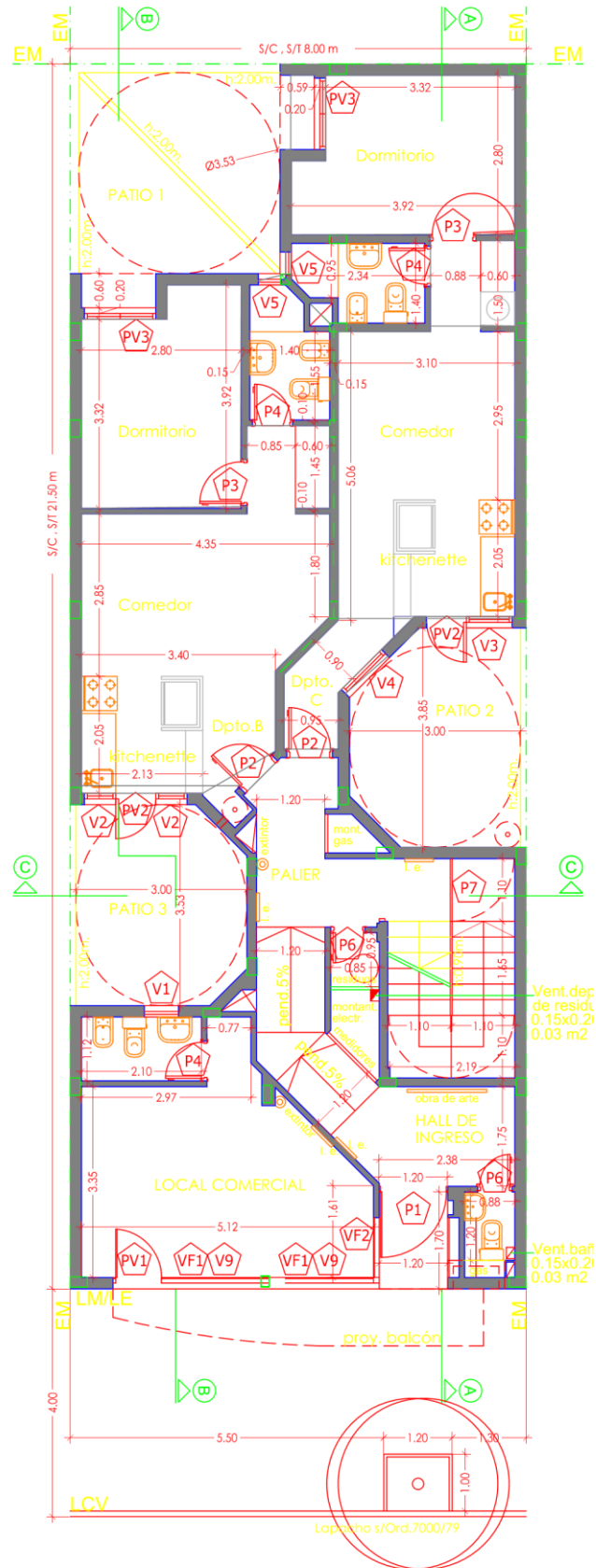
Finalmente, en lo que respecta al análisis comparativo entre lo aprendido en esta Casa de Estudios y la realidad de la obra, se puede decir que la misma responde efectivamente a las reglas del buen arte. Desde la Dirección de la empresa siempre se solicitó especial cuidado en la correcta ejecución de todos los ítems, proveyendo a tales efectos la documentación necesaria a través de la Oficina Técnica, la cual también evacuó más de una duda, siendo las consultas y sugerencias frecuentes.

En definitiva, el balance general de esta Práctica Supervisada es ampliamente positivo. Se pudieron afianzar conocimientos, aprehender nuevos conceptos y técnicas, y observar de cerca una profesión y un puesto realmente desafiantes. Y por sobre todas las cosas, se evidenció que tan importante como las cuestiones tecnológicas son las personas y las relaciones que entre ellas se tejen al trabajar día a día de manera honrada para la consecución de un objetivo común.

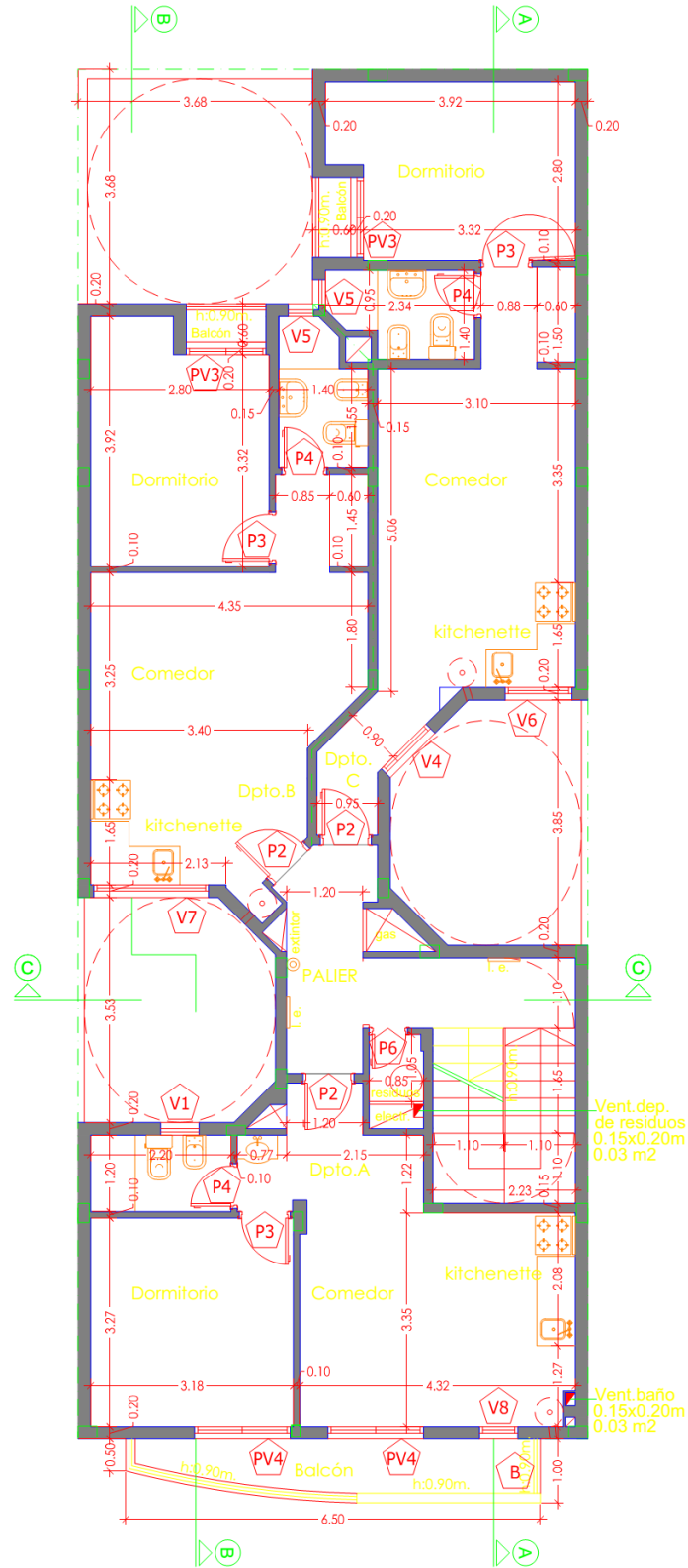
8. BIBLIOGRAFÍA

- Armesto, Delgadino, Reina, Bracamonte, Albrisi, Arranz, (2010) *Precio y Costo de las Construcciones*. Editorial Alejandría.
- Cátedra Arquitectura I, F.C.E.F. y N., (2007) *Apunte de Cátedra*.
- Nisnovich, Jaime, (2013) *Manual Práctico de Construcción*, Ediciones Nisno.

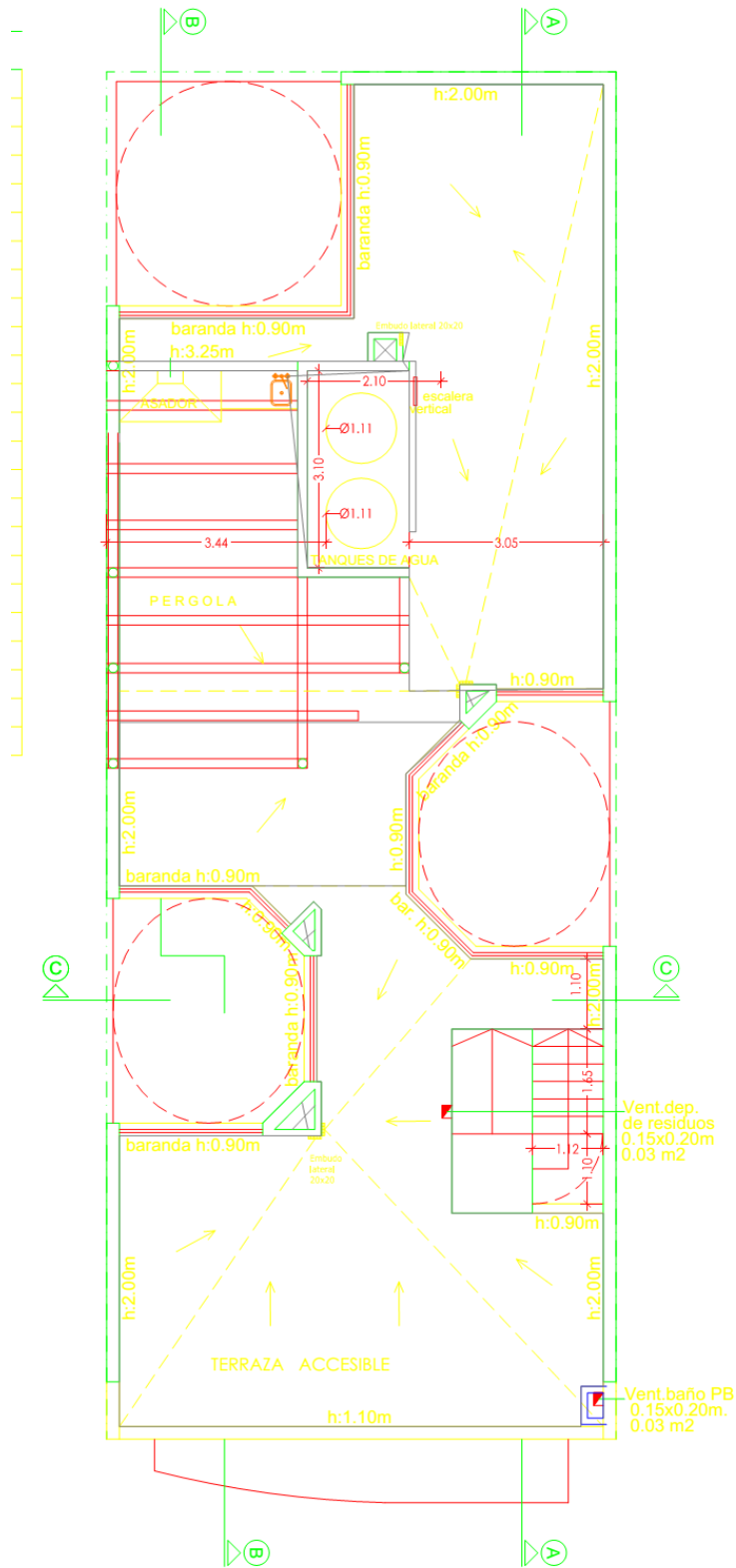
9. ANEXOS



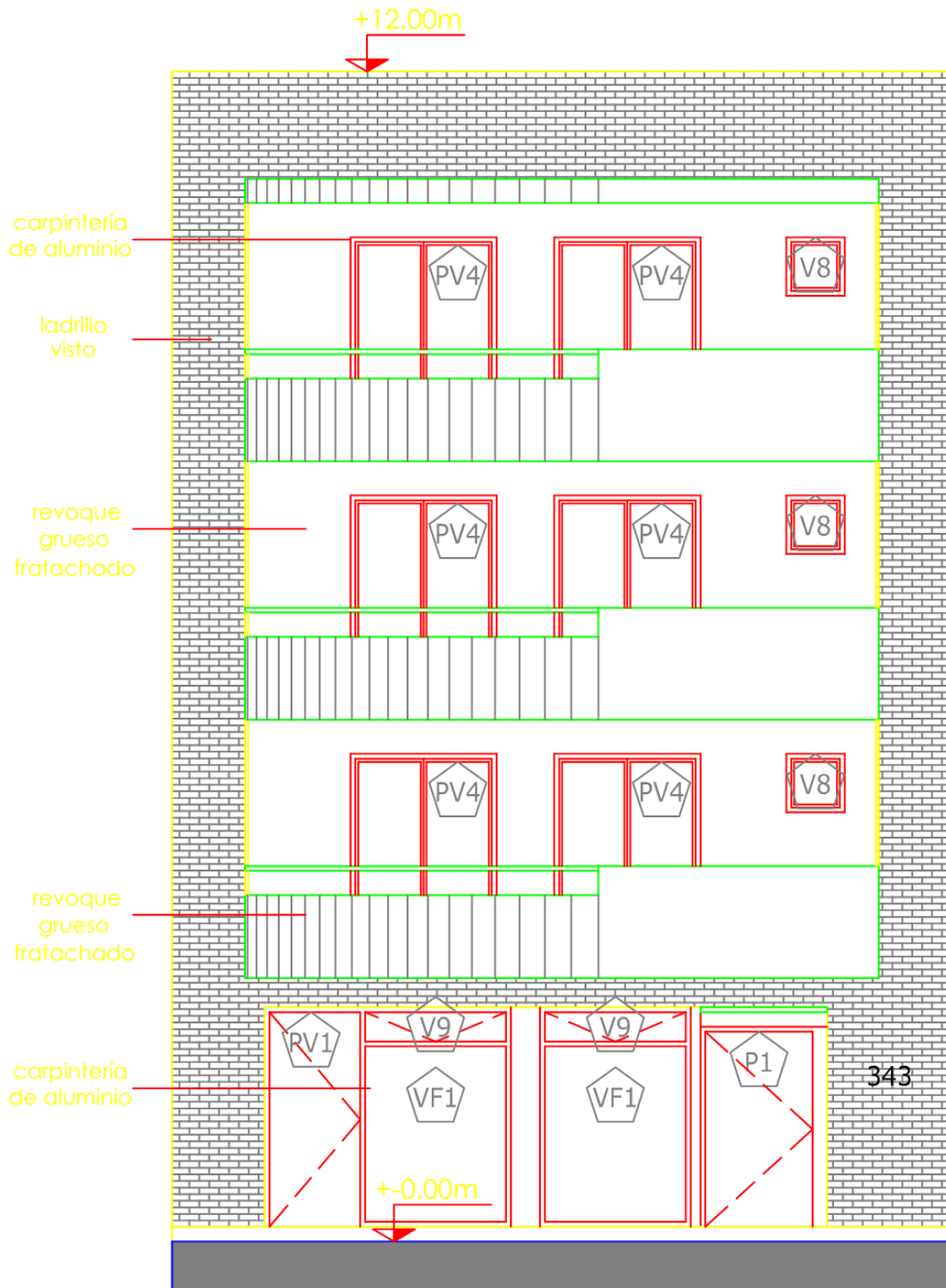
ARQUITECTURA PLANTA BAJA Esc: 1:75



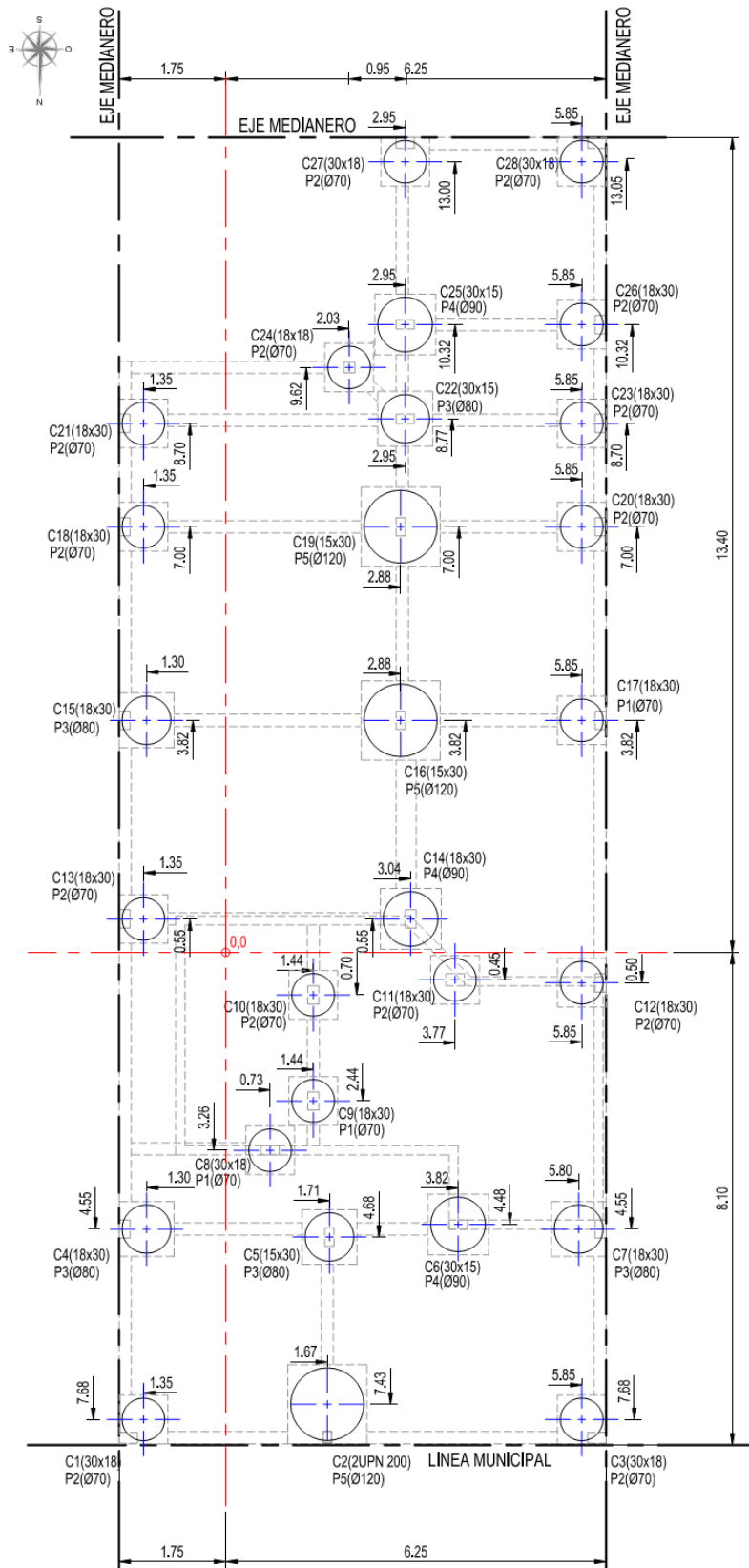
ARQUITECTURA PLANTA 1º, 2º Y 3º Esc: 1:75



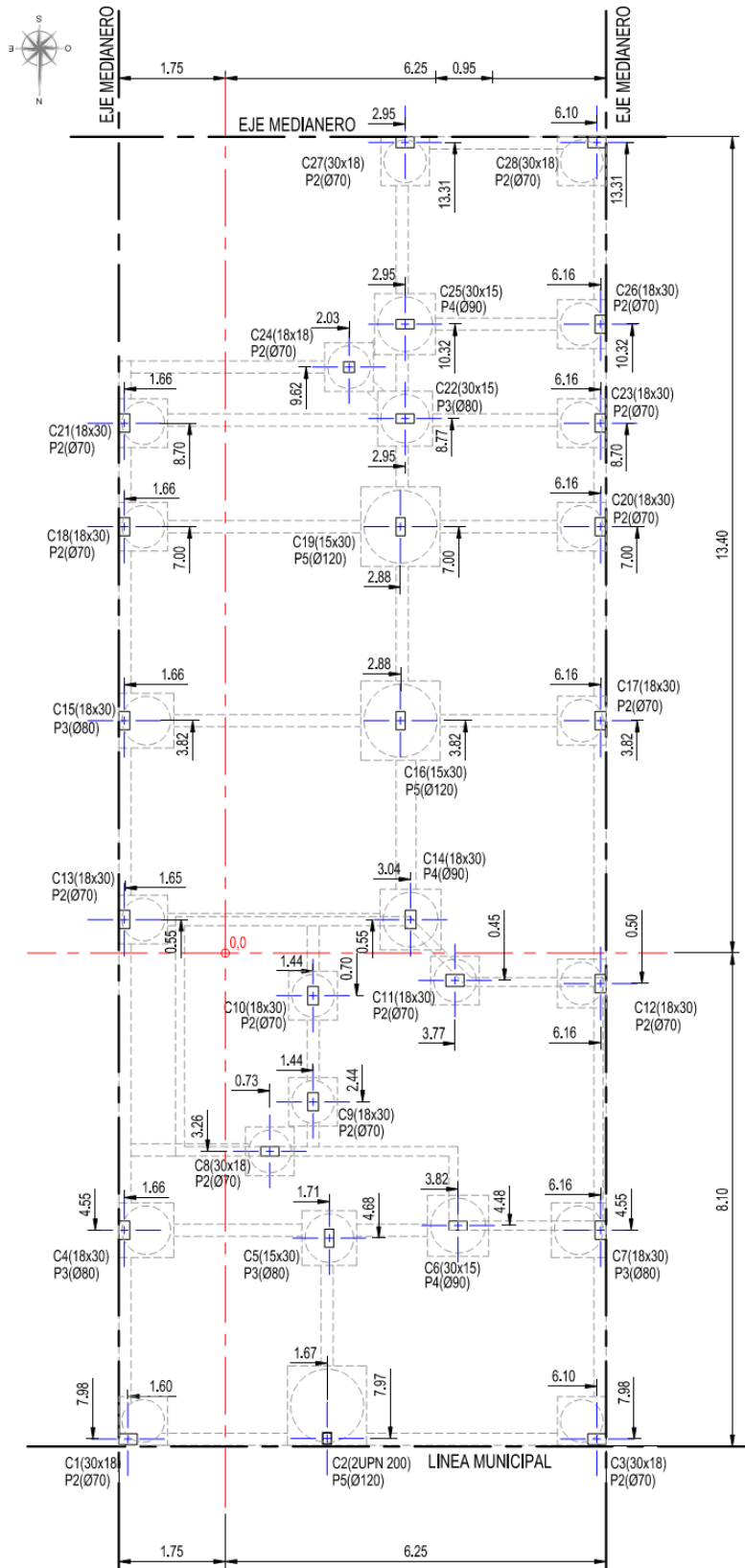
ARQUITECTURA PLANTA TERRAZA Esc: 1:75



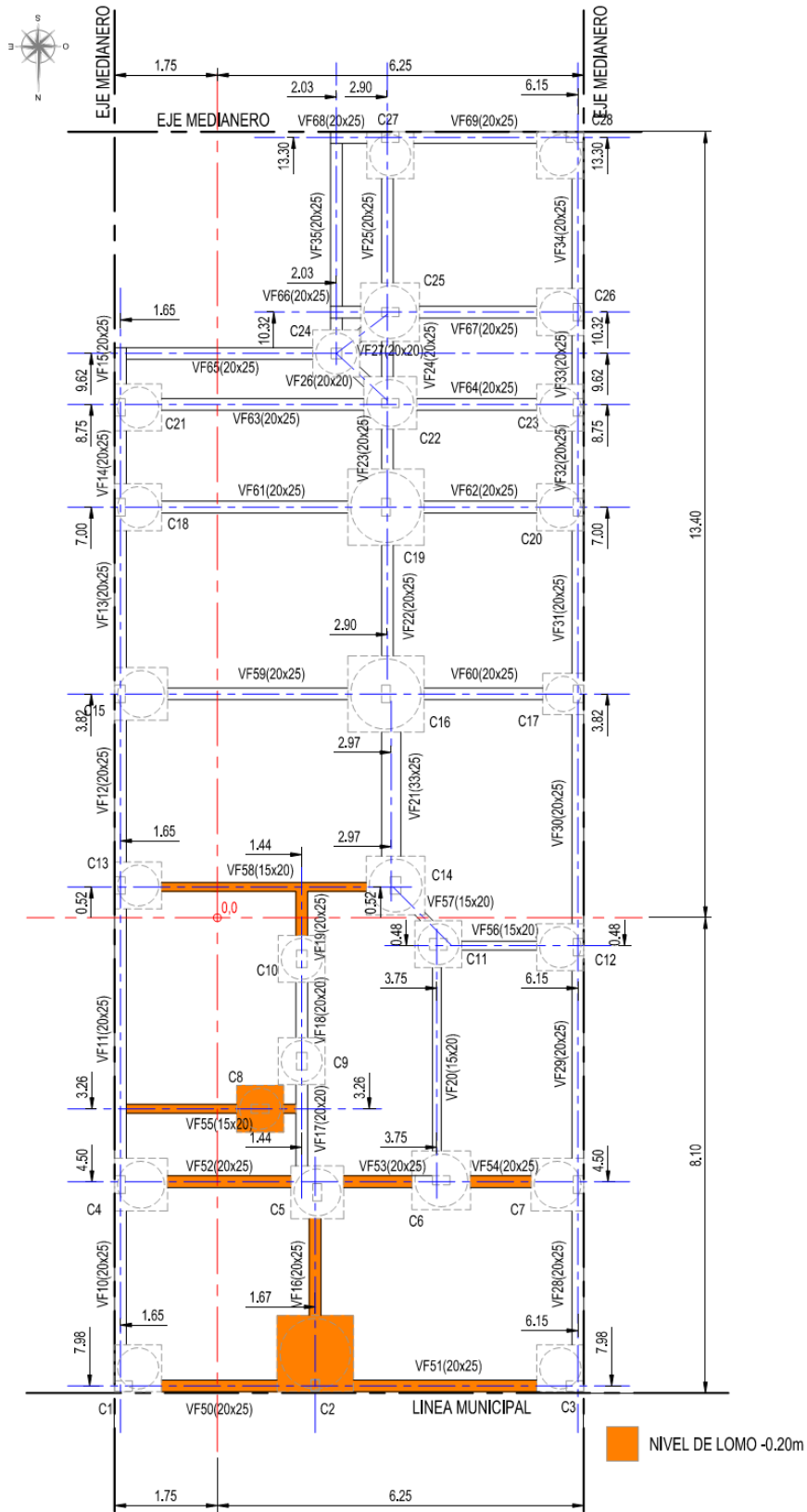
FACHADA PRINCIPAL Esc: 1:75



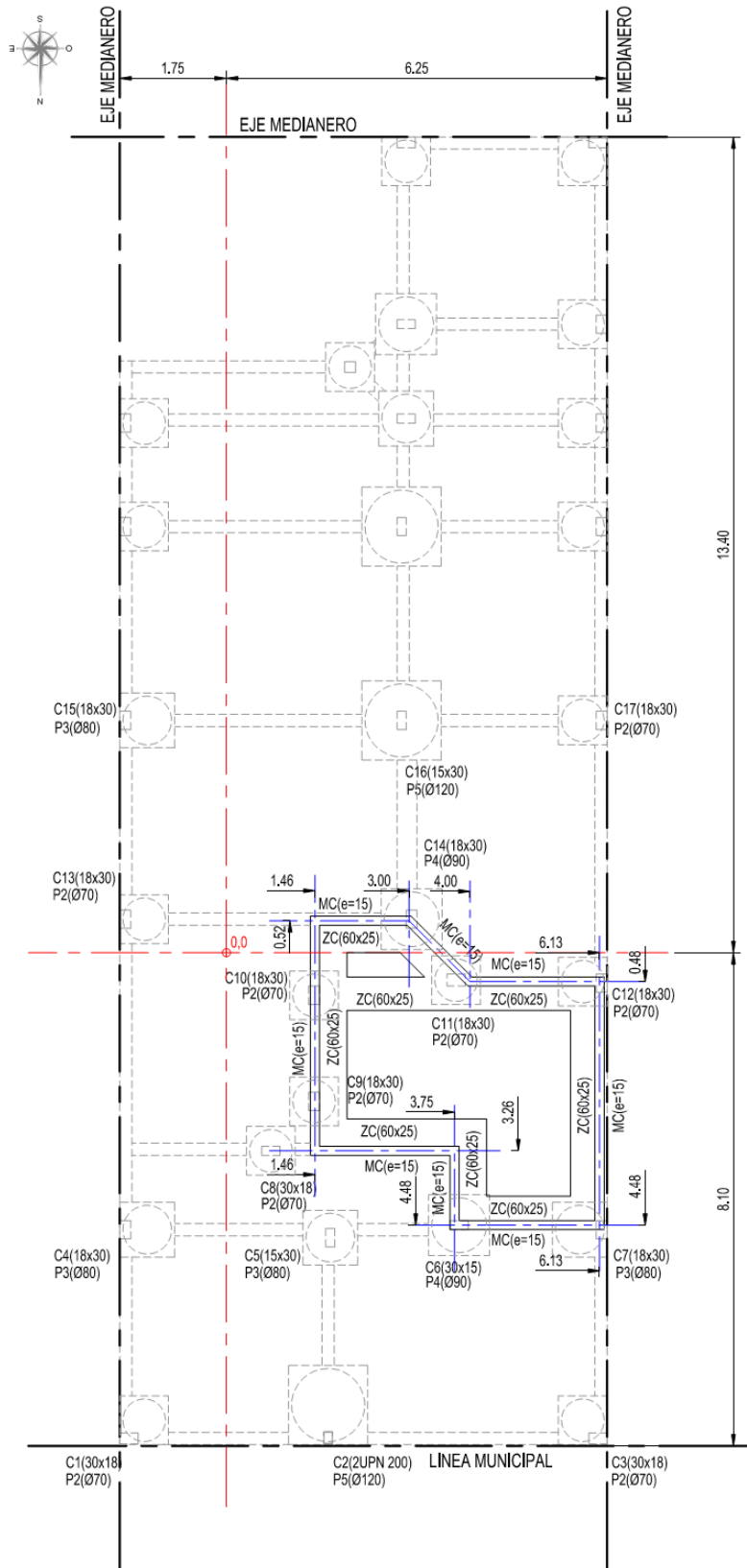
REPLANTEO PILOTES DE FUNDACION cota: - 4.00m Esc: 1:75



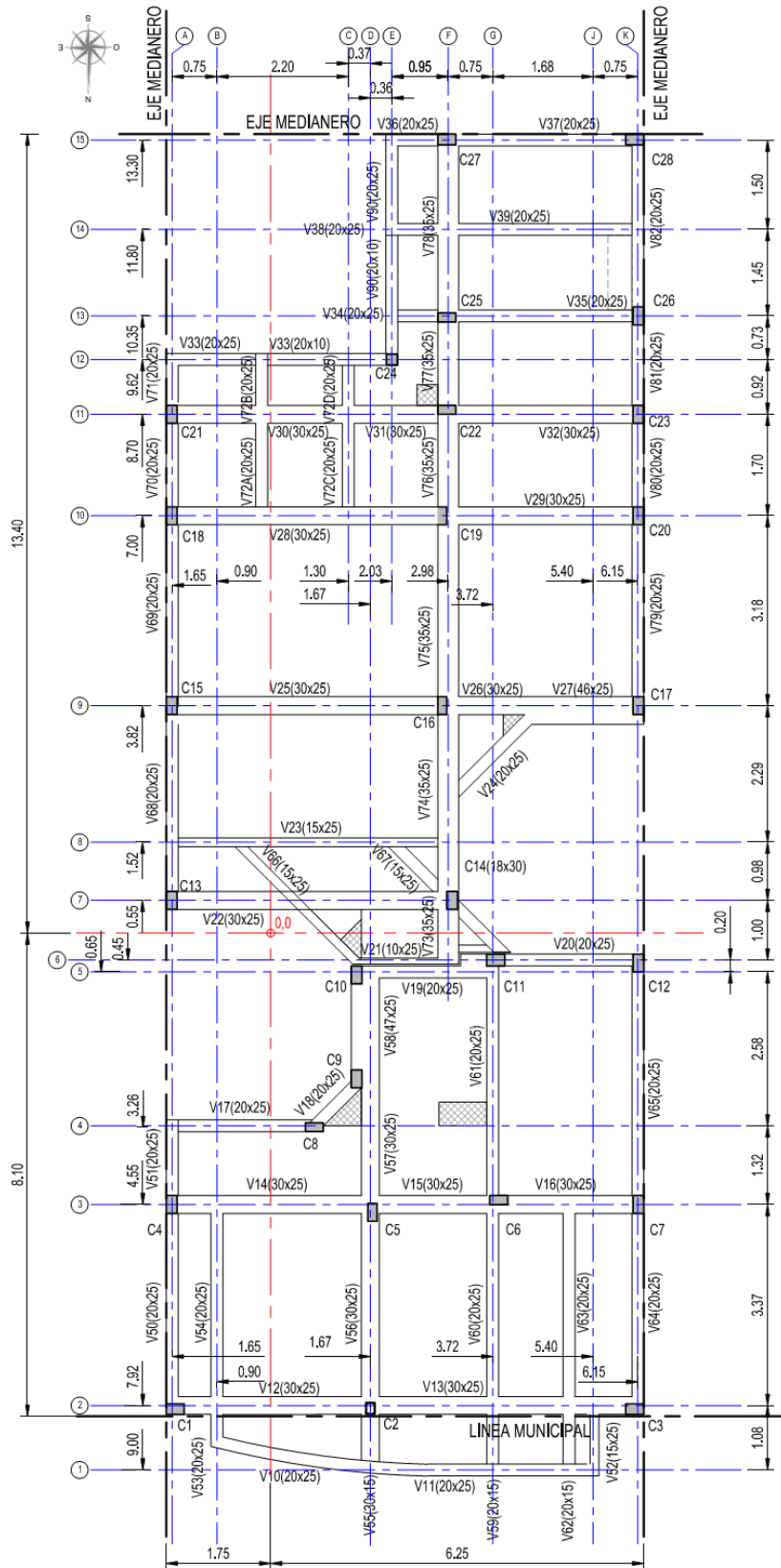
REPLANTEO COLUMNAS cota +0.00m Esc: 1:75



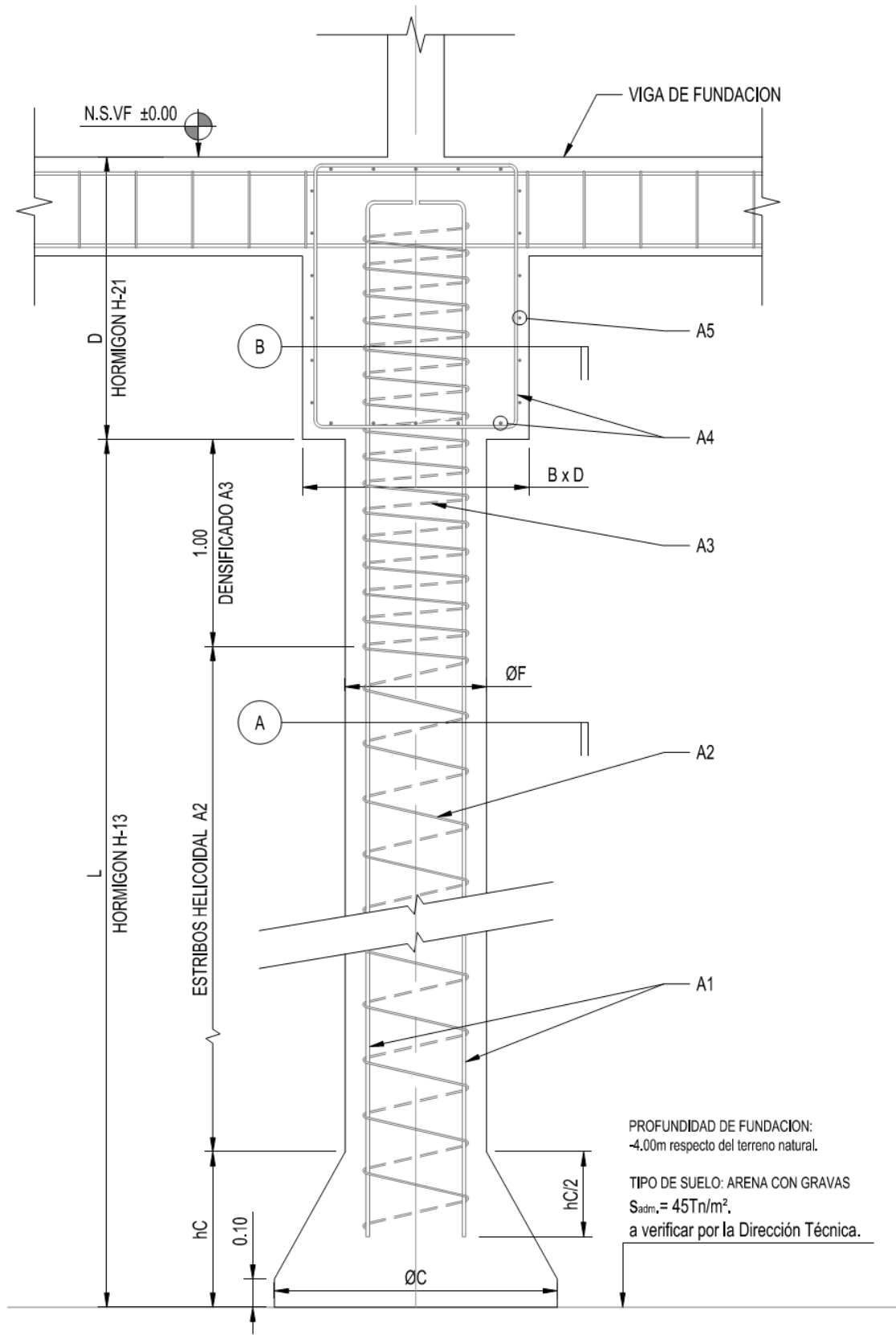
REPLANTEO VIGAS DE FUNDACION cota +0.00m Esc: 1:75



REPLANTEO TABIQUES SUBSUELO cota -2.50m Esc: 1:75



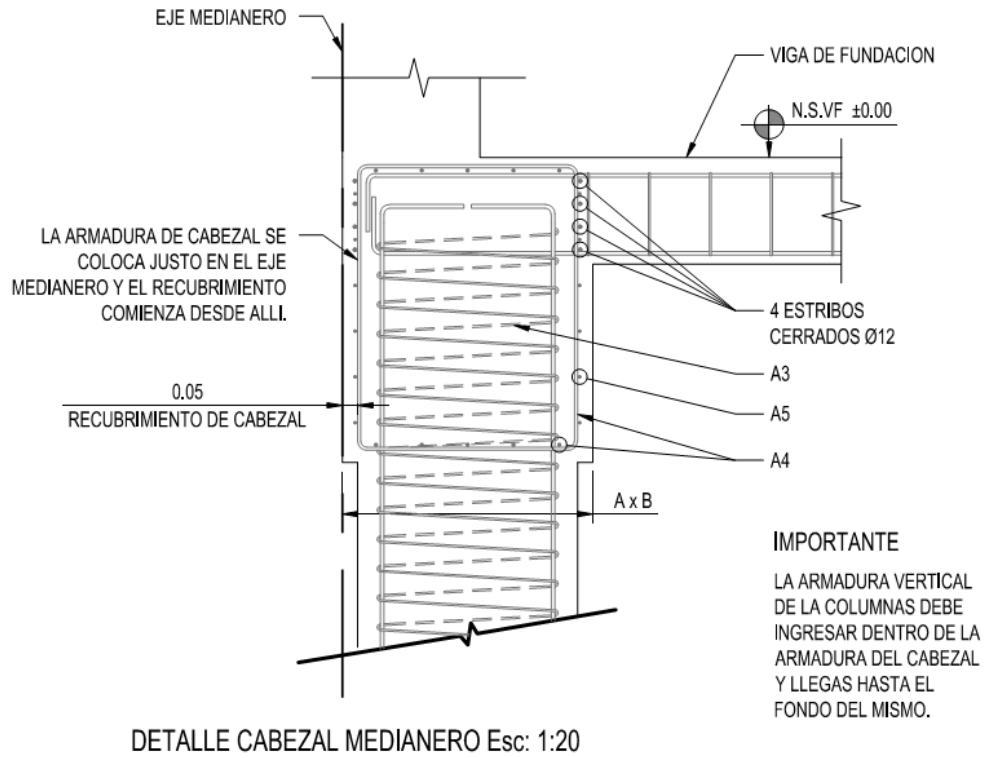
REPLANTEO VIGAS DE LOSA PB Esc: 1:75



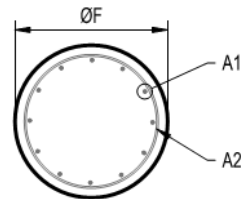
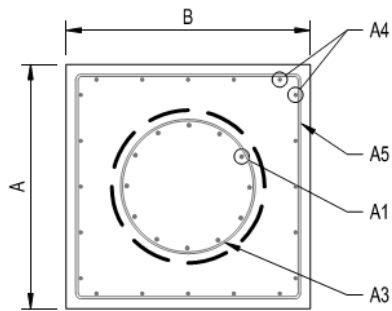
PROFUNDIDAD DE FUNDACION:
-4.00m respecto del terreno natural.

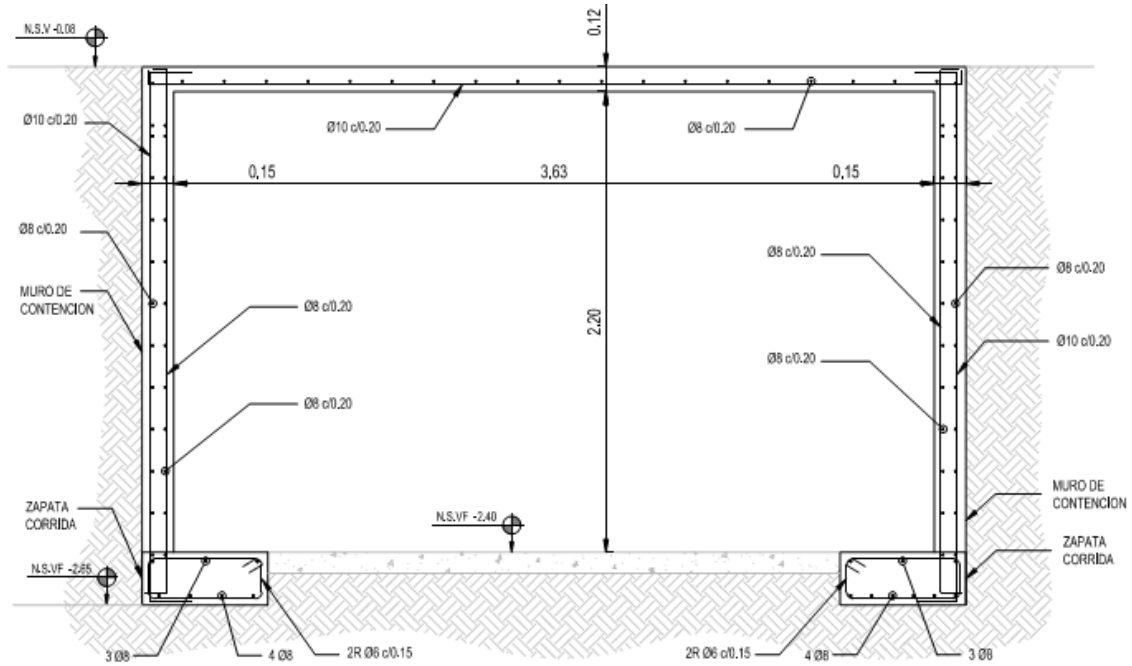
TIPO DE SUELO: ARENA CON GRAVAS
S_{adm.} = 45Tn/m².
a verificar por la Dirección Técnica.

DETALLE PILOTES Esc: 1:20

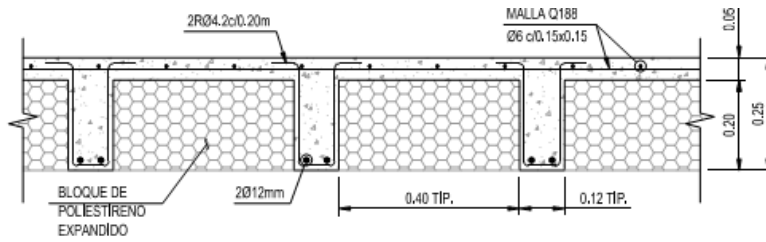


PLANILLA DE PILOTES											
PILOTES	ØF [m]	ØC [m]	hC [m]	CABEZAL			A1	A2	A3	A4	A5
				A [m]	B [m]	D [m]					
P1-P2	0.70	0.90	1.00	0.80	0.80	0.90	11 Ø12	ESPIRAS Ø6 c/0.20	ESPIRAS Ø6 c/0.10	Ø8 c/0.15	Ø10 c/0.15
P3	0.80	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	15 Ø12	ESPIRAS Ø6 c/0.20	ESPIRAS Ø6 c/0.10	Ø8 c/0.15	Ø10 c/0.15
P4	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	19 Ø12	ESPIRAS Ø6 c/0.20	ESPIRAS Ø6 c/0.10	Ø8 c/0.15	Ø10 c/0.15
P5	1.20	1.30	1.00	1.30	1.30	0.90	29 Ø12	ESPIRAS Ø6 c/0.20	ESPIRAS Ø6 c/0.10	Ø8 c/0.15	Ø10 c/0.15

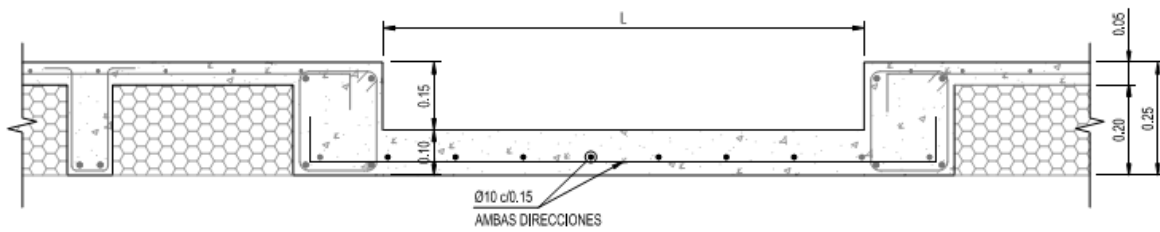




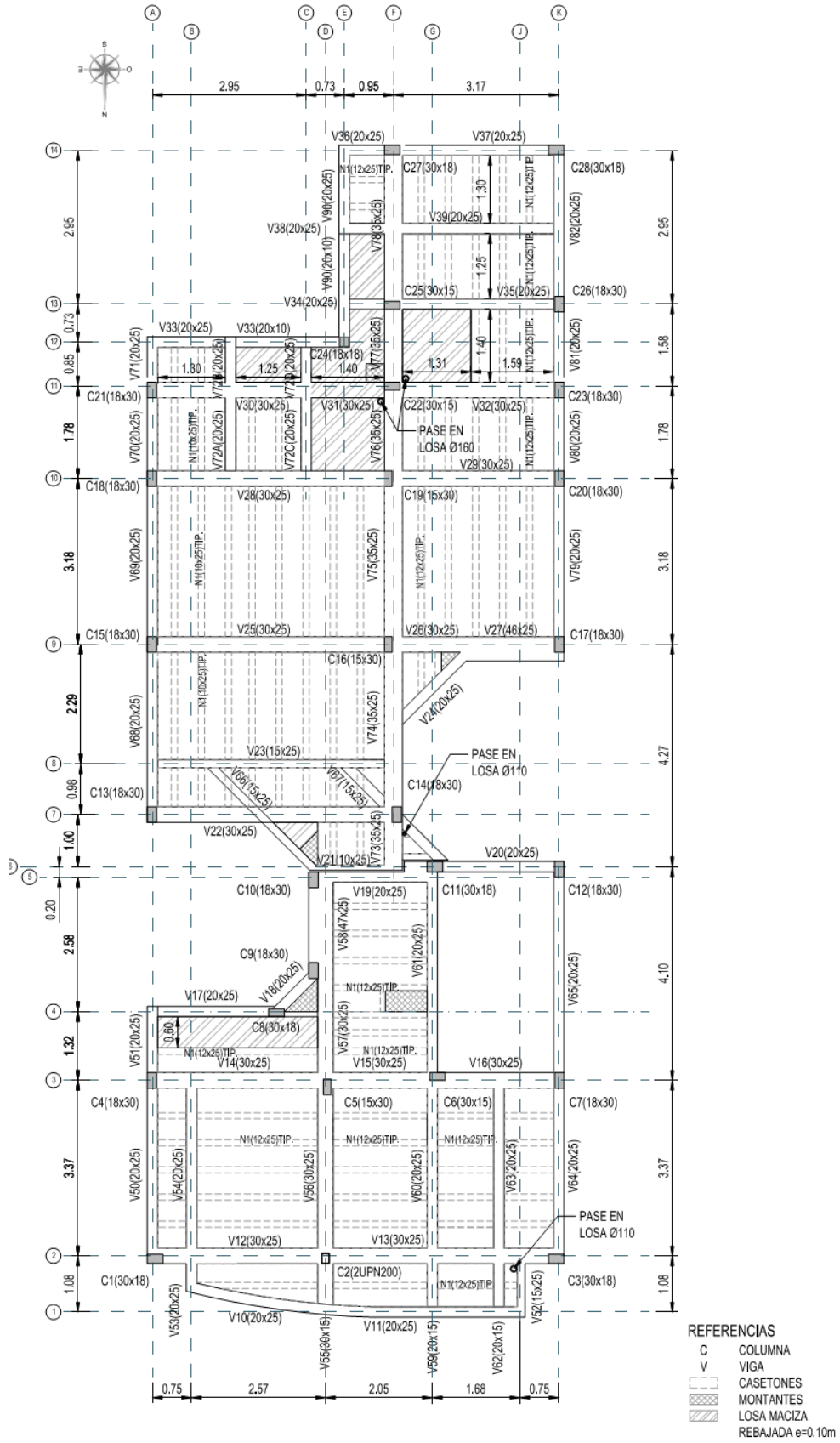
DETALLE SUBSUELO Esc: 1:25



DETALLE LOSA ALIVIANADA Esc: 1:10



DETALLE LOSA REBAJADA Esc: 1:10



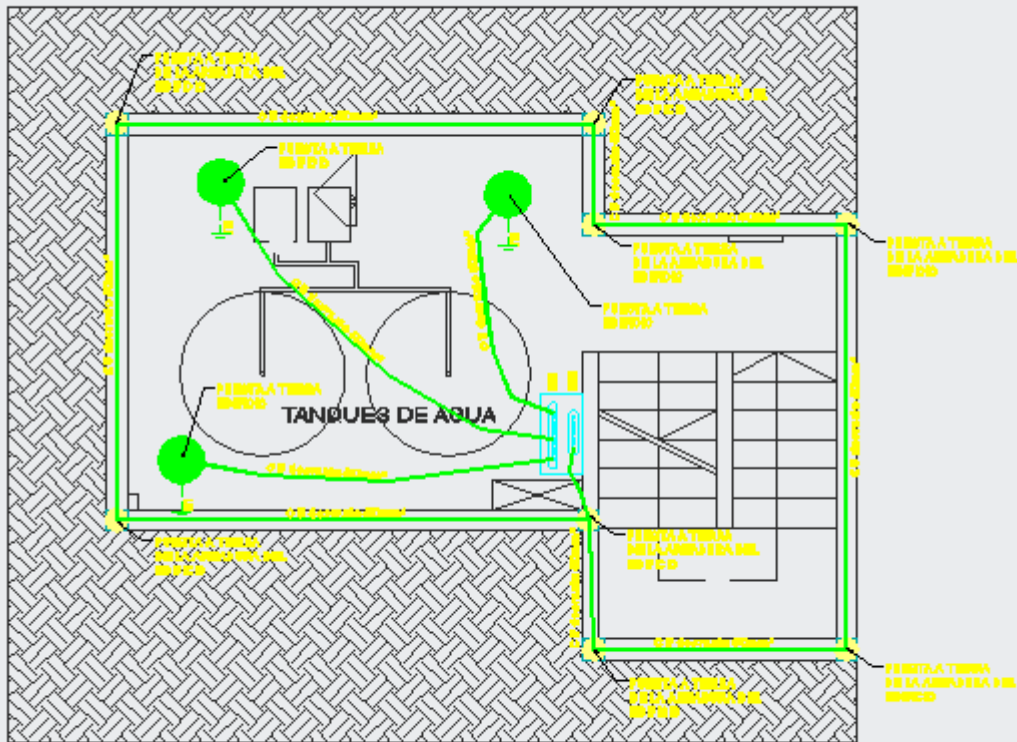
LOSA PLANTA BAJA Esc: 1:75

COLUMNAS	C1-C3 C27-C28	C2	C4-C13-C15 C17-C18-C20 C21-C23-C26	C5-C16	C7-C9-C10 C12-C14	C8-C11	C6	C22-C25	C24	C19	C22	C29-C30-C31	C32-C33
NIVEL													
AZOTEA													
3º PISO													
2º PISO													
1º PISO													
PLANTA BAJA													
SUBSUELO													

DETALLE ARMADO DE COLUMNAS

PUESTA A TIERRA.

ESQUEMA DE PUESTA A TIERRA



PLANTA SUBSUELO