



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Reporte de actividad profesional:
residencia de obra en la
construcción de un edificio de
mediana altura en zona del lago en
la Ciudad de México**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero civil

P R E S E N T A

Rodrigo Río de la Loza Herrera

ASESOR DE INFORME

Ing. Heriberto Esquivel Castellanos



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021

Contenido

Introducción.....	3
Objetivo.....	3
Descripción de la empresa	3
Antecedentes	5
I. Procedimientos y actividades para la construcción de la cimentación	7
I.1. Primera etapa de la cimentación	8
I.1.1. Descripción general y procedimiento constructivo	9
I.1.2. Actividades realizadas	16
I.2. Segunda etapa de la cimentación	18
I.2.1. Descripción general y procedimiento constructivo	19
I.2.2. Actividades realizadas	37
II. Procedimientos y actividades para la construcción de la superestructura	41
II.1. Columnas	41
II.1.1. Descripción general y procedimiento constructivo	42
II.1.2. Actividades realizadas	48
II.2. Losas.....	50
II.2.1. Descripción general y procedimiento constructivo	51
II.2.2. Actividades realizadas.....	56
III. Procedimiento constructivo y actividades para la construcción de las albañilerías. 59	
III.1. Albañilerías.....	59
III.1.1. Descripción general y procedimiento constructivo	60
III.1.2. Actividades realizadas	62
IV. Conclusiones	65
V. Bibliografía	67

Introducción

Objetivo

Objetivo del presente trabajo es mostrar las actividades que realicé como becario durante la construcción de un edificio de mediana altura, así como también describir los procesos constructivos que se realizaron en esta obra, esperando que sea de utilidad para futuros estudiantes que estén interesados en conocer un poco más acerca del área de construcción.

Descripción de la empresa

La empresa en la que trabajo es Carso Infraestructura y Construcción S.A. (CICSA) en el sector de edificación. Es una empresa mexicana del sector privado que forma parte de Grupo Carso, uno de los consorcios más grandes de Latinoamérica. Se especializa en el desarrollo de proyectos para sectores estratégicos, como agua, edificación, hidrocarburos y energía, industria, Infraestructura y telecomunicaciones.

En el sector edificación ejecuta obras destinadas a rubros como: salud, vivienda, comercio, gobierno, etc.

Misión: Desarrollar y construir proyectos de infraestructura con la mejor relación costo-beneficio, contribuyendo al desarrollo sustentable de nuestras operaciones y asegurando el retorno de la inversión de nuestros accionistas.

El equipo de trabajo de CICSA, para este proyecto, estaba compuesto por trabajadores en las siguientes áreas:

- Personal de obra civil
- Personal de instalaciones

- Personal de estimaciones
- Modeladores BIM
- Personal de seguridad
- Personal administrativo

En total éramos 20 personas, aunque esto fue cambiando durante el transcurso de la obra.

Yo entré a laborar en la empresa con el puesto de “Becario en proyecto de edificación”, y dentro del proyecto, el jefe de obra me asignó con el personal de obra civil para la segunda etapa del proyecto, que era el tramo de un ingeniero residente.

En mi puesto, las principales actividades que realizaba estaban orientadas a la supervisión de los procesos constructivos, teniendo siempre en cuenta que se tenía que realizar el mayor avance posible, coordinando y programando los trabajos de los contratistas, para hacer más eficientes los trabajos y poder cumplir con el programa de obra y las fechas de entrega establecidas, siempre manteniendo la calidad y garantizando que la construcción se realizara conforme al proyecto ejecutivo. Todo lo hacía en coordinación con el jefe de obra y el residente encargado del tramo en el que yo trabajaba.

Las mayores responsabilidades que tenía en la empresa eran, precisamente, revisar que los elementos estructurales que se estaban construyendo cumplieran con las especificaciones de los planos ejecutivos, en cuanto a calidad de los materiales, forma de armado de acero, dimensiones, y todo el proceso en general; otra de mis responsabilidades era revisar los números generadores de los contratistas para que posteriormente se les autorizara para pago. Estas y otras actividades que desempeñé en la obra las explicaré de forma más específica en los capítulos posteriores.

Antecedentes

El Tribunal Superior de Justicia de la Ciudad de México (el cliente) tuvo la necesidad de construir dicho edificio para organizar, desarrollar y evaluar procesos educativos y otorgar una constante actualización a los servidores judiciales. Para esto llevo a cabo una licitación pública que ganó Carso Infraestructura y Construcción S.A. (CICSA), la empresa en la que laboro. Para que se pudieran llevar a cabo los diversos trabajos de construcción del edificio, CICSA subcontrató a más de 30 empresas para la obra civil, topografía, laboratorio, cimentación, albañilerías, herrerías, y acabados; y otras más para la parte de instalaciones.

El papel de CICSA dentro de la obra de construcción fue organizar, coordinar y planear los trabajos de las diferentes empresas para que el proceso de la obra fuera lo más eficiente posible; supervisar los trabajos de los subcontratistas verificando que se cumpliera con los estándares de calidad, especificaciones de los planos ejecutivos y/o el reglamento de construcción, tiempos de entrega, etc.; encargarse de la parte administrativa de pagos a los subcontratistas y cobros al cliente; y, en general, llevar el control de la obra para que se ejecutara de la mejor forma posible en el tiempo establecido.

La obra comenzó en noviembre del 2016 con los trabajos preliminares de colocación de tapiales y demolición de la construcción existente, mientras que yo ingresé a trabajar ocho meses después, en junio del 2017, cuando en la primera etapa de la obra se encontraban colocando las vigas de acero para el tercer nivel de la superestructura, en tanto que en la segunda etapa (a la que fui asignado) estaban apenas en la cimentación aún faltando nueve perforaciones para pilas.

A lo largo de este trabajo se describen los procesos que se siguieron para la construcción de este edificio en particular, así como las actividades que realicé que son algunas de las actividades que realiza un ingeniero residente de obra, dependiendo del tipo de proyecto del que se trate y la empresa en la que se labore.

En el primer capítulo se habla de la cimentación dividiéndola en dos subcapítulos, el primero trata de las pilas de cimentación y el segundo del cajón de cimentación. El capítulo dos, trata de los elementos estructurales que componen a la superestructura, los cuales son columnas compuestas con columna metálica y concreto reforzado y el sistema de entrepiso compuesto por losacero. Por último, en el capítulo tres se describe la parte de la construcción de las albañilerías y se muestra el acabado final del interior del edificio. Todas las fotografías que aparecen en este reporte fueron tomadas por mí (a menos que se especifique lo contrario) durante el transcurso de mi trabajo en la obra.

I. Procedimientos y actividades para la construcción de la cimentación

El edificio está conformado por 11 niveles con una altura total desde planta baja hasta el nivel superior de losa de 53 m, de los cuales, la planta baja corresponde a comercios, el nivel 1 es usado mayormente como estacionamiento y una parte como oficinas, el nivel 2 es para estacionamiento, los niveles 3 al 11 tienen uso de oficinas y escuela. En la figura 1 se muestra un resumen de la distribución del edificio por nivel.



Figura 1. Esquema del uso del edificio por nivel.

El área total del terreno es de 4,361 m² de los cuales el edificio fue desplantado en un área total de 3,489 m², dejando así el 20% de área libre. Contando todos los niveles el edificio tiene 41,236 m² de superficie de construcción.

La forma del terreno es rectangular como se muestra en la vista de planta en la figura 2. En cuanto a la parte de la obra civil (que es en lo que participé) la obra se dividió en dos frentes de trabajo, el primero del eje G al N, y el segundo frente del eje A al G.

Cuando comencé a laborar en esta obra, el primer frente se encontraba en el nivel 4 en el proceso de montaje de la estructura metálica y en la planta baja realizando los trabajos de armado de acero para losas y columnas. Mientras que el segundo frente (en el que yo estaba) se encontraba en el proceso de perforación del suelo, armado de acero y preparaciones para las últimas nueve pilas de cimentación.

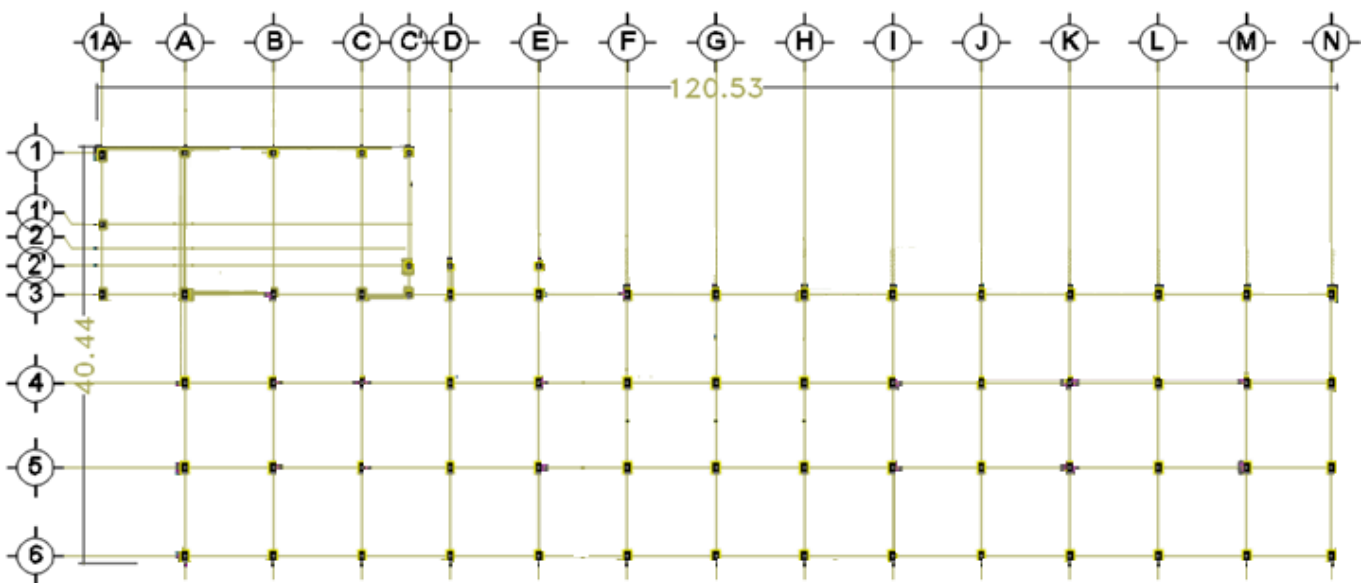


Figura 2. Vista de planta del edificio

I.1. Primera etapa de la cimentación

En la cimentación del edificio me tocó participar como apoyo en la residencia de obra, realizando diversas actividades en los procesos que se describen en los siguientes subtemas.

Las pilas son un tipo de cimentación profunda que, de manera general, se caracterizan en que son elementos fabricados in situ por lo que siempre son de concreto, tienen sección circular, su diámetro es mayor al de los pilotes (generalmente mayor a 60 cm) y su funcionamiento es principalmente por punta. Este tipo de

cimentación se utiliza cuando la capacidad de carga del suelo no es suficiente para resistir el peso de la estructura, entonces se debe llegar a la capa dura del suelo.

I.1.1.Descripción general y procedimiento constructivo

En esta obra se cimentaron 73 pilas, cuya profundidad es de 58 m en 65 pilas y 54 m en las 8 pilas restantes. La ubicación, distribución y características de cada pila se encontraba en los planos estructurales de cimentación. Cuando ingresé a trabajar, las pilas que faltaban por hacer eran las de los ejes 1A-1, 1A-1', 1A-3, A-1, A-2, A-3, B-1, B-2 y C-1.

El proceso de construcción que se siguió en la obra para construir las pilas fue el siguiente:

Lo primero fue designar la pila que se iba a construir, solicitar a los topógrafos el trazo de la ubicación y los niveles en el que se encontraba el piso y al que se debe llegar con la perforación.

Después, se perforó un barreno vertical en el subsuelo con el diámetro que indican los planos de cimentación, dependiendo del tipo de pila que se iba a construir, y hasta la profundidad de 58 m o 54 m según la ubicación de la pila. En la tabla 1 se encuentran los ocho tipos de pilas diferentes que se usaron en el proyecto, siendo la pila P-1 la de menor diámetro con 100 cm; luego la P-3 con 130 cm, la P-4 con 140 cm, la P-7 con 170 cm de diámetro y, la más grande fue la P-8 con 180 cm de diámetro.

TIPO DE PILA	NIVEL DE DESPLANTE (m.)	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m.)	NUM. DE PIEZAS
● P-1*	N.-0.75	-54.00	6
● P-1	N.-3.70	-58.00	9
⊘ P-3*	N.-0.75	-54.00	2
⊘ P-3	N.-1.05 δ N.-3.70	-58.00	19
⊘ P-3A	N.-3.70	-58.00	4
⊘ P-4	N.-1.05 δ N.-3.70	-58.00	5
⊘ P-7	N.-1.05 δ N.-3.70	-58.00	25
○ P-8	N.-1.05	-58.00	3
TOTAL =			73

Tabla 1. Tipos de pilas.

La máquina que se usó para hacer el barreno en el subsuelo fue una perforadora HR 260 como la que se muestra en la figura 3. Por el tipo de suelo que tenía el terreno se usaron dos herramientas que se acoplaban en el extremo inferior de la barra, en la figura 3 se muestra la broca espiral cilíndrica, mientras que en la figura 4 se muestra la perforadora acoplada con la otra herramienta a la cual se le llama bote cortador.



Figura 3. Perforadora HR 260 utilizada en la obra acoplada con broca espiral cilíndrica.



Figura 4. Perforadora acoplada con bote cortador.

Durante las perforaciones, se utilizó un ademe metálico recuperable para estabilizar el brocal de la perforación, el ademe es un tubo del diámetro que se requiere para la pila y la longitud depende de la inestabilidad del suelo, en este caso llegaba hasta una profundidad de 3.60 m y se hincaba justo después de realizar la excavación hasta dicha profundidad. Una vez colada la pila, se retiraba el ademe. En la figura 5 se puede observar el ademe metálico sostenido por la perforadora.



Figura 5. Colocación de ademe metálico.

Debido a la gran inestabilidad del suelo, además del ademe, también se utilizó lodo bentonítico para estabilizar las paredes y evitar derrumbes ya que el suelo era muy inestable por la presencia del agua freática a pocos metros de la superficie. En la figura

6 se observa cómo se aplica el lodo bentonítico en la perforación de una pila. Este lodo se bombea desde el tanque hasta la pila de forma progresiva conforme avanza la perforación.



Figura 6. Aplicación de lodo bentonítico.

Por otra parte, mientras se hacía la perforación, en otro lado de la obra se realizaba el armado de acero de las pilas de acuerdo con las especificaciones del plano estructural. Se tenía un armado diferente para cada uno de los seis tipos de pila, a mí únicamente me tocó supervisar el armado de pilas tipo P-1 y P-3. El armado principal de las pilas se muestra en la figura 7 y figura 8, además se colocaban “corazones” para que mantuviera la forma circular de la sección y se colocaban también ganchos para izaje.

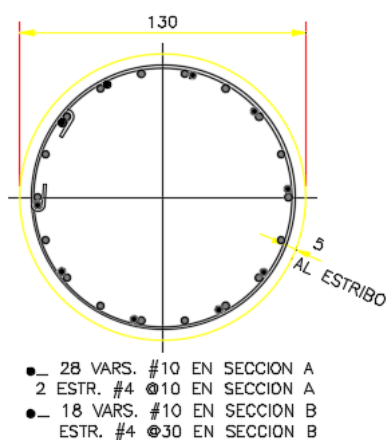


Figura 7. Armado de acero de pila P-3.
Colinas de Buen S.A. de C.V. (2016)

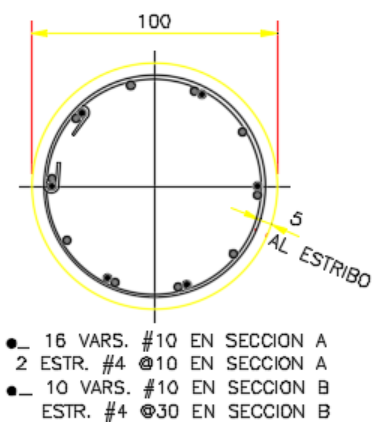


Figura 8. Armado de acero de pila P-1.
Colinas de Buen S.A. de C.V. (2016)

El armado de la jaula de acero se realizaba en tres secciones para facilitar la colocación dentro de la perforación. En la figura 9 se puede observar una sección de la jaula completamente armada, en donde el siguiente paso es prepararla para el izaje.



Figura 9. Sección terminada de una jaula de acero.

Para el izaje se utilizó una grúa móvil montada sobre orugas como la que se muestra en las figuras 10-c y 10-d, esta grúa disponía de tres cables para realizar la maniobra y colocar la jaula de acero dentro de la perforación. En la figura 10 se muestra la secuencia de la maniobra de izaje de la jaula de acero. En la última foto, figura 10-f, se observa la sección de la jaula ya colocada dentro del hueco siendo sostenida por vigas de tal forma que sobresalga lo suficiente para que se pueda unir la sección siguiente. La jaula de acero quedaba centrada, cumpliendo con el recubrimiento mínimo especificado en los planos, que en este caso fue de 5 cm.

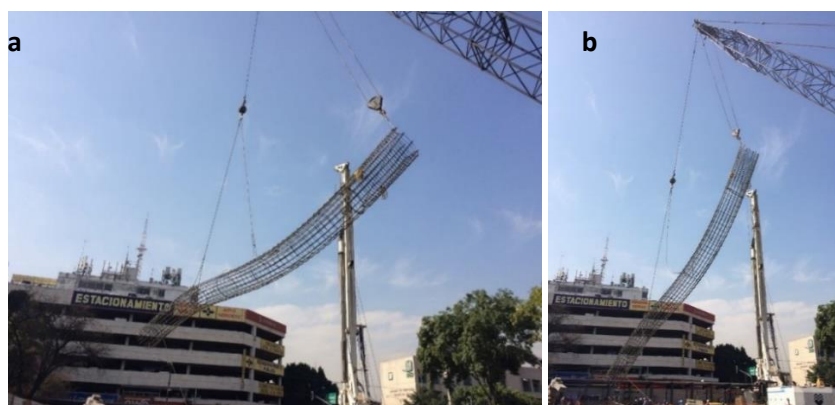


Figura 10-a. Izaje de una sección de la jaula de acero.



Figura 10-b. Izaje de una sección de la jaula de acero.

Antes de comenzar con el proceso de colado se coloca una plataforma metálica sobre unas viguetas encima de la perforación de la pila, la cual se muestra en la figura 11, sobre la que van a estar los trabajadores realizando todas las maniobras necesarias para el colado, como el desacople de los tubos principalmente.



Figura 11. Plataforma para colado de pila.

Para los colados se utilizó el llamado método tremie que consiste en acoplar tramos de tubería de 3 m de longitud, con apoyo de una grúa móvil, hasta llegar al fondo de la perforación menos un diámetro de la tubería, aproximadamente (los tramos de tubería deben estar en buen estado para que no existan filtraciones durante el colado). Después, se arroja por la tolva un tapón deslizante y en seguida se comienza a vaciar el concreto sobre la tolva desde el camión revolvedor, tal como se observa en la figura 12. Se llena la perforación de la pila con un flujo continuo de concreto y se deposita en el fondo, desplazando al lodo bentonítico hacia la parte superior de la perforación.



Figura 12. Colado de pila.

Durante el colado se tomaban medidas de la altura del concreto dentro de la perforación, cada que se terminaba de vaciar una olla alguno de los trabajadores con más experiencia las obtenía con una sonda la cual recogía una muestra del interior de la perforación mientras que del otro lado tenía marcas para conocer la longitud. En la figura 13 se alcanza a ver la sonda que usaban en la parte inferior izquierda.

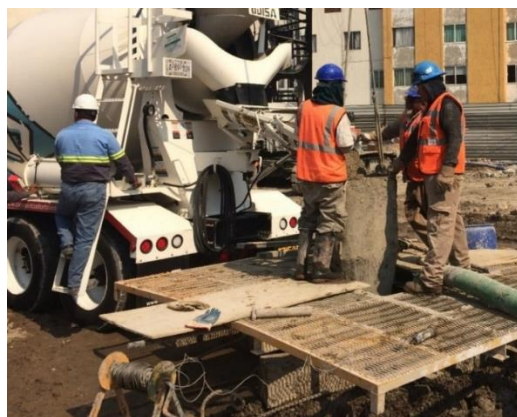


Figura 13. Colado de pila.

La forma en que se aseguraba que se había completado el colado de la pila era cuando el concreto se desbordaba por el brocal, en ese momento se detenía el camión revolvedor de seguir tirando concreto, se bombeaba el exceso de lodo bentonítico que fuera posible y se desarmaban los últimos tramos de tubería.

I.1.2.Actividades realizadas

Como parte del equipo de obra civil tenía que conocer todos los aspectos relacionados con los procesos constructivos que se iban realizando y, a la vez, prever los procesos que continuaban, tratando de evitar contratiempos y anticiparme a los problemas que se pudieran presentar.

Lo primero que tuve que hacer cuando me integre a trabajar en este proyecto fue estudiar los planos de obra civil: arquitectónicos, estructurales de pilas, dados de cimentación, contratrabes, losas y columnas; cortes generales, niveles, trazos, etc. Todo de forma general para entender en qué etapa del proyecto se encontraba la obra y que procesos seguirían.

Luego, ya habiendo estudiado el proyecto me integré por completo a la obra donde una de mis actividades en esta etapa fue estar presente y supervisar todo el proceso de construcción de las pilas. Me encargaba de solicitar a los contratistas los trabajos a realizar, en qué momento hacerlos y revisarlos una vez terminados.

Para la perforación de las pilas era importante verificar que el barreno se hiciera en una sola etapa hasta la profundidad de desplante y que se aplicara el lodo bentonítico de forma progresiva. En la supervisión del armado de acero de las pilas debía revisar que el acero de refuerzo correspondiera con el del plano en: diámetros de las varillas, separaciones de acero longitudinal, separaciones de estribos, que tenga los rigidizadores suficientes para mantener la forma de la sección; así como, revisar que los empalmes de las varillas no queden en la misma sección transversal.

Para cada pila el encargado llevaba un registro en el que yo apoyaba para llenarlo, este registro incluía: fechas de inicio y de terminación de la perforación, dimensiones, elevaciones de desplante y de la cabeza, longitud de la perforación, dificultades al perforar, observaciones del material de apoyo, de las paredes y características del lodo estabilizador.

También me encargaba de llevar un registro de los colados en donde se incluían las características del concreto, revenimiento, resistencia, aditivos que contenía, observaciones del colado, hora de salida del camión revolvedor de concreto de la planta, hora de llegada, hora en que empezaba a tirar el concreto y hora de finalización. Todos los registros de los colados se guardaban en carpetas para consultarlos durante la revisión de generadores de obra o para cualquier aclaración que se presentara.

Durante todo el proceso de colado debía estar pendiente de que todo se realizase conforme a las especificaciones estructurales, como que el concreto llegue en buen estado y que se realizaran todas las pruebas de revenimiento y muestras de cilindros correctamente, que se hayan colocado los tramos de tubería necesarios para la profundidad y, también llevaba un registro de la altura que subía el concreto cada que se vaciaba una olla y se comparaba con el volumen teórico que debía subir, esto con la finalidad de asegurar que la tubería se mantuviera siempre embebida en el concreto y no retirar tubos de más cuando se fuera desacoplando la tubería. Además, servía también para tratar de predecir si iba a faltar concreto para anticiparnos y solicitarlo a la planta, para garantizar la continuidad del colado. Cabe aclarar también que, aunque mi trabajo no era de segurista de obra, si veía a algún trabajador sin el equipo de protección adecuado o realizando actividades que pudieran poner en riesgo su seguridad o la de los demás lo tenía que reportar para que fuera sancionado por los compañeros de seguridad de la obra.

I.2. Segunda etapa de la cimentación

La siguiente parte de la cimentación estaba compuesta por dados de concreto reforzado que se desplantaban sobre las pilas, contratrabes que ligaban a los dados y cajón de cimentación compuesto por losa de cimentación desplantada sobre el nivel superior de las contratrabes, muros laterales e intermedios y losa tapa de cimentación.

Secuencia de la cimentación:

En las figuras 14-a y 14-b se muestra como fue progresando la cimentación, desde la excavación de las zanjas, el descabece de pilas, el montaje de los precolados de las contratrabes, el armado de los dados, el armado de las losas, los muros cimbrados y colados, el armado de la losa tapa y al final se ve el nivel de planta baja terminado de colar. El proceso de toda esta etapa es lo que se explicará en el subcapítulo siguiente.

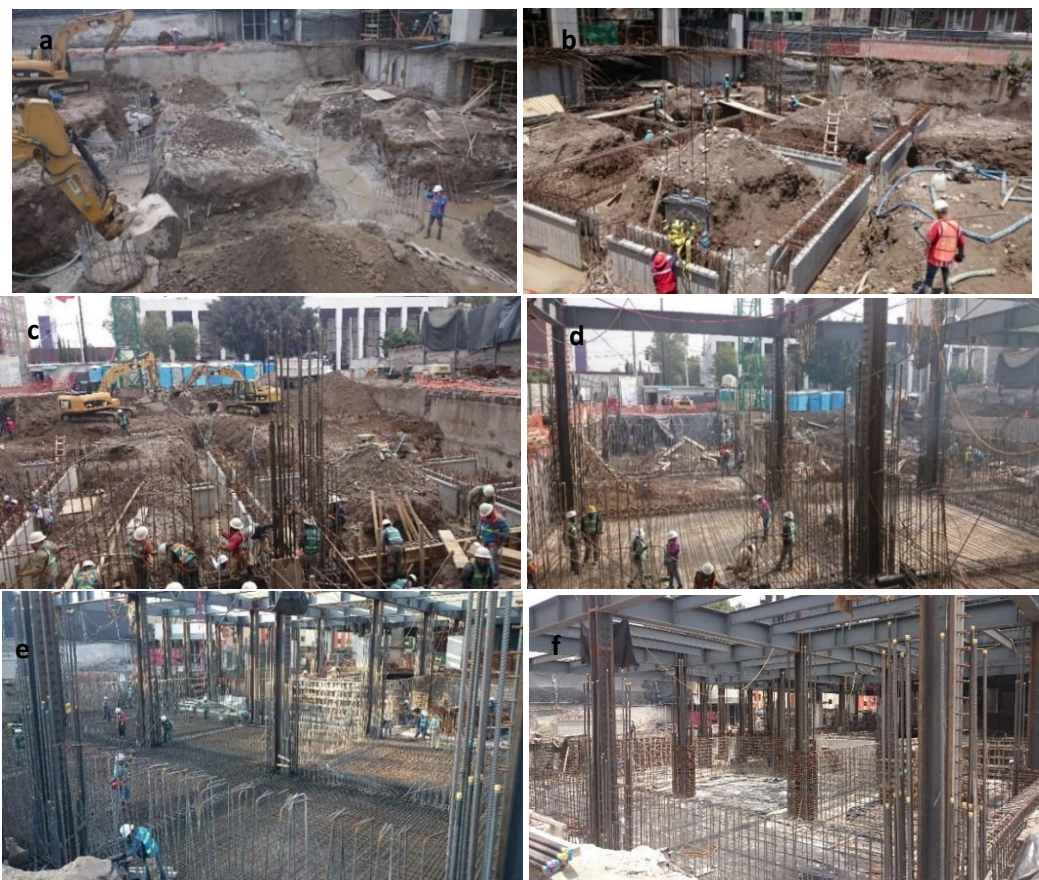


Figura 14-a. Secuencia de fotografías de la cimentación.



Figura 14-b. Secuencia de fotografías de la cimentación.

I.2.1.Descripción general y procedimiento constructivo

Contratraves de cimentación:

En los días que se estaban terminando de colar las últimas pilas, en otra parte de la obra, ya se estaba avanzando en la excavación de las zanjas para las contratraves con dos excavadoras Cat modelo 320D (figura 15). Mientras se excavaba se tenía que bombear el agua del nivel freático que en esa zona se encontraba a solo 3.5 m de profundidad, esto se hizo con tres motobombas a gasolina. También, se iba realizando el descabece de pilas que consiste en la demolición del concreto para dejar descubierto el armado de acero de la pila que se dejó como preparación para enlazarlo con los dados.



Figura 15. Excavadoras Cat 320 excavando las zanjas para las contratraves.

Para las contratraves de cimentación se usaron elementos precolados a los que llamamos Trabe canal, las cuales se colocaron en las zanjas que se excavaron y sobre una plantilla de concreto simple con resistencia de 100 kg/cm^2 , de aproximadamente 5 cm de espesor. Su función principal es la de unir a los dados de cimentación para hacer más rígida la estructura. Se tenían diferentes tipos de traves, con el mismo armado de acero, pero diferente longitud, las especificaciones y la ubicación para su colocación estaban definidas en los planos de montaje del proyectista.

Las traves canal precoladas tenían una sección “U” como la que se muestra en la figura 16, 0.60 m de base por 1.45 m de peralte y sobresalen 2 pares de estribos que se conectarían con el armado de la losa de cimentación; además de estos estribos, contaban con el acero que se muestra en la figura 16. Su fabricación fue con concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, en un lugar fuera de la obra y llegaban listas para ser montadas. Después de colada la plantilla de concreto, los topógrafos hacían los trazos para la correcta ubicación dentro de las zanjas y luego se procedía con el izaje (figura 17).

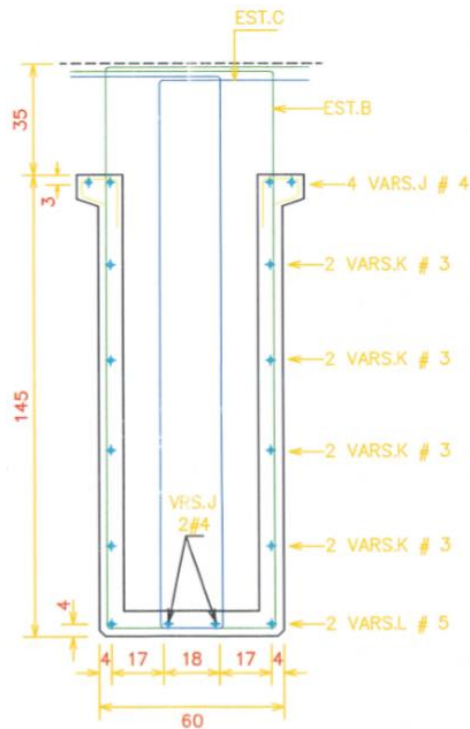


Figura 16. Corte transversal de la trabe canal. Grupo Loyfa (2017).



Figura 17. Colocación de trabe canal.

Dados de cimentación:

Una vez colocados los precolados en su lugar, se terminaba de realizar el armado que indican los planos estructurales y se conectaba con el armado de los dados de cimentación que, de forma general, consistía en varillas verticales de 1 ¼” de diámetro, estribos de ½” de diámetro y grapas en las esquinas con acero de ½” de diámetro (ver figuras 18 y 19). Se tenían diferentes tipos de dados en los que variaba el armado de acero dependiendo de su ubicación en la obra; algunos se conectaban con una trabe en cada uno de sus lados, los de las orillas se conectaban con muro de

contención y de un lado con una trabe y los de las esquinas con muro de contención por dos lados. Además, se tenían dados de diferentes medidas dependiendo del diámetro de la pila sobre la que se iban a montar y del nivel sobre el terreno que se iban a desplantar, ya que como se ve en la tabla 1 (tipos de pilas) se tenían tres niveles de desplante.

En la figura 20 se muestran fotos de la secuencia del armado de acero de un dado: en la figura 20-a se observan las varillas que forman parte del acero longitudinal de las pilas, que se descubre para conectarse con los dados; el lecho superior e inferior del acero longitudinal de las contratraves que, por ser el dado de una esquina del edificio, terminan con dobléz a 90°. En la figura 20-b se observa que ya se montó la trabe canal del otro eje con su respectivo acero longitudinal. En la figura 20-c se ve colocados los paquetes de los estribos de columna, las grapas en la esquina del dado y los estribos de dado; y, por último, en la figura 20-d se ve un dado completamente armado.

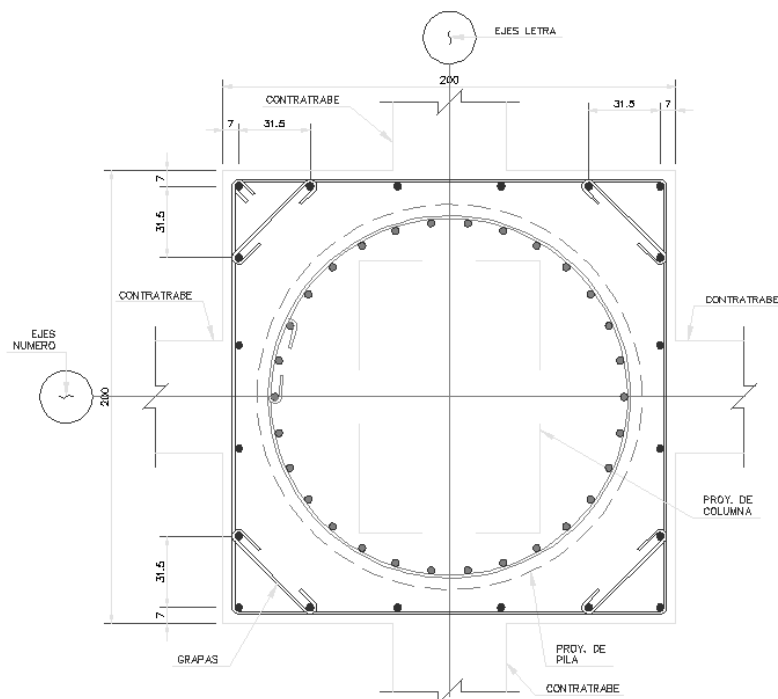


Figura 18. Armado de acero de dados de cimentación. Colinas de Buen S.A de C.V. (2016).

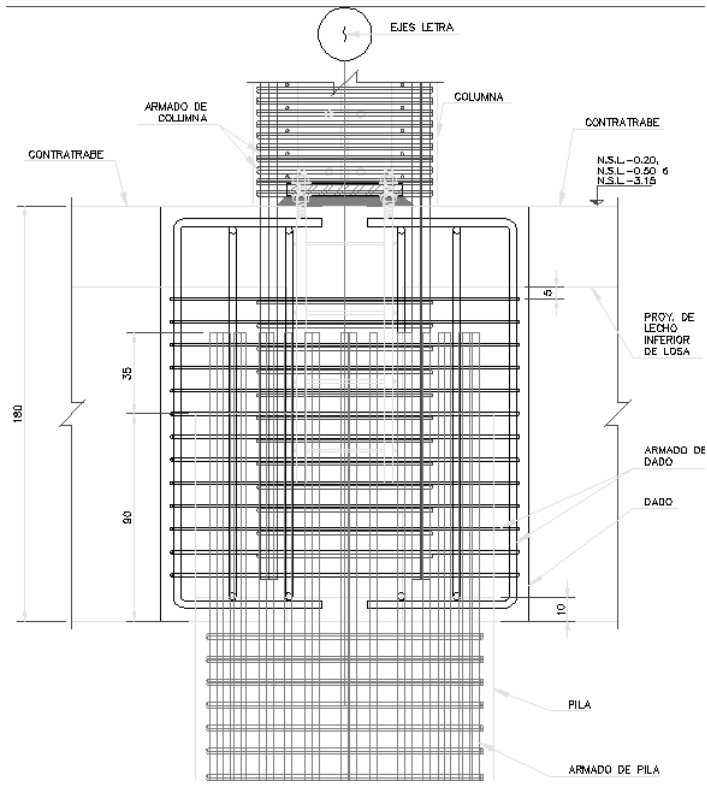


Figura 19. Armado de acero de dados de cimentación. Colinas de Buen S.A de C.V. (2016).



Figura 20. Fotografías del armado de acero de los dados.

En obra se colocaban varillas de 1 ¼” de diámetro longitudinalmente en las trabes y cruzando el armado de los dados para dar continuidad en las trabes precoladas, en la figura 21 aparece un esquema de la conexión entre dados y contratraves. Para el acero longitudinal, se colocaban en la parte inferior de la trabe 14 piezas y otras 14 piezas en la parte superior, con un separador de 1 ½” de diámetro (figura 22).

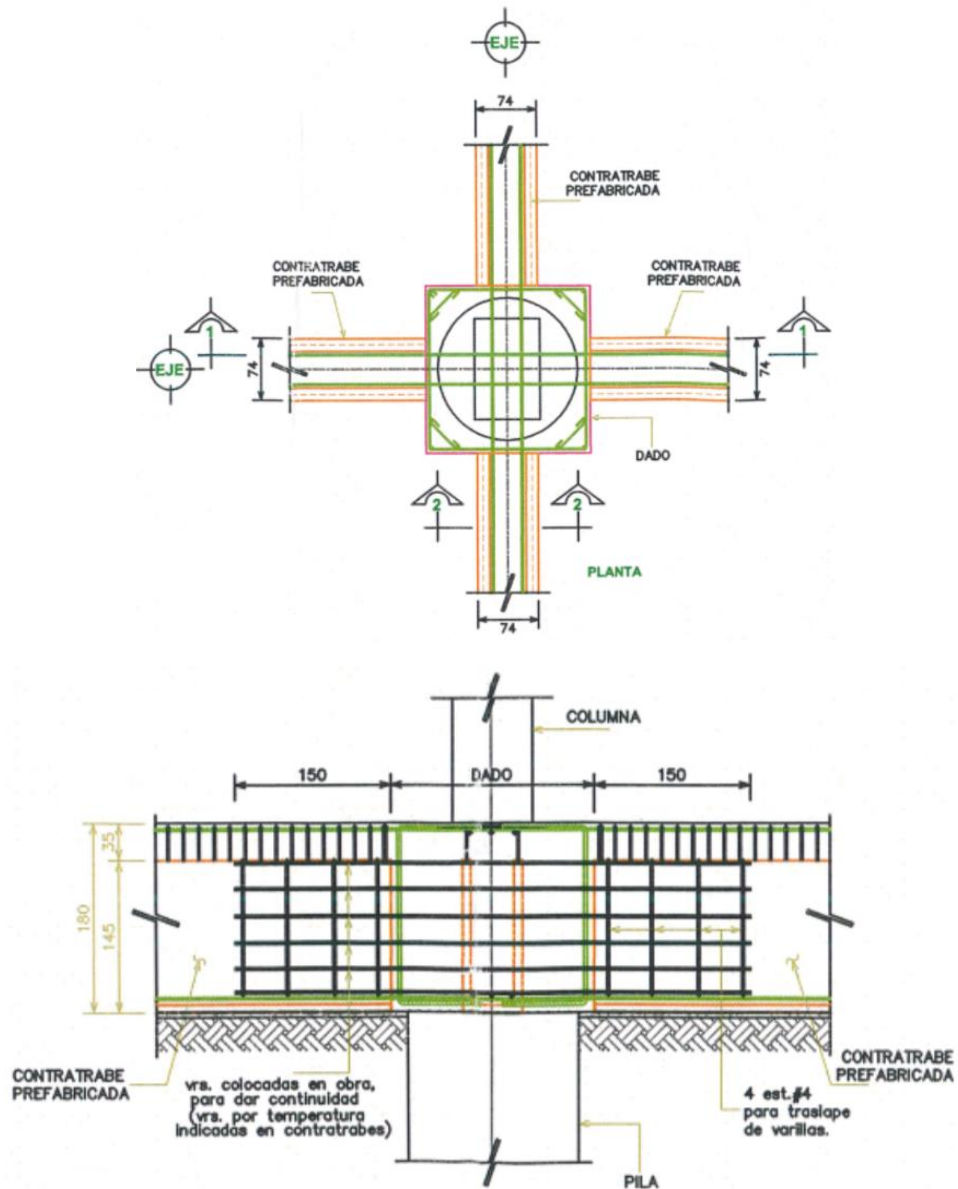


Figura 21. Armado de acero de contratraves y dados para dar continuidad. Grupo Loyfa (2017).

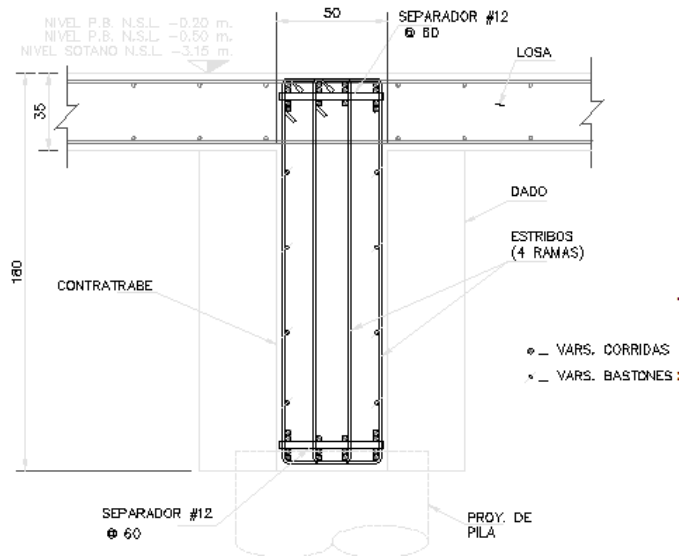


Figura 22. Sección transversal de la trabe canal. Distribución del acero longitudinal. Colinas de Buen S.A. de C.V. (2016).

Anclas metálicas:

Cuando ya se tenía armado el acero del dado, de la contratrabe y de la columna, se procedía a colocar cuatro anclas de varilla corrugada de 5/4" de diámetro con extremos roscados (figura 23-a) sobre las que se montaría posteriormente la columna de acero.

En la figura 23-b se muestra la placa sobre la que se colocan las anclas, esa placa sirve únicamente para nivelarlas y sostenerlas mientras se realiza el colado. En la figura 23-c se observan las anclas ya colocadas en su lugar y cubiertas para evitar que les caiga concreto. Después su realiza el colado del dado y, una vez que endurece el concreto, se puede retirar la placa que sostiene a las anclas. Luego se monta la columna del perfil de acero con su placa base soldada como se ve en la figura 23-d. Por último, se aplicó Grout¹ de resistencia $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$ en el espacio entre la placa base de la columna y el concreto (figura 23-e). En la figura 23-f se ve como queda montada la columna metálica.

¹ Es también conocido como mortero para anclaje, el cual es un material fluido, autonivelante que sirve para rellenar el espacio entre la placa base y el concreto y realizar una transmisión uniforme de los esfuerzos.



Figura 23. Proceso de colocación de viga de acero para columna.

Colado de los dados y contratraves:

En la obra se contaba con una bomba de concreto estacionaria que se tenía de planta y, eventualmente, se pedía una segunda bomba siempre con al menos un día de anticipación, cuando era necesario realizar dos colados el mismo día en diferentes zonas de la obra. Para el pedido de la bomba se especificaba la distancia horizontal y vertical a la que se realizará el colado, así como la capacidad de bombeo.

Para el colado de las contratraves y dados la bomba que se usó mayormente fue la de la figura 24, con una capacidad de 30 m³/h y alcance horizontal máximo de 60 m. Para llegar de la bomba hasta el elemento que se va a colar, se utilizó una tubería de 5 pulgadas de diámetro compuesta principalmente por tramos de tubos de 3 m, tramos

de 1 m, codos radio corto, codos radio largo manguera flexible, abrazaderas y empaques. Para los colados de estos elementos que estaban al mismo nivel de la bomba y a distancias de máximo 50 m, normalmente, se comenzaba a montar la tubería una hora antes de que llegara el primer camión revolador.



Figura 24. Bomba estacionaria de concreto.

Posteriormente se realizaba el pedido de concreto, para los dados y contrarabes se utilizó concreto hidráulico clase 1 con resistencia $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, tamaño máximo del agregado 3/4" con revenimiento de 18 cm.

Cuando las anclas estaban colocadas y niveladas con la placa que las sostiene se comenzaba con el proceso de cimbrar el dado (figura 25-a), luego los operadores de la bomba de concreto ensamblaban su tubería y cuando llegaba el camión revolador se comenzaba con el colado.

Durante el colado de estos elementos estructurales participaban dos personas que se encargaban de mover la tubería, el operador de la bomba, dos personas encargadas de vibrador de concreto, dos ayudantes y el cabo de oficios quién es el jefe de la cuadrilla y cuya función era coordinarlos. Además, se tenía la supervisión de los residentes, tanto de CICSA como del contratista.

En la figura 25-b se observa la base de madera que armaban para maniobrar y las traves recién terminadas de colar, en la figura 25-c se observa el acabado del dado y parte de las contratrabes ya descimbrados.

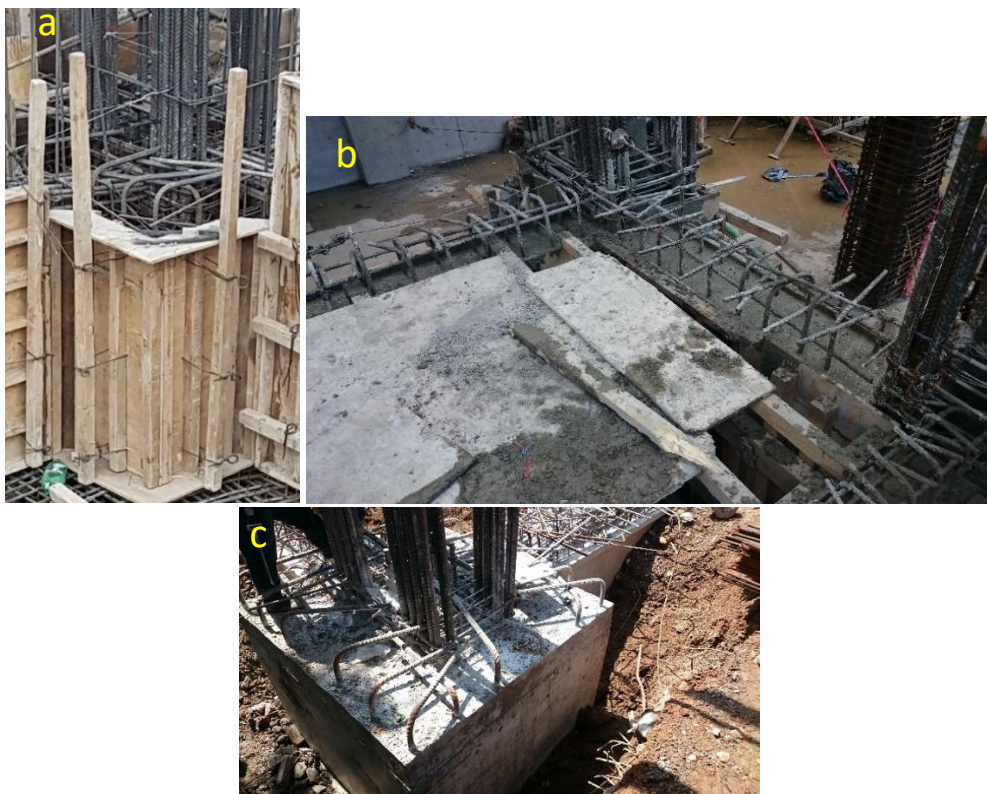


Figura 25. Colado de dados y contratrabes.

Relleno de zanjas:

Después se procedió a rellenar las zanjas con el mismo material que se había excavado (figura 25-a) en algunos casos con ayuda de un minicargador Caterpillar, y se iba compactando en capas de 20 cm con compactadora de impacto manual tipo bailarina (figura 25-b). En la figura 25-c se observa cómo queda terminado el relleno en donde finalizan las contratrabes, listo para comenzar el desplante de la losa en el nivel que se encuentra indicado en los planos estructurales de losas.



Figura 26. Relleno de material.

Losa de cimentación, nivel sótanos (-3.15 m):

Después del afine, nivelación y compactación del terreno, se colocó membrana Voltex² (figura 26), para la impermeabilización de las losas de concreto. Su instalación se hacía directamente sobre el terreno compactado teniendo en cuenta que la cara del geotextil es la que tenía que quedar en contacto con el concreto, y se fijaba al terreno con clavos traslapando aproximadamente 10 cm los tramos de membrana.



Figura 27. Membrana Voltex colocada en el terreno.

² La membrana Voltex está compuesta por dos paños de geotextiles de polipropileno y bentonita de sodio, es capaz de hidratarse con aguas contaminadas y con presencia de sal, y, además, tiene la capacidad de auto reparación frente a perforaciones accidentales.

De las contratrabas quedaba la preparación del acero que se conectaría con el armado de acero de la losa en el nivel de sótanos, el cual estaba formado por dos lechos de varillas corridas de 5/8" de diámetro a cada 20 cm, más otras varillas de 5/8" de diámetro a cada 20 cm con diferente armado en lecho superior e inferior, como se muestra en la figura 28-a. En la zona donde se ubicaban las cisternas cambiaba el armado de acero al que se muestra en la figura 28-b.

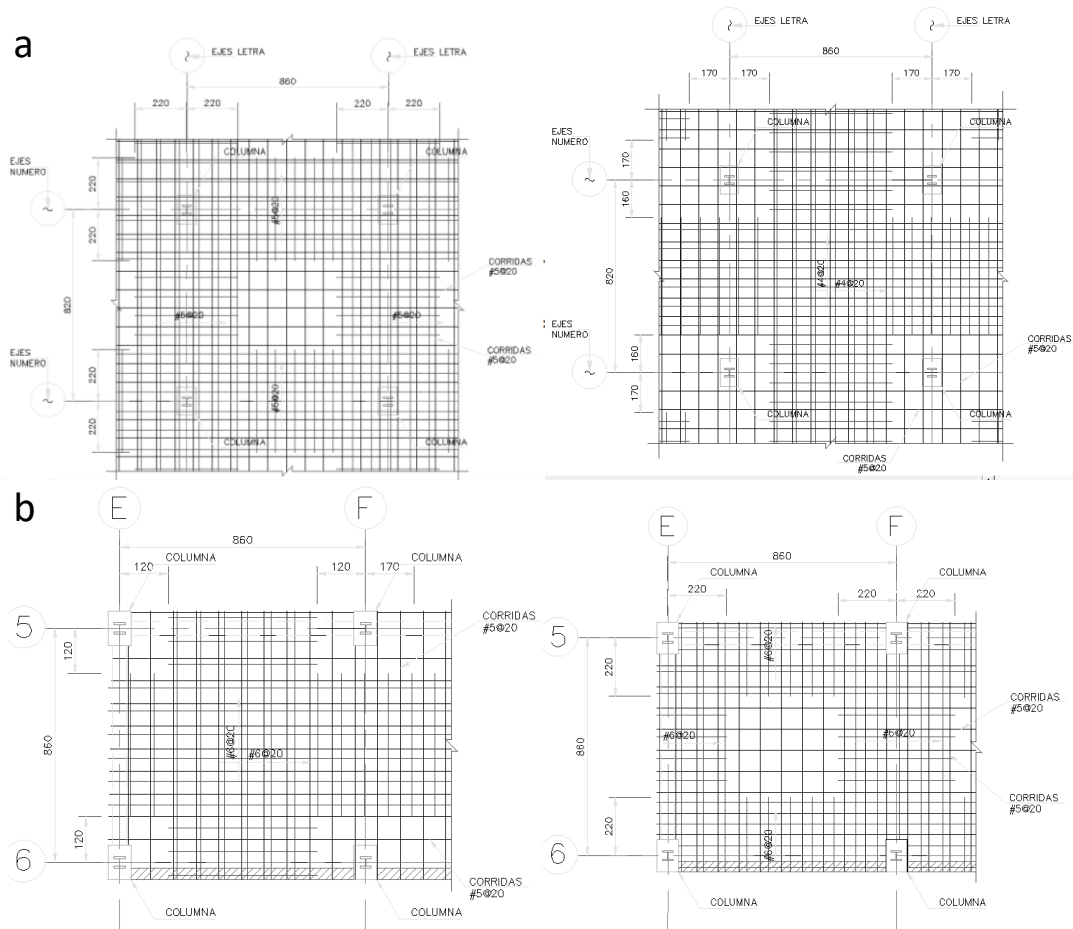


Figura 28. Detalle de armado de acero en losas de sótanos. Colinas de Buen S.A. de C.V. (2016).

En el armado de la losa también se colocaron silletas con el fin de mantener la distancia requerida por proyecto entre el lecho inferior y superior (figura 29-a). En la figura 29-b y 29-c se puede ver cómo queda el armado para los cárcamos de las cisternas y la cimbra que se elaboró previo al colado también, en la figura 29-d se observa la cimbra de “peine” que se puso como frontera para delimitar la parte de la losa que se iba a colar.

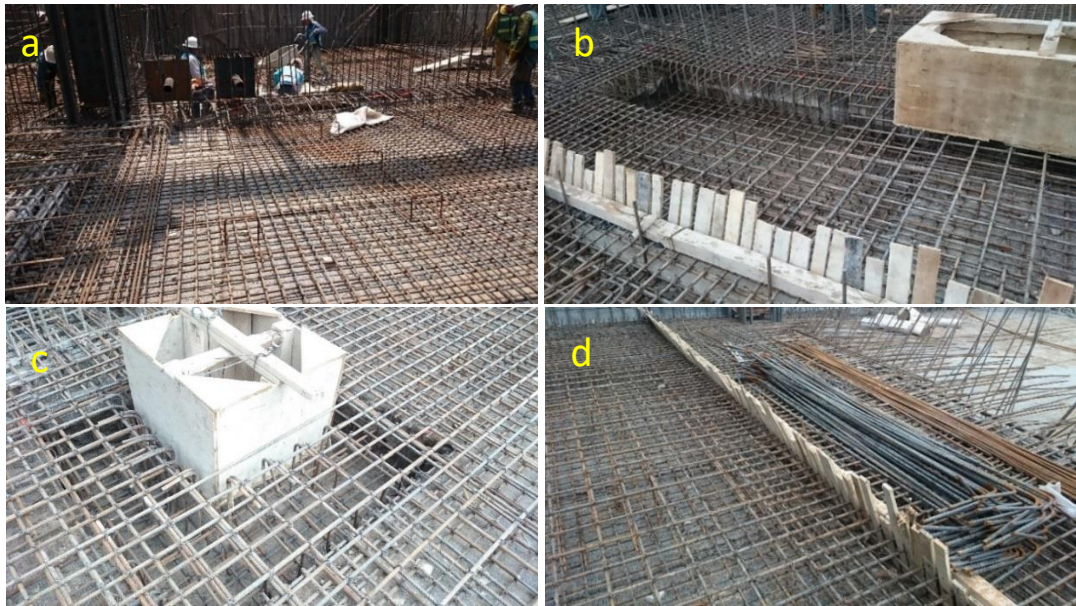


Figura 29. Armado de acero y cimbra de la losa de cimentación.

La losa se iba construyendo en segmentos para que fuese más eficiente, por lo tanto el colado presenta juntas de construcción realizadas deliberadamente con previa planificación, buscando que hubiera el menor número de juntas. Para lograr la adherencia en las juntas, la cimbra de frontera se colocaba a 45° y cuando se iba a realizar el siguiente colado la superficie debía estar limpia y se le daba aspereza a la superficie antigua con un cepillo de acero y/o un martillo eléctrico y enseguida se aplicaba una mezcla de Adhecon³ con agua.

Cuando se tenía listo el armado y la cimbra de frontera y cárcamos se procedía con el colado. Se ocupó concreto hidráulico premezclado clase 1 con resistencia de 300 kg/cm² y tamaño máximo de agregado de 3/4".

Normalmente en los colados de losas, dependiendo del tamaño del área a colar, participaban una cuadrilla de nueve personas que se encargaban de extender el concreto y vibrarlo, además de los operadores de la bomba y tubería, y otras cinco personas que se encargaban de nivelar y darle el acabado inicial al concreto con llanas

³ El Adhecon es un adhesivo a base de resinas sintéticas, empleado comúnmente para unir concreto nuevo a viejo.

y reglas enrasadoras. En la figura 30 se puede ver a los trabajadores en el proceso de colado de la losa. Cuando el concreto había secado lo suficiente para poder soportar el peso de las personas, entraban los pulidores para darle el acabado final al concreto con la llana mecánica o también conocido como helicóptero y, debido a que se terminaba casi a media noche, al día siguiente se realizaba el curado que consistía en rociar el concreto con agua y cubrirlo para que permaneciera húmedo.



Figura 30. Colado de losa de cimentación, nivel sótanos.

Muros intermedios y laterales:

Durante el armado de las contratrabes se dejaron como preparación los anclajes para los desplantes de los muros. En esta etapa se amarraron las nuevas varillas que serían parte del armado vertical del muro y, después del colado de la losa, quedaban ahogadas.

Luego se continuaba con el armado de los muros, se tenían cuatro tipos (figura 31) que variaban por el uso que iban a tener, estos muros se diferenciaban en su espesor y diámetro de las varillas, su localización estaba determinada en los planos de cimentación. Los muros MC-1 se encontraban en todo el perímetro de la construcción y también en el perímetro de las cisternas. Los muros MC-2 eran intermedios en las cisternas, mientras que los muros MC-3 y MC-4 eran intermedios en otras zonas de la construcción.

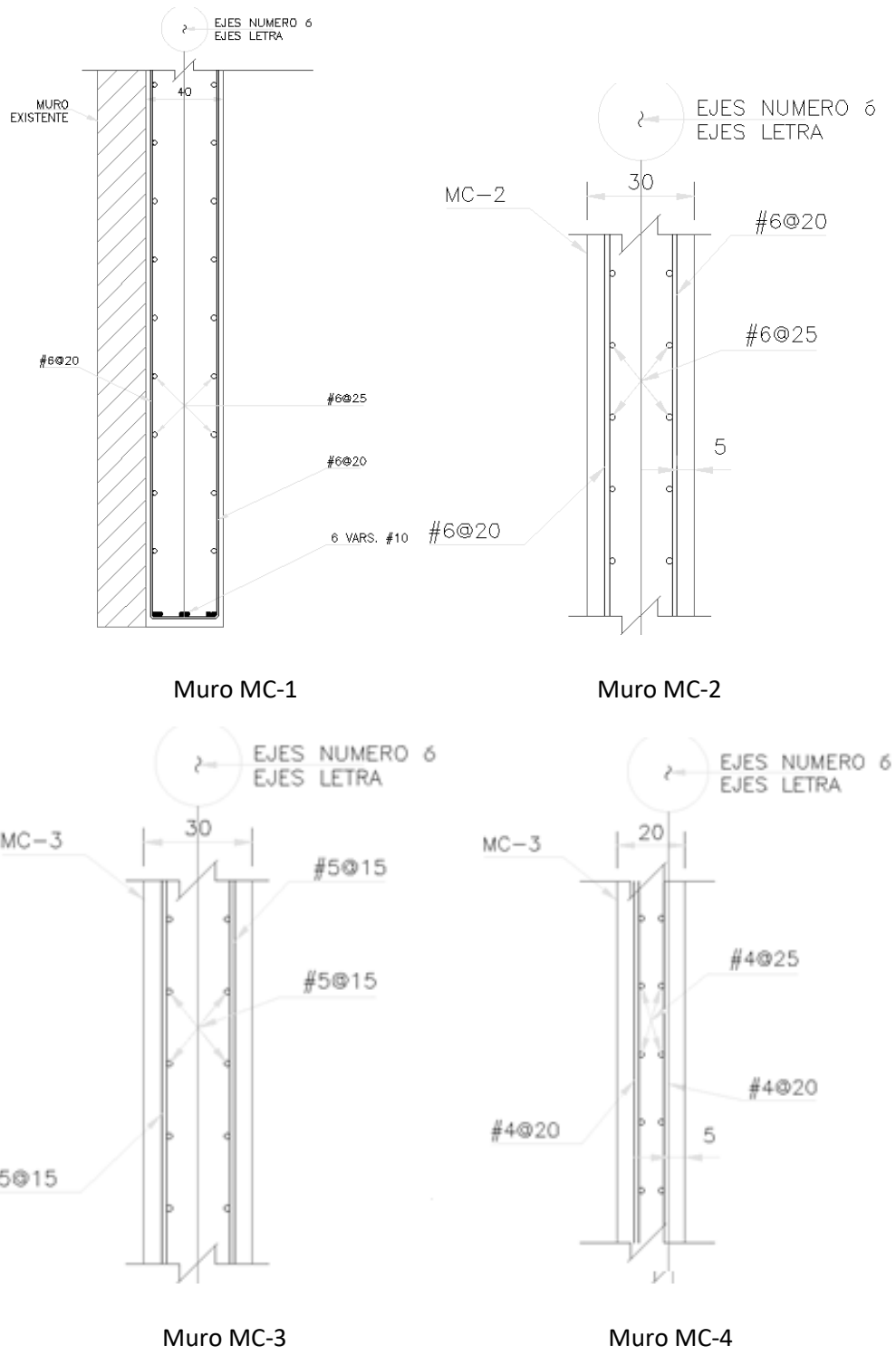


Figura 31. Armado de muros intermedios y laterales. Colinas de Buen S.A de C.V. (2016)

Una vez terminado el armado, se le daba aspereza a la superficie donde se iba a desplantar el muro y se colocaba una Banda waterstop RX-101⁴ (figura 32) cuya función es sellar juntas frías de concreto en elementos estructurales bajo tierra.

En los muros perimetrales, además se colocó la membrana Voltex para su impermeabilización. En la figura 33-a se puede ver el armado de acero de los muros, y en la figura 33-b aparece ya colocada la membrana Voltex.

A continuación se le aplicaba desmoldante a la cara de la cimbra que iba a estar en contacto con el concreto y se cimbraban los muros, en la figura 34-a se pueden ver los muros ya terminados de cimbrar. Luego se procedía con el colado (figura 34-b y 34-c) con concreto clase 1 bombeable de resistencia $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$. Cabe mencionar que se tenían que hacer los cortes con la cimbra para tapar las columnas, ya que estas se debían colar con concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Al día siguiente se descimbraban y se les aplicaba una membrana de curado, la cual impide la evaporación de la humedad del concreto, evitando así la formación de fisuras y agrietamientos en la superficie, permitiendo así que alcance su resistencia de diseño. En la figura 34-d se pueden ver muros perimetrales MC-1 ya terminados.



Figura 32. Banda Waterstop y desplante de muro.

⁴ La Banda waterstop es una banda flexible compuesta de bentonita sódica y caucho butílico, se expande dentro de su confinamiento para formar un sellado de muy alta expansión.



Figura 33. Muros perimetrales.



Figura 34. Cimbra y colado de muros.

Losa de tapa de cimentación, nivel planta baja:

Para la losa tapa, en el nivel de planta baja, se realizó el armado con varillas corridas de 5/8" de diámetro colocadas a cada 20 cm en ambos sentidos, y con varillas de 3/4" de diámetro colocadas a cada 20 cm con las medidas y creando la forma que se muestra en la figura 35. Primero se realizó la obra provisional con andamios metálicos para soportar a la cimbra de contacto y al concreto mientras endurece y adquiere la resistencia para sostenerse (figura 36). Después se hizo el armado de acero como indican los planos estructurales y, al igual que en la losa de sótanos, se colocaba cimbra de frontera, ya que la losa se construía por segmentos.

Después se procedía con el colado con concreto hidráulico clase 1 de resistencia $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, tamaño máximo de agregado de $\frac{3}{4}$ " y fraguado rápido que permite el desarrollo temprano de resistencia suficiente para poder retirar la cimbra más rápido.

En la figura 37-a se puede ver las varillas longitudinales del armado de la losa, en la figura 37-b se encuentra un segmento de losa con su armado de acero completo, y al fondo se ve la obra falsa que se estaba realizando para el siguiente segmento de losa. En las figuras 37-c y 37-d aparece el personal colando, mientras que en la figura 37-e aparece la losa terminada y la regla enrasadora con la que se nivela y se le da el primer acabado. Al igual que en la losa de sótanos, más tarde entraban los pulidores para darle el acabado final al concreto con la llana mecánica y, al día siguiente, se curaba la losa rociándola con agua y cubriéndola con hule (figura 37-f).

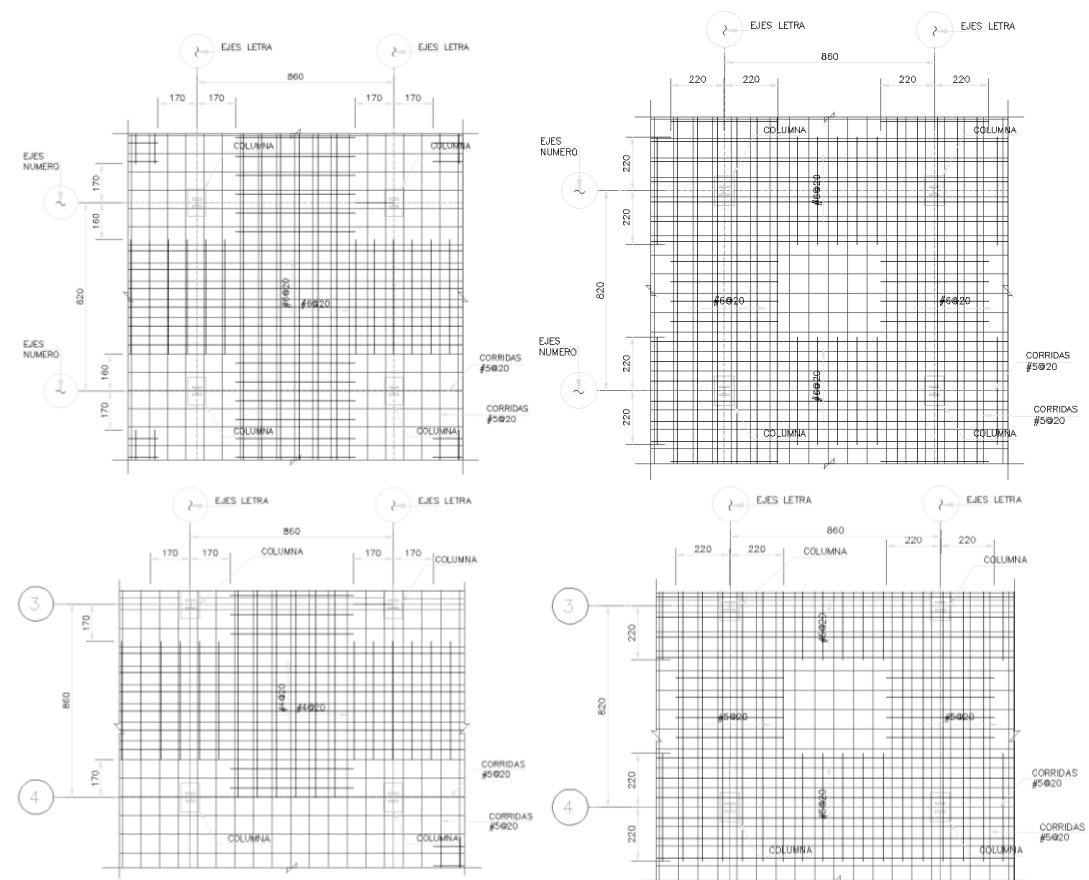


Figura 35. Detalle de armado de acero en losas de planta baja. Colinas de Buen S.A de C.V. (2016).



Figura 36. Cimbra para la losa tapa de cimentación



Figura 37. Armado y colado de la losa tapa de cimentación.

I.2.2. Actividades realizadas

Algunas de las actividades que realicé en esta etapa de la obra fueron recibir los precolados de las trabes canal en obra, revisando que coincidieran con las requeridas y verificar ciertos aspectos de calidad como que las dimensiones y el armado de acero

fueran los correctos según los planos estructurales, así como, verificar que se encontraran en buen estado el acero y el concreto.

También ayudaba en la planeación, organización y supervisión de las actividades y del proceso en general, como las decisiones del sitio donde se iban a colocar temporalmente, tomando en cuenta que no impidieran el paso a actividades de otros contratistas y, si fuera el caso que no hubiera lugar, tenía que solicitarles a los otros contratistas que desocuparan el área temporalmente.

Antes de realizar el izaje para la colocación de los prefabricados, una de mis actividades era solicitar a los topógrafos que hicieran las medidas correspondientes y colocaran las marcas de ubicación exacta donde se iba a colocar cada contratabe, luego les indicaba a los maniobristas cual era la contratabe que se iba a colocar en ese lugar y después verificar que si quedara en las marcas correspondientes.

Los precolados se colocaban sobre plantilla de concreto por lo que se debía programar el concreto para que fuera colocado al menos un día antes de los izajes para que tuviera tiempo de fraguar. En esta etapa de la obra yo todavía no realizaba el pedido, pero apoyaba en tener la organización necesaria para saber que contrataves eran las que se iban a colocar, realizar las mediciones y obtener el volumen de concreto que se iba a solicitar, luego le indicaba al contratista en que zanjas se iba a vaciar el concreto y supervisaba que se extendiera correctamente y dejaran el espesor solicitado que era de 5 cm o 10 cm, dependiendo el estado del suelo en el que se colocaba.

Como apoyo al residente, me tocó estar durante todo el proceso revisando en obra que los armados de los dados y contrataves cumplieran con las especificaciones de los planos estructurales, también realicé cuantificaciones de acero en dados, losas y muros, esto se ocupaba para las conciliaciones con los contratistas para la aprobación de sus generadores, en las cuales también participaba.

Posteriormente revisé generadores de obra de algunos trabajos que se realizaron en la cimentación, como excavaciones en cepa, plantilla de concreto, descabece de pilas, cimbra en dados de cimentación, relleno de material producto de excavación y suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo. Era importante, para la revisión de generadores, leer bien el concepto y que estuviera escrito como en el catálogo de conceptos y que coincidiera con la actividad tal y como se realizó; revisar las cantidades que se cobran, que estén los croquis de ubicación de la zona donde se realizó el trabajo, fotografías; y, si es necesario agregar diagramas o dibujos en los que se muestre de forma gráfica como se consideraron las cuantificaciones.

En la parte de los colados, yo participaba en la planeación del programa de colados de la semana. Generalmente los sábados se hacía un programa de todo lo que se iba a colar cada día de la siguiente semana, y se liberaba en la mañana del mismo día del colado pudiendo hacer modificaciones a las especificaciones, comúnmente al volumen. En los pedidos de concreto se especificaba:

- Resistencia $f'c$.
- Tamaño y tipo de agregados.
- Revenimiento.
- Clase.
- Bombeable o no
- Cantidad que se requiere.
- Hora en que debe estar en la obra e intervalos con los que tiene que llegar cada camión.
- Cualquier otra característica especial que se necesite.

Otras actividades que realicé fueron obtener los volúmenes de los elementos que se iban a colar, cuando llegaban los camiones de concreto verificaba que las especificaciones en las remisiones coincidieran con las del pedido y que el concreto se encontrara dentro del tiempo permisible para su uso; supervisé que la prueba de revenimiento y el tomado de las muestras de los cilindros de concreto se hicieran

correctamente. También debía supervisar durante el colado que el proceso se hiciera de la forma correcta.

Durante los colados llevaba un registro con información de los camiones mezcladores, el volumen que se iba vaciando, el resultado del revenimiento real obtenido en obra, la hora en que se comenzaba a vaciar el concreto y las zonas que se iban cubriendo. Posteriormente todos estos registros los archivaba para futuras consultas como a la hora de revisar generadores.

También, antes del colado, me encargaba de que todo estuviera preparado para la hora en que se iba a comenzar. Había que checar cada detalle como la colocación de la cimbra, la limpieza, la aplicación del adhecon, la instalación de la tubería, así como indicarles por donde es que debían instalarla y, en general, que se hiciera el procedimiento adecuadamente.

Por último, una de mis actividades en esta etapa de la obra fue llevar avances gráficos de los dados y las contrarabes que se iban terminando, esto lo hacía sobre los planos en AutoCAD poniéndoles un código de color para cada tramo colado e información como fecha, volumen de concreto pedido, volumen de concreto real ocupado y sus especificaciones.

II. Procedimientos y actividades para la construcción de la superestructura

Al igual que en la cimentación, en la superestructura, yo estuve como apoyo a los residentes de obra civil realizando las actividades que se describen a continuación en los siguientes procesos constructivos.

II.1. Columnas

Este edificio estaba estructurado con columnas compuestas de perfiles de acero trabajando en conjunto con elementos de concreto reforzado. Este tipo de construcción tiene las siguientes ventajas:

- Optimizar material.
- Claros libres más grandes.
- Mayor resistencia a la corrosión.
- Mayor resistencia contra incendios.
- Rapidez de construcción.
- Menor costo de construcción.

Las columnas de este edificio son todas de sección rectangular, la mayoría de 120 cm por 80 cm excepto por nueve columnas cuyas medidas son de 80 cm por 80 cm. Las uniones entre vigas y columnas de acero se hicieron con el sistema de columna continua⁵, y además a la conexión se le colocaron placas metálicas formando un zuncho.

⁵ Consiste en usar vigas que se pegan a los paños de la columna, lo que conducirá a tener una columna de concreto reforzado continua a lo largo del nudo, (SMIE, 2014).

El edificio cuenta con tres tipos de columnas:

- KC-1: con un total de 58 columnas. El armado de estas columnas es igual en los niveles del sótano al nivel 4; luego, cambia del nivel 4 al nivel 7, se reducen tanto el perfil metálico como las varillas del acero longitudinal; por último, vuelve a modificarse del nivel 7 a azotea reduciendo nuevamente el perfil metálico y el acero longitudinal.
- KC-2: con un total de 5 columnas. La sección es menor a las KC-1 y tienen menos acero de refuerzo.
- KC-2A: con un total de 4 columnas. Son iguales a las KC-2 pero desplantadas desde otro nivel.

En el subcapítulo siguiente se hablará más a detalle de las características de las columnas y su construcción.

II.1.1. Descripción general y procedimiento constructivo

Armado de acero:

Como ya se mencionó, el sistema de las columnas está compuesto de perfiles metálicos con concreto reforzado. Una vez que se montaban los marcos de acero, entraban los fierros a colocar las varillas verticales como parte del acero longitudinal; este acero se comenzó a colocar desde los dados de cimentación, desplantándolo con un doblado a 90°, y debe ser continuo hasta la azotea, para lograr esto se le colocaron conectores roscados de varillas en los empalmes de estas. En la figura 38-a se observan las varillas longitudinales.

Después de colocar el acero longitudinal, entraban dos fierros por columna a colocar los estribos (figura 38-b y 38-c). En la figura 38-d se ve una columna completamente armada.



Figura 38. Armado de columnas

Zunchos metálicos:

Después de la colocación del acero transversal, se procedía con el montaje y aplicación de soldadura de las placas para formar el zuncho metálico. Las placas se habilitaban previamente para agilizar el proceso de montaje. En la figura 39-a se muestran las placas habilitadas y listas para colocarlas y soldarlas. En la figura 39-b aparece ya colocado completamente el zuncho.



Figura 39. Zuncho metálico en conexiones de columnas y vigas.

Cimbra:

La cimbra estaba compuesta por paneles metálicos de 3 m de altura por 1.05 m de ancho y un tablero contrachapado fenólico⁶ que se monta sobre el panel, como se muestran en la figura 40-a y 40-b. Para la colocación y unión con otros paneles cuenta con accesorios como los que se muestran en la figura 40-c, los yugos (postes verticales) se unen con los troqueles (poste inclinado) y se anclan a la losa para resistir los empujes del concreto, las mordazas se colocan en las juntas y mantienen unidos a los paneles, los espárragos son las varillas roscadas que atraviesan la columna y sirven como tensores y para alinear la cimbra.



Figura 40. Panel metálico con fenólico.

⁶ Se trata de madera de Abedul y/o abeto revestida con una película fenólica resistente al desgaste y a los productos químicos.

En la figura 41 se muestra la progresión del avance en la obra civil de un nivel del edificio; en la figura 41-a aparecen las columnas completamente armadas con su acero longitudinal y transversal y zunchos, en la figura 41-b se ven ya colocadas las láminas para la losacero, y una vez colada la losa (figura 41-c) se puede proceder con el cimbrado de las columnas, previamente humedecida la cimbra y con aplicación de desmoldante.

Lo que sigue es realizar el trazo topográfico que consistía un polígono dentro del cual quedará la columna y les indicará a los carpinteros la distancia a la que deben colocar su cimbra, los carpinteros se encargan entonces de centrarla y nivelarla verticalmente con plomada y las marcas de topografía (figura 41-d). En la figura 41-e se observa a los carpinteros cimbrando las columnas y, por último, en la figura 41-f aparece una columna completamente cimbrada.



Figura 41. Proceso de cimbrado de las columnas.

Colado:

Los colados de columnas se programaban previamente los sábados, se realizaba el programa y se enviaba a la planta de concreto, aunque un día antes de cada colado se tenía que liberar o confirmar el pedido y hacer modificaciones. Normalmente en un día se colaban entre cuatro y seis columnas, pero a veces variaba, dependiendo de la cantidad de columnas que se tuvieran liberadas.

Todas las columnas fueron coladas con concreto bombeable con la bomba estacionaria de la figura 24 o una similar y se utilizó concreto premezclado clase 1 de resistencia $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

Cuando estaba completo el armado de acero, zunchos metálicos y cimbra; los operadores de la bomba de concreto instalaban su tubería hasta el elemento que se iba a colar. Antes de efectuar el colado se limpiaba el lugar donde se iba a depositar el concreto quedando libre de todo tipo de material suelto como pedazos de roca, polvo, clavos, basura, etc.

Antes de bombear el concreto, se bombea un mortero, para lubricar las tuberías y después se procede con el vertido del concreto. En la figura 42-a se ve el tramo preparado para colar, la columna y la tubería. En las figuras 42-b a 42-d se observa el momento en el que están colando las columnas; normalmente, participaban un ayudante, dos personas manejando los vibradores de inmersión para el compactado, además de los operarios de la bomba de concreto que se encargaban de colocar la tubería donde se requiriera. Una vez terminada pasaban a la siguiente columna, empezando de la más lejana a la más cerca de la tubería vertical hasta completar las columnas previstas para ese día.



Figura 42. Proceso de colado de una columna.

Cuando se descimbraban las columnas se les aplicaba una membrana de curado, como se puede ver en la figura 43-a y 43-b. En las figuras 43-c y 43-d se muestran columnas completamente terminadas.



Figura 43. Columnas terminadas.

II.1.2. Actividades realizadas

Como parte del equipo de obra civil conocía a detalle los planos estructurales de las columnas. Mi principal actividad en esta etapa era inspeccionar el armado de acero de las columnas y zunchos metálicos de tal forma que estuvieran correctos para poder liberarlas. Además, tenía que supervisar todo el proceso desde la colocación del acero longitudinal, el acero transversal, los zunchos, cimbra y colado; verificando que se hiciera de la manera correcta y también para poder intervenir en la programación de los colados.

En la inspección de las columnas llenaba un formato llamado “Liberación de tramo” en el cuál se encontraba la información básica de las columnas como: nivel en el que estaban, localización en los ejes, fecha y croquis; y además estaban también los aspectos principales que se revisaban de los elementos, dividiéndolo en cinco:

- Topografía: verificaba que los topógrafos hicieran los trazos, los cuales se los solicitaba a los topógrafos en cuanto los fierros terminaban de armar la columna, estos trazos estaban a 1 m de donde debía quedar la cimbra, y una vez que estuvieran hechos les solicitaba a los carpinteros que entraran a cimbrar. También revisaba que estuviera plomeada la columna una vez cimbrada.
- Armado de acero: en este apartado verificaba que contara con todas las piezas de la varilla principal (longitudinal), que fueran del diámetro correcto y tuvieran el número de conectores máximo que debería haber por columna; de los estribos, que contara con el total, diámetro y separación requeridos, así como la terminación en ganchos cerrados a 135°; por último, que se dejara la distancia para el recubrimiento necesario.
- Zuncho metálico: del zuncho únicamente realizaba una inspección visual verificando que se encontrara completamente armado, que tuviera los pernos de cortante interiores y con los cordones de soldadura completos.

- Cimbra: como mencione anteriormente, coordinaba a los contratistas que tenían a los carpinteros para que entraran a cimbrar en cuanto los topógrafos terminaban de hacer los trazos, también revisaba que quedaran plomeadas y que las dimensiones fueran las correctas.
- Limpieza: revisaba que estuviera libre de residuos en general, y que se le aplicara adecon al concreto existente previo al colado.

Una vez revisado todo y llenado lo del formato de Liberación de tramo, se lo daba a los contratistas involucrados en la elaboración de las columnas para que lo firmaran, luego lo archivaba para futuras consultas.

Cada semana participaba en la planeación que se hacía de las columnas que podrían estar listas con base en nuestra experiencia del rendimiento que se obtuvo en columnas anteriores y también en el conocimiento que tenía sobre los contratistas que estaban trabajando y la cantidad de personal que laboraba con ellos. Esta planeación nos ayudaba a prever el volumen de concreto que requeriríamos así lo solicitaba con anticipación junto con la bomba de concreto, y nada más confirmaba el pedido un día antes del colado.

Durante los colados debía estar pendiente de que el concreto premezclado que llegará a la obra cumpliera con la calidad necesaria, como estar dentro del tiempo permitido para el vaciado, que el revenimiento fuera el solicitado (esto era importante para que el concreto pudiera ser bombeado correctamente hasta el elemento a colar), así como, que las pruebas en estado fresco se tomaran correctamente. También me fijaba que, durante el colado, no le agregaran agua adicional al concreto, que se vibrara correctamente y que los camiones llegaran de forma continua para que se colaran las columnas completas sin tiempos de espera. Llevaba un registro de colados, como en la etapa de las contratrabes, en el que registraba la información de los camiones mezcladores, el volumen que se iba vaciando, el resultado del revenimiento real obtenido en obra, la hora en que se comenzaba a vaciar el concreto y la columna que

se colaba. Posteriormente todos estos registros los archivaba para futuras consultas como a la hora de revisar generadores. Al siguiente día del colado solicitaba que se descimbraran las columnas y verificaba que se les aplicara la membrana para el curado de concreto.

Posteriormente revisaba los generadores de obra de los contratistas, realizaba avances gráficos semanales del avance de la obra y obtenía los volúmenes teóricos de concreto y también los reales que se iban utilizando.

II.2. Losas

El sistema de piso está hecho a base de losacero con un firme de compresión que varía dependiendo del nivel del edificio, en el nivel 1 y 2 es de 10 cm, mientras que en los niveles superiores es de 6 cm y en la azotea es un espesor variable para quedar con pendiente para escurrimiento de agua pluvial.

Los componentes básicos de la losacero son: lámina acanalada, varillas longitudinales de acero, conectores de cortante y concreto.

Las ventajas de la losacero son que funciona como plataforma de trabajo en la etapa de instalación y para otras actividades como el colado de las columnas, también funciona como cimbra permanente para la colocación de concreto y como acero de refuerzo.

En la construcción de este edificio se utilizó lámina galvanizada calibre 20, pernos de cortante tipo Nelson Stud de 3/4" por 115 mm de largo y para el acero longitudinal de refuerzo se utilizó varilla de 3/8" de diámetro. Mientras que el concreto fue clase 1 estructural de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

II.2.1. Descripción general y procedimiento constructivo

Colocación de lámina y armado de acero:

Una vez montadas las vigas y columnas de acero, se procedía a colocar la lámina galvanizada, luego se soldaban los pernos de cortante en el perímetro y sobre las vigas metálicas (figura 44), esto además de la función estructural, servía para fijar la lámina a las vigas y usarlas como apoyo para continuar con otros trabajos. El perno y el casquillo de cerámica (ferrul) son colocados sobre el aplicador, se presiona contra la losa de acero y se acciona, el casquillo confina el metal derretido y deja al perno ahogado en el charco de metal.

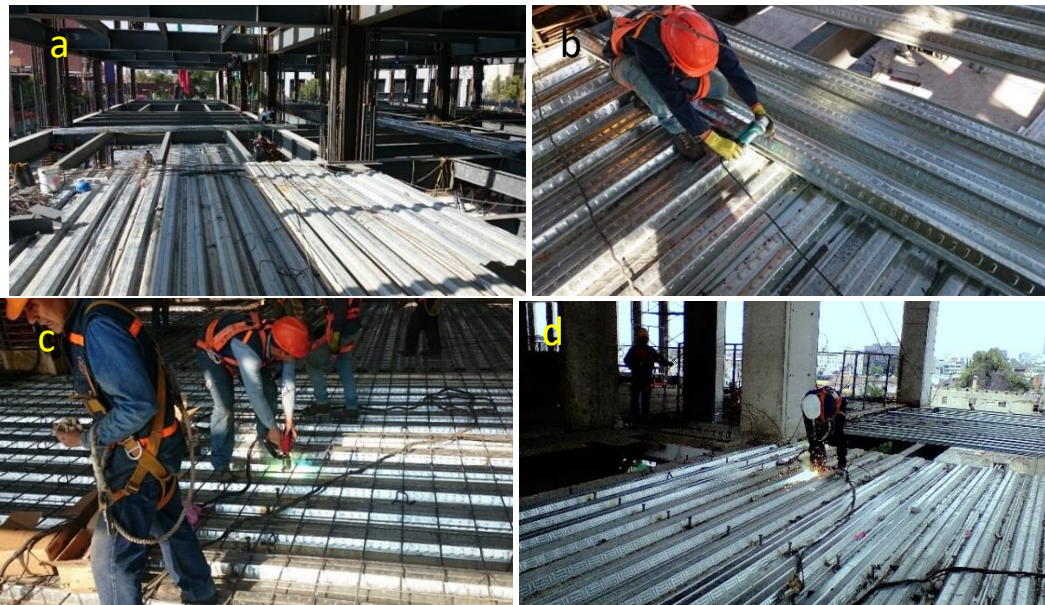


Figura 44. Colocación de lámina galvanizada.

Después entraban los fierros y se comenzaba con el armado del acero como se muestra en la figura 45, colocando las varillas longitudinales como se indicaban en el proyecto de diseño y silletas de acero para mantener la altura del armado. Conforme iban terminando tramos de losa, entraban los topografos a trazar la ubicación de los castillos de albañilería, y para finalizar el armado, se amarraban cuatro varillas con el acero longitudinal colocandolas verticalmente, estas servirían para desplantar los

castillos en la etapa de albañilería además se amarraban otras varillas de menor longitud que se dejaban como preparación para anclar las dalas de desplante.

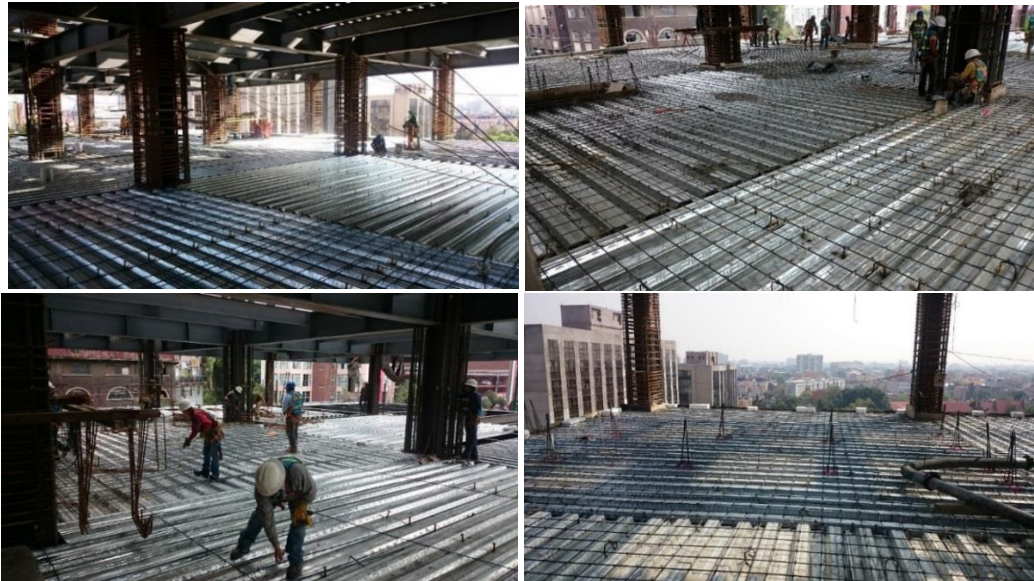


Figura 45. Armado de losa.

Cuando se terminaba el armado de la losa se realizaban pruebas de resistencia a los pernos de cortante para verificar que estuvieran soldados correctamente, dicha prueba consistía doblar el perno un mínimo de 15° (figura 46-a y 46-b) si no se desprendían pasaban la prueba (figura 46-c), en caso contrario (figura 46-d) se debía soldar un perno nuevo.



Figura 46. Pruebas de laboratorio a los pernos de cortante.

Proceso de colado:

Un día antes del día que se tenía programado colar alguna sección de losa se comenzaba a apuntalar la lámina y quedaba como se muestra en la figura 47-b. También se colocaban los tubos para la tubería o se dejaban los pasos que se necesitaran más adelante en el proyecto (figura 47-a). El día del colado se realizaban los últimos trabajos para preparar la losa para el vertido de concreto, como retiro de materiales, escombros y la limpieza con compresor de aire (figura 47-c).

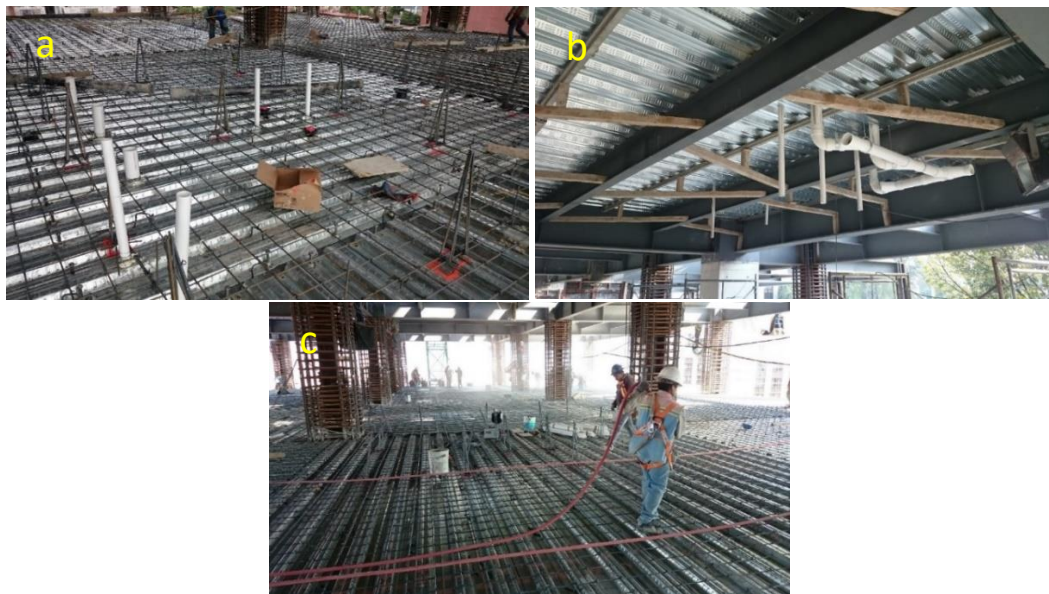


Figura 47. Preparación de la losa a colar.

Para las losas de entrepiso se utilizó concreto clase 1 estructural de resistencia $f'_c=250 \text{ kg/cm}^2$, este concreto se vertía hasta el nivel que se necesitara con una bomba para concreto como la mostrada en la figura 23.

En las figuras 48-a a 48-d, se muestran a los trabajadores durante el colado, en el proceso participaban al menos 3 personas que operaban la tubería de la bomba y, alrededor de 8 personas para operar los vibradores de concreto y para distribuirlo.

Conforme iba secando el concreto, entraban a nivelarlo y darle el primer acabado con llana y con regla enrasadora (figura 48-e y 48-f), de este trabajo se ocupaban aproximadamente de 4 a 6 trabajadores.

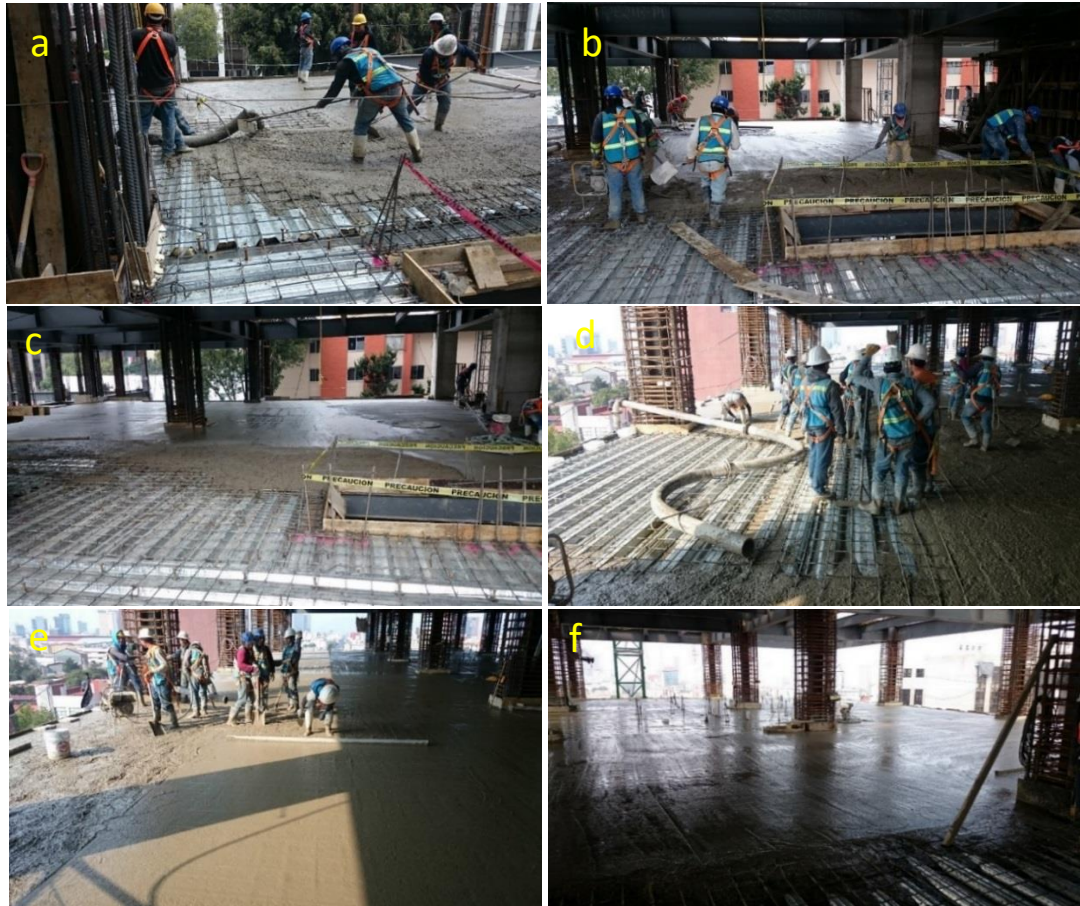


Figura 48. Colado de losacero.

En la figura 49-a se muestran como quedaron algunos de los tubos como preparaciones para las instalaciones hidráulicas.

Cuando fraguaba el concreto y adquiría la resistencia para soportar el peso de peronas, se comenzaba a darle el acabado final con la llana mecánica o helicóptero (figura 49-b y 49-c). Al día siguiente se le colocaba la membrana de curado como se muestra en la figura 49-d.



Figura 49. Trabajos posteriores al colado.

En la figura 50 se muestra la secuencia de la construcción de la losa de azotea que se hizo de forma similar a las losas de entresuelo, la única diferencia fue el espesor que era variable para quedar con la pendiente necesaria para el escurrimiento de agua hacia las coladeras y además se agregó malla electrosoldada. Por último se impermeabilizó con impermeabilizante prefabricado termofusionado.



Figura 50-1. Secuencia de la construcción de la losa de azotea.



Figura 50-2. Secuencia de la construcción de la losa de azotea.

II.2.2. Actividades realizadas

Las actividades que realicé en este proceso de la obra fueron principalmente de supervisión en los diversos trabajos que se iban realizando como: el montaje de la lámina y pernos, verificando la calidad de los trabajos; el armado de acero longitudinal, que los traslapes tuvieran la medida recomendada y todas las distancias de separación fueran correctas así como que contara con suficientes silletas para mantener el armado al nivel requerido por proyecto; las pruebas de calidad de la colocación de los pernos y durante el colado. También, era parte de mis actividades solicitar la ejecución de los trabajos a los contratistas conforme a lo programado y como se fueran liberando los tramos, buscando la forma que se agilizará el proceso.

Conforme se avanzaba con el armado de acero, otra de mis actividades era cuantificar el material para posteriormente participar en las conciliaciones con los contratistas y revisar sus números generadores de obra. Los generadores de losas que revisaba eran de los conceptos de habilitado y armado de acero, acabado floteado, cimbra frontera de madera de pino y concreto hidráulico.

Por ejemplo, de los generadores de habilitado y armado de acero, revisaba que el concepto estuviera escrito como en el catálogo, la unidad con la que se cobraban era por kilogramo por lo que revisaba las operaciones y las conversiones que se hacían de los diferentes diámetros de las varillas, el número de piezas lo revisaba con la cuantificación en sitio que realizaba mientras estaban armando las losas, también revisaba que tuvieran los croquis correctos y sus fotos correspondientes. Si el generador tenía algún error lo marcaba y se lo regresaba al contratista para su corrección, en caso de que todo estuviera correcto procedía a entregárselo al jefe de obra para que lo autorizara y firmara, y después se lo devolvía al contratista para que armara sus estimaciones de obra.

Al igual que en la supervisión del proceso de las columnas, para las losas también realizaba el formato de “Liberación de tramo” en el cuál se encontraba la información básica de la losa, como: nivel en el que estaba, localización en los ejes, fecha y croquis; y además estaban otros aspectos principales a revisar, que en este caso eran cuatro:

- Armado de acero: después de haber hecho las cuantificaciones de acero mencionadas anteriormente, antes de los colados solo quedaba inspeccionar de forma general la losa y verificar que estuvieran en las zonas correctas las preparaciones de varillas que se dejaban para desplantar las albañilerías y que la lámina de la losa acero estuviera sostenida y soldada al ángulo metálico de los zunchos de las columnas.
- Cimbra: cuando terminaban de soldar los pernos de cortante me encargaba de solicitar al contratista el apuntalamiento de la losa y revisar que estuviera previo al colado, también indicar el límite de donde se iba a colar para que colocaran la cimbra de frontera.
- Instalaciones: cuando se terminaba el armado de la losa, me coordinaba con el residente de instalaciones para que subiera su personal a colocar las preparaciones de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, etc.

- Limpieza: solicitaba al contratista la limpieza de la losa con el compresor neumático e inspeccionaba que estuviera libre de residuos u objetos ajenos al armado de la losa. También revisaba que se hiciera el corte con disco en junta fría y se le aplicara adecon.

Otra de mis actividades era participar en la programación de los elementos estructurales que se iban a colar semanalmente y también antes de los colados obtener el volumen de concreto que se iba a necesitar para después realizar el pedido a la planta concretera.

Previo a la llegada del concreto para el colado, inspeccionaba que todo estuviera preparado en como la instalación de la tubería de la bomba. En cuanto llegaba el camión revolvedor revisaba que las características del concreto en la remisión fueran las solicitadas, que no hubiera excedido el límite del tiempo recomendado para verter el concreto, que se realizaran correctamente la prueba del revenimiento y la toma de muestra de los cilindros para pruebas de resistencia, y una vez realizado esto se procedía a vaciar el concreto para ser bombeado hasta la losa a colar.

Mientras se colaba, debía supervisar el correcto extendido del concreto sobre la losa, que se vibrara correctamente, que no se le adicionara más agua, y también debía observar cómo se iba completando la losa para tratar de prever un ajuste en el pedido de concreto. Además, llevaba un registro en el que incluía los horarios en que empezaban a vaciar el concreto, el revenimiento y las zonas que ocupaba.

Por último, realizaba dos avances, uno gráfico en el que indicaba las zonas que se iban terminando y en que fechas, así como el volumen de concreto ocupado; y otro en el que registraba los volúmenes de concreto ordenándolos por tipo y resistencia, dichos avances gráficos los archivaba para consultas posteriores.

III. Procedimiento constructivo y actividades para la construcción de las albañilerías

III.1. Albañilerías

Las albañilerías de este edificio consisten en muros de block hueco de 12 X 20 X 40 cm juntado con mortero cemento arena de resistencia $f'c = 125 \text{ kg/cm}^2$; castillos de diferentes formas en sección, armados con varillas de acero longitudinal de 3/8" de diámetro, estribos de 1/4" de diámetro y micro concreto de resistencia $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$; cadenas de desplante, intermedias y de remate armadas con varillas de acero longitudinal de 3/4" de diámetro y estribos de 1/4"; escalerilla como refuerzo horizontal de alambre cada tres hiladas de block y junta celotex colocada verticalmente en los extremos de los muros ya que eran divisorios y debían estar desligados de la estructura. Además, se colocó una placa metálica atornillada a la losa superior a la cual se soldaban las varillas de los castillos.

Se le dio tres tipos de acabados a los muros dependiendo de su función:

- Acabado "común", en el que prácticamente no se le hacía ninguna mejora estética después de retirar la cimbra en dadas y castillos ya que el muro estaba planeado para que recibiera otra aplicación, en el caso de este edificio hubo muros de acabado común que fueron recubiertos con loseta cerámica (en baños), mientras que a otros muros se les aplicó yeso y pintura.
- Acabado "aparente", el cual se consiste en muros a los que no se les agregó otro componente diferente al material del que están hechos, teniendo mayor limpieza y cuidando aún más la calidad de los materiales para dejar un acabado estético aceptable.

- Acabado “mixto”, compuesto por los dos acabados anteriores cada uno en una cara del muro.

III.1.1. Descripción general y procedimiento constructivo

Conforme se iban construyendo los elementos estructurales para los niveles superiores, en los primeros pisos se iba realizando la parte de albañilerías. Primero, entraban los topógrafos y trazaban sobre la losa la ubicación de los muros y castillos, cabe mencionar que ya se contaba con las preparaciones para las instalaciones y varillas ahogadas para el desplante de muros y castillos, que se habían dejado previamente antes de colar la losa (figura 51).



Figura 51. Preparaciones para albañilerías: anclas para desplantar castillos e instalaciones.

A continuación, entraban los fierros a colocar las cadenas de desplante y los castillos, amarrando el acero con las anclas que se encontraban en la losa (figuras 52-a, 52-b). Después se procedía a cimbrar las cadenas y a colar (figura 52-c y 52-d). Se dejaba secar el concreto aproximadamente día y medio y entonces se comenzaba a pegar el block (figura 52-e) con el mortero antes mencionado y colocando el refuerzo horizontal cada tres hiladas de block.

Cuando se llegaba a la altura especificada para colocar la cadena intermedia, que era de máximo 2.5 m, se colocaba y se cimbraba junto con los castillos para después proceder a colarlo con el microconcreto (figura 52-f).

Luego, se continuaba de igual forma pegando el block hasta llegar a la altura total, se colocaba la cadena de cerramiento y se cimbraba junto con el siguiente tramo del castillo dejando un tramo libre de este, y en seguida se colaban (figura 52-g). El tramo libre de castillo que no se colaba, se soldaba a las placas metálicas que previamente se anclaban a la losa (figuras 52-h y 52-i) y una vez soldado se colaba. Finalmente, los muros quedaban como en la figura 52-j.



Figura 52-1. Proceso de construcción de los muros de albañilería.



Figura 52-2. Proceso de construcción de los muros de albañilería.

Una vez terminadas las albañilerías por nivel y habiendo avanzado varios niveles, ingresaron a laborar los contratistas para los acabados interiores quedando el edificio terminado como en la figura 53.



Figura 53. Interiores terminados.

III.1.2. Actividades realizadas

Al igual que en las etapas anteriores de obra civil, en las albañilerías mi participación y mis actividades estaban enfocadas en la residencia de obra, por lo tanto, conocía completamente el proyecto desde los planos de albañilerías,

arquitectónicos y hasta el plano de acabados, y supervisaba que se ejecutara en obra como en el proyecto ejecutivo.

Para la supervisión, verificaba que los muros se construyeran de acuerdo con el proyecto ejecutivo, tanto estructuralmente como en la parte arquitectónica.

Estructuralmente verificaba:

- Los anclajes de los castillos y cadenas de desplante en la losa inferior.
- Los traslapes en los armados de acero.
- La colocación de la junta Celotex.
- La colocación del refuerzo horizontal.
- El colado de los castillos y cadenas.
- El anclaje de los castillos en la losa superior.
- La ubicación de los castillos y cadenas.
- La ubicación de castillos interiores.
- Las ranuras o pasos para instalaciones.

Arquitectónicamente verificaba:

- Los trazos y dimensiones de los muros.
- Las medidas de los vanos de puertas y ventanas.
- La calidad de los muros en general, sobre todo en los muros con acabado aparente.

Además, los que estábamos encargados de obra civil, trabajábamos en conjunto con los ingenieros de instalaciones y nos apoyábamos para planear las actividades de tal forma que se llevaran en un orden adecuado dejando las preparaciones de instalaciones necesarias para no regresar a hacerlas y que el proyecto avanzara más rápido. Así que, una actividad constante en mi trabajo era revisar los planos de todo

lo que interviniera en el área donde se iban a desplantar muros, de forma que si algo no cuadraba lo revisaba con los demás ingenieros (instalaciones eléctricas, especiales, hidrosanitarias, etc.) para que se hicieran las modificaciones necesarias.

También, como parte de mi trabajo, llevaba un avance gráfico de albañilerías de todo el edificio, en el cual además de poder mostrar al gerente el progreso semanal, servía para llevar el control de lo que se iba pagando a los contratistas.

Otra de las actividades que realizaba frecuentemente era revisar números generadores de obra de los contratistas para su aprobación, estos los revisaba normalmente al termino de cierto avance en obra del que ya previamente se les indicado. Los números generadores los podía revisar gracias al conocimiento que tenía del proyecto tanto en planos, como físicamente en obra, al estar presente en lo que se iba construyendo sabía el alcance de los trabajos que realizaban los contratistas.

Era común que se tuvieran que realizar trabajos no previstos en el proyecto o extraordinarios, que no se encontraban dentro del catálogo de conceptos original, para esto, realizaba órdenes de trabajo que se entregaban a los contratistas para que realizaran la actividad.

Por último, una vez terminados los niveles, participé en las entregas de los espacios del inmueble, para esto se realizaban recorridos con los ingenieros encargados de la supervisión y los que representaban directamente al cliente, ellos hacían observaciones de detalles que detectaran no estuvieran correctos y mi trabajo en esta parte era registrarlos para después solicitarlos al contratista correspondiente, así como verificar que se cumpliera con la calidad requerida.

IV. Conclusiones

Cuando terminé el sexto semestre de la carrera se presentó la oportunidad de trabajar en esta empresa en el área de construcción y sector edificación, me interesó el puesto de trabajo porque iba a tener la posibilidad de observar físicamente como se levantaba un edificio desde la cimentación hasta los acabados y entregas al cliente. Lo que aprendí en la facultad de ingeniería en las materias del área de construcción fue suficiente para entender los procesos constructivos generales que se encuentran en la mayoría de las obras y esto me dio las bases para investigar y continuar aprendiendo para aplicarlo a casos específicos como este proyecto en particular.

Las materias de las otras áreas que había llevado hasta el momento que comencé en la vida profesional, fueron de gran utilidad para desarrollarme y tener criterio para resolver problemas o situaciones que se me presentaran ya en la práctica. Así mismo, lo que aprendí en este primer proyecto que descrito en el informe me fue de mucha utilidad para poder trabajar en el proyecto que me encuentro actualmente, un edificio de 20 niveles de uso habitacional.

Durante el tiempo que he laborado en esta empresa, poco más de dos años, he tenido la posibilidad de trabajar en las áreas de residencia de obra y estimaciones, además de trabajar en coordinación con el área de BIM y con ingenieros de otras especialidades, de lo cual he aprendido mucho y todo esto ha abierto otros campos y posibilidades para seguir desarrollándome en el ámbito profesional, al grado, de que próximamente participaré en un taller sobre construcción en el extranjero.

Pienso que este informe cumple con sus objetivos ya que muestra muchas de las actividades que podría realizar un estudiante o recién egresado en el área de construcción, y esto podría ser de ayuda para decidir si es de su interés el área o no.

El puesto de residente de obra es un trabajo de suma importancia ya que realiza la ejecución, supervisión y aprobación del trabajo diseñado por otros ingenieros y es la última persona quien puede detectar errores o incongruencias en el diseño aprobado antes de su ejecución. También, cabe mencionar que es un trabajo en el que se aprenden y se ven cosas nuevas todos los días, y se debe estar preparado para el cambio y saber adaptarse rápidamente a lo que suceda.

V. Bibliografía

- Colinas de Buen S.A. de C.V. Estructural. [Plano]. Septiembre de 2016.
- Grupo Loyfa. Contratraves cimentación. [Plano]. Julio de 2017.
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, SMIE (2014). “Diseño de edificios compuestos estructurados con columnas de concreto y vigas de acero”. México.
- Carso. (2020). Grupo Carso. Ciudad de México. Carso Infraestructura y Construcción. [En línea] Disponible en: https://www.carso.com.mx/unidades_negocio/carso-infraestructura-y-construccion/