



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CIVIL DE UN EDIFICIO
DE DEPARTAMENTOS EN LA DELEGACIÓN MIGUEL
HIDALGO EN MÉXICO DISTRITO FEDERAL”**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

HÉCTOR ARÉCHIGA DE LEÓN

DIRECTOR DE TESIS

M.I. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA

ABRIL 2016



1.	Introducción	4
1.1.	Objetivo	4
1.2.	Objetivo particular	4
1.3.	Antecedentes de la zona.....	4
1.4.	Antecedentes del proyecto.....	6
2.	Estudios previos.....	7
2.1.	Datos generales del predio.....	7
2.2.	Topográfico	8
2.3.	Mecánica de suelos.....	11
2.4.	Estudios Económico-Financieros	23
3.	Proyecto Ejecutivo	24
3.1.	Proyecto Arquitectónico	24
3.2.	Proyecto Estructural.....	33
3.2.1.	Edificio de departamentos.....	33
3.2.2.	Edificio de estacionamiento	33
3.2.3.	Estimación de cargas.....	33
3.2.4.	Análisis sísmico	37
3.2.5.	Diseño estructural.....	37
3.3.	Proyecto Hidráulico-Sanitario.....	39
3.3.1.	Descripción del sistema	39
3.3.2.	Sistema hidráulico para servicios.....	40
3.3.3.	Descripción del sistema sanitario.....	41
3.3.4.	Descripción del sistema pluvial	41
3.3.5.	Materiales a emplear en las instalaciones.....	42
3.3.6.	Planos.....	42
3.3.6.1.	Instalaciones Hidráulicas.....	42
3.3.6.2.	Instalaciones Sanitarias.....	42
3.4.	Proyecto eléctrico	43

3.4.1.	Planos Eléctricos	44
3.5.	Proyecto de voz y datos.....	44
3.5.7.	Planos de Voz y Datos.....	47
3.6.	Proyecto de cancelería	47
3.6.1.	Planos de Cancelería.....	47
4.	Planeación.....	48
4.1.	Programa de obra.....	48
4.1.1.	Ruta crítica	49
5.	Construcción del proyecto.....	51
5.1.	Cimentación.....	51
5.2.	Mampostería y elementos de concreto	56
5.3.	Estructuras metálicas.....	60
5.4.	Instalaciones.....	62
5.5.	Acabados.....	67
5.6.	Supervisión de obra	71
5.6.1.	Supervisión de albañilerías	83
5.6.2.	Supervisión de Trabajos de Estructuras Metálicas	85
5.6.3.	Supervisión de Instalaciones	86
5.6.4.	Supervisión de Acabados.....	87
5.7.	Control en cambios de proyecto.....	88
5.7.1.	RFIs	88
5.7.2.	Boletines	91
6.	Cierre de proyecto	92
6.1.	<i>Punch List</i> y entrega al cliente	92
6.2.	Carpetas de cierre de subcontratistas.....	94
7.	Conclusiones	94
	Bibliografía.....	96
	Planos:.....	96

1. Introducción

El objetivo del proyecto a analizar, Lomas Altas 253, como cualquier otro, fue tener un principio y un final en un espacio de tiempo limitado optimizando los recursos económicos, humanos y materiales disponibles; para obtener como resultado, la construcción y puesta en operación del mismo.

En cuanto se refiere al rol de la superintendencia del proyecto, debemos analizar las actividades desde el punto de vista de la programación y la ejecución de la obra, para así poder establecer de manera jerárquica las actividades de control realizadas. Es claro que la superintendencia debe mantener una supervisión metodológica de la obra civil para tener un control óptimo sobre el inicio, la planeación, la ejecución, el control y la conclusión (Baker, 1999) del proyecto. Llevando esta metodología en cada actividad aumenta las posibilidades de la obtención de resultados esperados.

1.1. Objetivo

El objetivo que pretende este trabajo es describir el papel del superintendente de obra durante las diferentes etapas del proyecto. Analizar la resolución de problemas y toma de decisiones correcta hacia los imprevistos que se presentan a medida que avanza la obra y aplicar la programación de obra y la administración del capital con el que se cuenta, para la correcta ejecución del proyecto, evitando los sobrecostos o tiempos de entrega desfasados sin descuidar la calidad de los trabajos realizados.

1.2. Objetivo particular

Comprender la cronología y documentación de actividades realizadas para la exitosa ejecución del proyecto desde el punto de vista de la gerencia del mismo, tomando en cuenta el control sobre los cambios de proyecto presentados por parte del cliente en cuanto a la afectación a los tiempos y costos.

1.3. Antecedentes de la zona

La macro localización de la obra es el Distrito Federal, específicamente en la delegación Miguel Hidalgo. En cuanto a cifras del Distrito Federal, la delegación Miguel Hidalgo es la cuarta menos poblada con 375,889 habitantes (CENSO INEGI 2010), teniendo por lo tanto una densidad de población baja (7,523 hab/km²) con respecto a las delegaciones de mayor densidad del DF, como lo son la delegación Iztacalco o Cuauhtémoc con más de 16,000 hab/km², siendo así lógica la deducción de la calidad de vida que dicha zona ofrece. Esta

calidad de vida no ha sido tomada por alto, ya que desde principios del siglo XX las colonias exclusivas del DF, como lo fue Tacubaya, la Anzures y lo que es ahora Polanco, las Lomas y Bosques de las Lomas, se han asentado en áreas de la Miguel Hidalgo por su buena localización en cuanto al centro de la ciudad de México y sus grandes extensiones de áreas verdes, bosques y parques.

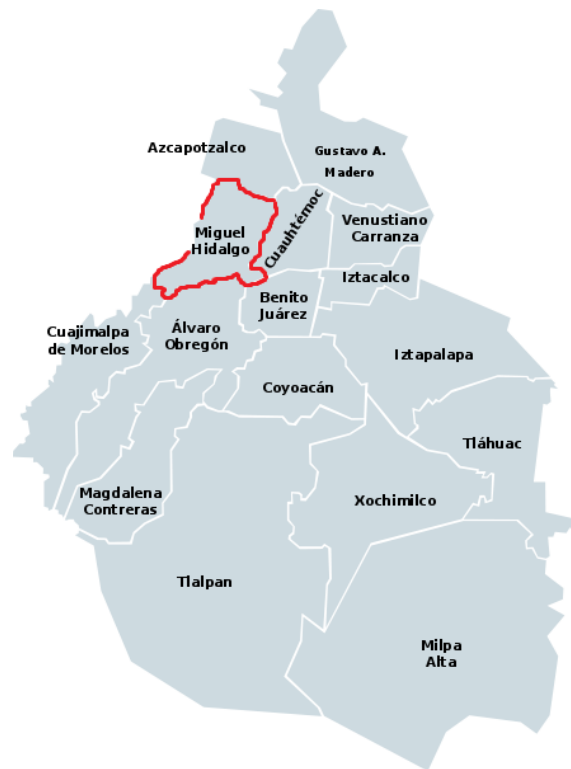


Ilustración 1 Mapa Delegacional del Distrito Federal

Las características geográficas de esta delegación son diferentes a las de delegaciones del centro del valle de la Ciudad de México. Al estar ubicada tanto en zonas de lago como en zonas de lomas, la delegación Miguel Hidalgo cuenta tanto con zonas de topografía accidentada como con zonas planas, por lo que se presentan casi todo tipo de suelos en términos geotécnicos (Zona II de transición y III de lomas según el RCDF).

Ubicado en una de las colonias más lujosas y exclusivas del país, el proyecto Lomas Altas 253 busca explotar los beneficios que esto le brinda. En el corazón de la ciudad de México, la colonia Lomas Altas es una ampliación de Lomas de Chapultepec (fundada en los años treinta del siglo XX), siendo así una colonia con una ubicación privilegiada entre bosques, barrancas y ríos. La traza de la colonia es básicamente orgánica, debido a la topografía accidentada en la que se encuentra, siendo así una de las zonas con mayor área de zonas verdes de la Delegación Miguel Hidalgo, por lo que se puede concluir su baja densidad poblacional, aunque no se exenta del pesado tránsito de la ciudad de México.

El clima y la precipitación de la zona no son muy diferentes a las precipitaciones del resto de la ciudad de México en general, presentando una temperatura media anual de 18.1°C y precipitaciones temporales concentradas principalmente en siete meses del año, como se muestra en las siguientes gráficas para el año de 2013:

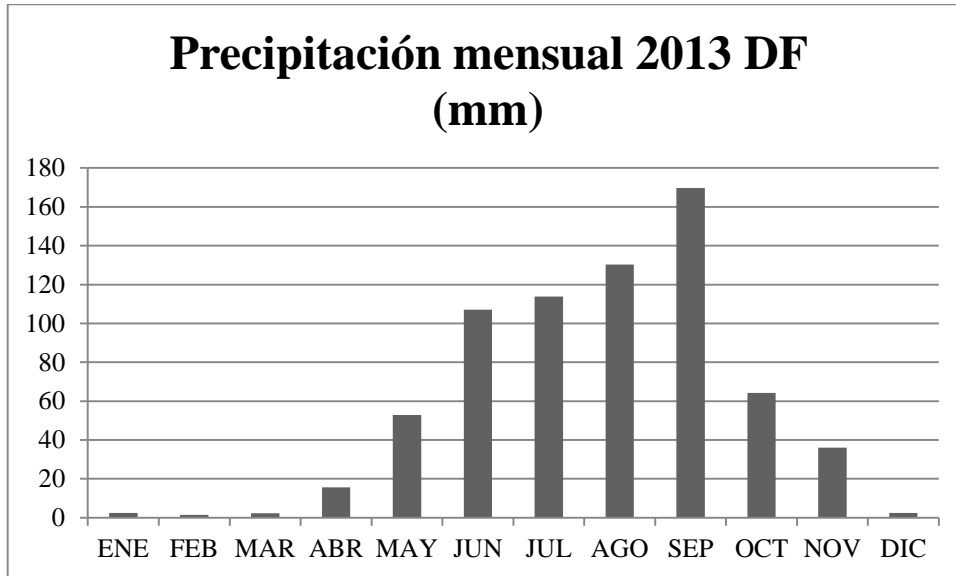


Ilustración 2 Precipitación mensual en 2013

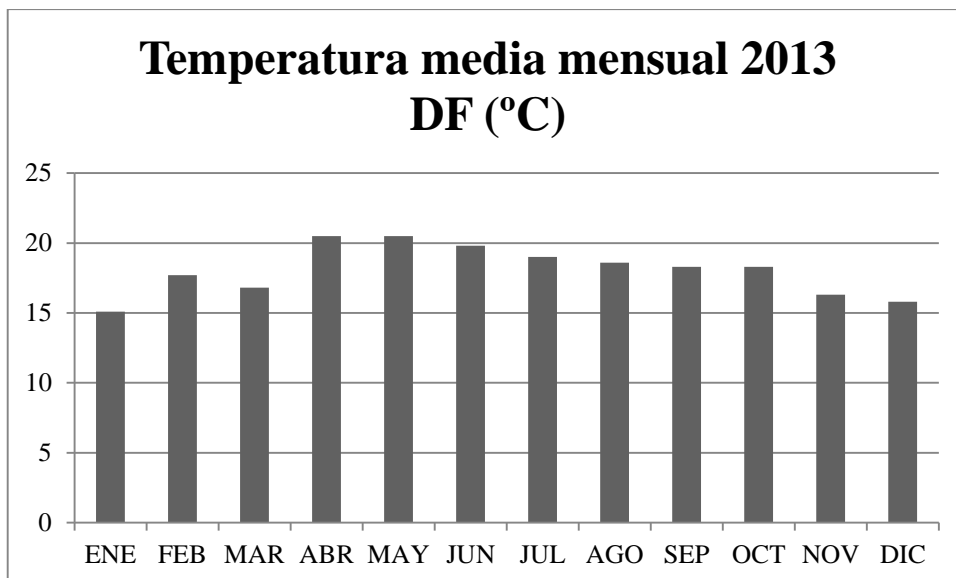


Ilustración 3 Temperatura media anual 2013,

1.4. Antecedentes del proyecto

Este proyecto nació como un proyecto con fines de lucro para inversionistas interesados por parte de la desarrolladora inmobiliaria BAHA a principios de 2008. A su vez se tuvo la oportunidad de comprar el terreno con las características necesarias para un proyecto multifamiliar en la zona. El terreno adquirido cumplía con ciertas características buscadas

por la desarrolladora como son: las restricciones de áreas necesarias para un multifamiliar, la facilidad de construir hacia abajo por las características topográficas así no excediendo la altura restrictiva de nueve metros por encima del nivel de calle y sobre todo la exclusividad de la zona. Una vez adquirido el terreno se prosiguió a generar el proyecto arquitectónico por la prestigiada firma Grupo Sordo Madaleno, siendo así un proyecto arquitectónico de un despacho importante a nivel nacional e internacional, así dándole al proyecto un importante valor agregado.

El proyecto ejecutivo se aprobó por la delegación y una vez reunido el capital necesario para los trabajos de construcción se comenzó la ejecución de dicho proyecto.

Con la primera etapa de inversión se logró adquirir el predio, generar proyecto arquitectónico (el cuál incluía el proyecto de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias) y los proyectos técnicos necesarios (geotécnico y estructural). En esta primera etapa se logró obtener el capital de trabajo necesario para las demoliciones y excavaciones preliminares marcadas en el proyecto arquitectónico y geotécnico.

En la segunda etapa de inversión se completó el capital de trabajo necesario para iniciar trabajos con la gerencia de proyecto, la cual contemplaba todos los subcontratos pertinentes para comenzar la construcción de Lomas Altas 253.

2. Estudios previos

2.1. Datos generales del predio

Predio ubicado en Paseo de Lomas Altas número 253 Colonia Lomas Altas, delegación Miguel Hidalgo en el Distrito Federal.

El predio contaba con una casa habitación deshabitada prácticamente en ruinas de tres niveles, con un área de desplante de 320 m². Dicho predio cuenta con una pendiente promedio del 45% debido a que está ubicada en la loma de una barranca, lo cual hace posible la construcción hacia abajo del edificio de departamentos pero complica mucho los procedimientos constructivos.

En la ilustración 4 se muestra una imagen satelital en donde se puede ver marcado las colindancias del predio, así como la característica de su localización en el filo de una barranca. Teniendo al noroeste la colindancia con la vialidad, al noreste con una casa habitación habitada, al suroeste con una casa habitación abandonada y al sureste con la barranca.

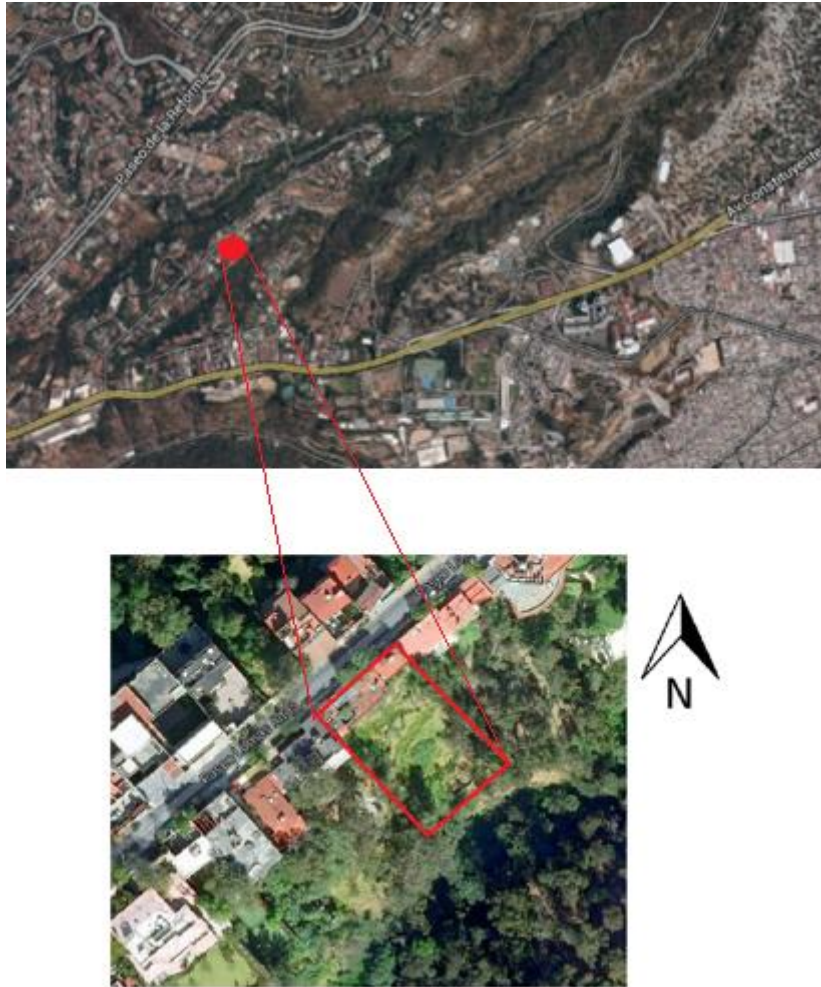


Ilustración 4. Vista aérea del predio con casa habitación

2.2. Topográfico

Como ya se dijo con anterioridad, lo más notable del predio es su pendiente. En cuanto a la topografía los datos más importantes se enlistan enseguida:

Perímetro: 190 m

Frente (calle y barranca): 35 m

Lado (colindancias con propiedades): 60 m

Área: 2,100 m²

Pendiente media: 45%

Pendiente máxima: 52%

Pendiente mínima: 0%

El primer levantamiento topográfico con curvas de nivel detalladas se llevó a cabo por la compañía BETCO, S.A. el 26 de abril de 2008 con el número de expediente 28063 expresado en el plano ET-01. Se estableció un Banco de Nivel fuera del predio con una elevación igual a 100 m, a partir de dónde se hizo el trazo de poligonales de apoyo para la obtención de las elevaciones y pendientes naturales o artificiales del predio. Dicho banco de nivel rigió no sólo para el estudio topográfico en cuestión, sino para todo el desarrollo del proyecto, ya que el proyecto arquitectónico y por consecuencia, el proyecto ejecutivo, tomaron como referencia los perfiles de elevación del estudio topográfico realizado por BETCO, S.A. Claramente lo que nos muestra el estudio topográfico es un terreno con perfiles muy complicados debido que se encuentra en una de las caras de una barranca natural.

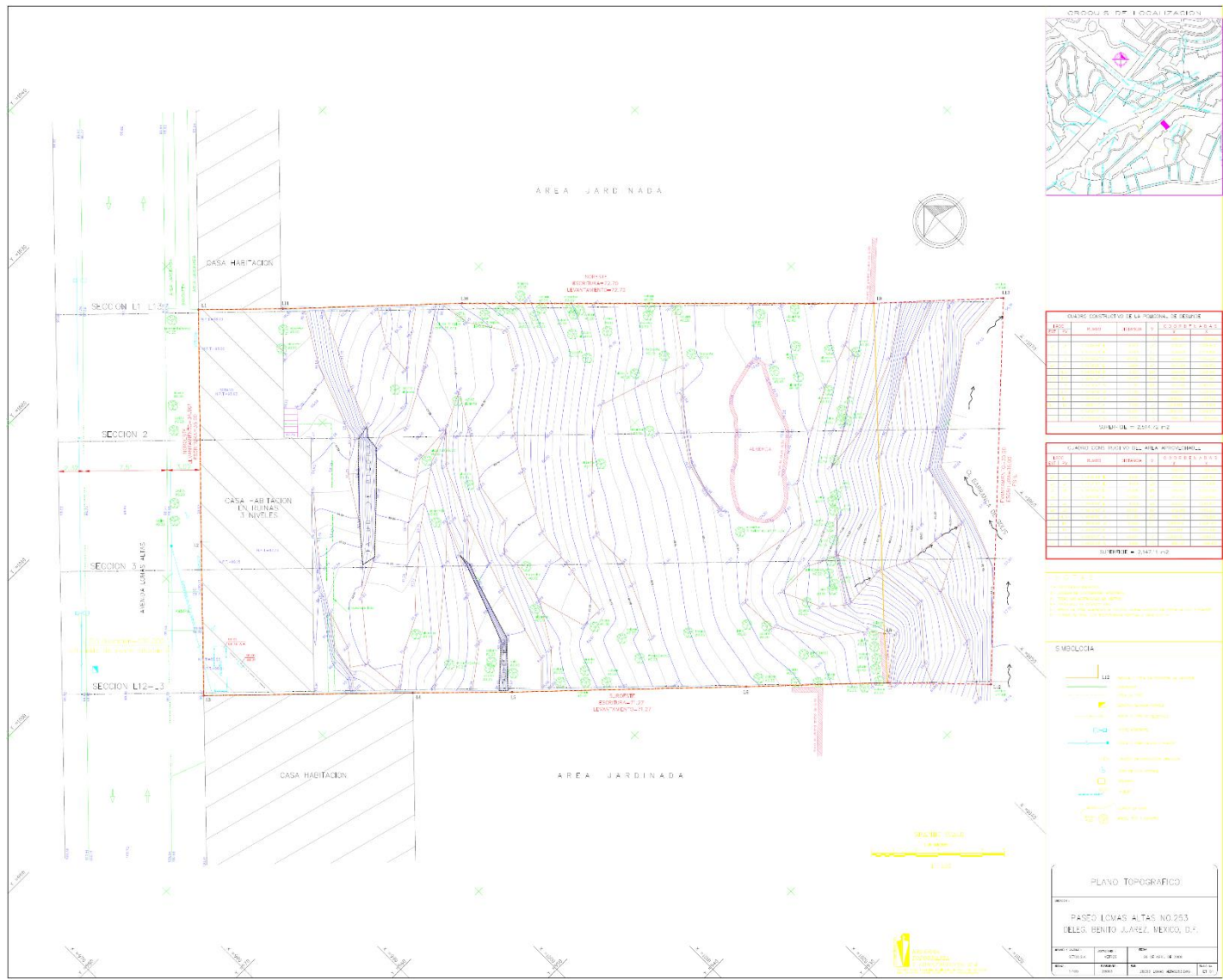


Ilustración 5. Planta Topográfica ET-01

2.3. Mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos se llevó a cabo por R POULCELL Y ASOCIADOS SA DE CV en octubre de 2008, obteniendo como resultados lo ya esperado de la zona de lomeríos del Distrito Federal, citando al informe:

“Este informe contiene los resultados del estudio geotécnico para diseñar y construir la cimentación de las estructuras que formaran el Desarrollo Residencial Lomas Altas, que se construirá en la Avenida Paseo Lomas Altas 253, en la colonia Lomas Altas, Delegación Miguel Hidalgo de esta ciudad. El subsuelo está constituido por una serie de depósitos de toba formada por mezclas de limo, arena y arcilla combinados en proporciones variables, de color café a beige y cementados con carbonatos de calcio. Su densidad varía desde media a muy alta. En el sondeo SPE – 1 se encontró un depósito de grava mezclado con arena y arcilla de baja plasticidad. Aunque en todo el predio hay un relleno de poco espesor, en el SPE – 6 resultó de 3.6 m. La solución de cimentación más conveniente para el edificio y su estacionamiento será mediante zapatas aisladas o corridas apoyadas a 2 m de profundidad respecto al nivel del terreno circundante más bajo.”

Una vez analizados los datos se emitieron recomendaciones y conclusiones por el especialista en mecánica de suelos contratado, mismas que se expresan en el reporte divididas en recomendaciones generales, recomendaciones de excavación, recomendaciones de rellenos y conclusiones obtenidas:

“Recomendaciones generales:

- Previamente a cualquier trabajo de excavación y construcción deberán colocar suficientes puntos de control para vigilar los movimientos de las colindancias y de la avenida. Adicionalmente deberán instalar un banco de nivel superficial separado por lo menos 50 m del predio cuidando que su instalación quede igualmente separada de otros predios en construcción.
- Todos los puntos de control serán con clavos con cabeza de gota, hincados en taquetes de plomo para evitar que puedan destruirlos o retirarlos.
- Una vez instalados todos los puntos de control y el banco de nivel se correrá una nivelación base que es conveniente llevar ante Notario, así como el dictamen de las condiciones actuales en que se encuentran los edificios vecinos incluyendo su estabilidad y seguridad estructural.
- Durante toda la etapa de excavación y construcción de las cimentaciones deberán efectuar nivelaciones semanales en todos los puntos de control.

- Todas las nivelaciones deberán referirlas al banco de nivel fijo para llevar su control topográfico de manera confiable.

Recomendaciones de Excavación:

- Las excavaciones para las zapatas podrán tener taludes verticales si se hacen en la toba sana y siempre y cuando no excedan de 2 m de altura.
- Las excavaciones y cortes temporales podrán tener un talud 1 vertical : 0.25 horizontal siempre y cuando su altura sea de 5 m como máximo.
- Las excavaciones podrán hacerlas con maquinaria teniendo cuidado de no producir sobrecargas en la parte alta de los cortes. También se evitará que el equipo dañe el terreno excavado, sobre todo el material de sus taludes.
- En caso de tener cortes temporales o definitivos con alturas mayores o con sobrecargas diferentes a las mencionadas se deberá notificar al suscrito para dar las soluciones que correspondan.
- Por ningún motivo permitirán que el equipo de construcción produzca vibraciones en las construcciones vecinas, ya que les pueden ocasionar daños.
- Cuando las bardas de colindancia o las construcciones vecinas estén a una distancia menor que 3 m, el talud de las excavaciones será 1 vertical : 0.25 horizontal, y en su caso se retirará excavándolo por partes, en tramos alternados no mayores de 2 m de longitud y recimentando la barda o estructura cuando quede al paño o muy cerca (con una distancia menor que 1 m en sentido horizontal) de la estructura por construir, usando piedra braza.
- Si las excavaciones se hacen en época de lluvia los taludes podrán requerir algún tratamiento de protección, como un repellado o concreto lanzado.
- En todo caso será necesario evitar que el agua fluya superficialmente hacia los taludes, usando bordos de tierra, por ejemplo.

Recomendaciones de rellenos:

Para formar los rellenos sobre las zapatas y entre contratrabes utilizarán todos los materiales de corte del lugar, exceptuando los rellenos superficiales y los suelos de color café oscuro, previa inspección del laboratorio de Control de Calidad de la obra.

Cuando sea necesario hacer rellenos para alcanzar el nivel de apoyo de los pisos se compactarán al 95 % \pm 1% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) Proctor y con su contenido de agua óptimo (ω) \pm 2%.

La colocación de los rellenos se hará en capas no mayores de 25 cm de espesor en estado suelto, y se verificará la compactación de cada capa. Se podrá utilizar cualquier tipo de

maquinaria que cumpla con el grado de compactación especificado. Si este procedimiento resulta complicado, pueden hacer los rellenos estructurales mezclando los suelos de color café claro del lugar con el 4 % de cemento (65 kg de cemento por metro cúbico de relleno colocado), compactándolos al 90 % \pm 1 % de su PVSM y con su $w_o \pm 2$ %.

Conclusiones:

- En el predio en estudio predominan los depósitos de la toba típica de la zona de lomas que se encuentra al poniente de la Ciudad de México, que son de alta resistencia al esfuerzo cortante y baja deformabilidad.
- El coeficiente sísmico correspondiente es de 0.16 de acuerdo con las **Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones** del Distrito Federal (año 2004).
- Los suelos superficiales encontrados en el predio son rellenos constituidos por limo color café claro de baja plasticidad y baja densidad combinados con arena color café claro, suelta a muy suelta.
- Posteriormente se encontraron los depósitos de toba que están formados por mezclas de limo, arena y arcilla de baja plasticidad, de mediana a alta resistencia al esfuerzo cortante y baja a muy baja deformabilidad.
- Los depósitos más profundos están constituidos por tobas formadas por limo y arena mezclados en diferentes proporciones, que constituyen suelos de alta resistencia al esfuerzo cortante y muy baja deformabilidad.
- La estratigrafía encontrada en los sondeos es concordante sin embargo su espesor y profundidad son variables.
- Es importante que la cimentación de las estructuras se apoyen en los depósitos de toba sana.
- La solución de cimentación más conveniente para el edificio de departamentos y su estacionamiento será mediante zapatas aisladas o corridas según más convenga a su diseño estructural.”

Como podemos ver por las recomendaciones y conclusiones emitidas por el ingeniero en mecánica de suelos el proyecto se encuentra en un predio con una geotecnia amable en cuanto a resistencias, estratigrafías y coeficiente sísmico. Los rellenos encontrados serían los puntos críticos de la cimentación, ya que no pueden ser utilizados para los desplantes de las zapatas, debiendo ser removidos para que la descarga de la estructura sea directamente sobre las tobas sanas.

El estudio se hizo por medio de seis pruebas de Penetración Estándar, dichas pruebas presentaron resultados similares en cuanto a estratigrafía y resistencias. Las pruebas fueron llamadas SPE-1 al 6 y fueron ubicadas como se muestra en la Ilustración 6. Localización de sondeos. A continuación se hace una interpretación de cada sondeo, mismos que pueden ser localizados en las Ilustraciones 7 a 12:

- SPE-1: cuenta con una capa de gravas superficiales a 1.5 m y 3.5 m de profundidad. A partir de una profundidad de 15 m se llega al estrato resistente, siendo necesarios 50 golpes para penetrar 15 cm de suelo. Predominan los finos y las arenas.
- SPE-2: cuenta con una delgada capa dura de arenas y finos a 1 m de profundidad. A partir de 8 m de profundidad son necesarios 50 golpes para penetrar 20 cm de suelo, siendo este el estrato resistente también con porcentajes a los de finos y arcillas.
- SPE-3: se encuentra una capa dura de 50 cm compuesta por arenas y finos a 1.5 m de profundidad. De 4 m en adelante de profundidad se encuentra el estrato resistente con presencia de finos, gravas y arenas siendo necesarios 50 golpes para penetrar entre 15 y 20 cm.
- SPE-4: El estrato resistente está prácticamente en la superficie (a 0.5 m de profundidad, es decir que sobre el estrato resistente sólo existe la capa vegetal de 50 cm). Son necesarios 50 golpes para penetrar 20 cm; aunque hay presencia de gravas las arenas y los finos predominan.
- SPE-5: En este sondeo se encontró que hasta 10.5 m de profundidad hay un estrato resistente, siendo necesarios 50 golpes para lograr una penetración de 20 cm. Predominan los finos y las arenas.
- SPE-6: capa dura de 2 m de espesor desde una profundidad de 2.5 m, dicha capa compuesta principalmente de gravas. Hasta una profundidad de 16 m se encuentra el estrato resistente siendo necesarios 50 golpes para una penetración menor a los 30 cm. El estrato resistente consiste principalmente de finos y arenas.

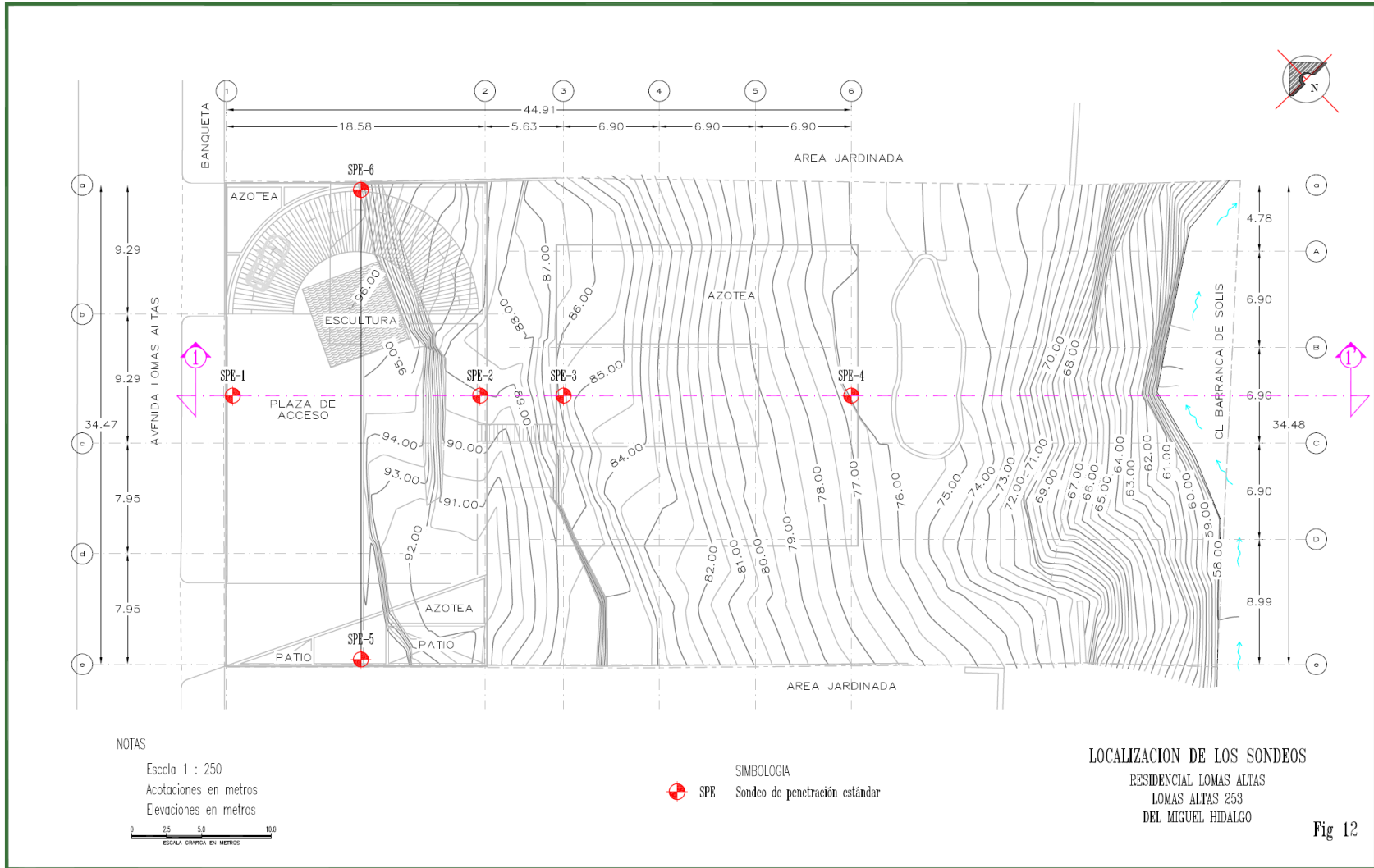


Ilustración 6. Localización de sondeos

SONDEO SPE-1 Y SS-1
Elevación + 99.00 m

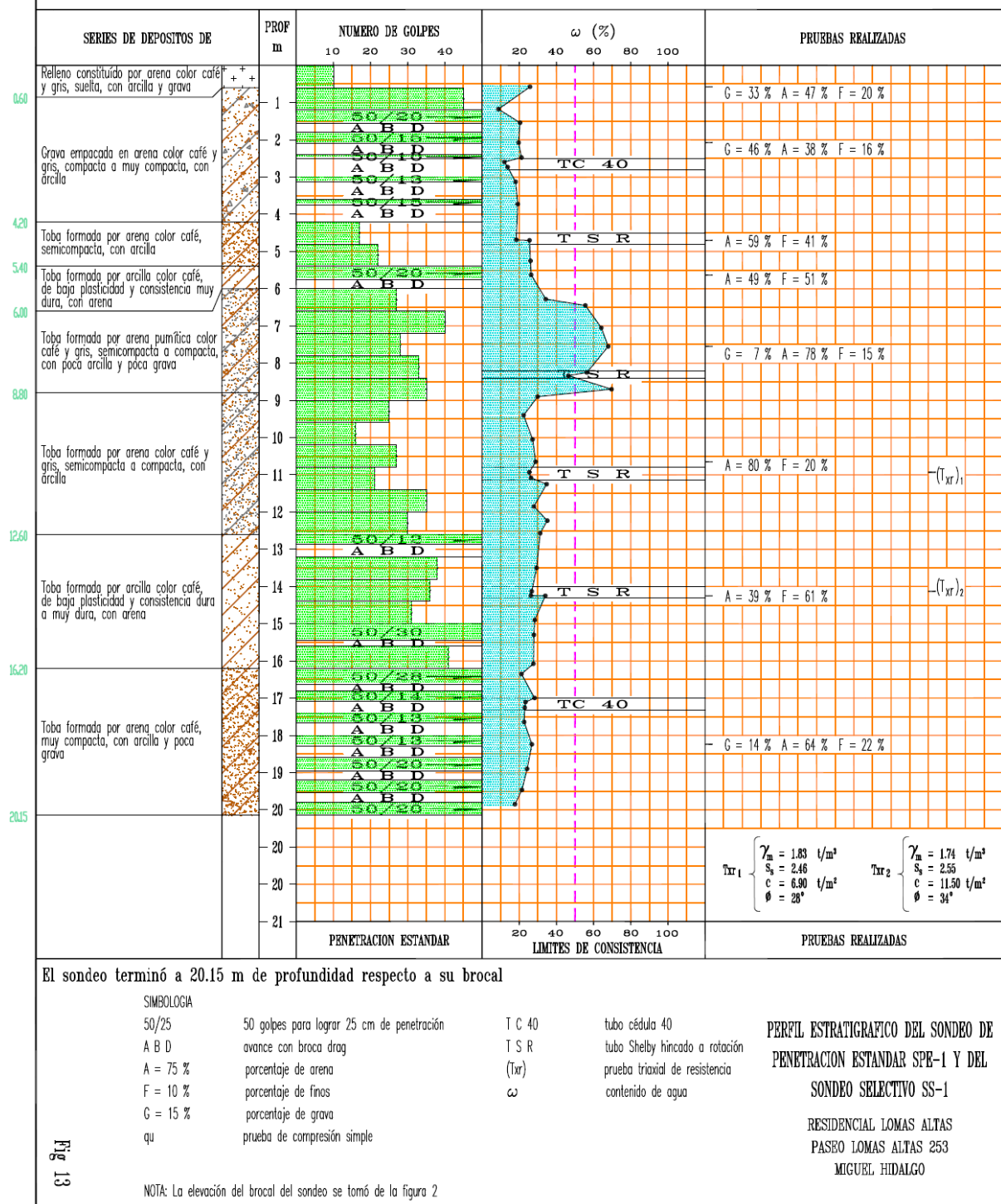
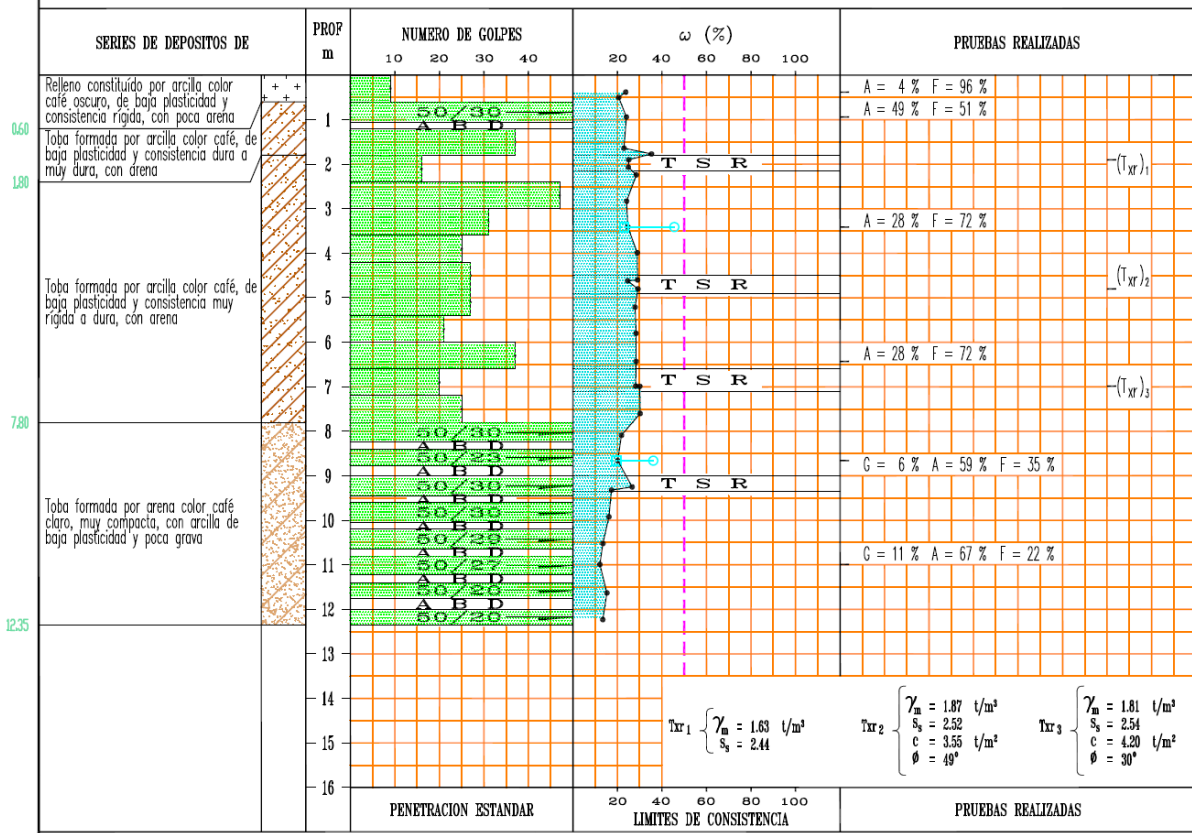


Ilustración 7. Sondeo SPE-1 y SS-1

SONDEO SPE-2 Y SS-2
Elevación + 89.06 m



El sondeo terminó a 12.35 m de profundidad respecto a su brocal

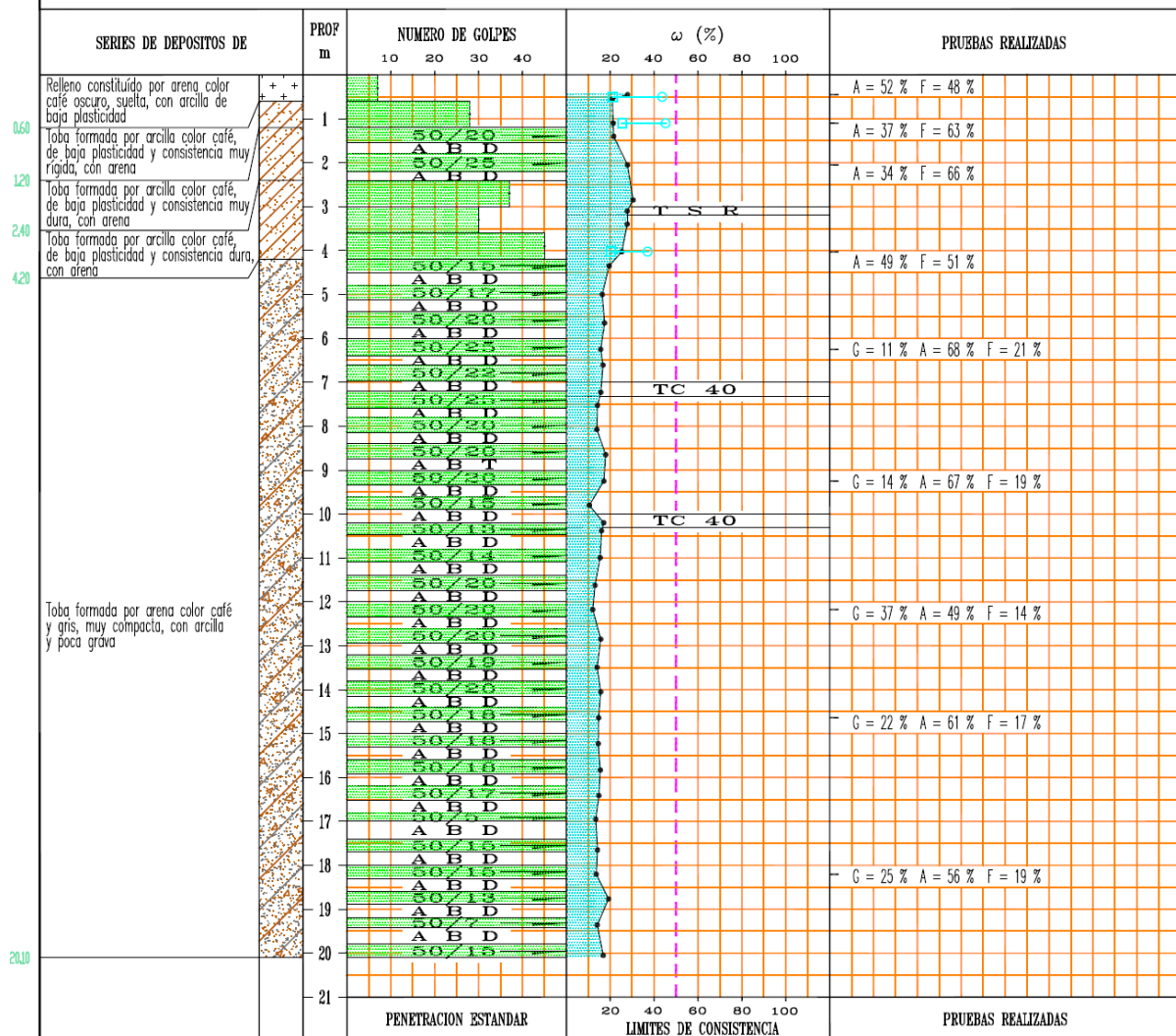
- | | | |
|--|---|--|
| <p>SIMBOLOGIA</p> <p>50/25 50 golpes para lograr 25 cm de penetración</p> <p>A B D avance con broca drag</p> <p>A = 75 % porcentaje de arena</p> <p>F = 10 % porcentaje de finos</p> <p>G = 15 % porcentaje de grava</p> | <p>T S R tubo Shelby hincado a rotación</p> <p>(T_{xr}) prueba triaxial de resistencia</p> <p>ω contenido de agua</p> <p>○ límite líquido</p> <p>□ límite plástico</p> | <p>PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR SPE-2 Y DEL SONDEO SELECTIVO SS-2</p> <p>RESIDENCIAL LOMAS ALTAS
PASEO LOMAS ALTAS 253
MIGUEL HIDALGO</p> |
|--|---|--|

Fig 14

NOTA: La elevación del brocal del sondeo se tomó de la figura 2

Ilustración 8. Sondeo SPE-2 y SS-2

SONDEO SPE-3 Y SS-3
Elevación + 85.67 m



El sondeo terminó a 20.10 m de profundidad respecto a su brocal

SIMBOLOGIA

50/25 50 golpes para lograr 25 cm de penetración
A B D avance con broca drag
A = 75 % porcentaje de arena
F = 10 % porcentaje de finos
G = 15 % porcentaje de grava

T C 40

T S R

ω

○

□

tubo cédula 40

tubo Shelby hincado a rotación

contenido de agua

límite líquido

límite plástico

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SONDEO DE

PENETRACION ESTANDAR SPE-3 Y DEL

SONDEO SELECTIVO SS-3

RESIDENCIAL LOMAS ALTAS

PASEO LOMAS ALTAS 253

MIGUEL HIDALGO

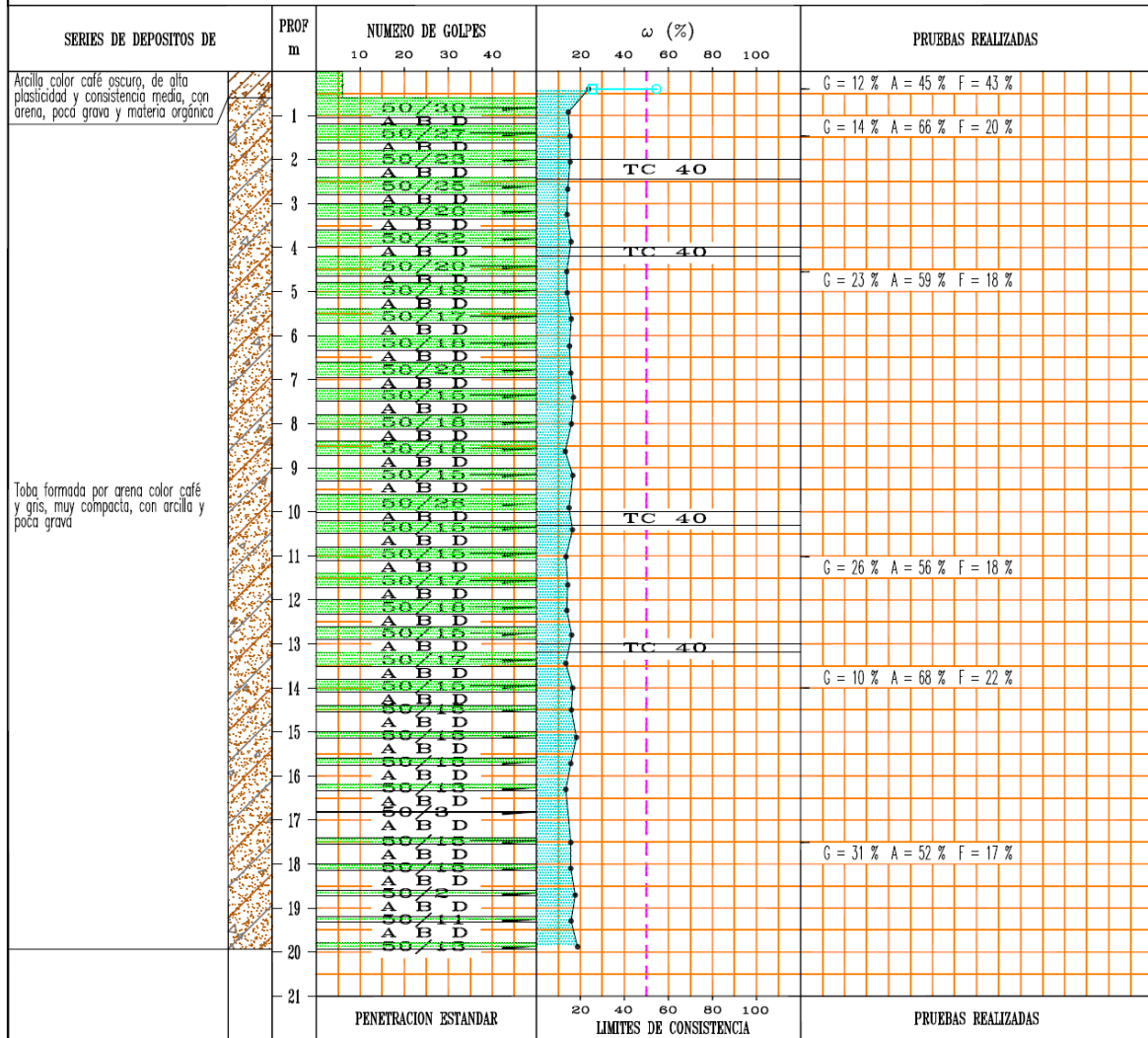
Fig 15

NOTA: La elevación del brocal del sondeo se tomó de la figura 2

Ilustración 9. SPE-3 y SS-3

SONDEO SPE-4 Y SS-4

Elevación + 75.97 m



El sondeo terminó a 19.93 m de profundidad respecto a su brocal

SIMBOLOGIA

50/25 50 golpes para lograr 25 cm de penetración
 A B D avance con broca drag
 A = 75 % porcentaje de arena
 F = 10 % porcentaje de finos
 G = 15 % porcentaje de grava

T C 40

ω contenido de agua
 \circ límite líquido
 \square límite plástico

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR SPE-4 Y DEL SONDEO SELECTIVO SS-4

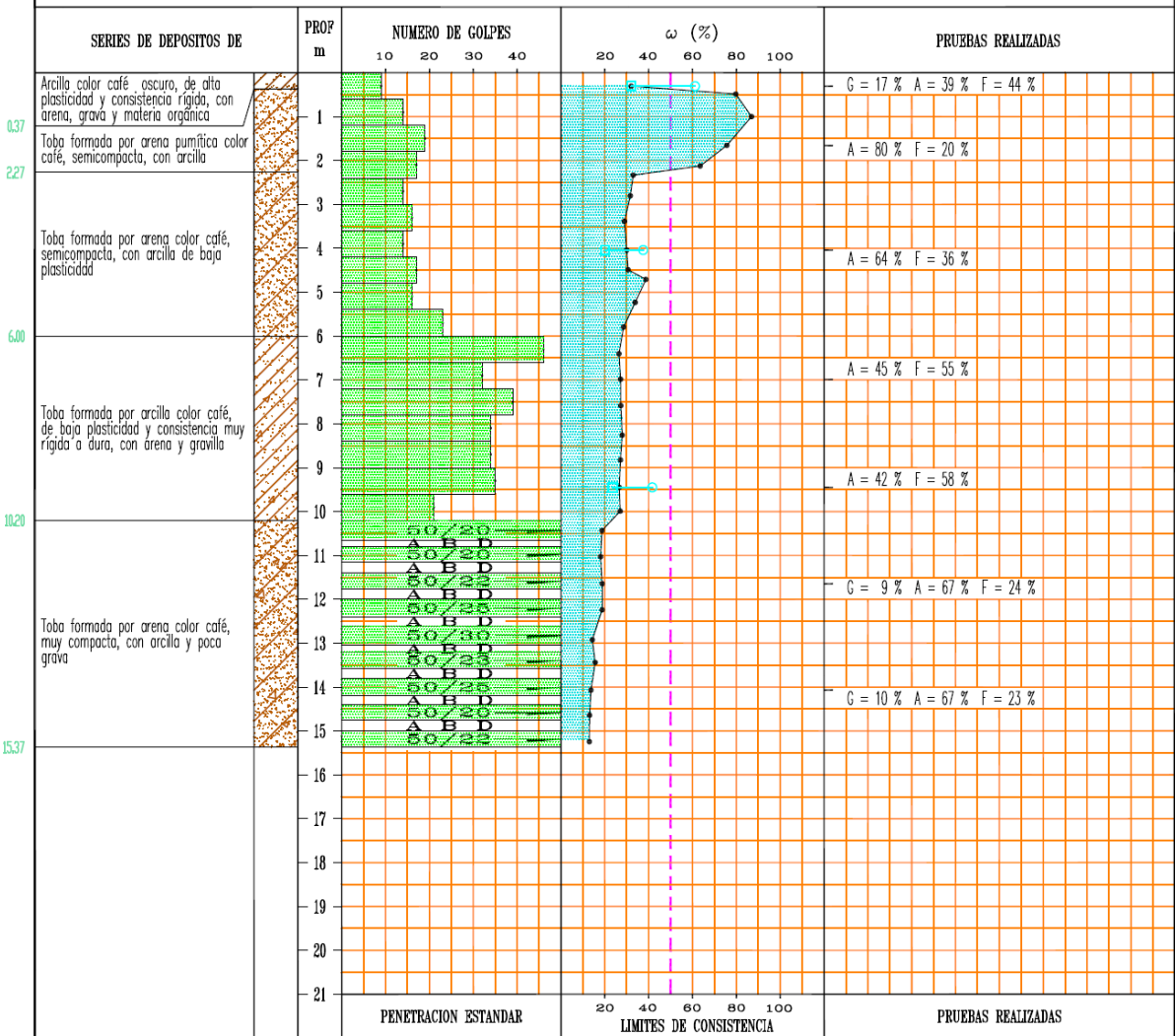
RESIDENCIAL LOMAS ALTAS
 PASEO LOMAS ALTAS 253
 MIGUEL HIDALGO

Fig 16

NOTA: La elevación del brocal del sondeo se tomó de la figura 2

Ilustración 10. SPE-4 y SS-4

SONDEO SPE-5
Elevación + 95.00 m



El sondeo terminó a 15.37 m de profundidad respecto a su brocal

SIMBOLOGIA			
50/25	50 golpes para lograr 25 cm de penetración	ω	contenido de agua
A B D	avance con broca drag	○	límite líquido
A = 75 %	porcentaje de arena	□	límite plástico
F = 10 %	porcentaje de finos		
G = 15 %	porcentaje de grava		

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SONDEO
DE PENETRACION ESTANDAR SPE-5

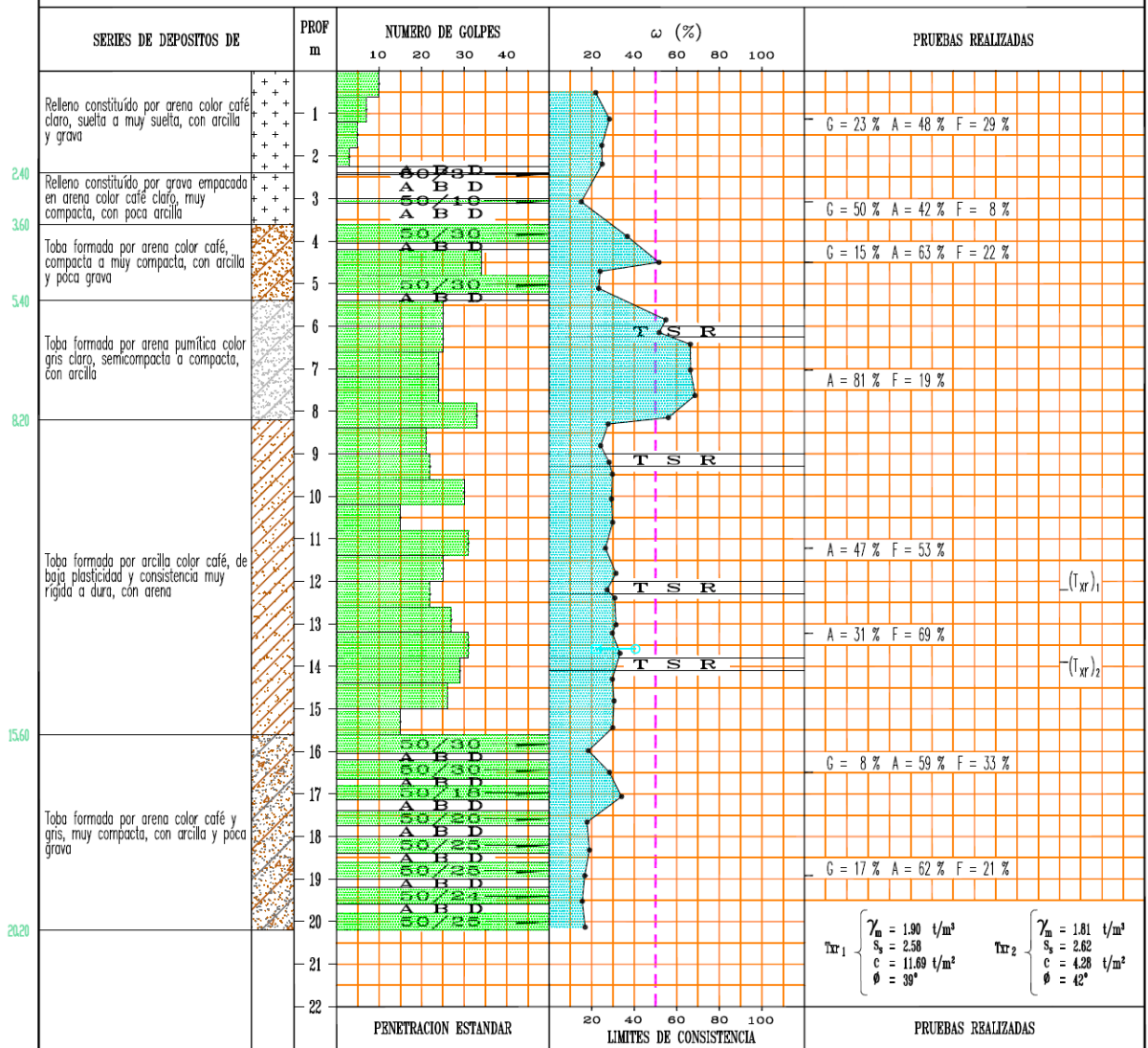
RESIDENCIAL LOMAS ALTAS
PASEO LOMAS ALTAS 253
MIGUEL HIDALGO

Fig. 17

NOTA: La elevación del brocal del sondeo se tomó de la figura 2

Ilustración 11. Sondeo SPE-5

SONDEO SPE-6 Y SS-6
Elevación + 96.50 m



El sondeo terminó a 20.20 m de profundidad respecto a su brocal

SIMBOLOGIA				
50/25	50 golpes para lograr 25 cm de penetración	T S R	tubo Shelby hincado a rotación	PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR SPE-6 Y DEL SONDEO SELECTIVO SS-6 RESIDENCIAL LOMAS ALTAS PASEO LOMAS ALTAS 253 MIGUEL HIDALGO
A B D	avance con broca drag	ω	contenido de agua	
A = 75 %	porcentaje de arena	(Tr)	prueba triaxial de resistencia	
F = 10 %	porcentaje de finos	○	límite líquido	
G = 15 %	porcentaje de grava	□	límite plástico	

Fig 18

NOTA: La elevación del brocal del sondeo se tomó de la figura 2

Ilustración 12. SPE-6 y SS-6

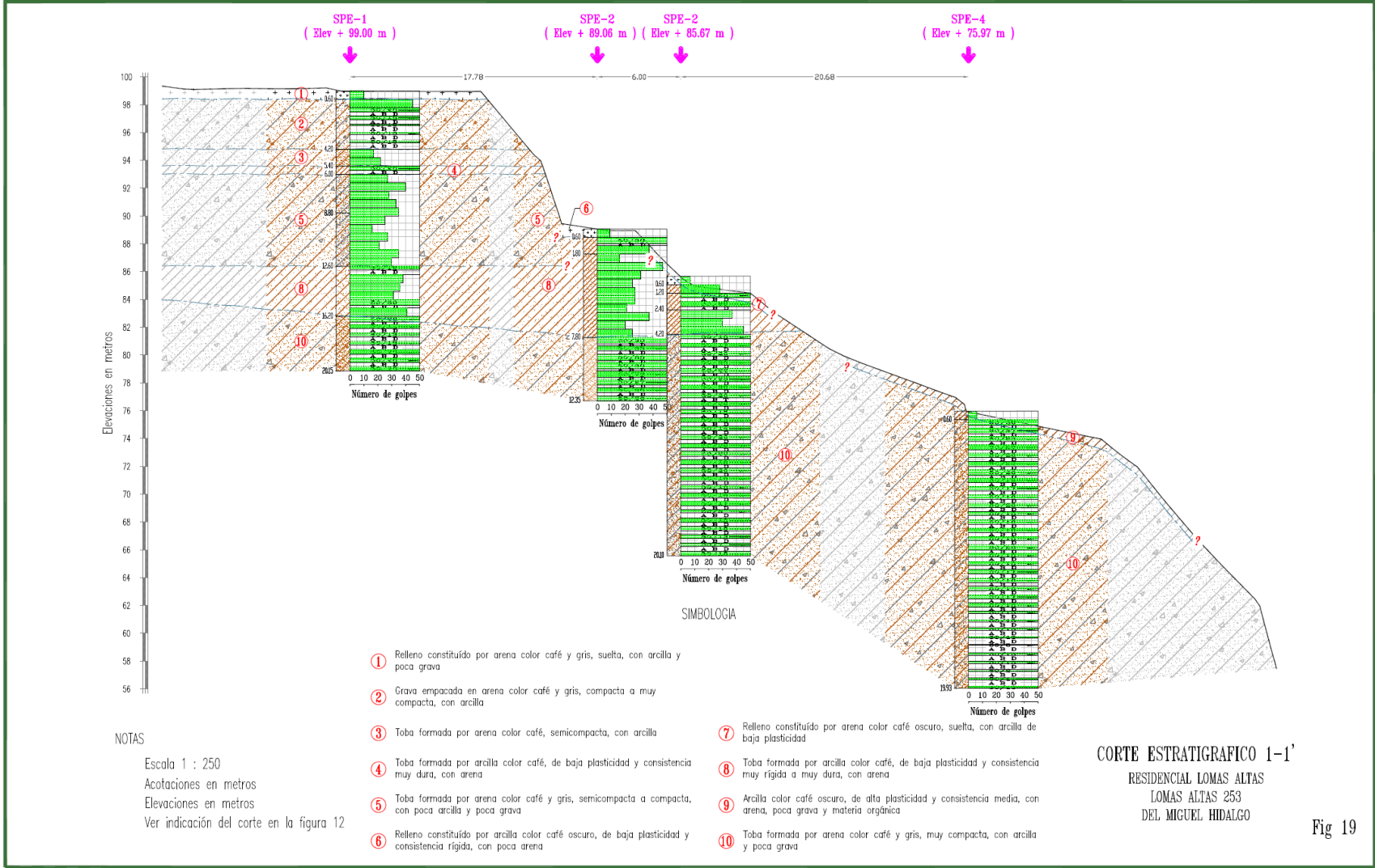


Ilustración 13. Corte estratigráfico 1-1'

2.4. Estudios Económico-Financieros

Al ser un proyecto de inversión para los socios fue necesario un análisis financiero y de viabilidad de proyecto. Para esto se generaron modelos financieros para la obtención de retornos de inversión y de estructuración del capital de trabajo necesario para el fondeo del proyecto. Dichos análisis fueron realizados por especialistas de la inmobiliaria dueña del proyecto mucho antes de comenzar cualquier trabajo necesario para el arranque de Lomas Altas 253. Las aportaciones de capital de los socios inversionistas se dividieron en dos etapas. La primera para la compra del terreno, desarrollo del proyecto ejecutivo e inicio de demoliciones y excavaciones. La segunda para fondear la edificación y lograr la terminación del proyecto. Durante la ejecución también se contemplan entradas de capital por medio de preventas.

La inmobiliaria tiene como parámetro mínimo un retorno de inversión del 30% antes de impuestos al cierre de negocio, por lo que se generan expectativas de rendimientos mayores en caso de ser logrados. Esto se ejemplifica en el flujo acumulado del negocio en periodos mensuales:

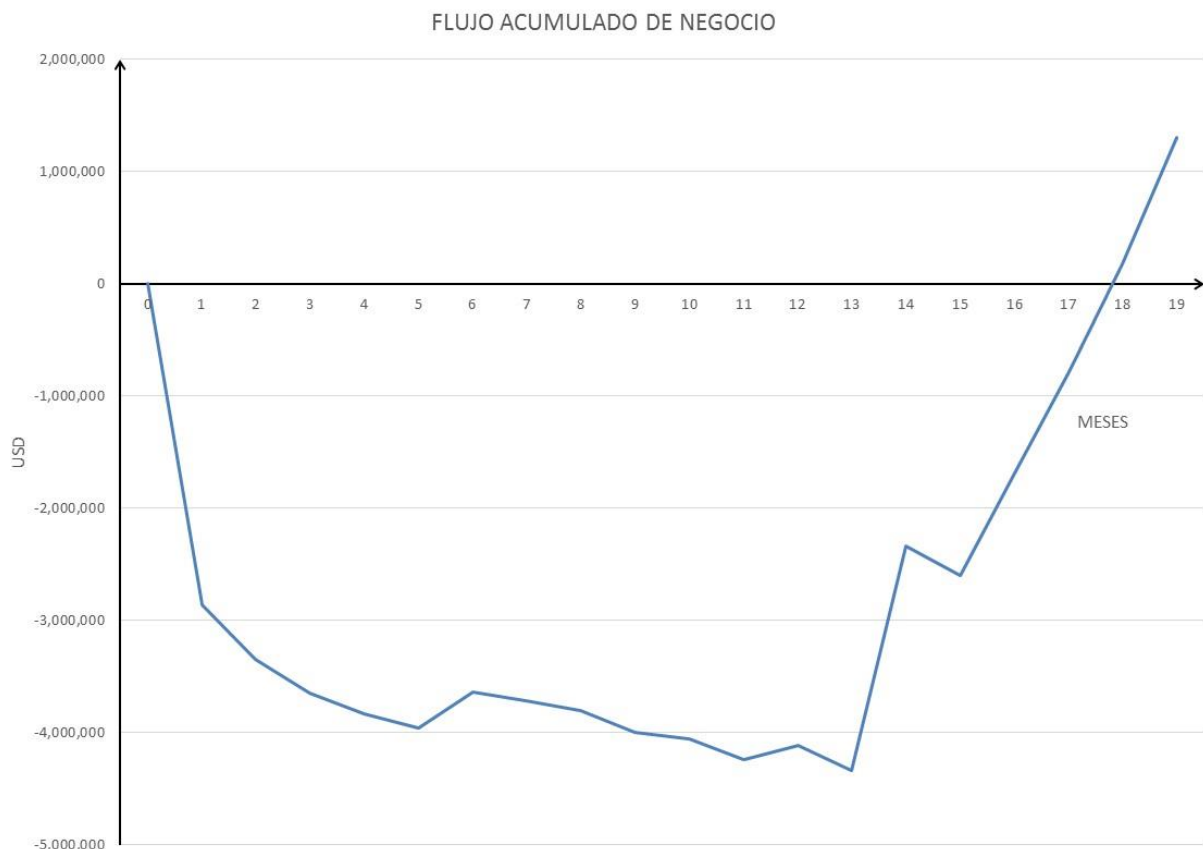


Ilustración 14. Flujo Acumulado de Negocio

A través del flujo acumulado anterior, podemos visualizar el comportamiento del capital de proyecto a través de las inversiones y las recuperaciones. La gráfica demuestra como en el mes 18 es cuando finaliza la recuperación del capital invertido y hacia el mes 19 se establece la utilidad bruta del proyecto.

3. Proyecto Ejecutivo

Una vez finalizados y revisados los estudios previos necesarios, alimentados por un anteproyecto arquitectónico conceptual, se inició el proceso de un proyecto ejecutivo integral que abarca:

- Proyecto Arquitectónico
- Proyecto Estructural
- Proyecto Hidráulico-Sanitario
- Proyecto eléctrico
- Proyecto electromecánico
- Proyecto de voz y datos
- Proyecto de cancelería

A continuación se verán las características y los alcances generales y particulares de cada uno de los rubros previamente expresados así como los planos o renders más representativos del proyecto Lomas Altas 253.

3.1. Proyecto Arquitectónico

El proyecto arquitectónico, realizado por el despacho Javier Sordo Madaleno (SM) busca, aprovechando las características del terreno, generar una sensación de tranquilidad a través del contacto con la naturaleza dentro de la Ciudad de México. Lo cual es expuesto en la presentación ejecutiva del proyecto arquitectónico de la siguiente manera:

“Vivir literalmente dentro de una cañada boscosa, sentirse fuera de la Ciudad todos los días, experimentar una sensación de paz y tranquilidad única, impensable en la Ciudad de México... una realidad en Lomas Altas 253.”

Bajo esta filosofía de generar espacios únicos por el contacto el bosque, SM desarrolló la idea del edificio de departamentos adentrados en bosque con la fachada, individual para cada piso, hecha a base de ventanas corridas, para así lograr el efecto visual de estar volando dentro del bosque. Siendo este el concepto medular de los tres departamentos se realizó una distribución, aprovechando la planta arquitectónica de los entresijos para generar una propuesta de repartición de las áreas para diferentes arreglos. Aunque los arreglos son

propuestos ya que la venta del departamento es sin distribuciones interiores para poder hacer una distribución acorde a las necesidades de cada propietario.



Ilustración 15. Vista de fachada sureste



Ilustración 16. Distribución y esquema funcional del proyecto

Las características de cada departamento son las siguientes:

Garden House:

- Área habitable de 805 m² distribuida en dos pisos:
 - Planta baja de: 417 m² (1° entrepiso del conjunto)
 - Planta alta de: 388 m² (2° entrepiso del conjunto)
- 6 cajones de estacionamiento
- Bodega privada en área de estacionamiento
- Acceso y derecho a áreas y servicios comunes.



Ilustración 17. Garden House- Planta Alta (distribución propuesta)



Ilustración 18. Garden House- Planta Baja (distribución propuesta)

Master House

- Área habitable de 417 m² distribuida en un piso:
 - Planta única de: 417 m² (3° entresido del conjunto)
- 4 cajones de estacionamiento
- Bodega privada en área de estacionamiento
- Acceso y derecho a áreas y servicios comunes.



Ilustración 19. Master House- Planta Única (distribución propuesta)

Sky House

- Área habitable de 805 m² distribuida en dos pisos:
 - Planta baja de: 417 m² (4° entrepiso del conjunto)
 - Planta alta de: 388 m² (5° entrepiso del conjunto)
- Terraza privada de 405 m² (azotea del conjunto)
- 6 cajones de estacionamiento
- Bodega privada en área de estacionamiento
- Acceso y derecho a áreas y servicios comunes.



Ilustración 20. Sky House- Planta Alta (distribución propuesta)



Ilustración 21.Sky House- Planta Baja (distribución propuesta)



Ilustración 22.Sky House- Terraza privada en azotea del conjunto (distribución propuesta)

Áreas y servicios comunes:

- Terraza de 200 m² y Jardín de 400 m² de área común
- Seguridad con Policía Bancaria e Industrial 24 hrs. los 365 días del año
- Cámaras de seguridad con circuito cerrado de televisión
- Planta de emergencia de luz al 100%
- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Amplia cisterna
- Protección contra incendio con especificaciones de la NFPA (Agencia Nacional de Protección Contra Incendio, por sus siglas en inglés, de los EEUA)
- Sala para choferes

En cuanto a estacionamiento, se cuenta con edificio de estacionamiento con 25 cajones repartidos entre los diferentes departamentos. La azotea de dicho edificio funciona como plaza de acceso y caseta de vigilancia, como se puede ver en los planos a03, a04, a05, a06 y a07.

3.2. Proyecto Estructural

El análisis y el proyecto estructural fueron realizados por **DISEÑO INTEGRAL Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.C.**, encabezada por el ingeniero Jaime Palacios Niño. Dicho análisis partió de una división entre dos edificios, el de departamentos y el de estacionamientos, diseñando desde la cimentación hasta la superestructura independiente el uno del otro. Para éste análisis se utilizó el software ECOgcW V2.24 del desarrollador de software enfocado a la ingeniería civil mexicano **g.c. ingeniería y diseño s.c.**

3.2.1. Edificio de departamentos

La cimentación se resolvió con zapatas aisladas de concreto reforzado, unidas con trabes de liga. La profundidad de desplante de la cimentación tuvo 200 cm como mínimo, o hasta encontrar terreno sano con capacidad de 30 ton/m². Las columnas fueron proyectadas de acero A-50, aunque se utilizaron columnas de concreto reforzado debido a los cambios en el precio de acero entre 2008 y 2012. Las trabes fueron diseñadas de concreto reforzado así como las losas de entrepiso, las cuales son perimetralmente apoyadas y aligeradas con casetones de polietileno.

3.2.2. Edificio de estacionamiento

La cimentación se resolvió con zapatas corridas de concreto reforzado para apoyar el muro de concreto y los muros de mampostería, zapatas aisladas para recibir las columnas, unidas con trabes de liga. Así como el edificio de departamentos, la profundidad de desplante de la cimentación del edificio de estacionamiento tuvo 200 cm como mínimo, o hasta encontrar terreno sano con capacidad de 30 ton/m². En este cuerpo, algunos muros de mampostería son de carga por lo que están confinados con dalas y castillos de concreto. Las columnas, trabes y vigas son de concreto reforzado, las losas son aligeradas, perimetralmente apoyadas y coladas monolíticamente con sus apoyos.

3.2.3. Estimación de cargas

La evaluación de cargas muertas en la estructura se hizo de acuerdo a los pesos volumétricos de los distintos materiales que intervienen en esta, así como a las dimensiones de los elementos estructurales que la componen. Las cargas vivas unitarias se determinaron tomando en cuenta los valores especificados en el artículo 161 Reglamento de

Construcciones del Distrito Federal 2004 y el capítulo 6 de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, las cuales están en función del uso o destino del piso o cubierta.

De acuerdo con el citado Reglamento y sus correspondientes Normas Técnicas, se consideraron las siguientes cargas:

Edificio de departamentos

En entrepiso

Carga muerta

Piso terminado	140 kg/m ²
Relleno para dar nivel	220 kg/m ²
Losa	260 kg/m ²
Plafón	40 kg/m ²
Carga adicional por Reglamento	40 kg/m ²
Muros divisorios	200 kg/m ²
	<hr/>
	900 kg/m ²

CARGA VIVA

W	Wa	Wm
170 kg/m ²	90 kg/m ²	70 kg/m ²

En azotea nivel terraza**Carga muerta**

Piso terminado	140 kg/m ²
Losa	260 kg/m ²
Plafón	40 kg/m ²
Carga adicional por Reglamento	40 kg/m ²
	<hr/>
	480 kg/m ²

CARGA VIVA

W	Wa	Wm
170 kg/m ²	90 kg/m ²	70 kg/m ²

Edificio de estacionamiento**En azotea nivel terraza****Carga muerta**

Relleno e impermeabilización	300 kg/m ²
Losa	270 kg/m ²
Plafón	40 kg/m ²
Carga adicional por Reglamento	40 kg/m ²
	<hr/>
	650 kg/m ²

Carga viva

W	Wa	Wm
350 kg/m ²	250 kg/m ²	40 kg/m ²

En entrepiso**Carga muerta**

Piso terminado	100 kg/m ²
Losa	270 kg/m ²
Plafón	40 kg/m ²
Carga adicional por Reglamento	40 kg/m ²

450 kg/m²

Carga viva

W	Wa	Wm
250 kg/m ²	100 kg/m ²	40 kg/m ²

3.2.4. Análisis sísmico

En la elaboración de este análisis se utilizó el análisis sísmico dinámico de acuerdo con el Reglamento de Construcciones y sus correspondientes Normas Técnicas, de donde se determinó la siguiente clasificación:

- Estructura del grupo "B"
- Terreno tipo I (Zona I)
- Coeficiente sísmico **C=0.16**
- Factor de comportamiento sísmico **Q= 3.0**
- Estructura regular

3.2.5. Diseño estructural

Para el diseño de elementos de concreto se utilizó el método de los estados límite o resistencia última, en el que entre otras, se hacen las siguientes consideraciones:

1. La deformación unitaria última máxima del concreto a compresión es, $E_{cu} = 0.003$
2. Existe adherencia entre concreto y acero de refuerzo, de tal modo que la deformación unitaria en éste y en el concreto que lo rodea es la misma
3. El concreto no resiste tensiones

Para el diseño de las columnas se analizaron por flexión, compresión y flexo-compresión. Para el diseño de losas se hizo primero el análisis de peralte de la misma y se siguió al diseño por flexión y por cortante. Finalmente para el diseño de muros de concreto se hizo un análisis de flexo-compresión.

Para los muros de mampostería el análisis fue por cargas verticales como laterales.

El resultado del diseño estructural de ambos cuerpos arrojó las siguientes interpretaciones gráficas:

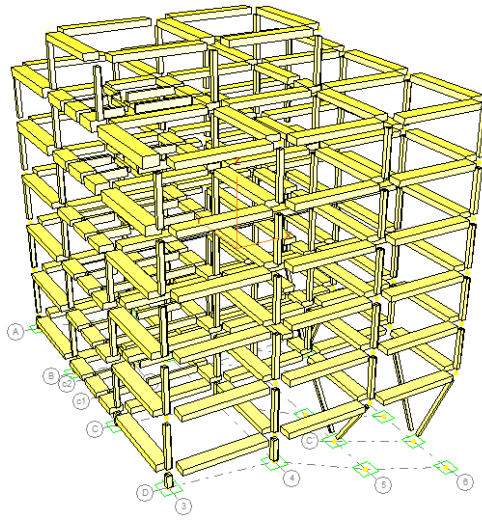


Ilustración 23. Diseño de columnas, vigas y trabes. Edificio de Departamentos

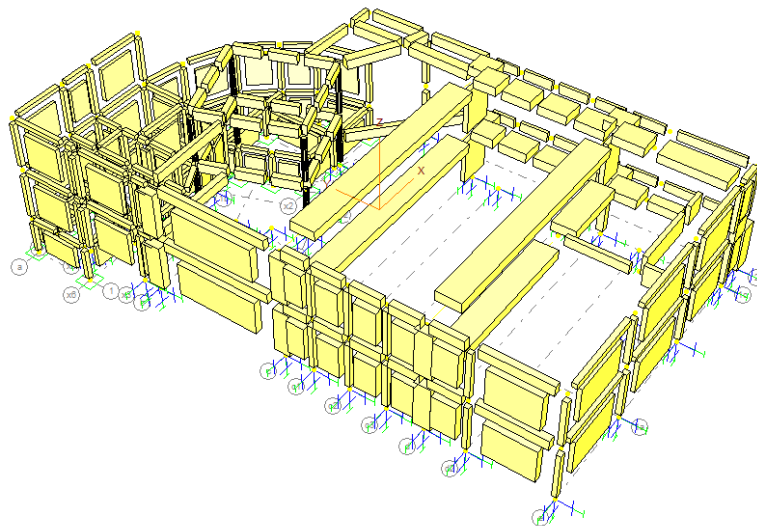


Ilustración 24. Diseño de columnas, vigas y trabes. Edificio de estacionamiento

El diseño con especificaciones de ambos cuerpos se muestra en los planos estructurales entregados por **DISE S.C.**, siendo éstos los siguientes:

- E-01
- E-02
- E-03
- E-04
- E-05
- E-06
- E-07
- E-08
- E-09
- E-10
- E-11
- E-12
- E-13
- E-14
- E-15
- E-16
- E-17
- E-18
- E-19
- E-20
- E-21
- E-22
- E-23
- EA-01
- EA-02
- EA-03
- EA-03a
- EA-03b
- EA-04
- EA-05
- EOE-02
- EOE-03
- ES-01

3.3. Proyecto Hidráulico-Sanitario

El proyecto hidráulico-sanitario fue llevado a cabo por la firma de ingeniería **AKF** realizando los siguientes puntos:

- Cálculo de la cisterna
- Cálculo de la tubería de toma
- Diseño hidráulico de la red
- Cálculo de las alimentaciones de agua a servicios
- Cálculo del equipo de bombeo a servicios
- Cálculo del calentador
- Diseño de la instalación sanitaria
- Diseño de la instalación pluvial

El trabajo consistió en generar el proyecto, es decir, tomando en cuenta las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de aguas pluviales. Así generando un proyecto integral en cuanto al manejo de aguas involucradas en el desarrollo. Las consideraciones que se tomaron para el cálculo de volúmenes y el diseño tanto de secciones como recomendaciones de equipo son las siguientes:

3.3.1. Descripción del sistema

A partir de una red de toma de agua potable para todo el conjunto se deriva una tubería de 13 mm, para poder realizar el llenado de la cisterna que almacena el agua de servicios.

3.3.2. Sistema hidráulico para servicios

El consumo de agua potable del conjunto es de 4,800 lts por día, contando con dos días adicionales de reserva se tiene un volumen de almacenamiento de agua 14,400 litros para servicios generales, sumando la reserva contra incendio de 36,000 lts, tenemos un volumen total de 50,400 lts, los cuales están repartidos en dos celdas de 25,500 litros de capacidad, de esta forma se pueden llevar a cabo los trabajos de mantenimiento en cada una de ellas sin afectar la operación del conjunto.

Anexo a la cisterna se cuenta con un cuarto de máquinas, en el cual está instalado el equipo de bombeo dúplex de velocidad variable y presión constante con tanque presurizado, donde cada bomba es de 3.0 HP y alimenta la tubería principal que da servicio a la red general de agua fría, que sube por uno de los ductos verticales y alimenta a cada uno de los departamentos.

Las recomendaciones de instalación para el servicio de agua caliente de cada departamento, una vez que se genere el diseño final habitacional son genéricas y aplicables a todos. A continuación se exponen tanto recomendaciones de equipos como de las tuberías necesarias:

El agua caliente será generada por un calentador a gas marca Cal-O-Rex modelo G-60 o similar, localizado dentro del área de servicio de lavado para que de este punto se inicie la tubería de alimentación de agua caliente, llegando a cada núcleo de baño del departamento, teniendo por trayectoria el plafón

La tubería de agua caliente deberá contar con aislamiento insultube, para evitar pérdidas de calor, y contará con soportes que mantengan la horizontal de la tubería.

El sistema de agua caliente deberá contar adicionalmente con una tubería de retorno de agua caliente, esta tubería está conectada a un recirculador de agua operado por un acuastato o termostato que la depositará nuevamente en el calentador y una vez recuperada su temperatura enviarla nuevamente a la red de agua caliente, de tal manera que se forma un circuito que impide que el agua llegue a enfriarse, ofreciendo siempre el servicio de agua caliente de una manera casi instantánea.

El equipo de bombeo está diseñado para abastecer con gasto y presión necesaria a todos los servicios que contempla el proyecto arquitectónico, tomando en consideración que las tuberías han sido calculadas para proporcionar el 100% del gasto con una velocidad dentro del límite permisible menor a 3 metros por segundo y con menores pérdidas por fricción,

evitando caídas de presión que afecten el suministro de agua, garantizando de ésta forma un servicio óptimo y eficaz en el sistema.

Se han proyectado válvulas de seccionamiento en cada uno de los núcleos sanitarios, permitiendo seccionar áreas para realizar las tareas de mantenimiento y reparación en caso necesario.

3.3.3. Descripción del sistema sanitario

El proyecto sanitario cuenta con bajadas de aguas negras de 100 mm de diámetro, distribuidas en las columnas centrales para drenar los núcleos de baños. En la misma manera que el sistema de agua caliente se recomienda para el sistema sanitario final de cada departamento las siguientes consideraciones: Colocación de tapones de registro sobre el piso ya que no estará permitido hacer drenajes bajo losa. Dichas bajadas se unirán en los niveles más bajos del proyecto y se conducirán hacia el exterior en registros sanitarios que conducirán las aguas residuales hacia la planta de tratamiento de aguas negras.

El proyecto contará además con columnas de ventilación que se localizarán en el paño de las columnas estructurales donde se conectarán los muebles sanitarios lo que permitirá eliminar los malos olores y facilitar los desfuegos de los drenajes.

Se llevará a cabo el proyecto considerando los drenajes sanitarios y pluviales de forma separada, con la finalidad de que cada tubo en particular realice su función específica.

Las bajadas de aguas negras se interconectarán entre sí en el nivel más bajo del edificio, formando un albañal o registro, el cual tendrá como punto final la conexión a la planta de tratamiento que cumple la NOM-001 SEMARNAT 1996, descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales y la NOM-003-SEMARNAT-1997, aguas residuales tratadas, reusos en servicios al público, por lo tanto las aguas que de aquí se deriven serán reutilizadas para riego de áreas verdes.

El sistema sanitario está considerado para operar por gravedad y todas las tuberías contarán con tapones de registro para realizar las operaciones de mantenimiento.

3.3.4. Descripción del sistema pluvial

Para el proyecto de la instalación pluvial existen coladeras en azotea, que tendrán la función de captar el agua y conectarse a las bajadas de aguas pluviales de 100 mm de diámetro las cuales llegarán hasta el nivel más bajo, posteriormente se conectarán en el exterior en registros que se encargan de conducir las aguas pluviales hacia la barranca de Sólis.

3.3.5. Materiales a emplear en las instalaciones

Los materiales a utilizar en la red general de alimentación de agua, será polipropileno tuboplus.

Los desagües horizontales de aguas negras y pluviales además de la tubería de ventilación, se ejecutarán con tubería de PVC Sanitario, las tuberías verticales de aguas negras y pluviales serán de Fierro fundido.

3.3.6. Planos

3.3.6.1. Instalaciones Hidráulicas

Los planos entregados por el proyectista para las instalaciones hidráulicas fueron ocho planos de instalación hidráulica, un plano de detalles hidrosanitarios y un plano de instalación de riego. Dentro de los ocho planos de instalación hidráulica están: uno para cada piso y un isométrico que muestra todo el recorrido necesario para el cumplimiento de los siete pisos.

- IH-01
- IH-02
- IH-03
- IH-04
- IH -05
- IH -06
- IH -07
- IH -08
- IHS-01
- IR-01

3.3.6.2. Instalaciones Sanitarias

En cuanto a los planos de instalaciones sanitarias, se entregaron por el proyectista un plano para cada piso, el plano para la ubicación de la planta de tratamiento y por último el plano isométrico que conjunta los demás ocho planos en elevación.

- IS-01
- IS-02
- IS-03
- IS-04
- IS -05
- IS -06
- IS -07
- IS -08
- IS-09

3.4. Proyecto eléctrico

El proyecto eléctrico fue realizado también por la firma de ingeniería **AKF**; a dicha firma se le encargó hacer el análisis necesario para la alimentación completa de todas las áreas tanto residenciales como de servicios, así como las recomendaciones necesarias para la contar con una planta de emergencia que cubra el 100% de las instalaciones del desarrollo inmobiliario.

La alimentación eléctrica del edificio se realiza a partir de un transformador de la Comisión Federal de Electricidad tipo pedestal de 225 KVA, con una relación de transformación de 23KV/220/127V, a partir del cual se suministra energía eléctrica a toda la torre con su respectiva medición en baja tensión para cada departamento y los servicios propios.

La planta de emergencia tendrá una capacidad de 200 KW, 220-127V, 3F-4H, 60Hz., la cual dará respaldo de energía al 100% (departamentos y servicios) ante una falla por parte de la CFE. Para esta instalación especial se cuenta con un Tablero General de Emergencia (TGE) del cual se alimentan todos los tableros de transferencia teniendo como función la transferencia de la carga correspondiente a energía de emergencia, cuando se presente una falla en el suministro de energía.

Específicamente la alimentación eléctrica de los departamentos será por medio de un tablero de distribución ubicado en cada departamento; teniendo un alimentador con medición en baja tensión y acometida trifásica, 3F-4H, 220V/127V ubicado en el cuarto eléctrico general del desarrollo.

En cuanto a la alimentación eléctrica de las zonas de servicios, de uso común y estacionamientos igualmente se cuenta con una medición en baja tensión, con una acometida trifásica 3F-4H, 220V/127V ubicada en el cuarto eléctrico, conectada al Tablero General (TGS). El cual suministra energía eléctrica a los tableros de distribución para la alimentación eléctrica de circuitos de alumbrado, contactos, equipos de aire acondicionado, equipos de bombeo, elevadores y montacargas. Estos tableros ("S2", "S3", "S4" y "S5" respectivamente) se ubican en puntos estratégicos para optimizar el recorrido de canalizaciones y cableados correspondientes. El criterio para el sistema de canalizaciones eléctricas (circuitos derivados) es el siguiente: Tubería conduit pared gruesa aparente para instalaciones a la intemperie o en ductos de instalación (verticales); pared delgada para instalaciones en interiores y tubería de PVC rígido para canalizaciones por piso o jardín.

En el nivel de azoteas se encuentra un sistema de pararrayos por medio de una punta ionizante.

Se cuenta con un sistema de tierras, a partir de una delta la cual se ubica en el nivel de estacionamientos -2.

La instalación eléctrica, debe cumplir con lo indicado por la norma de instalaciones Eléctricas NOM-001-SEDE-2005, NEC-2005, IEEE y NFPA vigentes.

3.4.1. Planos Eléctricos

- EAC-01
- EAC-02
- EAC-03
- EAC-04
- EF-01
- EF-02
- EF-03
- EF-04
- EF-05
- EF-06
- EF-07
- EF-08
- EF-09
- EF-10
- EF-11_12_13_14
- EF-15_16_17

3.5. Proyecto de voz y datos

Al igual que los proyectos eléctrico e hidráulico sanitario, el proyecto ejecutivo de Voz y Datos fue realizado por la firma de ingeniería **AKF**. Éste último contempla una red de distribución local para ambos edificios, incluyendo los siguientes componentes:

- Servicios de Entrada al Inmueble
- Centro Técnico y/o Centro de Control
- Backbone Cabling (Cableado Vertical)
- Closet de Telecomunicaciones
- Cableado Horizontal
- Áreas de Trabajo

Para la realización de dicho proyecto, se establecieron dos premisas fundamentales que tiene como objetivo principal el alinear los posibles resultados del proyecto. El objetivo secundario de las premisas es lograr un sistema que sea adaptable a los rápidos cambios en los requerimientos de los sistemas de telecomunicaciones. Para lograr esto las premisas establecidas son las siguientes:

- Se considera al inmueble como un ente dinámico, para así lograr ser adaptable a cualquier posibilidad de cambios en un futuro (reubicación de áreas operativas y de

posiciones de trabajo así como posibles cambios en equipo de distribución ya sea por término de vida útil, mantenimiento o cambios en cuanto a la tecnología en uso).

- Comunicaciones de voz y datos a partir de los servicios suministrados por la empresa de telecomunicaciones seleccionada, para así alimentar un sistema de conmutación telefónica privada (PBX), en el caso de las comunicaciones de voz.

Siguiendo con los componentes tenemos en el orden de listado los siguientes:

3.5.1. Servicios de entrada al inmueble

El diseño de la Red de Comunicaciones del desarrollo inmobiliario, considera las infraestructura necesaria para la recepción de los servicios de entrada en el inmueble, las facilidades para la instalación del BACKBONE requerido para el suministro de los Servicios de Telecomunicaciones Digitales y Analógicos de Voz - Datos de las Redes Públicas de los diferentes proveedores en el interior de cada Departamento y el inmueble, así como para la Red de Distribución Local para soporte de la operación del inmueble.

El sitio en donde se deben recibir estos Servicios se denomina Cuarto de Comunicaciones (Centro Técnico), que en principio se define en el interior de la Caseta de vigilancia de acceso principal, ya que en este sitio es en donde se debe ubicar el Distribuidor Principal (M. D. F.), para la recepción de los Servicios de Entrada, la Red de Distribución Local para la operación del Inmueble y para el BACKBONE de Servicios de cada Departamento.

3.5.2. Centro Técnico y/o Centro de Control

Al sitio en donde se tienen que concentrar todos los servicios de las Redes de Telecomunicación exterior, los diferentes Sistemas de Información de Voz y Datos, así como los Equipos Activos que deben proporcionar los Servicios a la Red de Distribución Local de Voz – Datos para las diferentes áreas del inmueble de Condominios, se le denomina como Cuarto de Comunicaciones y/o Centro Técnico.

En este Cuarto de Comunicaciones, a ubicar en el interior de la Caseta de Vigilancia de acceso principal del inmueble, deberán llegar los Enlaces de las Acometidas de las Redes de Comunicación Exterior de Voz - Datos (Servicios de Entrada al Inmueble) de los Proveedores del Servicio que sean seleccionados para el Desarrollo y terminar en el Distribuidor Principal M. D. F. de Voz - Datos del inmueble.

Así mismo, en este cuarto de comunicaciones se deberá instalar el Sistema de Conmutación Telefónica Privada (PBX) para suministrar los servicios de comunicaciones de Voz a las diferentes áreas de soporte a la operación del inmueble.

3.5.3. Backbone Cabling (Cableado Vertical)

La Red Vertical para los Servicios de Voz-Datos del Desarrollo Inmobiliario, ha sido diseñada para proporcionar una estructura de cableado a 4 pares para suministrar los Servicios de Comunicaciones de Entrada de Voz – Datos a cada Departamento del inmueble.

La Red de Distribución Vertical para los servicios de Comunicaciones de Voz - Datos de los Departamentos del Inmueble, ha sido Diseñado con una Topología Tipo Estrella, para una capacidad de 75 pares, en Categoría 5.

3.5.4. Closet de Telecomunicaciones

Los Closets de Telecomunicación se refieren a la parte del Sistema de Cableado para interconectar las terminaciones de las trayectorias de cables de la Red de Distribución Horizontal y las terminaciones de las trayectorias de cables de la Red Vertical, conformando con esto los Distribuidores Intermedios (I. D. F.'s).

Basados en el diseño del Proyecto de la Red para los Departamentos del Desarrollo Inmobiliario, se requieren 6 Distribuidores Intermedios (dos por cada departamento).

3.5.5. Cableado Horizontal

Para suministrar los Servicios de Voz - Datos a las diferentes áreas de cada Departamento y la Administración del inmueble, se propone construir una Red de Cableado Estructurado con Topología tipo Estrella Física (Punto a Punto).

3.5.6. Áreas de trabajo

El diseño del proyecto inicia con 67 posiciones de trabajo (50 en departamentos + 17 para los servicios de soporte para la operación del inmueble), identificadas en los planos arquitectónicos como: VD-01, 02, 03, 04, 05 y 06 correspondientes a los Departamentos Tipo A, B y C, a distribuir en los diferentes niveles del Desarrollo Inmobiliario destinado para Casas – Habitación, que deberán ser equipadas con un total de 71 Salidas de Voz y Datos.

De acuerdo al criterio de la densidad de los Servicios de Voz y Datos determinado para el inmueble, a continuación se describen los diferentes criterios:

- Departamento Tipo “A”, 15 Salidas de Voz + 6 Salidas de Datos.
- Departamento Tipo “B”, 13 Salidas de Voz + 5 Salidas de Datos.
- Departamento Tipo “C”, 11 Salidas de Voz + 4 Salidas de Datos.

- Administración y Soporte a la Operación del Inmueble, 17 Salidas de Voz.

3.5.7. Planos de Voz y Datos

- VD-01
- VD-02
- VD-03
- VD-04
- VD-05
- VD-06

3.6. Proyecto de cancelería

La cancelería en Lomas Altas 253 es parte fundamental del proyecto, ya que una cancelería adecuada logra el objetivo primordial del proyecto arquitectónico, generar la sensación de adentrarse en una cañada boscosa. Para esto, el proyecto arquitectónico plantea dos fachadas gemelas (fachadas de colindancia), con un cancel del paño superior del murete hacia el paño inferior de la losa, una fachada hacia la cañada con cancel de piso a techo y por último la fachada que ve hacia la calle, originalmente con ventanas pequeñas de ventilación que fueron eventualmente eliminadas. Para lograr la funcionalidad y calidad esperada de los cancel de se contrató a Grupo Tecnovidrio para generar el proyecto de detalle de cancel de, así como la instalación de los mismos.

Los requerimientos del proyecto arquitectónico eran los siguientes:

Para las fachadas gemelas existen tres entre ejes, cada uno con un arreglo de tres hojas de 2.05 x 1.90 m cada una, generando un área total de 6.25 x 1.90 m, tomando en cuenta los cancel de intermedios. Este arreglo tiene como movimiento de hojas de los extremos hacia el centro, es decir que la hoja central es fija.

Para la fachada que ve hacia la cañada existen de igual manera tres entre ejes, con un arreglo de tres hojas sumando un área de 6.47 x 2.92 m. Cada hoja tiene un riel independiente por lo que las posibilita moverse hacia cualquier sentido, aunque si tengan un arreglo de descanso fijo.

3.6.1. Planos de Cancelería

- LA-FAC-00
- LA-FAC-01
- LA-FAC-02
- LA-FAC-03
- LA-CAN-04
- LA-CAN-05
- LA-CAN-06
- LA-CAN-07
- LA-CAN-11
- LA-CAN-12
- LA-CAN-13
- LA-CAN-14
- LA-CAN-18
- LA-CXF-01
- LA-CXF-02
- LA-CXF-03
- LA-DO-01
- LA-DO-02
- LA-DO-03

- LA-CAN-01
- LA-CAN-02
- LA-CAN-03
- LA-CAN-08
- LA-CAN-09
- LA-CAN-10
- LA-CAN-15
- LA-CAN-16
- LA-CAN-17
- LA-CXF-04
- LA-CXF-05
- LA-CXF-06

4. Planeación

La planeación de la ejecución del proyecto Lomas Altas 253 se hizo a través del software SynchroPro, el cual es alimentado por el cronograma y modelo BIM de DProfiler para el análisis interactivo y visual de las actividades a realizar. El SynchroPro es una de las herramientas más poderosas en el mercado debido a que genera modelos en 4D ligado a los tiempos y actividades a construir a partir de un cronograma ligado al BIM, por lo que independientemente de que tan extenso sea el cronograma, se pueden visualizar las actividades a realizar en lapsos de tiempo determinados. Esta herramienta facilita el análisis de la logística de los procesos a llevarse a cabo durante la construcción. En el caso de Lomas Altas 253 se generó primero el modelo BIM y a partir de ahí se construyó el cronograma ya con todas las especificaciones necesarias. Una vez aclarado el cronograma general se exportó a SynchroPro para afinar dicho cronograma y así poder identificar los problemas logísticos y de coordinación.

4.1. Programa de obra

El programa de obra está dividido en zonas generales las cuales están seccionadas en diferentes actividades por niveles de ejecución. Las zonas principales son:

- Edificio de Departamentos
- Edificio de Estacionamiento
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- Áreas Exteriores
- Punch List
- Entrega a Cliente

En la ilustración 25 vemos cómo la planeación del programa de obra en preconstrucción contempla dentro de cada zona general, áreas específicas, como puede ser el nivel N+96.40 del estacionamiento, programado para ser ejecutado entre julio y agosto y teniendo una duración de 24 días. En el caso de esta fila, se puede expandir para aclarar las actividades a realizar, como lo podemos ver en la ilustración 24 que ya es de un programa de obra durante la construcción:

389	☐ N+96.40 Rampa y eje a-b	36d	27/07/13	07/09/13	46d
390	Cimentacion	1d	27/07/13 (A)	29/07/13 (A)	0 Days
391	Columnas	2d	29/07/13	30/07/13	0 Days
392	Muro de contencion	8d	29/07/13	06/08/13	0 Days
393	Cimbra losa N+96.40	5d	07/08/13	12/08/13	0 Days
394	Acero losa N+96.40	2d	13/08/13	14/08/13	0 Days
395	Colado de losa N+96.40	1d	15/08/13	15/08/13	0 Days
396	Colocacion de rejilla pluvial	2d	16/08/13	17/08/13	46d
397	Albanilerias	4d	16/08/13	20/08/13	46d
398	Tuberias hidrosanotarias	2d	21/08/13	22/08/13	46d
399	Canalizaciones electricas	2d	23/08/13	24/08/13	46d
400	Aplanados	3d	26/08/13	28/08/13	46d
401	Aplicacion de pasta COREV	7d	29/08/13	05/09/13	46d
402	Colocacion de luminarias	2d	06/09/13	07/09/13	46d
403	☐ N+100.00 Rampa y eje a-b	37d	30/08/13	11/10/13	21d

Ilustración 25. Programa de obra durante construcción. Nivel N+96.40 estacionamientos

Comparando ambos programas (preconstrucción y construcción) podemos ver que hay un desfase de 12 días en la ejecución del N+96.40, esto se debió a que hubo cambios en el proyecto de iluminación y se agregaron luminarias ahogadas en la losa de piso, lo cual aumentó tiempos y desfasó colados.

El programa de obra comparando preconstrucción y construcción, tuvo un desfase total de 60 días por adiciones y cambios en el proyecto ejecutivo a través de RFIs y Boletines como se establece en el capítulo 5.7. Control de Cambios de proyecto.

4.1.1. Ruta crítica

En la ejecución del proyecto se estableció una ruta crítica principal, que fue la edificación de las estructuras. También existen rutas críticas secundarias específicas de actividades como las herrerías, instalaciones, acabados y equipamientos. Esto por la lógica de trabajar en espacios existentes (estructuras). Como ejemplo se utilizará la ruta crítica secundaria de la colocación del acabado granito Caledonia que forra las columnas y través de la fachada.

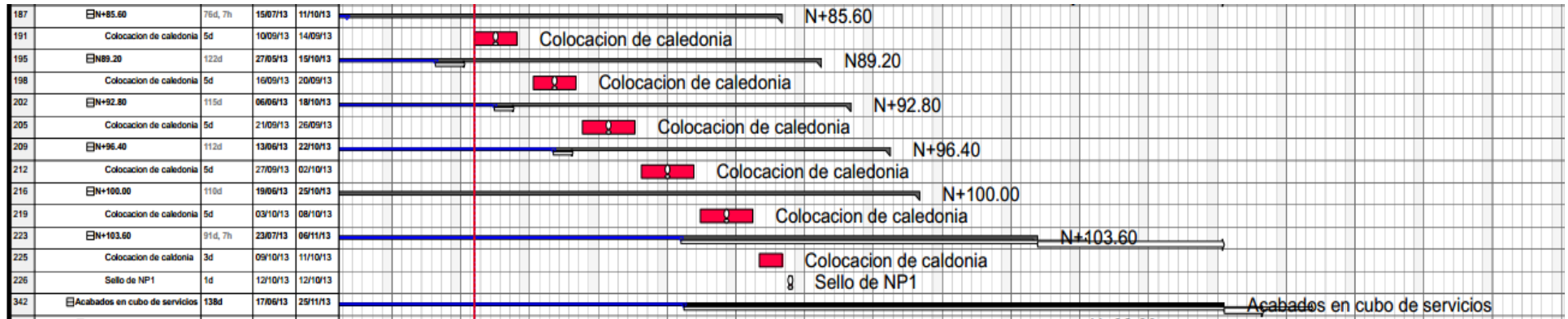


Ilustración 26. Ruta crítica de colocación de granito Caledonia

5. Construcción del proyecto

La construcción del proyecto se llevó a cabo bajo la supervisión de BECK México, constructora estadounidense con más de cien años de experiencia en construcción de edificaciones urbanas (edificios habitacionales y de oficinas, estadios, hospitales, centros comerciales, centros de espectáculos, etc) y con presencia en México desde la década de los noventa. Como gerencia de proyecto, BECK fue la compañía encargada de subcontratar la mano de obra necesaria para la realización del proyecto, hacer la revisión de las estimaciones previa a la autorización de la desarrolladora así como la planeación de ejecución física y por lo tanto de las aportaciones de capital necesarias a través de la vida del proyecto. El contrato BECK-BAHA fue un esquema de llave en mano *Core and Shell*; es decir que se entregó con todo el equipo de uso común necesario para el correcto funcionamiento de todo el proyecto. BECK se encargó de comprar e instalar desde el concreto y acero de refuerzo hasta la planta de tratamiento de aguas residuales y la luminaria, así ejemplificando el esquema de llave en mano.

La gerencia de proyecto o superintendencia entró al predio a finales de diciembre 2012 y entregó el proyecto a principios de 2014. BAHA entregó a BECK el predio ya con las demoliciones completadas así como algunas excavaciones importantes, por lo que el trabajo inicial de BECK fue la construcción de la cimentación de ambos edificios.

5.1. Cimentación

Como ya se ha mencionado con anterioridad, una de las principales complicaciones de la construcción del proyecto fue la topografía del terreno. La cimentación consiste en veintidós zapatas aisladas de quince tipos diferentes y once zapatas corridas de tres tipos diferentes, todas con un desplante mínimo de 2 m de profundidad o hasta encontrar una capa de terreno sano. Los diferentes tipos de zapatas se debieron a que en el estudio de mecánica de suelos no se encontraron suelos homogéneos así como la diferencia de niveles en corte donde se desplantan las zapatas, así teniendo diferenciales en la bajada de cargas independientemente del tipo de edificio (departamentos o estacionamientos).

Cada zapata (corridas y aisladas) cuentan con un acero de refuerzo de doble emparrillado de diferentes especificaciones, dependiendo de la descarga específica de la zapata, un dado no menor a 2 m de altura con una relación acero de refuerzo/concreto alta. El esquema de una zapata aislada tipo con su correspondiente dado se puede ver en las siguientes ilustraciones:

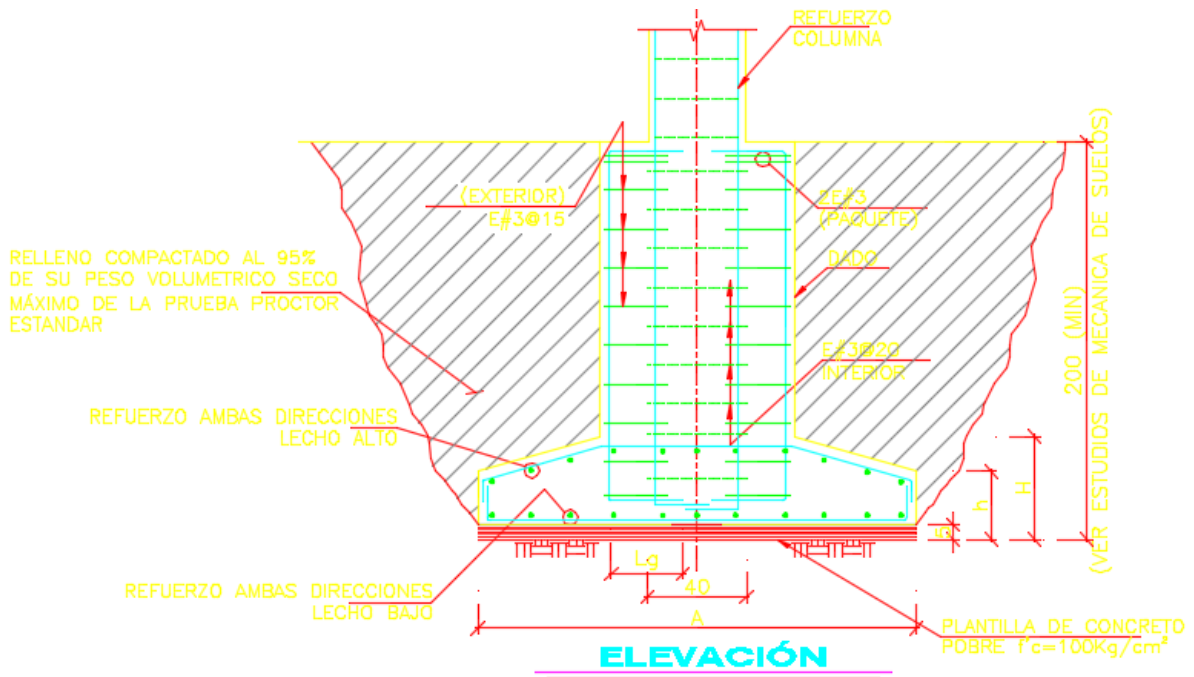


Ilustración 27. Elevación de Zapata Tipo

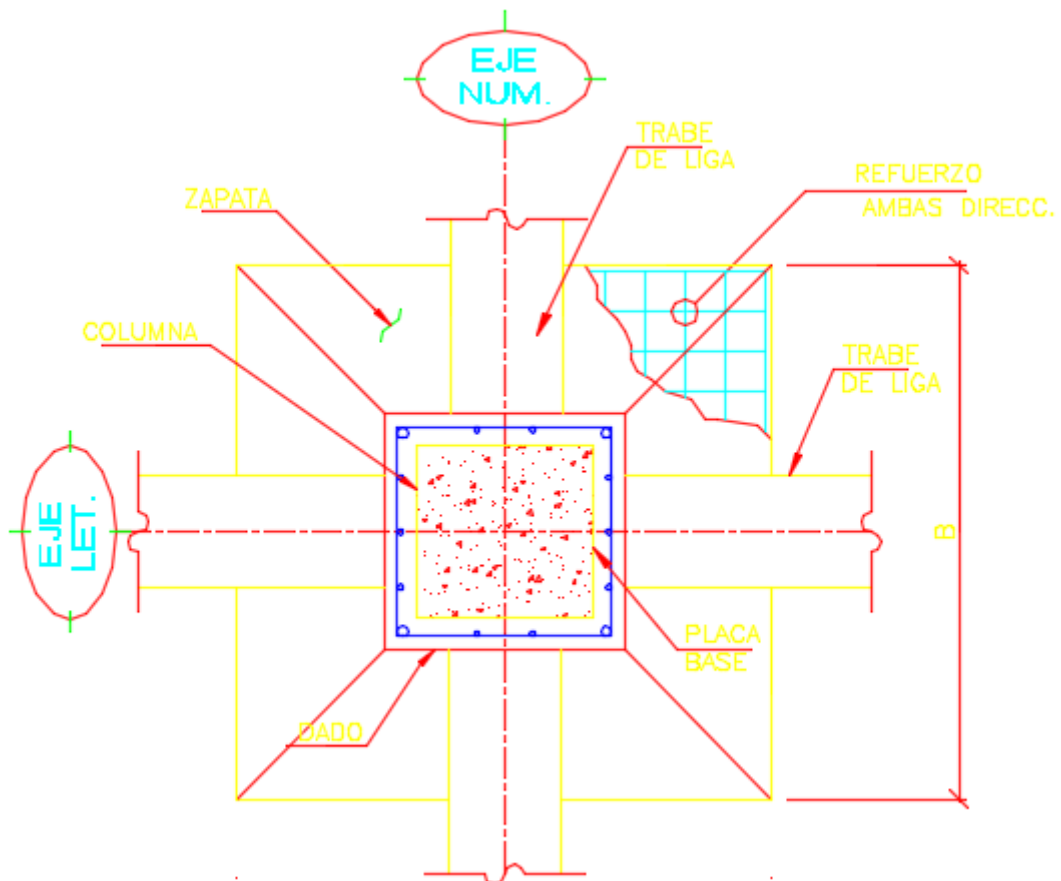


Ilustración 28. Planta de Zapata tipo

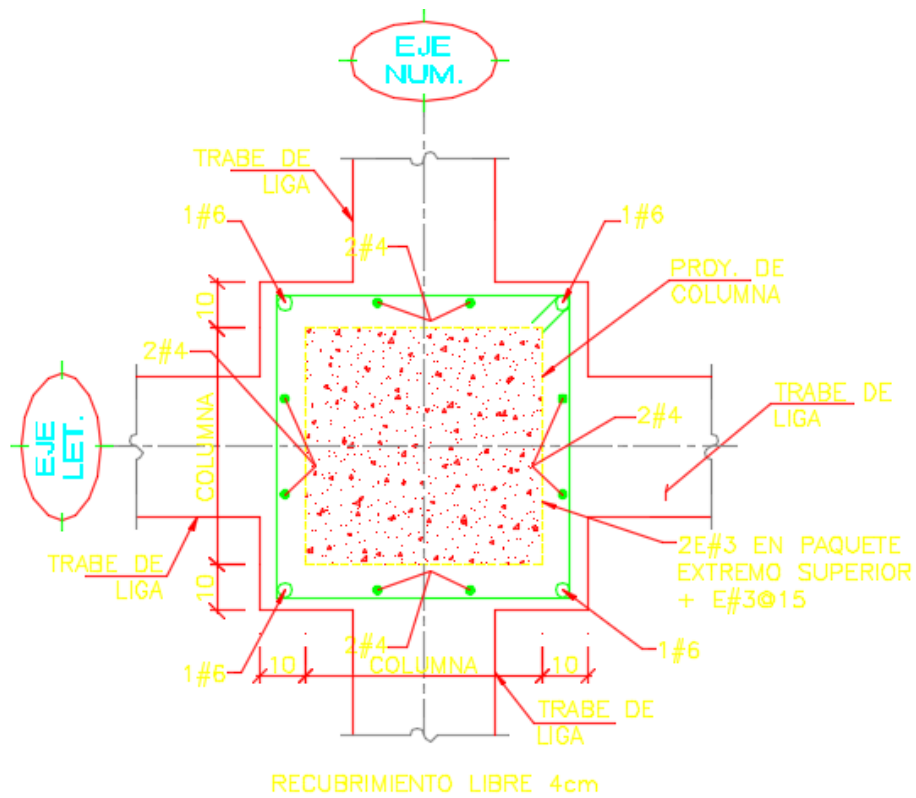


Ilustración 29. Planta de Dado tipo

En cuanto a las once zapatas corridas ubicadas principalmente en el perímetro del edificio de estacionamientos así como en los desplantes de muros de carga de ambos cuerpos, se manejaron dos zapatas tipo, una zapata corrida de colindancia (con un solo pie) y la segunda no de colindancia (dos pies). Ambos tipos de zapata son utilizadas para desplantar muros de carga tanto de mampostería como de concreto reforzado.

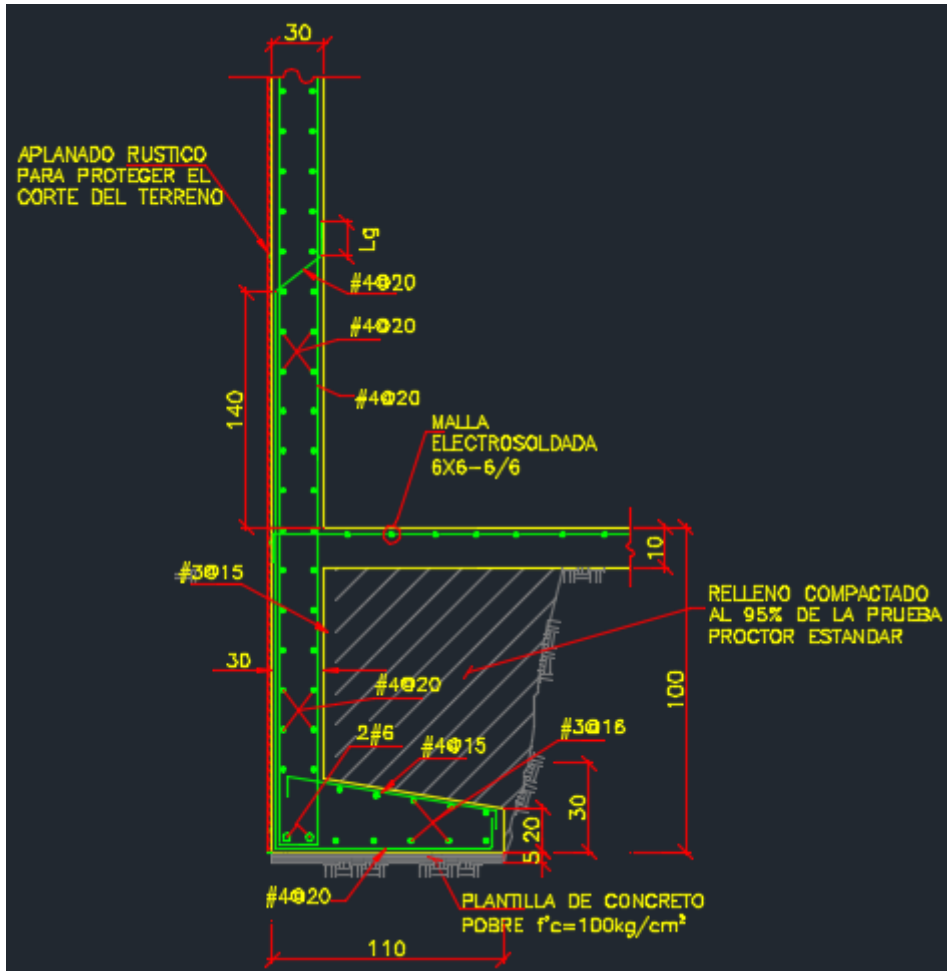


Ilustración 30. Zapata Corrida de colindancia tipo

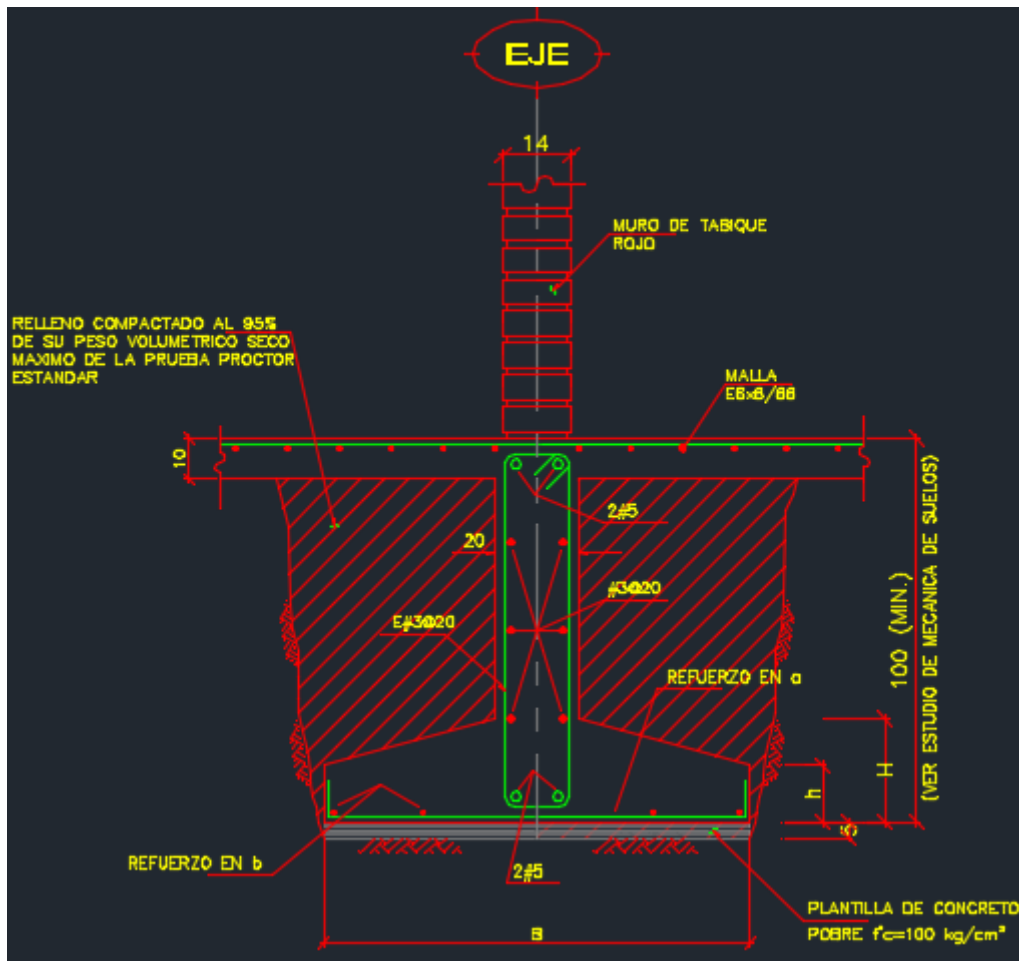


Ilustración 31. Zapata Corrida de dos pies tipo

En general la construcción de las zapatas fue simple y no hubo contratiempos. El mayor problema encontrado por la construcción de las zapatas fue en el caso de las excavaciones, específicamente en las zapatas de los ejes A-5, B-5, D-4 y A-4, teniendo desplantes mayores a 2 m, como se muestra en la siguiente tabla:

EJE	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m)
A-4	5.11
B-5	4.45
A-5	3.88
D-4	3.86

Una vez realizada la excavación necesaria, se recurre a los trabajos de albañilería, los cuales consistieron en el tendido del firme de concreto pobre ($f'c=100 \text{ kg/cm}^2$), el armado del acero

de refuerzo de las zapatas y la construcción de la cimbra necesaria para continuar con el colado del elemento. El concreto utilizado en la cimentación, por especificación del proyecto estructural, es un concreto con resistencia de $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ y de fraguado rápido, esto para poder descimbrar y poder hacer el relleno y la compactación lo más rápido posible, así acortando el tiempo de trabajo en la excavación.



Ilustración 32. Trabajos de albañilería en cimentación

5.2. Mampostería y elementos de concreto

La gran mayoría de la superestructura y elementos divisorios del proyecto fueron hechos ya sea con elementos de concreto reforzado o con elementos de mampostería. Desde las columnas que descansan en los dados de las zapatas aisladas o los muros de carga que se desplantan en las zapatas corridas, los entrepisos, los muretes perimetrales, los muros del cajón de elevadores y núcleo de escaleras hasta la barda perimetral y demás características no estructurales de la obra civil. La construcción de los diferentes elementos de mampostería y elementos de concreto fueron las actividades que requirió mayor cantidad de fuerza de trabajo a lo largo de la vida del proyecto. Se contó con un destajista quién era el encargado de realizar los diferentes trabajos de albañilerías (herrerías, carpinterías, y albañilerías en general), siendo él responsable de hacer las contrataciones pertinentes para generar el avance marcado en el programa de obra. En el punto de máxima cantidad de trabajo se contaba con una fuerza de trabajo de 150 personas divididas entre maestros, oficiales y ayudantes. Así teniendo la capacidad de avance necesaria en todo momento. Los cambios generados sobre la marcha fueron pocos y muy puntualizados, esto gracias a los análisis de

pre construcción, así evitando la mayor cantidad de interferencias en la etapa de construcción. Por lo tanto en los procesos de albañilerías fueron pocos los cambios y prácticamente nulas las demoliciones.

Los alcances de la construcción de la mampostería y elementos de concreto fueron los siguientes:

- Construcción de la superestructura (columnas, muros de carga, losas aligeradas con poliuretano de entrepisos tanto del edificio de departamentos como del de estacionamientos)
- Zona de cisterna
- Bodegas
- Cuartos de máquinas
- Caseta de vigilancia
- Zona común
- Cubo de elevadores y escaleras
- Muro perimetral
- Zona de planta de tratamiento para aguas residuales
- Rampa helicoidal de estacionamientos
- Puentes de unión entre los edificios de departamentos y de estacionamientos

El principal problema encontrado fue la adecuación de la instalación electromecánica con el proyecto estructural del cubo de elevadores. El proyecto de elevadores consiste en dos elevadores Schindler, uno camillero, también con función de montacargas y otro de pasajeros. Dichos elevadores fueron instalados en el mismo cubo con una división simplemente para evitar el cruce de un cubo al otro, es decir independizar los cubos. El problema de compatibilidad entre el proyecto estructural y el de elevadores, se debió a que cuando se hizo el proyecto estructural no se contaba con el de elevadores y por lo tanto no hubo un cruce de necesidades. Una vez que se contó con los proyectos de elevadores se tuvieron que hacer las adecuaciones necesarias en el área del cubo de elevadores para poder cumplir con los requisitos que marcaba Schindler en su proyecto. Esto consistió en la demolición de 5 dalas de concreto reforzado, así como la instalación de elementos metálicos para generar el soporte necesario para los rieles guía de los elevadores. Dicha solución tuvo que ser expedita y con los análisis necesarios para que cumpliera con su funcionalidad total, debido a que una vez liberado el cubo de elevadores por parte de Schindler, los instaladores se tomaban de 8 a 12 semanas en instalar ambos elevadores y generar las pruebas necesarias.

Como en toda construcción, la solución del almacenaje y acarreo de materiales suele ser un tema de suma importancia. En el proyecto Lomas Altas 253 se solucionó de manera lógica, utilizando para el almacenaje primero los patios o áreas disponibles del terreno y a medida que la disponibilidad fue reduciendo se utilizaron los entrepisos una vez liberados de las cimbras y los apuntalamientos post colado necesarios. En los entrepisos se tenían almacenados materiales tales como los agregados y costales de cemento necesarios para las albañilerías, el acero de refuerzo entregado a pie de obra y demás materiales como placas de granito o lajas de recinto arqueológico utilizados en los acabados de las fachadas. En cuanto al acarreo y levantamiento de los materiales mencionados se contó con un malacate con capacidad de carga de media tonelada con motor de gasolina. Esta herramienta fue primero instalada a un costado del cubo de elevadores (antes de que estuviesen terminados los muros envolventes) y luego en la fachada sur del edificio de departamentos, ya que el proyecto no marcaba muro perimetral en dicha fachada y los trabajos de cancelería fueron programados una vez que la mayoría de las albañilerías fuesen acabadas.

En general tampoco hubo contratiempos significantes en los trabajos de elementos de concreto y mampostería, esto debido en gran medida a la supervisión de los trabajos y a la mano de obra especializada con la que se contó durante el tiempo de edificación. Por lo cual no se cayó en errores que pudiesen afectar la calendarización de los trabajos.



Ilustración 33. Trabajos de mampostería en rampa de Estacionamiento



Ilustración 34. Trabajos de albañilería en rampa



Ilustración 35. Impermeabilización de muretes para la colocación de acabados



Ilustración 36. Colado de nivel N+96.40 Estacionamiento

5.3. Estructuras metálicas

Para los trabajos de estructuras metálicas se contó con un subcontratista especializado, quien ya incluía el suministro de los elementos de acero necesarios para sus trabajos. Los trabajos de estructuras metálicas fueron muy puntuales, focalizados en los siguientes:

- Parasoles/terrazas en cinco entresijos (2°, 3°, 4°, 5° y 6° niveles)
- “Pecera” en el Roof Garden 7° nivel
- Estructura base para el Deck del área común 1° nivel
- Muro de colindancia hacia la calle (placa metálica en ciertas zonas, especificado en el proyecto arquitectónico)
- Pretil para la colocación de granito Caledonia como envolvente exterior de columnas perimetrales)
- Trabajos adicionales en el cubo de elevadores para la adecuación del cubo a el proyecto de Schindler

Todos los trabajos de estructuras metálicas fueron subcontratados con Grupo Del Olmo, especializado en la construcción de estructuras metálicas con amplia experiencia en edificación tanto en el Distrito Federal como en sus alrededores. La ejecución de los trabajos de estructuras metálicas fue completa responsabilidad de mencionado subcontratista así que se encargaban no sólo del suministro de equipo, material y colocación sino también de las

soldaduras y cortes necesarios para la realización de los trabajos. Al igual que los materiales para trabajos de albañilería, los materiales para las estructuras metálicas fueron almacenados en patios estratégicos para lograr la correcta distribución necesaria para la ejecución de los trabajos, de igual manera se destinó una zona del 5° entepiso para la colocación de las plantas de soldadura necesarias para los trabajos de Del Olmo. En dicho entepiso se colocó un tablero eléctrico provisional con las especificaciones requeridas para soportar cuatro plantas de soldadura trabajando al mismo tiempo. Habilitando de esa manera a Grupo Del Olmo en su máxima capacidad de ejecución para el cumplimiento del programa de obra establecido.

Dada la experiencia y capacidad del grupo contratado la ejecución de dichas actividades se dieron de la mejor manera posible, con pocos eventos negativos para realizar los trabajos de manera continua. El único problema que se llegó a tener con las estructuras metálicas fue el suministro de material en una ocasión, el cual no era el de las especificaciones que marcaba el proyecto. Por lo cual se tuvo que levantar un reporte y se incurrió en un cambio de material a la brevedad. Este incidente afectó directamente a los avances que se podían generar en cuanto a las estructuras metálicas, pero afortunadamente retrasó pocos días a las demás actividades.



Ilustración 37. Estructura metálica de soporte para granito Caledonia en columnas



Ilustración 38. Estructura metálica para terraza cubierta de deck volada



Ilustración 39. Estructura metálica de celosía para colocación de granito Caledonia

5.4. Instalaciones

La construcción de instalaciones se llevó a cabo por diferentes subcontratistas especializados en los siguientes sectores:

- Instalaciones especiales: Logen S.A. de C.V.
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: Ecolosystems S.A. de C.V.
- Instalaciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas: DINCO S.A. de C.V.
- Elevadores: Schindler de México S.A. de C.V.

Cada subcontratista tuvo completa responsabilidad de la ejecución de los trabajos correspondientes así como de la suministración del material necesario para dichos trabajos, una vez liberados los planos y las zonas de trabajo por actividades predecesoras se podía proceder a la ejecución. La subcontratación de las actividades que requieren mayor detalle logró diversificar los riesgos puntualizados a cada partida de instalaciones. Los alcances de los contratos estaban claramente estipulados y conocidos por ambos brazos de contrato (subcontratista y BECK), así para trabajar en un espacio contractual bien definido y no tener generalidades no especificadas. Estos alcances contemplaban desde las ejecuciones correspondientes a cada subcontratista hasta la entrega de manuales y planos As-built.

La ejecución de las instalaciones se llevó a cabo sin mayor problema, a excepción de los trabajos de instalaciones eléctricas realizados por DINCO. Esto debido a que en el esquema contractual de las instalaciones eléctricas no se contemplaba el suministro de luminaria del proyecto, por lo que BECK tuvo que realizar la compra directamente con los distribuidores elegidos. Se realizó una cotización/concurso entre varios distribuidores de luminaria especializada para lograr tomar la mejor decisión en cuanto a precio/calidad/garantía buscados. Los resultados de dicho ejercicio fueron atractivos para el cliente, ya que se le expusieron los diferentes escenarios de opciones para que así tomase una decisión de compra informada y ya filtrada por la gerencia de proyecto, se eligieron dos cotizaciones las cuales fueron seccionadas y combinadas para poder así llegar a cubrir todas los modelos solicitados con las mejores relaciones precio/calidad/garantía.



Ilustración 40. Registro de instalaciones eléctricas



Ilustración 41. Ducto de instalaciones hidrosanitarias

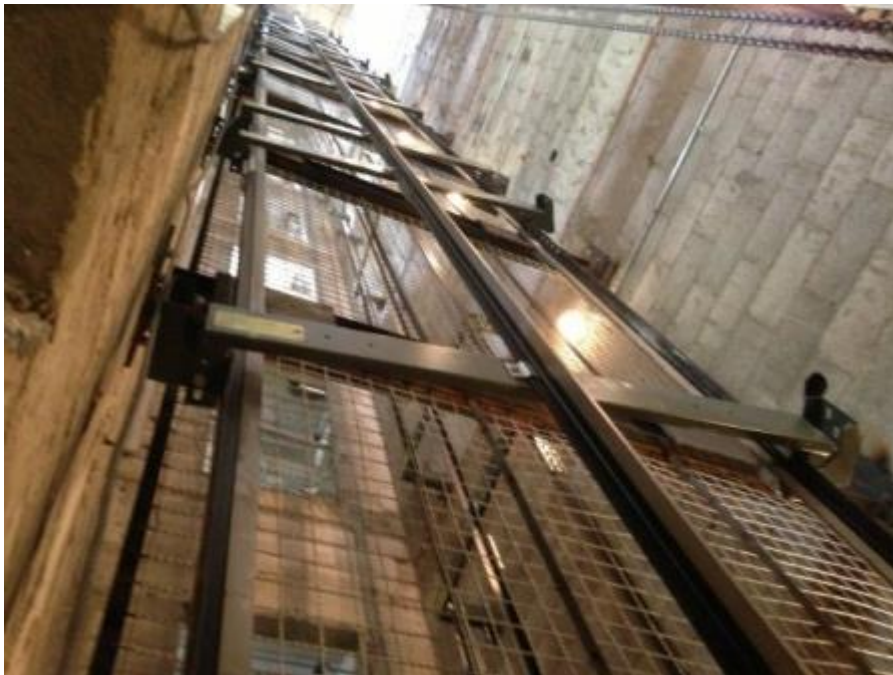


Ilustración 42. Cubo de elevadores



Ilustración 43. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales



Ilustración 44. Iluminación de rampa



Ilustración 45. Hidroneumático y sistema de protección contra incendios

5.5. Acabados

El trabajo para la gerencia de proyecto en cuanto a la colocación de acabados fue ardua, ya que no se tenía un proyecto de despiece por parte de las arquitecturas, esto principalmente debido a que el proyecto ejecutivo arquitectónico fue cerrado en el año de 2008, esto significando diferentes condiciones de mercado de acabados entre 2008 y 2013. Por lo tanto teniendo diferencias importantes entre la oferta del mercado en los dos diferentes momentos. Así que la gerencia de proyecto se dio a la tarea de empatar de la mejor manera posible el proyecto ejecutivo con la oferta de mercado, teniendo así que seleccionar entre los diferentes materiales el que mejor cumpliera con las características del proyecto arquitectónico.

Una vez que el cliente aprobó los materiales seleccionados por la gerencia de proyecto se procedió a generar una cuantificación real con las medidas de los acabados finales para que el desperdicio fuese el mínimo posible y así tener un proyecto de acabados lo más eficiente posible. Los materiales a utilizar en los acabados fueron Loseta vinílica, mármol, cantera niwalla, granito Caledonia y recinto arquitectónico, específicamente para los espacios marcados en la siguiente tabla:

Material	Área de uso y descripción
Granito Caledonia	Fachadas, específicamente las envolventes exteriores de las columnas perimetrales, zona exterior de losas y celosía del Roof Garden
Recinto Arquitectónico	Fachada hacia la calle del muro perimetral, piso y muretes del nivel superior de estacionamientos
Mármol	Accesos de propietarios al elevador principal así como el piso del elevador principal, baños y zona común del nivel Deck (1° nivel)
Loseta vinílica	Pisos de zonas de servicio, específicamente escaleras de servicio y acceso a elevador de servicio así como el piso del elevador de servicios
Cantera Niwalla	Fachadas, específicamente muretes laterales del edificio de departamentos y muro trasero de edificio de departamentos.

La colocación de los acabados fue a cuenta del destajista que se contrató para las albañilerías generales, quién proporcionó cuadrillas de marmoleros y azulejeros para los diferentes trabajos necesarios. Para el cortado de las piezas se tuvo cuidado especial ya que el proyecto de cortes realizado por BECK contemplaba el menor desperdicio posible. Fue meticulosa la supervisión de los cortes ya que el abasto de los materiales se realizó en una sola maniobra para cada uno, así teniendo completo control de los volúmenes solicitados así como el control de que el todo el material fuese de la misma calidad y características como color, texturas y betas en el caso de mármol y granito.



Ilustración 46. Colocación de niwalla en muretes de fachadas



Ilustración 47. Acabado de mármol en pasillos de entrada a departamentos



Ilustración 48. Vista de puentes con acabados y vidrios



Ilustración 49. Vista de fachada con granito y niwalla



Ilustración 50. Acabado de piedra laja en bajada de estacionamiento

5.6. Supervisión de obra

La experiencia con la que cuenta BECK en la gerencia proyectos tanto en México como en EUA y Canadá fue esencial para el buen control de la obra así como para la exitosa ejecución de proyecto desde el momento en que BECK tomó la batuta de la gerencia del proyecto. Los procesos de pre construcción con los que se contaron fueron detallados, llevados a cabo en el software de BIM (Modelo de Información de Construcción, por sus siglas en inglés) DProfiler, el cual fue desarrollado por BECK Technologies. Los beneficios que brinda el DProfiler son muy extensos, ya que construye de manera virtual el edificio a partir de los planos del proyecto ejecutivo y el programa de obra, así detectando posibles problemas en las interacciones, los costos generados en tiempo real y con posibilidad de establecer cambios a medida que se vayan generando, ya sea durante la ejecución del proyecto o durante el periodo de pre construcción. Específicamente los beneficios que brinda el software son:

- Disminución de riesgo y mejoras en la detección de imprevistos
- Una mejor comunicación, haciendo fácil la conceptualización del proyecto tridimensional por parte del equipo
- Rápida decisión de cambios basándose en alternativas visualizadas
- Reducción de costos en tiempo real

- Análisis interdisciplinario
- Flexibilidad a cambios de proyecto



El hecho de haberse generado el proyecto Lomas Altas 253 en el software DProfiler trajo beneficios en tiempos, costos y problemas en ejecución desde antes de la entrada a sitio por parte de BECK, teniendo así un proyecto minimizado en riesgos constructivos tanto de programación como de ejecución. Facilitando la tarea del supervisor una vez que se entró al sitio y reduciendo la carga de trabajo en cuanto a procesos constructivos, permitiendo al supervisor concentrarse en los trabajos de día a día así como en la calidad de los trabajos y la seguridad de la obra (otro de los puntos que se cuidan con mayor delicadeza por parte de BECK).

Siguiendo sobre la línea de la seguridad industrial dentro de los proyectos, BECK Internacional de México cuenta con un manual de seguridad detallado, basado en los lineamientos para la industria de la construcción de OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional del Departamento de Trabajo de EUA, por sus siglas en inglés) y adaptado tanto a las especificaciones de las normas mexicanas como a la diferencia de las características de la construcción en México. Para el trabajo de adaptación BECK se basó en las siguientes normas de la Secretaría del Trabajo y Prevención Social:

Normas de seguridad	NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales e instalaciones
	NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios
	NOM-004-STPS-1999	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria
	NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas
	NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales

	NOM-009-STPS-2011	Trabajos en altura
	NOM-020-STPS-2011	Recipientes sujetos a presión y calderas
	NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática
	NOM-027-STPS-2008	Soldadura y corte
	NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de instalaciones eléctricas
Normas de Salud	NOM-010-STPS-1999	Contaminantes por sustancias químicas
	NOM-011-STPS-2001	Ruido
	NOM-012-STPS-2012	Radiaciones ionizantes
	NOM-013-STPS-1993	Radiaciones no ionizantes
	NOM-014-STPS-2000	Presiones ambientales anormales
	NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas
	NOM-024-STPS-2001	Vibraciones
Normas de Organización	NOM-025-STPS-2008	Iluminación
	NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal
	NOM-018-STPS-2000	Identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas
	NOM-019-STPS-2011	Comisiones de seguridad e higiene
	NOM-021-STPS-1994	Informes sobre riesgos de trabajo
	NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad
	NOM-028-STPS-2012	Seguridad en procesos y equipos con sustancias químicas
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud	

El resultado fue un robusto y detallado manual de seguridad, el cual cuenta con diagramas de la correcta realización de actividades recurrentes en la construcción, formatos de control y prevención de riesgos en trabajos peligrosos así como control de almacenamientos de productos de riesgo, entre muchas otras actividades cotidianas en las construcciones para así minimizar los riesgos a los que se pueden enfrentar los trabajadores dentro y fuera de la construcción. Dicho control y documentación es sumamente importante para poder actuar antes de un siniestro o en el desafortunado caso en el que se presente algún siniestro, tener el soporte necesario para primero, determinar la causa por la cual haya ocurrido el siniestro así como soporte documentado en el caso de que se llegue a un litigio civil o penal. El control y la documentación de los registros son indispensables para que se puedan realizar las actividades estipuladas en el programa en caso de que estas sean de riesgo para los trabajadores que lo realicen.

En el proyecto Lomas Altas 253 los formatos de seguridad con mayor recurrencia de llenado acorde a las actividades programadas fueron los que estipulan trabajos de excavaciones, soldaduras, trabajos de altura, flama abierta, control de polipastos o malacates y la protección de caídas. Los formatos específicos son los siguientes:

FORMATO	ACTIVIDAD
4.V.1	INSPECCIÓN E INSTALACIÓN DE ANDAMIOS
4.C.1	TRABAJO EN ESPACIO CONFINADO/EXCAVACIONES
4.1.3	FLAMA ABIERTA
4.D.1	GRÚAS Y POLIPASTOS
4.CC.1	VERIFICACIÓN DE SOLDADURA Y CORTE
4.H.1	PROTECCIÓN DE CAÍDAS
4.N.1	CONTROL SEMANAL DE SEGURIDAD

INSPECCIÓN E INSTALACIÓN DE ANDAMIOS

FECHA: _____ **PROYECTO:** _____

Compañía que instala el Andamio: _____

Persona competente encargada de la instalación: _____

Supervisor del montaje: _____

Tipo de Andamio instalado: _____

Localización del Andamio: _____

APROBACIÓN DE LA PERSONA COMPETENTE

Este sistema fue instalado:

Acorde a las guías y recomendaciones del fabricante.....	Si / No
Es Vertical, Cuadrado y Rígido.....	Si / No
Todas las Plataformas están completamente fijas.....	Si / No
Se instalaron crucetas entre todas las secciones del marco	Si / No
Todas las plataformas tienen pasamanos, barra media y rodapiés	Si / No
Todos los pasadores de seguridad están en su lugar.....	Si / No
Todos los tablonces del andamio están asegurados.....	Si / No
Hay una escalera de acceso al andamio	Si / No
El andamio ha sido inspeccionado por una persona competente	Si / No
¿Existen partes faltantes o se han usado piezas defectuosas?.....	Si / No

Hamacas

De acuerdo a las especificaciones del fabricante	Si / No
Todas las plataformas tienen pasamanos, barra media y rodapiés.....	Si / No
Todos los pernos estructurales están en su sitio.....	Si / No
Los bloques, contrapesos y taquetes están correctamente instalados.....	Si / No

Certifico que este sistema de andamios se ha instalado correctamente de acuerdo con las especificaciones y requisitos del fabricante.

Residente: _____

Este Andamio ha sido instalado e inspeccionado por: _____ **y** _____

Este andamio está listo para usarse.

Este andamio no debe usarse.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ESPACIO CONFINADO (marque con una X cada pregunta)

Si	No	NA	
			¿El espacio confinado contiene o tiene el potencial para contener una atmósfera peligrosa?
			¿El espacio confinado contiene o tienen el potencial para contener un material, que pueda atrapar a un entrante?
			¿El espacio confinado tiene una configuración interna tal que quien ingresa pudiera quedar atrapado o asfixiado en el interior por que las paredes convergen o por un piso, los cuales pueden estar inclinadas hacia abajo y se estrecha a una sección más pequeña?
			¿El espacio confinado contiene cualquier otro peligro grave de seguridad o daño a la salud?
			¿Se van a introducir contaminantes en el espacio, que cambien la calidad de la atmósfera y la caracterización del espacio?
			¿Existen condiciones fuera del espacio que podrían afectar negativamente la entrada?
Si respondió afirmativamente a alguna de las preguntas anteriores, usted necesita tomar medidas para permitir el ingreso a un espacio confinado			
			¿Ha sido establecido con anterioridad a la entrada un enlace de comunicación (vía radio) y hay un asistente de entrada fijo?
			¿Se encuentra asegurado el lugar de trabajo?
			¿Tienen la señalización adecuada?
			¿Se requiere al operador y cuenta con arnés de cuerpo completo?
			¿Requiere línea de vida?
			¿Se realizó el monitoreo del nivel de O ₂ / combustibles o toxinas?
			¿Se requiere de un monitoreo continuo en el interior?
			¿Se requiere de ventilación continua?
			¿Ha sido aislado el espacio (bloqueo / etiquetado)?
			¿Han sido todas las partes (supervisor de entrada, el que ingresa, y un asistente) capacitadas?

Contratista: _____ Fecha: _____

Ubicación específica del trabajo: _____

Describe el proceso de trabajo: _____

Están disponibles en el punto personas responsables de monitorear la seguridad del personal y la implementación de este plan?

ATENCIÓN

Antes de iniciar cualquier trabajo caliente, la persona encargada del mismo debe inspeccionar el área de trabajo y confirmar que han sido tomadas precauciones de prevención conforme a lo siguiente según aplique:

PRECAUCIONES		TRABAJO EN MUROS Y TECHOS	
	Equipo de soldadura y corte en buenas condiciones		Construcción incombustible sin cubiertas combustibles
	Sistema de rociadores en servicio		Combustibles retirados del otro lado del muro
	Número de bomberos a la vista		
EN UN PERÍMETRO DE 10 METROS		TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS	
	Pisos libres de materiales combustibles		Permiso de espacios confinados
	Pisos combustibles mojados y/o cubiertos		Equipo libre de líquidos combustibles
	Área libre de materiales inflamables		Contenedores libres de vapores
	Huecos de pisos y muros cubiertos		
	Cubiertas en partes bajas para contener las chispas		
		GUARDA FUEGOS	
			En el sitio hasta 30 minutos después de acabado el trabajo
			Extintor y agua inmediatamente disponible

Precauciones especiales: _____

Revisión final requerida: a realizarse 30 minutos después de terminada la operación a menos que se haya designado formalmente un Guarda Fuegos. La zona de trabajo ha sido examinada, las precauciones necesarias tomadas y se expide permiso para el trabajo.

Fecha de expedición: _____ Expira: _____

Autorizado por: _____

VERIFICACIÓN FINAL

El área de trabajo y todas las zonas adyacentes a las que las chispas pudieron haber llegado fueron inspeccionadas 30 minutos que el trabajo se completó y se encontraron libres de fuego (incluyendo el piso superior e inferior y los lados opuestos de los muros)

Nombre, firma y fecha: _____

FORMATO 4.D.1
LISTA DE VERIFICACIÓN DE GRÚAS Y POLIPASTOS

Si	No	NA	
			¿El operador de la grúa tiene la documentación de entrenamiento en la grúa que va a operar?
			¿Ha sido inspeccionada la grúa (los neumáticos, apoyos, malacate principal, malacate auxiliar, cilindros del brazo del malacate, cable de izado, gancho principal, bola, secciones de la barra hidráulica / los frenos de la grúa, etc.) por una persona competente?
			Todos los componentes de aparejos (eslingas, grilletes, ganchos, etc.) han sido inspeccionados por una persona competente?
			Han sido documentadas todas las inspecciones y existen copias de las inspecciones?
			Se han tomado precauciones para evitar todas las líneas de fuerza y otros riesgos elevados?
			La grúa tiene legibles las capacidades nominales de carga, velocidades de operación recomendadas y ángulos de la pluma?
Una vez que la grúa se coloca para la elevación:			
			Se encuentra los estabilizadores de la grúa totalmente extendidos y colocados sobre una superficie nivelada y firme?
			¿Se elevaron las ruedas de la grúa hasta despegarse del piso y se niveló la grúa?
			¿El operador de la grúa ha identificado el peso de la carga y la ruta de elevación?
			¿Hay un auxiliar de maniobra para asistir al operador de la grúa y comunicarse con él?
			¿El área de giro de la grúa se encuentra acordonada y señalizada?
			Se cuenta con líneas de ayuda visual para controlar la carga?
			Se han comunicado a cada empleado involucrado en la elevación todos los procedimientos de elevación y de trabajo?

LISTA DE VERIFICACIÓN DE SOLDADURA Y CORTE**SOLDADURA OXÍGENO / ACETILENO****SI No N/A**

- Los cilindros están asegurados en posición vertical y con su capucha de protección si no están en uso?
- Los cilindros de oxígeno están almacenados separados de los cilindros de gas combustible y otros materiales combustibles por al menos 6 metros de distancia o cuentan con barrera antifuego con resistencia de 30 minutos y altura de 1.5 metros?
- Todos los cilindros están identificados con la substancia que contienen con letras de cuando menos 5 cm de alto que se encuentren pintadas o permanentemente sujetas al mismo?
- Las conexiones impiden su intercambio entre el gas combustible y el oxígeno?
- Las mangueras de oxí/acetileno son inspeccionadas antes de su uso?
- Cualquier manguera de oxígeno/acetileno que esté dañada es eliminada inmediatamente?

SOLDADURA Y CORTE CON ARCO

- Las operaciones de soldadura y corte tienen protección apropiada para proteger a los empleados de los rayos directos del arco?
- Se encuentran extintores contra incendio disponibles en el área de trabajo preparados para uso inmediato?
- Los cables que se utilizan para soldadura están en buenas condiciones?
- No existen empates a menos de 3 metros de los electrodos?
- Los empleados que realicen cualquier tipo de soldadura, corte, o trabajo caliente usan protección adecuada para los ojos?

PLAN DE TRABAJO PARA LA PROTECCIÓN DE CAÍDAS

Numero de Trabajo: _____ GIRO: _____ FECHA: _____

Plan de trabajo (preparado por): _____ Cargo: _____

1. Área específica de Trabajo: _____

2. Actividades: _____

3. Identificación de Peligros en el Área de trabajo: _____

4. Métodos de protección o detención contra caídas que se utilizarán:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Arnés de cuerpo completo | <input type="checkbox"/> Cuerda contra caídas |
| <input type="checkbox"/> Cuerda con amortiguador de impactos | <input type="checkbox"/> Sistemas de anclaje instalados |
| <input type="checkbox"/> Cuerda con doble gancho | <input type="checkbox"/> Sujeciones de Asiento |
| <input type="checkbox"/> Cuerda retráctil | <input type="checkbox"/> Asiento de seguridad para silla |
| <input type="checkbox"/> Línea de vida horizontal | <input type="checkbox"/> Grúa de elevación de tijera |
| <input type="checkbox"/> Anclaje a estructuras | <input type="checkbox"/> Elevador aéreo |

NOTA: El uso de una línea de advertencia debe ser aprobado por el departamento de seguridad antes de ser colocada.

5. Describa los procedimientos para el montaje, mantenimiento, inspección y desmontaje de los sistemas a utilizar: (si es necesario utiliza una hoja adicional)

6. Describa los procedimientos para manejar y proteger la caída de herramientas y equipos sobre la cabeza de los trabajadores: (puede usar una hoja adicional si es necesario)

7. Realice un diagrama o un dibujo del sistema:

CERTIFICO HABER RECIBIDO CAPACITACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS INCLUYENDO EL MATERIAL, EQUIPO Y HERRAMIENTAS. CUBRIENDO LOS PROCEDIMIENTOS CONFORME AL PLAN.

EMPLEADO	FECHA	EMPLEADO	FECHA

He revisado con los trabajadores antes mencionados este plan de trabajo de protección contra caídas:

NOMBRE: _____ PUESTO: _____ FECHA: _____

INSPECCIÓN DE SEGURIDAD BECK - LISTA DE VERIFICACIÓN

Nombre del Proyecto:									
Inspector:				Fecha de la Inspección:					
Marque una casilla en la columna correspondiente de cada elemento.							El código de columnas es el siguiente: (C) Correcto (I) Incorrecto (N) No Aplica		
#	CATEGORÍA / ASPECTO	C	I	N	#	CATEGORÍA / ASPECTO	C	I	N
1	GUARDAS Y BARRICADAS				10	PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS			
a.	La seguridad perimetral es apropiada				a.	Los puntos de anclaje se encuentran bajo diseño			
b.	Las señales exteriores son claras				b.	Entrenamiento documentado			
c.	Se encuentran cubiertos los huecos y bordes en el piso				c.	Uso adecuado de Arnés			
2	CONTROL DE TRAFICO				11	ILUMINACIÓN			
a.	Las rutas de acceso de emergencia están controladas				a.	Niveles de iluminación adecuados			
b.	Se cuenta con señales y bandereros necesarios				b.	Luces temporales instaladas con seguridad			
3	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				12	VEHÍCULOS Y EQUIPO PESADO (BECK)			
a.	Uso al 100% de casco de protección y lentes de seguridad				a.	Mantenimiento apropiado			
b.	Uso apropiado de Equipo de Restricción contra caídas				b.	Personal entrenado y calificado, auxiliares de maniobra			
c.	Protección para oídos, pies, manos, cara, brazos y otros				c.	Instalaciones de seguridad en uso en el lugar			
d.	Uso al 100% de protección contra caídas				d.	Seguridad en el transporte de personal y materiales			
4	EXCAVACIONES (BECK)				13	ESCALERAS Y RAMPAS			
a.	Espacios localizados y marcados				a.	Materiales adecuados, construcción y diseño			
b.	Informes diarios presentados por una persona competente				b.	Pasamanos, barras intermedias y rodapiés correctos			
c.	Advertencias Perimetrales expuestas con claridad				c.	Limpias, secas, fijas y con peldaños adecuados			
5	ANDAMIOS Y PLATAFORMAS AÉREAS				14	ELÉCTRICO			
a.	Inspeccionados y Etiquetados diariamente				a.	Según sea necesario conexión a tierra			
b.	Estructuras de soporte y suspensión son apropiadas				b.	Calibre y tipo del cable es apropiado			
c.	El tamaño de los marcos y apoyos son apropiadas				c.	Bloqueo de acceso no autorizado			
d.	Los accesos y plataformas son correctos y seguros				d.	Los paneles están debidamente marcados			
e.	La protección contra caídas es apropiada				e.	Inspección de cable			
6	ORDEN Y LIMPIEZA				16	HERRAMIENTAS			
a.	El almacenamiento de materiales es estable y accesible				a.	Herramientas de mano (mangos, dientes, cabezas de martillo)			
b.	Accesos (Extintores, válvulas, regaderas, interruptores)				b.	Inspección de cables y herramientas eléctricas			
c.	Cuenta con controles para (resbalones, tropezones y punciones)				c.	Inspección de cuchillas, discos y accesorios			
d.	Número adecuado de los contenedores de basura				d.	Operadores que utilicen pólvora están entrenados			
e.	Libre de polvo, tierra, arena en forma razonable				e.	Cargas y cartuchos que no detonaron son adecuadamente manejados			
f.	La basura se elimina diariamente								
7	SOLDADURA Y TRABAJOS CALIENTES (BECK)				17	ESCALERAS			
a.	Cilindros almacenados correctamente, separados y asegurados				a.	Condiciones, tipos y tamaños adecuados			
b.	Protección apropiada contra incendios y monitoreo				b.	Colocación, ubicación y uso seguros			
c.	Estado de las mangueras, manómetros, etc.				c.	Se retiran después del turno (si se requiere)			
d.	EPP apropiado para el usuario				d.	Las inspecciones se realizan con responsabilidad			
8	INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES				18	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			
a.	Distancia Segura de edificios y cercas				a.	Inspección de extintores, ubicación correcta			
b.	Extintores, señales adecuadas y etiquetas en contenedores				b.	Hidrantes y sistemas permanentes en condiciones			
c.	Existe contención doble en donde se requiere				c.	Señalización adecuada en lugares peligrosos			
d.	Contenedores portátiles apropiados con características de seguridad				d.	Cantidad adecuada de líquidos inflamables y combustibles			
e.	Puestas a tierra, ventilación, protección								
9	SANIDAD				15	ADMINISTRACIÓN			
a.	Número y estado de los sanitarios				a.	Plan de cero accidentes disponible			
b.	Agua potable bien distribuida y accesible				b.	Señalización y avisos de ley			
c.	Agua no potable claramente señalizada				c.	Archivos de Seguridad e Higiene en el trabajo			
					d.	Orientación a trabajadores			

Ilustración 58. Formato 4.N.1 - Manual de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental BECK Internacional de México

La responsabilidad de llenado de cada formato es por parte de los subcontratistas, llenado por algún responsable y entregado a la supervisión para su visto bueno, en caso de ser necesario se inspecciona el sitio de trabajo al cual corresponde la actividad y se archiva. Durante los trabajos diarios se realizó supervisión visual aleatoria, esto para detectar condiciones de trabajo que no van acorde a lo estipulado en lo registrado en los formatos. BECK cuenta con un formato semanal 4.N.1 que debe de ser llenado exclusivamente por

personal de la gerencia de proyecto, el cual contempla cada una de las actividades a realizar por los subcontratistas aparte de las condiciones de seguridad con las que BECK debe de cumplir. Como son las señalizaciones pertinentes, la protección perimetral necesaria (barandales o cintas de precaución), entre otros.

5.6.1. Supervisión de albañilerías

Se contemplan como albañilerías los trabajos de cimentación y de superestructura de ambos cuerpos del edificio. La complejidad de los trabajos de albañilerías no era alta, y teniendo los planos detallados de cada trabajo se logró un avance continuo y sin interrupciones. Lo anterior debido a que estaban sincronizadas las tareas y los suministros de material o herramienta especializada necesarios para las mismas, esto respondiendo de buena manera en cuanto a los avances necesarios para cumplir el programa de obra. Estos trabajos fueron los que requirieron mayor cantidad de insumos y recursos, tanto humanos como económicos. Como ya se dijo con anterioridad, todos los trabajos realizados fueron subcontratados a un destajista especializado en trabajos de albañilería, por medio del cual se contrataron los trabajadores necesarios para cumplir con las metas en las fechas específicas. En el momento de mayor volumen de trabajo, específicamente cuando se construía las superestructuras de ambos edificios, se contó con 150 trabajadores a la semana en promedio, los cuales debían contar con seguro de trabajo para poder ser admitidos en el proyecto.

Según el manual de seguridad de BECK Internacional de México en la sección 4.BB. ZANJAS, EXCAVACIONES Y PERFORACIONES, toda excavación mayor a 1.5 m debe llevar apuntalamientos, pendiente, estar escalonada, soportada o llevar algún tipo de protección para control de desprendimientos. En el caso del proyecto Lomas Altas 253 se usaron diferentes metodologías para el control de caídas, por ejemplo en las zanjas o excavaciones para zapatas entre 2 y 4 m de profundidad se utilizó apuntalamiento simple con polines y en el caso de las excavaciones mayores a 4 m se excavó con pendiente de 1:1/2 y se cubrió con una geomembrana para evitar desprendimientos por intemperización. La mayoría de las excavaciones fueron directamente en arcillas sin capa de relleno mayor a la vegetal de entre 50 y 60 cm, por lo que las excavaciones a excepción de las mayores a 4 m no necesitaron pendiente considerable ya que el suelo arcilloso permitía cortes casi verticales. Independientemente de las protecciones necesarias para las excavaciones, el fondo de la excavación debía tener un área mayor al de la zapata a construir, esto para dar espacio para maniobras a los trabajadores en el fondo de dichas excavaciones. Como generalidad se utilizó un espacio de 70 cm a 1 m entre la planta de la zapata a construir y la pared de la excavación. Se consideró dicho espacio ya que había ocasiones en las que se encontraba

más de un trabajador en la zanja esto para agilizar los trabajos a profundidad y lograr exponer a peligros inminentes de excavación de la menor manera posible a todos los trabajadores del proyecto. Teniendo así no más de 4 excavaciones simultáneas para la construcción de zapatas, con un promedio de 3 trabajadores por zapata, siendo un total de 12 trabajadores en zanjas o espacios confinados.

Para el control de la seguridad de los trabajadores en espacios confinados y/o excavaciones, el manual de seguridad citado cuenta con formatos de control. Los cuales deben de ser correctamente llenados por parte de la supervisión antes de cada actividad, así liberando el área de trabajo y de igual manera teniendo a un responsable de la seguridad de los trabajadores. El responsable por lo general era o el residente de obra del destajista o subcontratista encargado de dichos trabajos, el supervisor de seguridad o el superintendente de la gerencia de proyecto. El formato de excavaciones del manual citado es el Formato 4.C.1.

Una vez realizada la excavación necesaria, se recurre a los trabajos de albañilería, los cuales consistieron en el tendido del firme de concreto pobre ($f'c=100 \text{ kg/cm}^2$), el armado del acero de refuerzo de las zapatas y la construcción de la cimbra necesaria para continuar con el colado del elemento. El concreto utilizado en la cimentación, por especificación del proyecto estructural, es un concreto con resistencia de $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ y de fraguado rápido, esto para poder descimbrar y poder hacer el relleno y la compactación lo más rápido posible, así acortando el tiempo de trabajo en la excavación y acelerando el inicio de la construcción de las columnas que desplantan sobre cada zapata o los muros sobre las zapatas corridas.

Una vez terminada la construcción de los elementos de cimentación se procedió a la construcción de los elementos estructurales. Los elementos estructurales difieren de edificio a edificio, en el de departamentos son trece columnas de diferentes secciones, tres de las cuales se dividen en dos columnas en forma de "Y". Estas columnas en "Y" siguen su trayectoria diagonal hasta llegar al 2° entrepiso, a partir del cual continúan de manera vertical hasta llegar al 7° nivel. Las demás columnas continúan su trayectoria vertical de manera constante. El colado de las columnas se hizo por tramos de 7 m o dos entrepisos para así completar el largo total de las columnas. Una vez descimbradas las columnas en los tramos bajos se inició con el colado de las losas armadas, logrando colar una losa en promedio cada 20 días, así logrando la resistencia deseada del concreto para poder usar la losa inferior de apoyo para la cimbra de la losa superior. A medida que se fue avanzando en el edificio de departamentos, naturalmente se fue liberando personal destinado a las albañilerías y se iniciaron los trabajos del cubo de elevadores al cual se le hizo un muro perimetral de block aligerado, se coló la rampa de las escaleras y posteriormente se colaron los escalones, se

hicieron muros divisorios en todos los niveles y se construyeron los puentes que unen a los dos edificios.

En cuanto al edificio de estacionamientos, una vez colada la losa de fondo y las zapatas corridas que marca el proyecto estructural y de cimentaciones se comenzaron los muros perimetrales de carga necesarios para el edificio. De igual manera que el edificio de departamentos, se colaron las dos losas correspondientes a éste edificio con una separación de 20 días aproximadamente. Una vez acabada la obra estructural, se procedió a la construcción de la rampa de acceso helicoidal, la cual toma como desplante la continuación de la cisterna, confinada completamente de muros de carga (perimetrales y uno divisorio). Al mismo tiempo que comenzaron los trabajos de muros divisorios de block en el edificio de departamentos, se comenzaron los del edificio de estacionamientos, éstos para dividir las bodegas y el cuarto de máquinas y acceso a la cisterna.

Como estipula el manual de seguridad de BECK, el cumplimiento del mismo es estricto y en caso de caer en incumplimientos existen sanciones para los trabajadores directamente o para el subcontratista. Las sanciones a los trabajadores que caen en alguna falta van directamente relacionadas con la gravedad y la frecuencia en la que ocurre. Siendo las sanciones desde una llamada de atención verbal, descuentos parciales o totales de días de trabajo hasta la expulsión definitiva del proyecto. En el caso de los trabajadores del destajista de albañilerías hubo varias faltas, habiendo varios descuentos de pagos, tanto parciales como totales y cuatro casos de expulsión definitiva del proyecto. Los casos de expulsión fueron específicamente por no usar línea de vida en trabajos de altura (mayores a 1.80 m) por tercera vez consecutiva en los cuatro casos, siendo así necesario el uso de la expulsión ya que se les llamó la atención de manera verbal la primera vez, se les descontó medio día en la segunda ocasión y finalmente se les expulsó.

5.6.2. Supervisión de Trabajos de Estructuras Metálicas

De igual manera que en las albañilerías, se realizó la supervisión de los trabajos de estructuras metálicas de manera meticulosa y atenta. La principal diferencia entre las actividades son los trabajadores, los de las estructuras metálicas son técnicos especialistas, lo cual supuestamente se refleja en su nivel de conocimiento en las medidas de seguridad tomadas en una construcción así como en el conocimiento técnico de sus trabajos. Esta diferencia hace a estos trabajadores técnicos especialistas y no trabajadores de oficio. En repetidas ocasiones se tuvo que llamar la atención a los herreros especializados ya que no utilizaban el equipo de protección personal necesario, esto contraponiéndose a la expectativa que se tenía de dichos trabajadores especialistas. Por lo que se decidió tomar una postura de mano dura contra las faltas de cumplimiento al Manual de Seguridad de BECK. En una

ocasión específica se tuvo que suspender de manera definitiva a un oficial herrero, ya que se le vio trabajando sin equipo de protección contra caídas y se le llamó la atención y en la segunda ocasión se le vio trabajando sin protección para los trabajos de soldadura y flama abierta; se procedió a suspender de manera definitiva a este trabajador en específico, lo cual funcionó como ejemplo para los demás herreros especialistas contratados.

Como ya se describió con anterioridad, los trabajos de herrería fueron básicamente en cinco áreas; los balcones/parasoles, la estructura inferior del Deck, los sopoertes para la fijación y la separación de los elevadores, la estructura para soportar la cancelería y las celosías de la azotea/roof garden y la barda que da hacia la calle. Para estos trabajos se suministró el acero necesario, tanto en placas como en vigas de sección "I" como de sección IPR de diferentes dimensiones. Este suministro se hizo de manera que no estorbase con los demás trabajos y siempre tomando en cuenta que las zonas de bodegas pudiesen soportar el peso de un almacenaje de este tipo. Los trabajos se llevaron a cabo por el subcontratista "Grupo del Olmo". Este subcontratista contaba con un residente de obra, quién era el encargado de todas las cuadrillas del grupo. La supervisión externa la llevó a acabo BECK por medio de sus superintendentes de obra y los encargados de temas de seguridad. Fuera del incidente del trabajador que se tuvo que suspender de manera definitiva, el equipo de trabajo del Grupo del Olmo fue muy riguroso en sus controles tanto de calidad como de seguridad, ya que ellos asumen la responsabilidad de trabajar en alturas muchas veces mayores a 1.80 m y constantemente trabajando con soldaduras con arco eléctrico y con la mezcla de oxígeno y acetileno. Siempre los equipos debían estar debidamente inspeccionados y con todos los requerimientos de mantenimiento e inspección necesarios para su correcta y segura operación.

5.6.3. Supervisión de Instalaciones

El cuidado de la supervisión de las instalaciones fue arduo, ya que durante la construcción hubo muchos cambios, principalmente en el proyecto de iluminación. Por lo que era de suma importancia tener el control de la colocación de luminarias al día y sin ninguna desviación del proyecto, aunque este estuviese cambiando constantemente. Los cambios en el proyecto de iluminación venían por decisión del cliente y en algunas ocasiones los cambios se generaron después de que estuviesen colocadas las luminarias, por lo que se generaba una corrección y una reinstalación. La recolocación que causó mayor problemas fue la de los spots de piso del estacionamiento, ya que estas estaban ahogadas en la losa del mismo. Para poder realizar el cambio hubo que retirar los drivers, resanar los agujeros, realizar cortes en la losa y volver a colocar los drivers en el lugar definitivo. Al hacer este cambio hubo drivers que no

podieron ser recuperados, debido a la adhesión que se presentó con el concreto, por lo que tuvieron que ser reemplazados.

En general las demás instalaciones (hidráulicas, sanitarias - incluyendo la planta de tratamiento de aguas residuales - , voz y datos e instalaciones especiales) se llevaron a cabo sin contratiempos mayores ya que el proyecto era claro y contemplaba los modelos y equipos a utilizar. En el caso de la planta de tratamiento se contrató a Ecolosystems para que hiciera el suministro e instalación de la misma, sólo se preparó el espacio, teniendo las excavaciones necesarias para que los equipos de digestión a base de lodos activados fueran colocados.

5.6.4. Supervisión de Acabados

La colocación de los acabados fue en diferentes zonas del proyecto y diferentes materiales. Se colocaron acabados en todo el edificio de estacionamientos, en las zonas comunes del edificio de departamentos y en todas las fachadas.

En las fachadas fueron colocados dos tipos de acabados pétreos; se forró de granito Caledonia en las columnas y en los muretes cantera niwalla. Para el forraje de granito de las columnas se tuvo que hacer un bastidor de PTR metálico del cual se colgaron las piezas del granito a base de un sistema de alambrado lo cual unía la placa con el PTR. Una vez colocadas las piezas se juntaron con junta flexible, igualando el color de la pieza con el de la junta. La colocación de la cantera niwalla de los muretes fue directa sobre los blocs de concreto aligerado, y este también se junteo, pero no con junta flexible, sino con junta cementante tradicional para exterior cumpliendo con la igualdad de colores entre las piezas y la junta.

En las zonas comunes se colocó loseta vinílica en el cubo de escaleras y las áreas de servicio, así como en el piso del elevador de servicio. En las áreas de tránsito no de servicio, se colocó mármol tanto en el piso como en las paredes y en el piso de los puentes que comunican el edificio de departamentos con el de estacionamientos.

En el edificio de estacionamientos se colocó recinto arquitectónico en lajas en la parte interna de los muretes perimetrales, así como en el piso de la plaza de acceso.

Para el cumplimiento arquitectónico y financiero (minimizar desperdicio) fue necesario hacer un proyecto de despiece claro y consistente en todos los materiales de recubrimiento. Así tomando en cuenta los criterios establecidos tanto por el cliente como por el proyecto arquitectónico ejecutivo. Dicho despiece requirió horas de trabajo por parte del arquitecto en obra en cada uno de los materiales utilizados, teniendo como resultado una alta eficiencia en

la volumetría de los mismos. El nivel de detalle en el proyecto de despiece facilitó el trabajo de supervisión de la colocación de los acabados para así poder tener un mejor y mayor control de calidad en todas las áreas de tránsito y en las fachadas.

5.7. Control en cambios de proyecto

Como sucede en cualquier proyecto de construcción los cambios son inevitables, esto puede ser por cambios en especificaciones de cualquier índole, errores en la realización del proyecto ejecutivo, malos entendidos en la comunicación entre proyectos ejecutivos, etc. Para tener un control detallado y explícito de cada cambio o duda en la interpretación de los planos se implementaron dos controles claros. Para las dudas en interpretación de planos para la correcta ejecución se utilizaron los RFIs (*Request for Information*) o Solicitudes de Información por sus siglas en inglés y para los cambios solicitados por el proyectista se utilizaron los Boletines. Ambos documentos cuentan con un formato específico así como un archivo compilador por tipo de documento (Bitácora de RFIs y Bitácora de Boletines) que los enumera, establece el estatus y da un seguimiento puntual.

5.7.1. RFIs

Los RFIs son solicitudes de información por parte del superintendente del proyecto en caso de tener alguna duda, observación o corrección pertinente de cualquier partida del proyecto ejecutivo. En el documento se establece la solicitud con detalle, referencia de plano, el solicitante, el responsable de dar respuesta y solución recomendada por medio del responsable. En la siguiente imagen podemos ver un ejemplo de un RFI, en este caso es una duda hacia un armado de una columna tipo, por lo que está catalogada dentro de la Bitácora de RFIs como un RFI ESTRUCTURAL.



REQUEST FOR INFORMATION (RFI)/ SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Project/Proyecto:	Lomas Altas 253	No./Numero:	028
Client/Cliente:	Lomas Altas 253 Residencial	Date/Fecha:	25 de Marzo de 2013
Attention to/Atención a:	Jaime Palacios	Architects Job No.:	
		No. de Proyecto:	862469

DESCRIPTION OF WORK TO BE PERFORMED / DESCRIPCION DEL TRABAJO QUE DEBE SER EJECUTADO:

Armado de columna C-7 del nivel 4 (100) a nivel azotea (107.20)

SHOP DRAWINGS REF / REFERENCIA DIBUJOS DE TALLER:
SPEC/DWG REF / REFERENCIA ESPECIFICACIONES Y DIBUJOS: Plano Estructural E-04
REQUEST / SOLICITUD: De acuerdo al plano E-04, en "tabla de columnas" no existen especificaciones para el armado de la columna C-7 entre los niveles 4 y azotea. Favor de confirmar el armado de acero para dicha columna en la sección especificada.
SUGGESTED SOLUTION / SOLUCIÓN RECOMENDADA:

SIGNED/FIRMA

IF ABOVE WORK RESULTS IN A CHANGE IN COST OR TIME TO THE CONTRACT, ADVISE ARCHITECT WITHIN 10 DAYS
SI EL TRABAJO REQUERIDO REPERCUTE EN UN CAMBIO DE TIEMPO O COSTO EN EL CONTRATO ADVERTIR AL ARQUITECTO ANTES DE 10 DÍAS

Ilustración 59. Ejemplo de RFI

La respuesta, dependiendo de la complejidad de la solución solicitud de información, se entrega ya sea por escrito en el recuadro de SOLUCIÓN RECOMENDADA (de fácil solución)

o por archivo digital (solución elaborada) ya sea por correo electrónico o USB. En el caso del RFI 028 la solución se dio por escrito en el momento de ser presentada, como muestra la siguiente imagen:

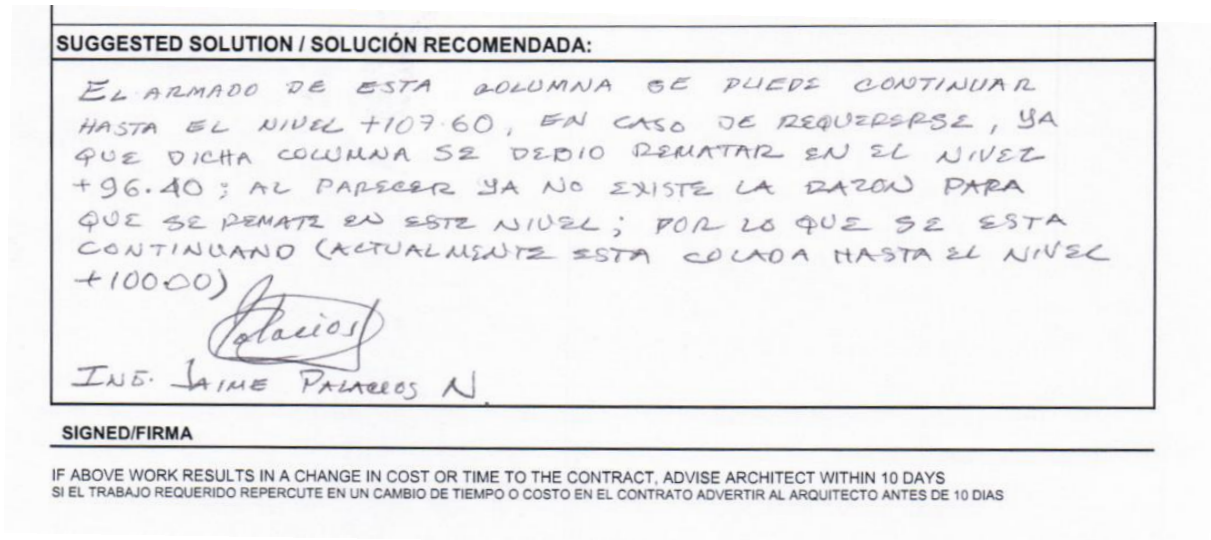


Ilustración 60. Ejemplo de respuesta escrita de RFI

Esta metodología de solicitar información agiliza las respuestas y por lo tanto minimiza el riesgo de generación de retrasos, siempre y cuando la respuesta sea expedita. Por lo anterior es necesario el completo involucramiento de los proyectistas durante la ejecución del proyecto.

En la siguiente tabla tenemos un conteo de RFIs presentadas por partidas ordenadas acorde a la incidencia porcentual. Podemos ver que los dos proyectos con mayor incidencia son el arquitectónico, con 57.45% y el estructural con 24.5% de los RFIs.

RELACIÓN DE CANTIDAD Y PORCENTAJE POR PARTIDA

ARQUITECTÓNICOS	54	57.4%
ESTRUCTURALES	23	24.5%
ELÉCTRICOS	5	5.3%
SANITARIO	4	4.3%
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	3	3.2%
MECÁNICA DE SUELOS	2	2.1%
VOZ Y DATOS	2	2.1%
PTAR	1	1.1%
TOTAL	94	100.0%

5.7.2. Boletines

Los Boletines se generan por parte del proyectista para hacer alguna aclaración o modificación a alguna parte específica del proyecto. Estos se registran en la Bitácora de Boletines para así tener un control y un estatus actualizado de cada boletín que recibe la superintendencia del proyecto. Los boletines siempre se refieren a algún plano y se trabajan ya sea a mano o en Autocad. Es indispensable que tenga todas las especificaciones necesarias y que esté firmado por quién entrega la aclaración o modificación al proyecto previamente entregado. Al no ser generadas por la supervisión, sino por los proyectistas, no existe un formato específico para la presentación del mismo.

En la siguiente imagen se muestra el Boletín No 47, el cual detalla la puerta tipo Louver en la caseta de vigilancia. Como se puede ver, la naturaleza de los Boletines es menos formal y suelen ser detalles pequeños, por lo mismo la gran mayoría son temas de arquitectura.

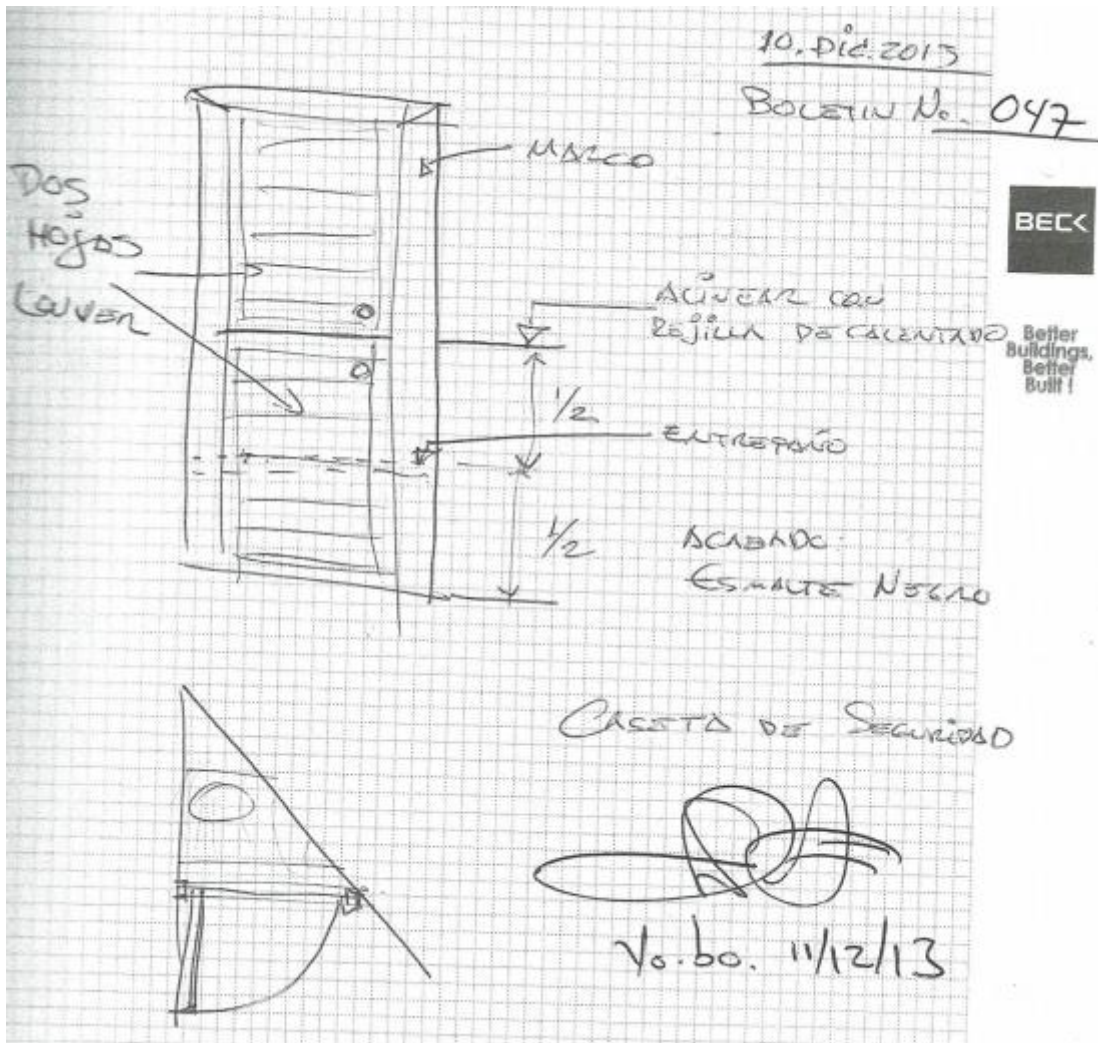


Ilustración 61. Ejemplo de Boletín

En la siguiente tabla podemos el número total de Boletines y a qué partida pertenecen:

RELACIÓN DE CANTIDAD Y PORCENTAJE POR PARTIDA

ARQUITECTÓNICOS	33	71.7%
ESTRUCTURALES	5	10.9%
ELÉCTRICOS	4	8.7%
CANCELERÍAS	3	6.5%
MECANICA DE SUELOS	1	2.2%
TOTAL	46	100.0%

De manera similar que los RFIs, la mayor incidencia en boletines fue el proyecto arquitectónico, seguido por el estructural. En general el detalle que presenta un Boletín es menor al que presenta un RFI, sin embargo los dos deben de tomarse con la misma importancia ya que ambos implican un cambio en las especificaciones del proyecto y es plena responsabilidad de la supervisión acatar que se cumplan todos los cambios establecidos en dichos documentos.

6. Cierre de proyecto

El proceso de cierre de proyecto se comenzó a preparar un mes antes de la entrega proyectada, esto debido a que se fueron generando entregas parciales con *Punch Lists* específicas de cada visita de revisión por parte del cliente. Así mismo, se generó una carpeta de cierre por subcontratista acorde a lo que establece el contrato de trabajo, incluyendo los planos *As Built* y demás documentación de cierre de proyecto y se entregaron todos los manuales pertinentes de todas las instalaciones y equipos.

6.1. *Punch List* y entrega al cliente

Se hicieron cuatro *Punch Lists* con un total de 157 observaciones principalmente hacia detalles de acabados finales. La documentación de dichas listas fue por medio del formato de BECK, mostrado en la siguiente imagen, que incluye información del detalle (número de observación, nivel, zona, subcontratista responsable, descripción de la observación, problema para la fácil solución y una documentación fotográfica).

	1er Recorrido 30/12/2013	Lomas Altas 253 862469	Beck Internacional De Mexico Simba Dwariti
ITEM 1 FLOOR 100.00 ROOM C.vigil SHEET Andres	ISSUE Retocar los muros de la caseta de vigilancia COMMENTS		
ITEM 2 FLOOR 100.00 ROOM C.vigil SHEET Dinco	ISSUE Recortar las puntas de cobre que no se van usar del sistema de tierras en el cuarto eléctrico y cuarto de planta de emer COMMENTS		

Ilustración 62. Ejemplo de Punch List

La evolución de las observaciones a través de cada recorrido fue muy natural, ya que se inició con detalles gruesos, como pueden ser retoques en aplanados de muros, recepción correcta de tuberías, martelinado de pisos de estacionamiento, recorte de excesos de materiales como varillas y herrerías sobredimensionadas, etc. Y llegó al detalle fino, detalles de pintura, retoques en puertas y muros manchados, colocación de tapaderas de contactos, colocación de recortes de piezas en pisos y zoclos, etc. De esta manera se fueron cerrando áreas y detalles faltantes para así tener un mejor control del cierre y así completar la entrega final al cliente.

Una vez aceptado por el cliente, se generan una serie de documentos en donde se establece que se ha finalizado la ejecución del proyecto contratado y todos sus extraordinarios así como la documentación completa de la ejecución, garantías de calidad y de equipos, entre otros. Dichos documentos son:

- A. ACTA DE RECEPCIÓN.
- B. CARTA GARANTÍA.
- C. CERTIFICADO DE TERMINACIÓN SUSTANCIAL.
- D. DIRECTORIO DE SUBCONTRATISTAS.
- E. LISTADO DE LLAVES.
- F. PLANOS Y ESPECIFICACIONES AS BUILT.

G. MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

- Eléctrico.
- Elevadores.
- Hidrosanitario.
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Aire Acondicionado.
- Protección Contra Incendio.
- CCTV
- Control de Accesos vehicular y peatonal

Todos los documentos entregados por BECK al cliente están soportados por la información generada por los subcontratistas, por lo tanto se le solicita a los subcontratistas que entreguen carpetas de cierre, de donde se compilan los documentos necesarios para el cierre de proyecto.

6.2. Carpetas de cierre de subcontratistas

Cada subcontratista del proyecto generó documentación necesaria para poder contar con el Acta de finiquito de los trabajos. La carpeta debía contener los *Punch Lists* generados en recorridos de obra con la entrega aceptada de los trabajos, planos *As Built* y manuales de mantenimiento, operación y equipos en su caso. Las carpetas fueron recibidas por la supervisión a través del Acta de Entrega para así generar el Acta de Finiquito. El Acta de Finiquito establece las fechas de contrato, las fechas reales, las estimaciones erogadas y el finiquito correspondiente de los trabajos. De esta manera se cataloga la información específica de cada partida al cierre del proyecto, así teniendo un completo control de los responsables de todas las partidas ejecutadas por cada subcontratista en caso de algún tipo de fallo futuro.

7. Conclusiones

Es común encontrarse con deficiencias en proyectos constructivos, lo cual se deriva principalmente de una mala ejecución - 51% de las fallas son atribuidas a la ejecución, mientras que 37% al proyecto o materiales - Calvera (1996). Con supervisión y superintendencia apegadas a los procesos y lineamientos establecidos para la correcta ejecución deben de generar un proyecto exitoso.

La superintendencia de un proyecto de cualquier magnitud tiene como responsabilidad la correcta ejecución del mismo, siguiendo una línea de Planeación, Organización, Ejecución y Control, enfocándose hacia el cumplimiento de costos, calidad, tiempo, seguridad, higiene e

impacto ambiental. Al cumplir con las funciones antes mencionadas, el riesgo de que un proyecto no sea exitoso se minimiza.

Los trabajos de supervisión llevados a cabo en el proyecto Lomas Altas 253 fueron apegados a lo anterior, por lo cual se logró tener un proyecto exitoso en costo, tiempo y calidad, con cero accidentes de trabajo graves (muertes, discapacidades prolongadas o permanentes) y entrega al cliente de la obra sin problemas. Las políticas de trabajo de BECK de México se siguieron durante la vida del proyecto al más fino detalle, teniendo así un control exhaustivo y por lo tanto una lectura clara de cualquier problema o detalle que se presentara.

El éxito en Lomas Altas 253 se debe a varias razones:

- Proyecto completo, estudiado, analizado y aprobado por BECK
- Selección de subcontratistas reconocidos
- Correcta coordinación de trabajos de subcontratistas
- Control de calidad detallado en todas las etapas del proyecto
- Soluciones previas a que se presentaran los problemas (RFIs y Boletines)
- Constante comunicación con el cliente, proyectistas (RFIs y Boletines) y obreros
- Control y análisis de tiempos en sitio
- Entrega a cliente mediante cumplimiento de Punch List detallado

La correcta ejecución de Lomas Altas 253 no se atribuye en su totalidad a la superintendencia de obra, sino también al respaldo administrativo de la empresa contratista, ya que sin los lineamientos de trabajo establecidos por BECK el éxito del proyecto pudo haber sido afectado. También el hecho de haber logrado entablar relaciones de trabajo sanas entre superintendencia, subcontratistas y obreros fortaleció la autoridad de la superintendencia y por lo tanto facilitó la correcta ejecución de los trabajos necesarios para el cumplimiento contractual.

Bibliografía

Temperatura Media Nacional, Sistema Meteorológico Nacional. Recuperado de: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/TempsyPrecip/Mensuales/2013Tmed.pdf>

Precipitación Media Nacional, Sistema Meteorológico Nacional. Recuperado de: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/TempsyPrecip/Mensuales/2013Prec.pdf>

Zonas Geotécnicas Del Distrito Federal, Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos. Recuperado de: <http://imic.mx/blog/?p=245>

División Política DF, Wikimedia Commons. Recuperado de: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MX-DF-Divisi%C3%B3n_pol%C3%ADtica.svg

Destini Profiler, Beck Technology. Recuperado de: <http://beck-technology.com/dprofiler.html>

Suárez C. (2001). "Administración de Empresas Constructoras", 3ª edición. Limusa, México, D.F.

Rómel G. Solis Carcaño (2004). "La supervisión de obra", Ingeniería Revista Académica, Universidad Autónoma de Yucatán, México

Calavera J. (1996). "Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado". INTEMAC, Madrid.

Planos:

Arquitectónicos:

- a00
- a01
- a02
- a03
- a04
- a05
- a06
- a07
- a08
- a09
- a10
- a11
- a12
- a13
- a14
- a15
- a16
- a17
- a18
- a19

Estructurales:

- E-01 • E-09 • E-17 • EA-02 • ES-01
- E-02 • E-10 • E-18 • EA-03
- E-03 • E-11 • E-19 • EA-03a
- E-04 • E-12 • E-20 • EA-03b
- E-05 • E-13 • E-21 • EA-04
- E-06 • E-14 • E-22 • EA-05
- E-07 • E-15 • E-23 • EOE-02
- E-08 • E-16 • EA-01 • EOE-03

Hidráulico-sanitarios:

- IH-01 • IH -05 • IHS-01 • IS-03 • IS -07
- IH-02 • IH -06 • IR-01 • IS-04 • IS -08
- IH-03 • IH -07 • IS-01 • IS -05 • IS-09
- IH-04 • IH -08 • IS-02 • IS -06

Eléctricos:

- EAC-01 • EF-01 • EF-05 • EF-09
- EAC-02 • EF-02 • EF-06 • EF-10
- EAC-03 • EF-03 • EF-07 • EF-11_12_13_14
- EAC-04 • EF-04 • EF-08 • EF-15_16_17

Voz y datos:

- VD-01 • VD-03 • VD-05
- VD-02 • VD-04 • VD-06

Cancelería:

- LA-FAC-00 • LA-CAN-04 • LA-CAN-11 • LA-CAN-18 • LA-DO-01
- LA-FAC-01 • LA-CAN-05 • LA-CAN-12 • LA-CXF-01 • LA-DO-02
- LA-FAC-02 • LA-CAN-06 • LA-CAN-13 • LA-CXF-02 • LA-DO-03
- LA-FAC-03 • LA-CAN-07 • LA-CAN-14 • LA-CXF-03
- LA-CAN-01 • LA-CAN-08 • LA-CAN-15 • LA-CXF-04
- LA-CAN-02 • LA-CAN-09 • LA-CAN-16 • LA-CXF-05
- LA-CAN-03 • LA-CAN-10 • LA-CAN-17 • LA-CXF-06