



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA UNICO DE ESPECIALIDADES EN INGENIERIA  
CAMPO DE CONOCIMIENTO EN INGENIERIA CIVIL

“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA DEL  
EDIFICIO DE LA SEDE ALTERNA DEL CENEVAL”



Tesis que para obtener el Grado  
de Especialista en Construcción  
en el Ramo de Edificación y  
Vivienda.

Presenta:

Ing. Luis Francisco Gutiérrez Ortiz

México Distrito Federal

2013



## **AGRADECIMIENTOS**

### ***A mi Madre:***

***María de Jesús Ortiz Guzmán por darme la vida y ser el pilar más importante en mi vida. Gracias por tu amor, tus enseñanzas, tu ejemplo, tu dedicación, y por ser mi motor, y por acompañarme en este trayecto de vida, que por ello soy un hombre de bien.***

### ***A mi Padrino:***

***Javier Arriaga Martínez por dedicarme una parte de tu vida y ser el pilar más importante en mi vida. Gracias por tus consejos, tu amor, tus enseñanzas, tu ejemplo, tu dedicación, gracias por ser un padre para mí que, por ello soy un hombre de bien.***

### ***A mi Madrina:***

***Francisca Rosales por dedicarme una parte de tu vida y ser el pilar más importante en mi vida. Gracias por tus consejos, tu amor, tus enseñanzas, tu ejemplo, tu dedicación, gracias por ser una madre para mí que, por ello soy un hombre de bien.***

### ***A mi Hermano:***

***Jhoan Sebastián Gutiérrez Ortiz por acompañarme toda tu vida y ser el pilar más importante en mi vida. Gracias por tu amistad incondicional, tu amor, tus enseñanzas, tu ejemplo.***

### ***A mi Hermana:***

***Marlem Arraiga por darme tu amistad. Gracias por tu amor, tus enseñanzas, tu dedicación.***

### ***A mis Amigos:***

***Por haber compartido su amistad, experiencias, conocimientos y apoyo.***

### ***Muy especialmente al Ing. Antonio Jesús Coyoc Campos:***

***Por haber compartido todos sus conocimientos como profesionalista, por la confianza depositada en mí para este proyecto y por compartir sus experiencias de vida.***

***A la Universidad Nacional Autónoma de México a través de su División de Posgrado de la Facultad de Ingeniería por la oportunidad brindada para seguir enriquecerme de conocimientos como Especialista en el ramo de la construcción, para así, poder brindar de mis servicios profesionales con honestidad, ética y técnica para el beneficio de la sociedad.***

# ÍNDICE

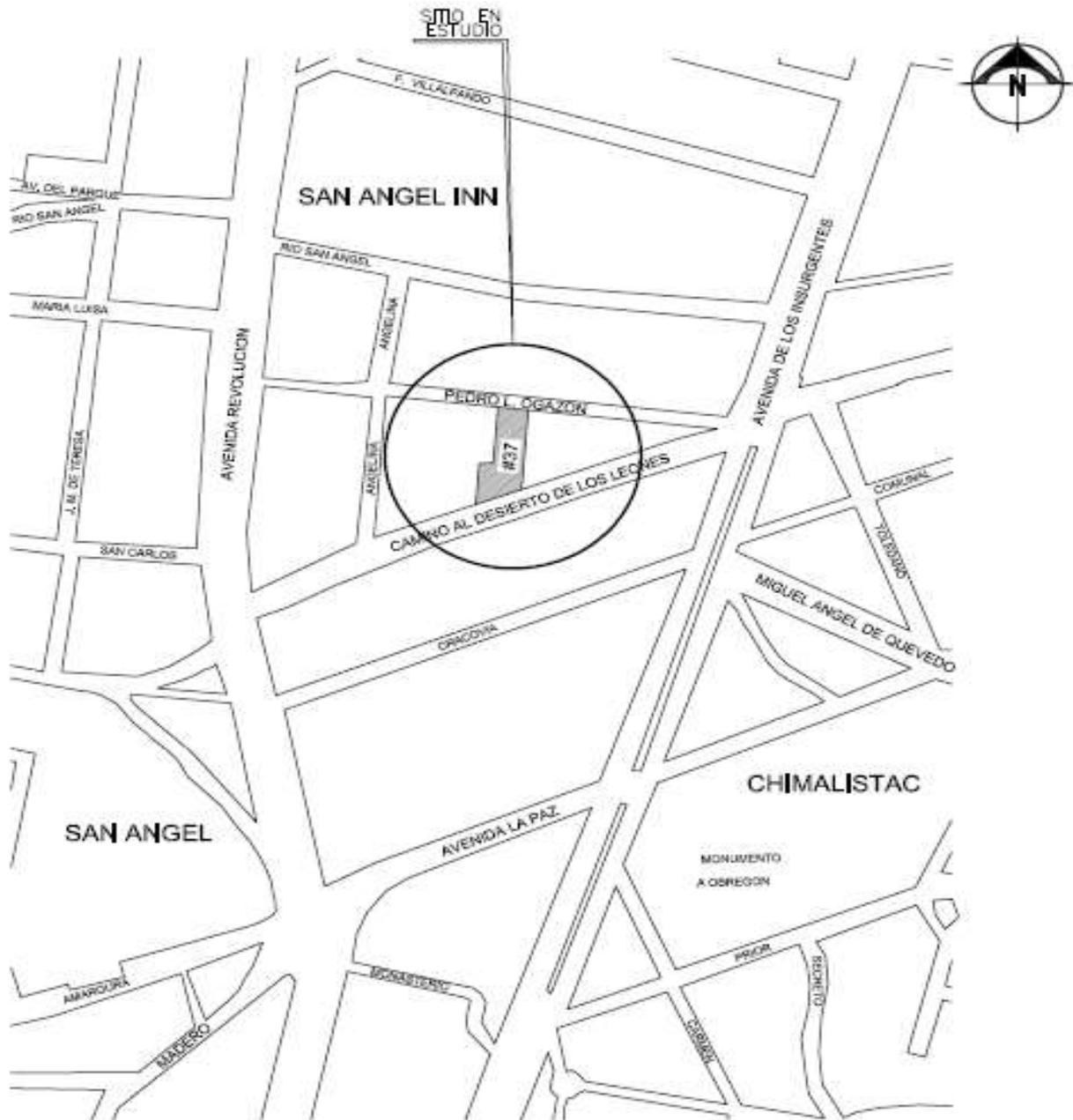
<b>I. Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>II. Generalidades.....</b>	<b>7</b>
<b>II.1. Descripción General de la Edificación.....</b>	<b>7</b>
II.1.1 Planta Baja (PB).....	7
II.1.2 Nivel 1, 2 y 3 (N1, N2 y N3).....	7
II.1.3 Terraza en Nivel 3 Y Roof Garden (RG).....	13
II.1.4 Edificio Anexo.....	15
II.1.5 Planta de tratamiento de Agua Residual.....	16
II.1.6 Jardineras y Muros verdes.....	20
II.1.7 Polipastos para el mantenimiento de los Muros Verdes.....	26
II.1.8 Sistema de Riego Automatizado.....	27
II.1.9 Fachada Artística.....	29
II.1.10 Sótanos.....	31
II.1.11 Edificación inteligente.....	40
<b>II.2. Tramites y Licencias.....</b>	<b>43</b>
<b>III. Estudios Básicos de Proyecto.....</b>	<b>45</b>
<b>III.1. Geotécnicos.....</b>	<b>45</b>
III.1.1. Aspectos geológicos.....	46
III.1.2.- Trabajos de exploración.....	46
III.1.3. Trabajos de laboratorio.....	47
III.1.4 Ensayes presiometricos.....	52
III.1.5. Estratigrafía.....	55
III.1.6. Cimentación propuesta.....	55

<b>IV. Procedimiento Constructivo.....</b>	<b>56</b>
<b>IV.1. Excavación y Colocación de Anclajes.....</b>	<b>56</b>
IV.1.1 Estabilidad de taludes.....	56
IV.1.2 Procedimiento de excavación.....	58
<b>IV.2. Colocación de concreto lanzado.....</b>	<b>60</b>
<b>IV.3. Instalación de la Grúa Torre.....</b>	<b>62</b>
IV.3.1 Medidas de prevención y protección.....	67
<b>IV.4. Estructura de Concreto y de Acero.....</b>	<b>70</b>
<b>V. Control de calidad.....</b>	<b>74</b>
V.1 Aseguramiento de calidad de la obra.....	75
V.2 Gestión de calidad de la obra.....	75
V.3 Pruebas realizadas en el Edificio.....	76
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>78</b>
<b>VII. Anexos.....</b>	<b>80</b>
VII.1 Anexos Fachada Artística.....	81
VII.2 Anexos Sistema de Anclas para contención de taludes.....	84
VII.3 Anexos Control de Calidad.....	91
<b>VIII. Bibliografía y Referencias.....</b>	<b>101</b>

## I. Introducción.

Esta tesina que presento, es parte de la culminación de mis estudios de especialidad en construcción en el ramo de edificación y vivienda.

La construcción del proyecto de edificación de la sede alterna del **Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL)**, está ubicada en la Av. Camino al Desierto de los Leones No. 37 como entrada Principal y como entrada secundaria la calle Pedro Luis Ogazón No. 57, con latitud  $19^{\circ}20'59.37''$  N y longitud  $99^{\circ}11'19.18''$  O, colonia San Ángel, Delegación Álvaro Obregón, México, Distrito Federal, el cual se muestra en la **Figura I.1, Figura I.2. y Figura I.3.**



**Figura I.1. Croquis de Localización de la Nueva Sede de CENEVAL**



**Figura I.2. Vista Satelital de Localización**

Dicho edificio se realizó para cubrir la demanda de las necesidades de la empresa ya que esta se dedica a evaluar la calidad educativa de las instituciones de educación superior, la infraestructura con la que cuenta actualmente es insuficiente, además que es necesario actualizarse para estar a la vanguardia tecnológica, para tener así una operación automatizada con el objetivo de ser un edificio de “última de generación”. Además que por requerimientos ambientales este va a ser un edificio sustentable y sostenible, lo cual generará una mejora al medio ambiente y a impacto visual.



**Figura I.3. Vista Fachada Principal**

## **II. Generalidades.**

### **II.1. Descripción General de la Edificación**

La forma del predio en planta es irregular, y es una construcción mixta de concreto y acero estructural, y el cual posee una geometría alargada de 61.0 m de largo por 16.59 m de ancho que ocupa la mayor parte del predio, y una zona en forma de trapecio en donde el ancho se amplía a 26.27 m. Para este edificio se planteó un sistema de estructura metálica a base de 16 perfiles IR para las trabes y de losa acero marca GALVADEK 25 calibre para dar un espesor de losa de 12.35 cm. Dicha ubicación y descripción de las colindancias se enumeran a continuación:

1. Al poniente una casa habitación constituida por planta baja, un nivel y azotea, así como un edificio constituido por sótano, planta baja, cinco niveles y azotea.
2. Al oriente un edificio constituido por planta baja, cinco niveles y azotea.
3. Al sur se localiza el Antiguo Camino al Desierto de los Leones y al norte la Calle Pedro Luis Ogazón.

De acuerdo con el proyecto arquitectónico, se trata de una **Edificación tipo B con uso de suelo para Oficinas y Estacionamiento**, esta estructura contará con **Siete sótanos, Planta Baja, Tres niveles de Oficinas, Azotea, Roof Garden y un Edificio Anexo con Tres Niveles destinados a diversas actividades relacionadas con la empresa.**

El edificio en planta tendrá forma irregular, estará constituido por **34 ejes en dirección longitudinal**, con una separación entre ejes que es variable de 1.19m a 4.23 m, y **8 ejes en dirección transversal (A - H)**, con una separación entre ejes que varía de 0.52 m a 9.92 m.

#### **II.1.1 Planta Baja (PB)**

En la **planta baja (PB)** se localizan los accesos al edificio por medio de puentes de cristal en ambas fachadas sobre la Av. Camino al Desierto de los Leones (Acceso Principal) y una segunda recepción sobre la calle Pedro Luis Ogazón y debajo de estas hay jardinería como decoración, al final de los accesos en ambas fachadas se encuentran en el interior del edificio las Recepciones, dentro de las cuales destaca la de la entrada principal que es la más grande y más vistosa.

A partir de ahí este nivel inicia con las siguientes aéreas: áreas de oficinas, servicio médico, sanitarios de Damas, Caballeros y de Discapacitados, servicio de cafetería, impresión, área de archivo, salas de exámenes, control de acceso controlado con huella dactilar, cámaras de vigilancia y elevadores.

También se cuenta en este piso con un área de control para la administración del edificio por medio del sistema **BMS (Building Management System)**, cuarto de servicio de telecomunicaciones donde se encuentra el **MDF (Main Distribution Facility)** que es el lugar donde se controlan los servicios internet, voz y datos de todo el edificio. Y además de cuenta con un área de **IDF (Intermediate Distribution Facility)** para enviar la transmisión de servicios de internet, voz y datos a cada lugar de trabajo del piso. Tal como se muestra en la **Figura II.1**

#### **II.1.2 Nivel 1, 2 y 3 (N1, N2 y N3)**

En los **Niveles 1 y 2 (N1 y N2)** su configuración es similar a la anterior ya que cuenta con área de oficinas, servicios de sanitarios de Damas, Caballeros y Discapacitados, servicio de cafetería, impresión, área de archivo, control de acceso controlado con huella dactilar, cámaras de vigilancia, elevadores; cuenta también con un área de IDF (Intermediate Distribution Facility) para enviar la transmisión de servicios de internet, voz y datos a cada lugar de trabajo del piso. Además que en el Nivel 2 se encuentra un pasillo de comunicación entre el Edificio Anexo y el Edificio Principal. **Figura II.2 y Figura II.3**

El **Nivel 3 (N3)** su configuración es idéntica y cuenta con los mismos servicios que los niveles inferiores, pero este nivel se dividió en dos aéreas; una es el área de oficinas que es el área más pequeña de todos los niveles, la segunda parte de este nivel es una terraza que sirve como área de descanso y de eventos. **Figura II.4**

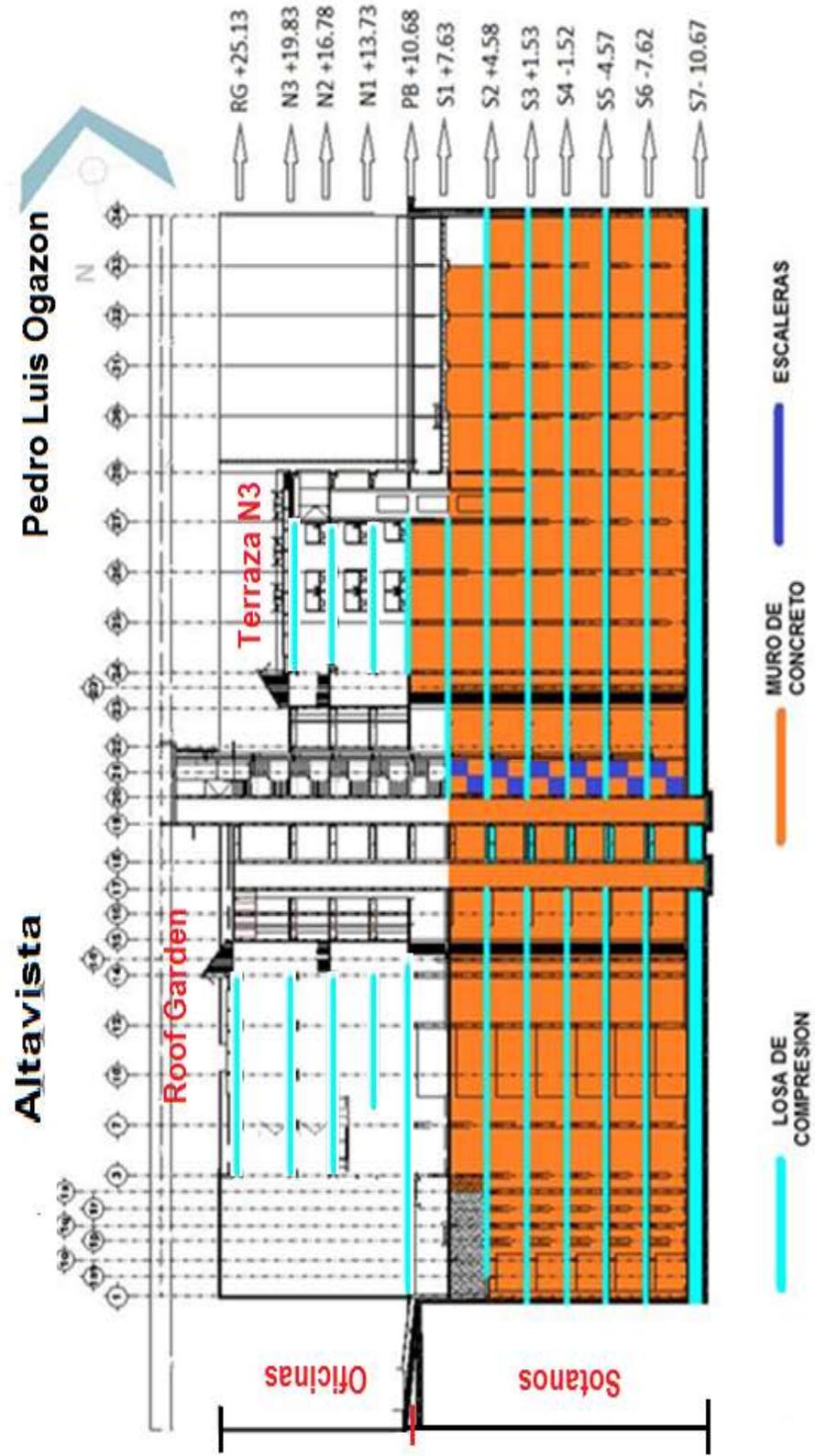
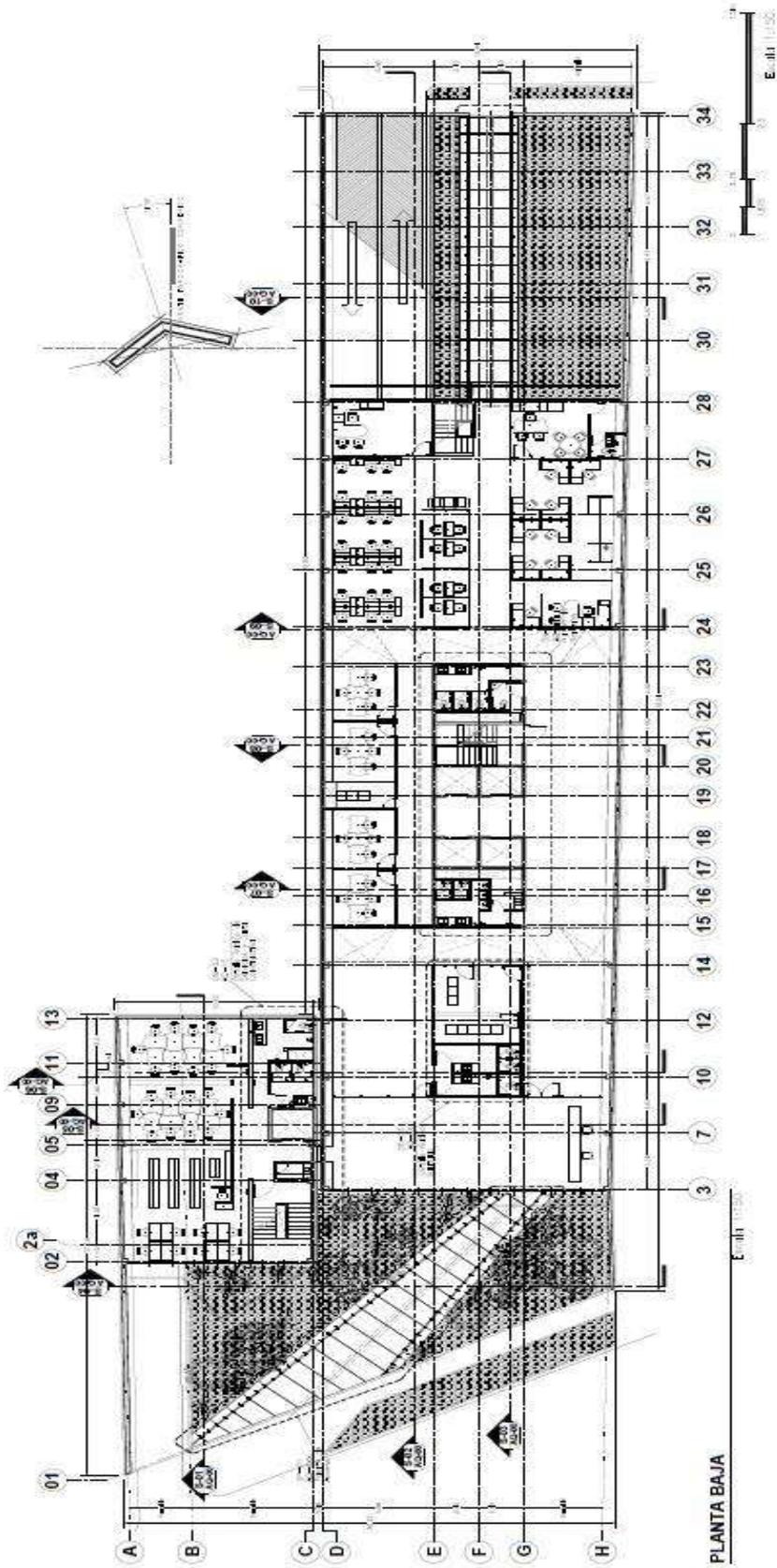
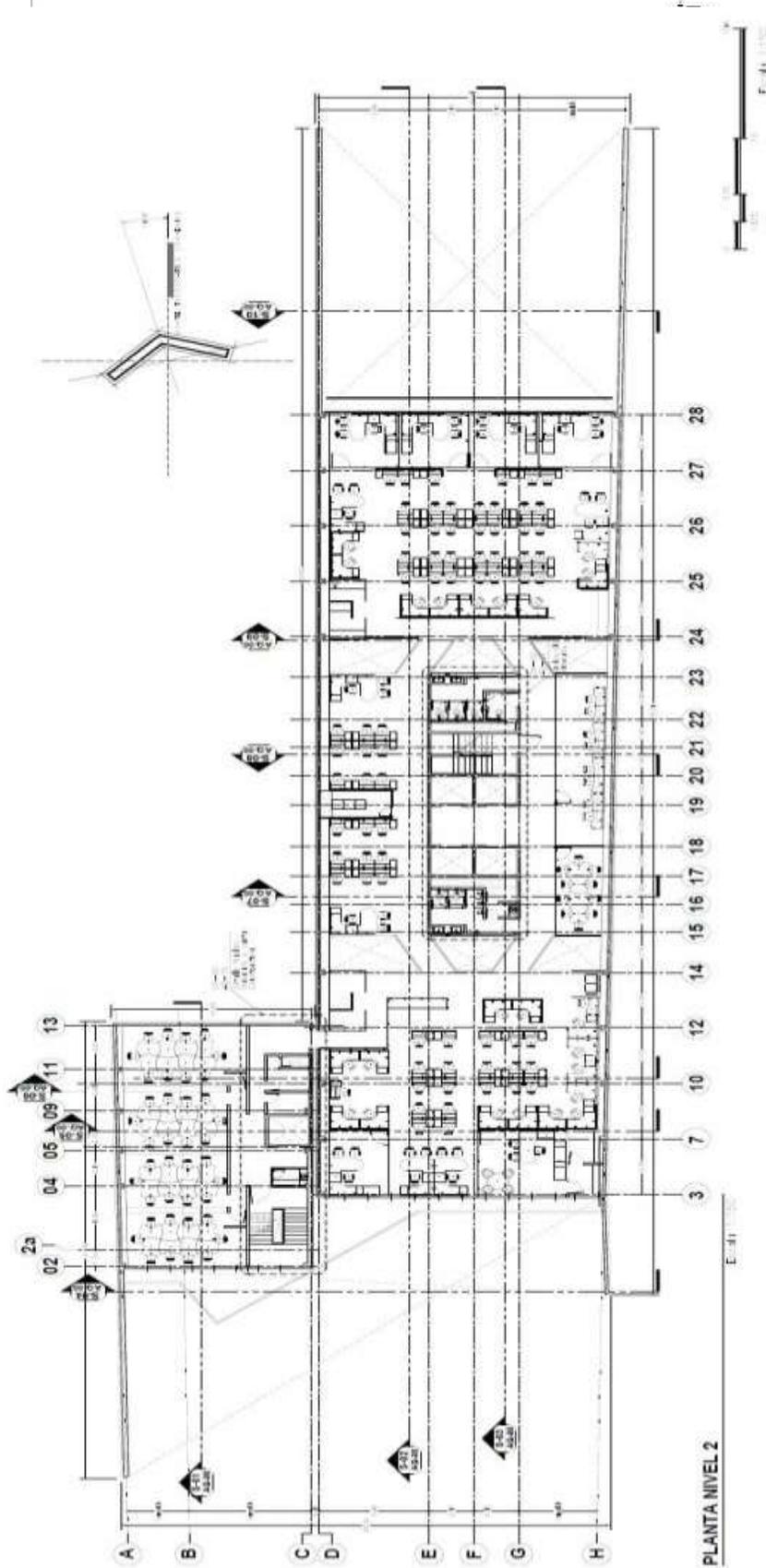


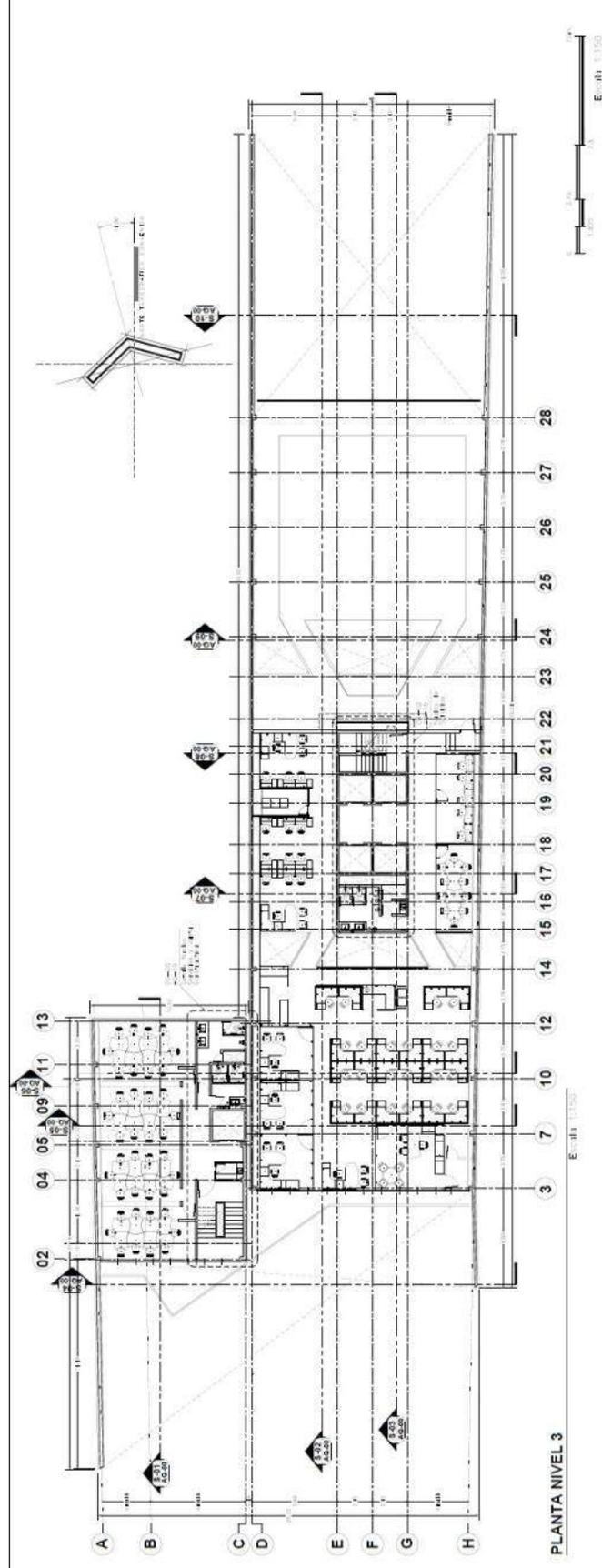
Figura II. 1 Corte Transversal del Edificio



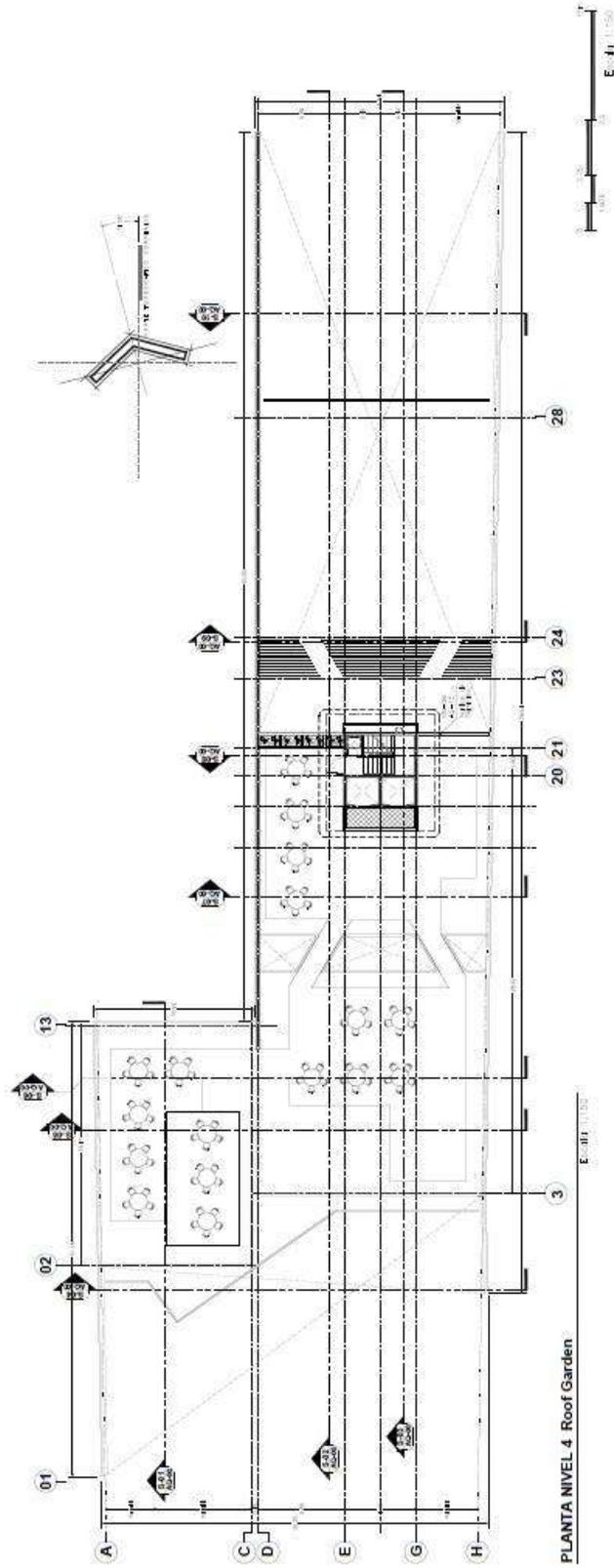
**Figura II.1.3 Planta Baja**



**Figura II.5. Planta Nivel 2**



**Figura 11.5 .Planta Nivel 3**



**Figura II.7. Planta Roof Garden**

### II.1.3 Terraza en Nivel 3 Y Roof Garden (RG)

Estas dos áreas son para descanso durante las horas de comida y para reuniones convocadas por el CENEVAL tal como se muestra en las Figuras II.5 y Figuras II.4, estos sitios previamente fueron impermeabilizados con un entortado de tabique rojo recocido y recubierto con lechada de mortero a 1 cm de espesor y encima de ellos se colocó una emulsión de alumbre y jabón para la impermeabilización. La siguiente tabla muestra la dosificación empleada para este para impermeabilización.

Materiales base		
Material	Unidad	Cantidad
Agua limpia de impurezas y sales	Lt.	100
Piedra de Alumbre	Kg.	20.00
Jabón 200gr. (pan, barra o similar)	Pza.	20.00
Cubeta plástico 16Lt. o similar	Pza.	1.00
Escoba lxtle, d'mijo o similar	Pza.	1.00
Tambo 200lts	Pza.	1.00

Tabla II.1 Materiales Base para la impermeabilización

El sistema de piso para ambos espacios está conformado a base de un piso de duela denominado **DECK ARTIFICIAL (Style Deck)** la tiene una variante respecto del Deck natural, el cual soporta la inclemencias del clima y el intemperismo además que es una excelente solución para aplicación en espacios exteriores, este material nace de la mezcla con la naturaleza, ya que al reciclar desperdicio de varias especies de madera (sobresale el bambú) con PVC y aditivos (con protector contra rayos UV) resulta en un producto ecológico de mínimo mantenimiento, fácil y rápido de instalar con una estética cada vez más refinada, este material soporta una Fuerza de flexión de 35.60 +/- 0.55Mpa.

El sistema de piso Deck está colocado sobre una bastidor de perfil metálico PTR calibre 14 de 4" x 2" y el cual tiene un acabado con pintura anticorrosiva de hulla (como el utilizado en las estructuras marinas) y va repartido en toda el área donde se desplanta el Deck y cuyas dimensiones se muestran en las Figuras II.6 y Figura II.7

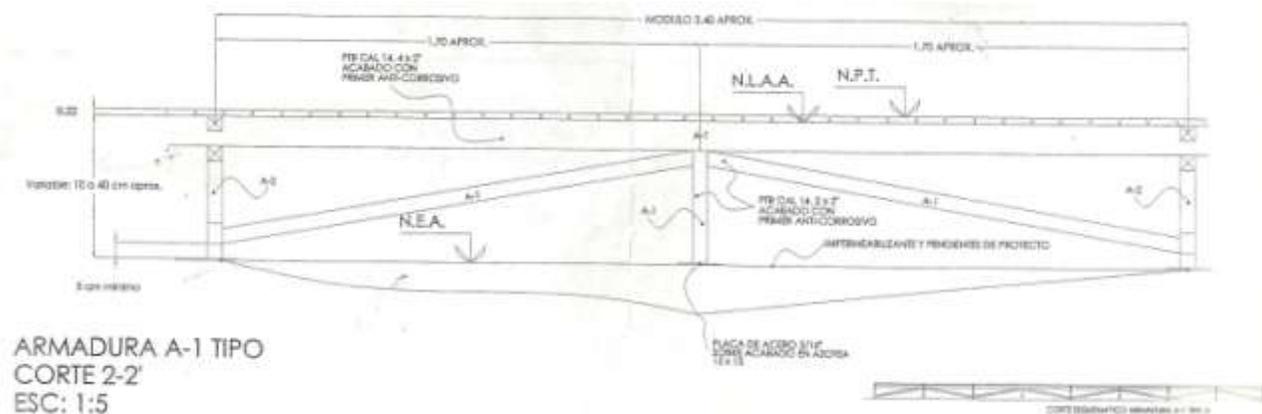
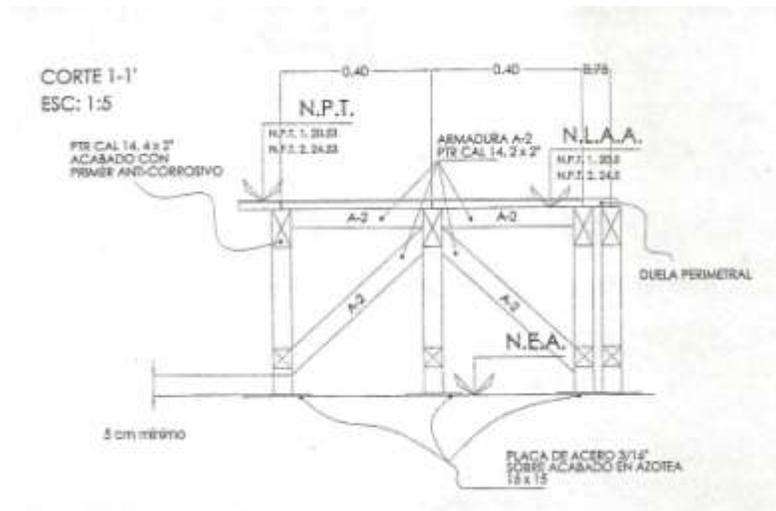


Figura II. 7. Vista Perfil de la Estructuración del piso Deck



**Figura II.8 Vista Perfil de la Estructuración del piso Deck**

A su vez estas áreas están rodeadas en su perímetro con jardineras que contarán con diversas especies de vegetación para dar vida natural a esta área, estas fueron fabricadas a base de placa de acero de 3/8" e impermeabilizadas con tapetes asfálticos aplicados con soplete y después de ello se colocó una geomembrana y encima de ella un geotextil, se dejaron las preparaciones de los drenes de excedencia de agua en dichas jardineras para que esta sea llevada hacia la planta de tratamiento pasa su rehúso en el edificio (**esto se tratará más adelante cuando se hable de la planta de tratamiento de agua**). En la **Figura II.8 y II.9** se muestran estas áreas.



**Figura II.8 Terraza en Nivel tres (N3).**



**Figura II.9 Roof Garden**

#### **II.1.4 Edificio Anexo**

En el edificio anexo se encontrarán salas de usos múltiples con acabado de tablaroca en color blanco, mismas que pueden dividirse en tres por medio de un muro móvil (Skyfold) que será movido por un pequeño motor de 1/2 HP que se encuentra escondido dentro del plafón, en las cuales serán usadas para salones de clase, salas de juntas, almacén de equipo, soporte técnico, y están equipadas con proyectores mismos que son instalados con un tubo para dar la longitud de proyección y su respectiva placa, que será una conexión giratoria para poder dar visión en diferentes lugares el cuarto ya sea cual sea la combinación de muros Skyfold que se haga para cualquier evento que se lleve a cabo, además cuenta con, mesas para junta, módulos de trabajo, servicios de elevadores, cafetería y de sanitarios. Tal como se muestra en la **Figura II.9**

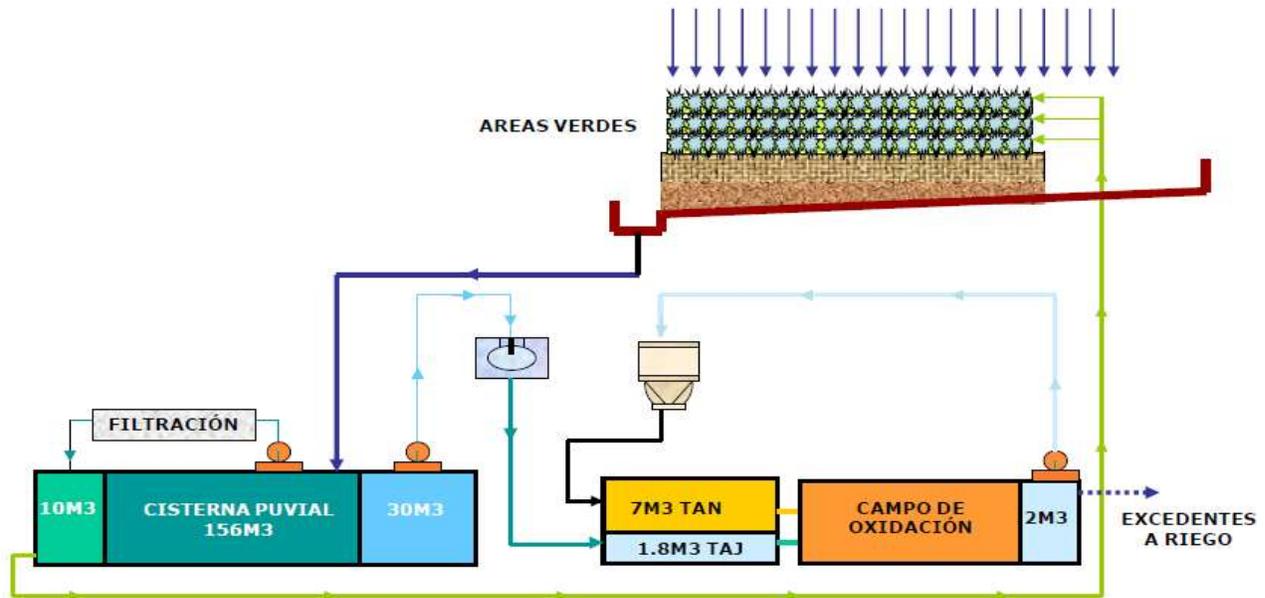


**Figura II.10 Imágenes del Salas del edificio Anexo**

### II.1.5 Planta de tratamiento de Agua Residual

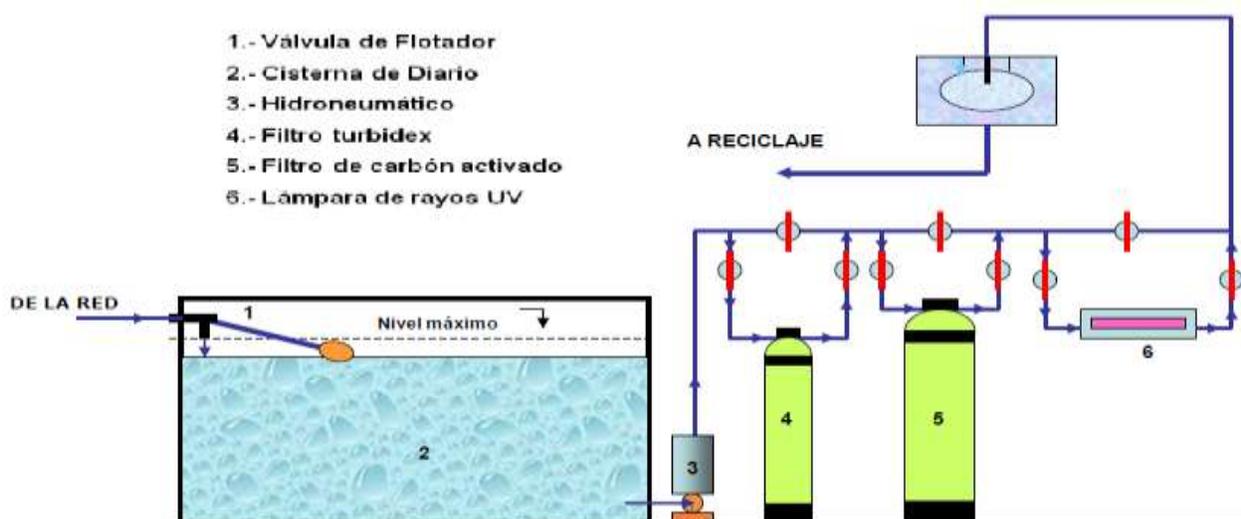
Una de las características de las que destaca a este edificio como sustentable es que cuenta con un sistema sustentable denominado Sistema de “Descarga Cero” que es básicamente un sistema de ahorro, tratamiento y recirculación de agua potable y de lluvia dentro del edificio. El cual consta de varias etapas y fases como se explican a continuación en la **Figura II.10**:

✓ **DIAGRAMA GENERAL HIDROSANITARIO CON DESCARGA CERO**



**Figura II.10. Diagrama General Hidrosanitario con descarga Cero**

✓ **CISTENA DE DIARIO, FILTRACIÓN Y DESINFECCIÓN DE AGUA DE LA RED**



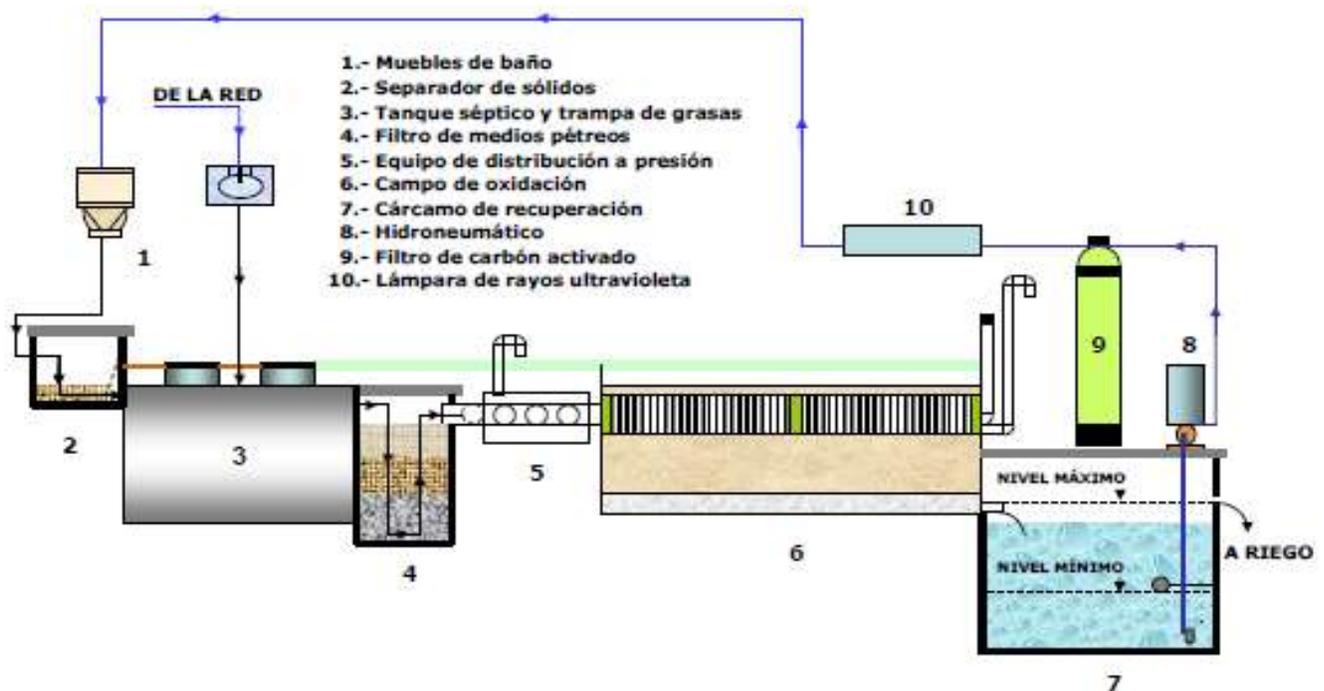
**Figura II.11. Diagrama de Funcionamiento del sistema de Filtración y Desinfección**

Este sistema funciona a partir del agua que entra de la red de la toma domiciliar que se usara para el servicio de lavabos, mismo que tendrá un proceso de purificación para que esta tenga un consumo, este procedimiento es extra debido a que se ocupara para que tenga más calidad de la que surte Sistema de Aguas de la Ciudad de México y esta misma podrá consumirse directamente en zona de cafetería ubicados en los niveles de Oficina, este tratamiento se hace por medio de tres procesos:

- FILTRO TURBIDEX para quitar los sólidos existentes en la red a partir de un tamaño de partículas de 5 micras.
- FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO para quitar a los microorganismos existentes
- LÁMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA la cual le terminará de matar las bacterias existentes esterilizando el líquido y ayudar a quitar el color al agua en caso de que lo tenga.

Después de este proceso el agua viajara al uso en los lavabos y zona de cafetería, tal como se muestra en la **Figura II.11.**

✓ **PROCESO DE RECICLAJE DE AGUA DE INODORO**

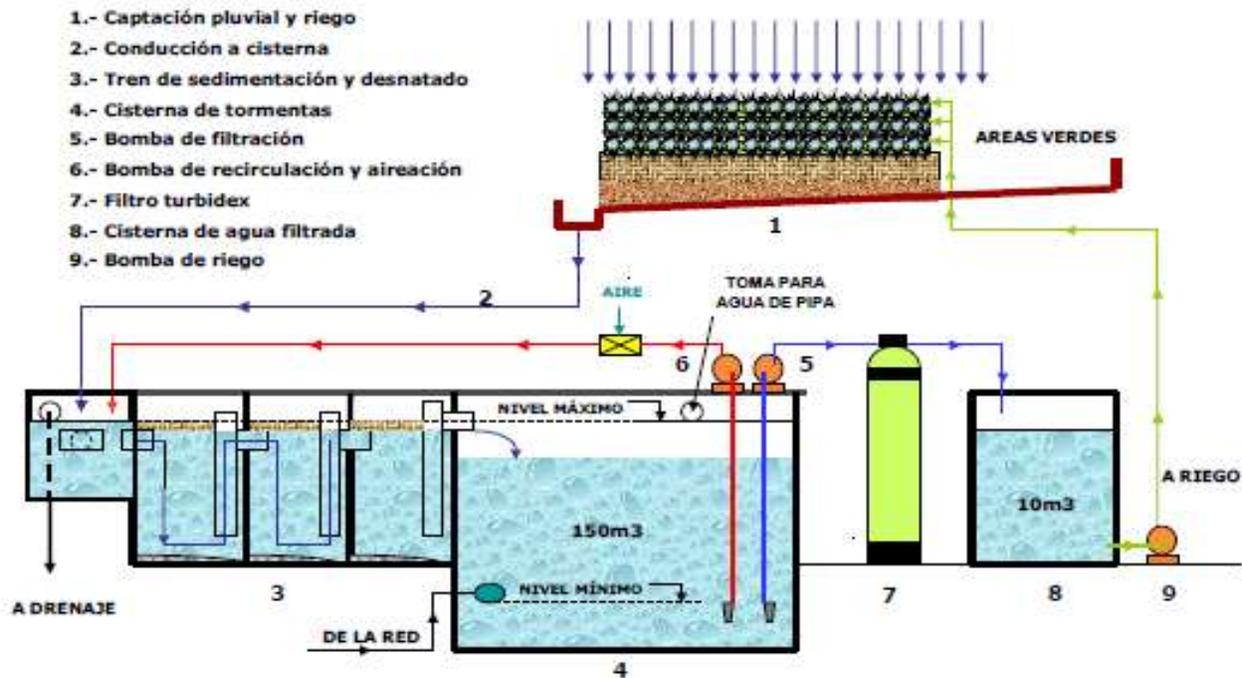


**Figura II.12. Reciclaje de Agua de Inodoros.**

Este ciclo comienza a partir de cuándo se baja la palanca del W.C. esta agua baja y primero entra en el separador de sólidos el cual separara la materia fecal u otro tipo de desecho que viertan sobre la el inodoro, después pasa por la trampa de grasas en esta fosa la parte sólida de las aguas servidas es separada por un proceso de sedimentación, y a través del denominado “proceso séptico” se estabiliza la materia orgánica de esta agua para lograr transformarla en un barro inofensivo. De ahí se pasa a un filtro de agregados pétreos el cual va a eliminar partículas pequeñas para que después pase a un equipo que le dará velocidad al agua y esta pase por unos tubos enviro-septic, los cuales atrapan partículas muy pequeñas para que el agua continúe con su camino a un cárcamo de recuperación y de ahí será bombeado hacia el filtro de carbón activado para que se le quiten sus impurezas al agua , y como parte final del proceso pasa por la luz

ultravioleta ,la cual le terminará de matar las bacterias existentes y ayudar a quitar el color al agua en caso de que lo tenga para de ahí recircular hacia el destino final que son de nuevo los mingitorios, tal como se muestra en la **Figura II.12**.

✓ **CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO PLUVIAL EN RIEGO**



**Figura II.13. Sistema de captación y aprovechamiento del agua pluvial.**

El ciclo inicia con la captación del agua de lluvia y de riego, después entra en una cisterna para que de ahí se va a un proceso de filtración llamando tren de sedimentación y desnatado, en el cual las partículas sólidas que contenga se quedarán en este tren de procesos para ser contenida en un tanque de tormenta de 150 m<sup>3</sup> con dos electro-niveles que operan de manera simultánea o alternada y que por medio de una bomba se hace recircular el aire al tanque, y en otra mandar el agua al siguiente proceso del FILTRO TURBIDEX para limpiarlo de impurezas y de ahí pasa a una cisterna en donde se almacena el agua ya filtrada para ser bombeada al sistema de riego de los muros verdes con los que cuenta el edificio para cuando en estos escurra el agua se repita el tren de procesos de tratamiento de esta agua. Tal como se muestra en la **Figura II.13**

Todo este sistema es controlado por dispositivo electrónico llamado TIMER, mismo que tiene dividido los muros verdes en zonas de riego, a la vez que para este sistema de riego es operado por 4 bombas mismas que se tratara más a detalle en el Subtema **Sistema de Riego en Jardineras y Muros verdes**.

A este tren de procesos se le colocó una válvula By Pass la cual después del almacenaje esta se distribuirá a dos tipos de suministro, para el agua de riego y de sanitarios. Esta distribución será de manera alternada y también conjunta, ya que aquí se indicaran en época de estiaje el servicio de almacenamiento que se ocupara para que el que quede inhabilitado se recargue, y cuando este esté lleno de alterne con el siguiente evitando así la contratación de pipas para rellenar los depósitos en época de estiaje.

La operación de esta planta se realizó un análisis de costo beneficio para saber si era conveniente el uso de este dispositivo, tales datos se encuentran a continuación en la **Tabla II.2**:

PDA	CONCEPTO	U	TRADICIONAL	DESCARGA CERO	DIFERENCIA	DIFERENCIA (\$) (50\$/M3)
1	CONSUMO HAB/DÍA	LT	53	3	50	2.50
2	CONSUMO DIA/AÑO 475 HAB	M3	25.2 / 6168	1.43 / 349	23.75 / 5,819	1,188 / 290,950
3	CONSUMO EN RIEGO/DIA	M3	10 / 3650	4 / 1460	6 / 2,190	300 / 109,500
4	INVERSIÓN TOTAL EQUIPO	\$	0	1'250,000	(1'250,000)	(1'250,000)

**Tabla II.2. Análisis Costo-Beneficio entre el Sistema Tradicional de una planta de Tratamiento y el sistema Descarga Cero.**

Por lo tanto se obtiene:

<b>CONSUMO TRADICIONAL</b>	<b>0.053M3/PERSONA/DÍA</b>	
<b>CONSUMO DESCARGA "0"</b>	<b>0.003M3/PERSONA/DÍA</b>	
<b>AHORRO DE AGUA</b>	<b>0.05M3/PERSONA/DÍA</b>	
<b>AHORRO ANUAL DE AGUA</b>	<b>0.05M3 x 475PER x 245DÍAS =</b>	<b>5,819M3</b>
<b>RIEGO TRADICIONAL</b>	<b>10M3/DÍA</b>	
<b>RIEGO DESCARGA CERO</b>	<b>4M3/DÍA</b>	
<b>AHORRO ANUAL RIEGO</b>	<b>6M3/DÍA x 365DÍAS =</b>	<b>2,190M3</b>
<b>EMISIONES CO2/TOTAL</b>	<b>* 4.8T x 8,009M3/365M3 =</b>	<b>140TON</b>
<b>ENERGIA/CUTZAMALA</b>	<b>** 8,009M3/365M3 x 2,000KW x 2 =</b>	<b>87,770KWH</b>

Este análisis determino que es una buena opción sustentable para un edificio con tal tipo de consumo, de estos procesos se cuenta con un ahorro en la operación y mantenimiento del sistema debido a que simplifica varios procesos. Además observa un beneficio de ahorro monetario muy significativo, debido a que se utiliza menor cantidad de agua potable de la toma domiciliaria, este sistema es eficiente por que genera pocos desperdicios y hace que conforme se vaya necesitando esta recircule en todo el sistema, para así obtener una recuperación de la inversión en un periodo 3.5 años.

En este proceso se recupera el 95% del agua y el 5 se recupera de la que se recicla en los lavabos, así se usaran 1500 litros en lugar de 25 000 litros, por las 450 personas que laboraran diariamente en el edificio. En comparación con un edificio convencional.

### **II.1.6 Jardineras y Muros verdes**

Los jardines del CENEVAL se componen de dos tipos: **Jardines horizontales** y **Jardines verticales (Muros Verdes)**. Los jardines horizontales se instalaron en los dos extremos del edificio, áreas de acceso conocidas como el patio inglés y en las jardineras de las azoteas y baquetas. La diversidad de los jardines alberga 42 especies distintas que suman 48000 plantas en total, son 11 especies de árboles, 6 especies de arbustos, 5 especies de palmas y 20 especies de plantas herbáceas ornamentales.

El área de los jardines horizontales es de casi 640 m<sup>2</sup> y 1830 m<sup>2</sup> de muros verdes lo que en forma combinada suman 2470 m<sup>2</sup> de jardines. Solo los muros verdes representan 43913 plantas de las cuales casi 40000 son hiedra española y el resto de roció y niña en barco. La altura de los muros verdes es de 36m de altura, y el más ancho de 40 m de claro. En general se tiene plantado en los jardines 53 árboles, 652 arbustos, 166 palmas y 47402 plantas herbáceas ornamentales. Todos los jardines tienen un sistema de riego automático que utiliza aguas tratadas, reciclando los excedentes del mismo riego diario. Así mismo, se instaló un polipasto con dos motores operados a control remoto con movimiento vertical y horizontal para darle mantenimiento continuo a todos los muros verdes. A continuación se describen los tipos de jardines:

- **Jardines horizontales**

Los jardines horizontales son aquellos que se encuentran en el patio inglés en ambas calles Altavista y Ogazón, están contruidos sobre una losa preparada encima del estacionamiento y de la planta de tratamiento de aguas residuales entre los registros y respiraderos. Estos jardines tienen el estilo de los techos o azoteas verdes (Roof Garden) los cuales se encuentran impermeabilizados y encima se les colocó una capa de membrana anti raíz conocida como **Fondeline Drain**; este procedimiento se realizó correctamente para cumplir con la **Norma Ambiental para el Distrito Federal NAD-013-RNAT-2007**.

Las plantas utilizadas para la construcción de los jardines horizontales se dividen en tres tipos:

- 1) **Estrato Alto:** árboles y palmas mayores a tres metros de altura (palma China, Apompo, Ceiba, Cazahuate, etc.)
- 2) **Estrato Medio:** arbustos y palmas menores de tres metros (Fotinia, Floripondio, Palma Rafis, etc.)
- 3) **Estrato bajo:** plantas herbáceas de porte bajo, generalmente menores a un metro de altura (Piñanona, Garra de León, Filodendro Xanadu, Helechos, Tradescantia, etc.)

A continuación se muestra el proceso de preparación previo del terreno previsto para la siembra de la vegetación: **Figuras II.14**

a) **Instalación del Filtro de grava:** este tiene el propósito de proteger la impermeabilización al momento de hacer el jardín y filtrar el agua de riego y de lluvia hacia los drenes de la losa, esto se hace colocando una capa de malla negra “**Ground Cover**” que está hecha de hilos de polipropileno y colocada encima de una membrana anti raíz, para después colocarle una capa de 5 a 7 cm de Tezontle de 3/4” y encima de esta capa se colocó de nuevo la malla “**Ground Cover**” para complementar el filtro y estas mallas se cosen con hilos de rafia para formar una sola pieza.

b) **Preparación del sustrato para la siembra del jardín:** este se preparó mezclando un porcentaje adecuado de composta de arenilla de tezontle, corteza desfibrada de pino y tierra lama, la proporción de los componentes que se usó fue de **20%+20%+20%+40%**, este material se mezcló homogéneamente y se envasó en sacos de 30kg, considerando que **20 costales equivalen a 1m<sup>3</sup> de material aproximadamente**.

Teniendo previamente preparado el terreno el siguiente paso es traer la vegetación solicitada al proyecto para plantarla, fueron transportadas por medio de camiones al lugar; para las plantas de Estrato Bajo, Medio y Alto fue necesario contar con camiones con grúa Hyab para descargarlas en el sitio de la obra. Se aprovechó que el espacio de los puentes de acceso peatonal no tenía instalados los vidrios en pisos y en barandales para descargar toda la vegetación. El procedimiento de instalación de los jardines se detalla a continuación:



**Figura II.14 Preparación del terreno con Filtro de Gravas**



**Figura II.15 Procedimiento constructivo en Jardineras Horizontales bajo puentes de acceso peatonal.**

Primero se suministraron y plantaron árboles grandes, posteriormente las palmas grandes y arboles medianos y al final del estrato bajo y el cubre suelo. Con el objeto de facilitar el tránsito de trabajadores de las otras Contratistas, se hizo un andador de mantenimiento.

La plantación se realizó de acuerdo a los planos de proyecto y en virtud de que se realizó en temporada de lluvias y el sustrato estaba a veces muy saturado, se decidió plantar árboles mayores en su sitio y cubrir los espacios de aire y los huecos posibles.

Debajo de los puentes se colocaron arbustos de porte bajo, palmas pequeñas y plantas cubre suelo ya que la altura es limitada, los demás árboles se colocaron en los lugares donde tuvieran el mayor espacio posibles para un desarrollo óptimo, con este jardín hubo muchas afectaciones de espacio debido a los registros, respiraderos, tirantes del puente de Altavista, luminarias para iluminar las fachadas artísticas; todos estos factores hicieron reubicar dentro de estos espacios la vegetación hasta llegar a su configuración final. Todo este proceso se realizó en ambos Puñetes de Acceso Peatonal y se muestra en la **Figura II.15**.

### • Jardines en Tercer Nivel y Roof Garden

Las jardineras en estas aéreas se encuentran en la periferia de los ambos patios y alrededor de los cubos de luz principalmente, estas están hechas a base de placa de acero de 1/2” de espesor, misma que van pintadas con pintura de alquitrán de hulla y a su vez impermeabilizadas con el procedimiento descrito en el subtema II.1- Tercer Nivel y Roof Garden cuando se habló del Piso Deck. Esta vegetación se plantó con el mismo procedimiento descrito para jardines horizontales.

Para el caso de las jardineras de Tercer Nivel, se tuvieron que subir las palmas que iban a estar en el Roof Garden utilizando un malacate eléctrico y que posteriormente se bajaron a la terraza del Tercer Nivel con ayuda de una rampa construida para tal efecto. Así mismo se utilizó el mismo procedimiento para subir el sustrato preparado, la astilla y el tezontle, y para las plantas pequeñas y otros materiales, el transporte a estos niveles se hizo de manera manual en cajas de plástico. Tal como se muestra en la **Figura II.16**.



**Figura II.16 Procedimiento constructivo en Jardineras Horizontales en Tercer Nivel**

- **Jardines en Roof Garden**

El Roof Garden se encuentra en la azotea del cuarto piso. Estos jardines se componen de jardineras perimetrales a base de placa de acero de 1/2” de espesor pintadas a base de pintura de alquitrán de hulla y a su vez impermeabilizadas con el procedimiento descrito en el subtema II.1- Tercer Nivel y Roof Garden cuando se habló del Piso Deck.

También se utilizó la grúa descrita con anterioridad y se llevó a cabo el mismo procedimiento para llevar a cabo este proceso, un ves que las plantas se subieron al nivel se procedió a colocarlas en las jardineras que previamente estaban preparadas con el filtro de tezontle, antes de colocar las plantas se les colocó una base de sustrato y posteriormente se relleno el espacio restante con la tierra requerida. Primero se pusieron las palmas grandes, posteriormente las arbustivas para finalizar con las de porte bajo y darle el acabado final con la astilla de pino procurando siempre una distribución uniforme y nivelada. El procedimiento antes descrito se muestra en la **Figura II.17**.

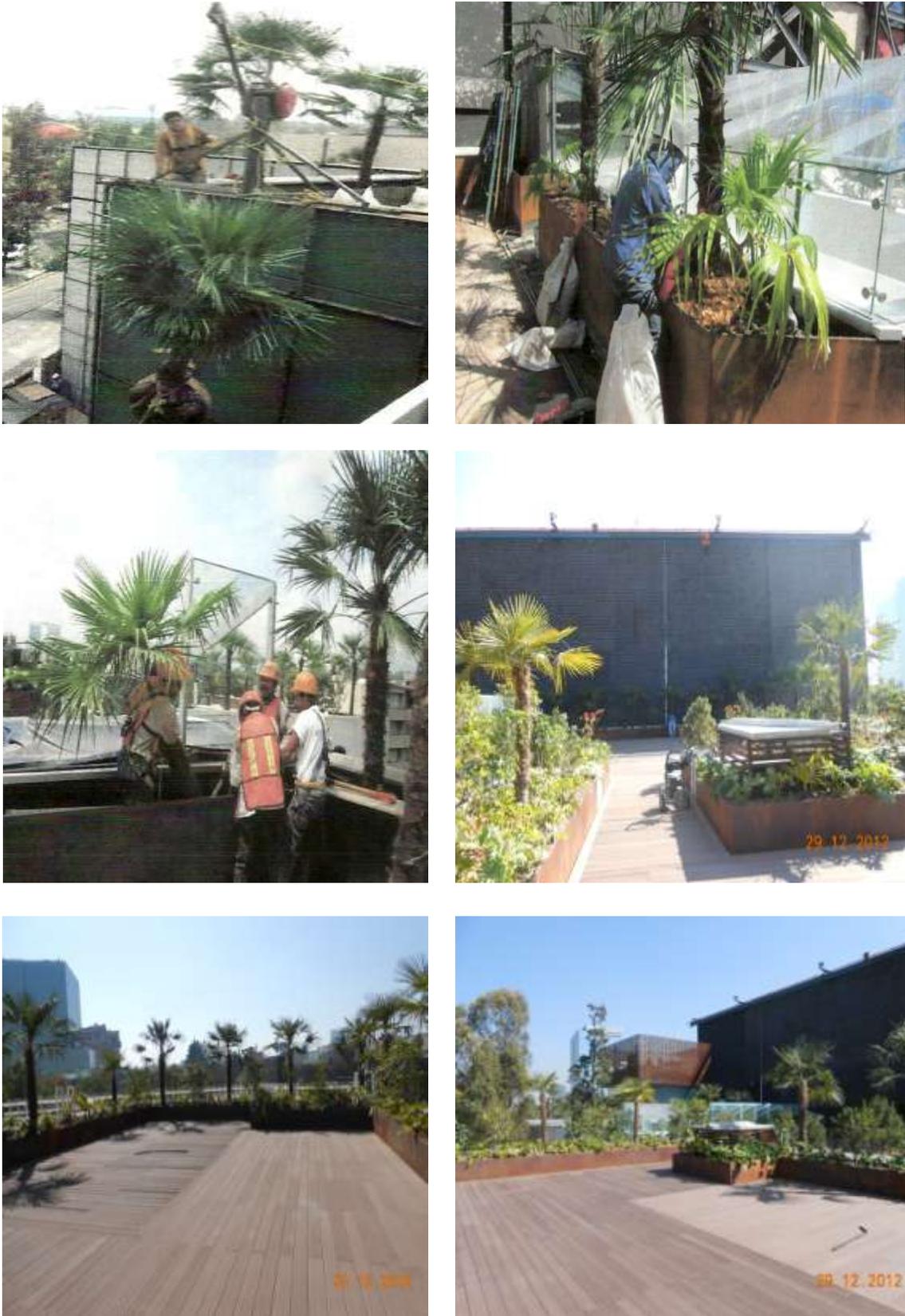
- **Plantación en Muros Verdes**

Los muros verdes se construyeron a partir de apoyarlo en un muro de concreto de espesor de 30 cm y un muro verde de estructura metálica, ubicado sobre el eje H/3-21 este último muro es el más grande y se encuentra en el área de Roof Garden., y partiendo del hecho de estos muros, este muro se compone de una base retículas de 1.5m x 1.5m de estructura metálica tubular de PTR cuadrado de 2”x 2” y soldado a ese marco esta soldada a una malla electrosoldada de 6 x 6 -10/10 y todo este conjunto va soldado a un ángulo de 4”x 4” x 1/2”. Esta estructura esta impermeabilizada con pintura de Alquitrán de hulla en la estructura de retícula así como de la estructura del muro verde del eje H/3-21, y para los muros de concreto se impermeabilizo pinturas marca *FESTER ACRITON* para fachadas exteriores.

Después de estar construida la estructura que albergara el muro verde se prosigue a colocar el geotextil en el cual van a ir sembradas las plantas, dicho geotextil está hecho de fieltro, mismo que está dividido en cuadrículas de 20x 20 cm con su respectiva ranura en cada cuadro para albergar a la hiedra y el sustrato con el que será plantada, esta se fijó con cinchos de plástico en la malla electrosoldada e hilo de rafia para tensar el geotextil.

Previamente a la plantación de la hiedra, se colocó el sistema de riego, el cual consta de un sistema de tuberías de poliducto negro de 1/2” y en la posición de cada ranura en el geotextil se colocó un gotero para que se riegue x ese medio. La red de riego es un circuito cerrado para que tenga la finalidad de uniformizar la presión mínima en la tubería para que los goteros cumplan su función.

Una vez instalado el riego, se procedió a colocar el sustrato preparado con un polímero conocido como hidrogel el cual ayuda a retener la humedad recibida por la planta. Y ya colocado el sustrato se coloca la hiedra española. Tal como se muestra en la **Figura II.18**. Para subir las los materiales así como el personal necesarios para las diversas labores se utilizó una polea manual y después de la terminación de estos muros se instalara una polea mecánica inalámbrica.



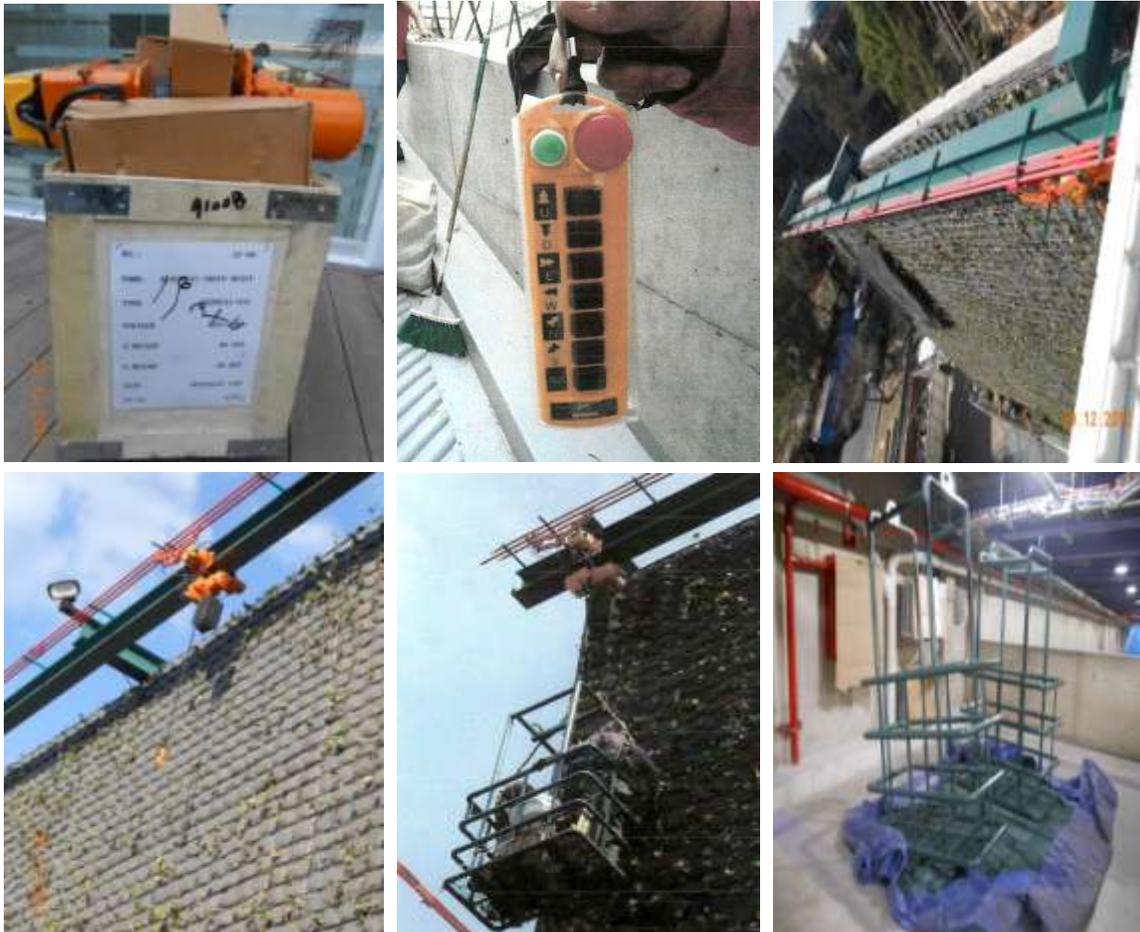
**Figura II.17 Procedimiento constructivo en Jardineras Horizontales en Roof Garden**



**Figura II.18 Procedimiento constructivo en Muros Verdes**

### ***II.1.7 Polipastos para el mantenimiento de los Muros Verdes***

Para el mantenimiento de los Muros Verdes fue necesario colocar un sistema de polipastos móviles mismos que son motorizados a partir de un control remoto inalámbrico y estos tienen movimiento tanto horizontal como vertical, van instalados en una viga estructural tipo T4 (IR 14 x 90.7 kg/m) que va empotrada en el Muro Verde por medio de taquetes Hilti y en ella van sus guías de Aluminio para permitir el movimiento de la misma, esta grúa tiene una capacidad de **1 Tonelada** y va a cargar una canastilla hecha a partir de perfil tubular de 2” de acero con una masa de 150 Kg y con capacidad de 2 personas para darle el mantenimiento de poda, fertilización, o reparación de goteros. En la que el personal podrá manejar cuando estén dentro de ella, debido a que el control de operación es inalámbrico y con el tendrán libertad de movimiento, al final del uso de esta será bajada y colocada en una esquina del jardín para su resguardo en lo que se vuelve a necesitar. Dicho polipasto y canastilla se muestran en la **Figura II.19**



***Figura II.19 Conjunto de polipasto y canastilla***

### **II.1.8 Sistema de Riego Automatizado**

El sistema de riego cubre los 2466 m<sup>2</sup> de jardines horizontales y verticales. Se construyó una cisterna de placa de 10000 litros de agua tratada, con flotador para llenado continuo de la planta de tratamiento de aguas residuales. El cabezal se compone de **4 bombas de riego de 3 bombas de 5 HP y una de 10 HP**. Cada bomba tiene su arrancador, su programador de riego (TIMER), filtro de discos, válvula de bola, inyector para fertirrigación. Las bombas están numeradas de izquierda a derecha viéndolas de frente y están divididas como a continuación se indica.

✓ **La bomba de 1** es de 5 Hp y tiene 4 electroválvulas; esta bomba riega los jardines horizontales de Ogazón y Altavista, así como las jardineras del piso 3 y 4.

✓ **La bomba 2** es de 10 HP, tiene 3 electroválvulas y riega el muro más alto de la azotea a una altura de 33m desde la banqueta.

✓ **La bomba 3** es de 5 Hp y tiene 6 electroválvulas que controlan el riego del muro interior de niña en barco dentro de la fachada de Altavista, el muro oriente con hiedra de 17.5m de altura de Altavista, los muros con diseño y las 2 jardineras de la baqueta de Altavista.

✓ **La bomba 4** es de 5 Hp tiene 12 electroválvulas y riega los dos muros de las rampas de acceso al estacionamiento, así como el muro verde oriente de Ogazón, los 2 muros verdes del tercer piso, las 2 jardineras de la baqueta de Ogazón, los 3 tramos de muros con diseño de Ogazón y el muro con diseño junto a la rampa de Altavista.

El sistema de bombeo requiere una presión de 2 kg/cm<sup>2</sup> para que puedan operar los goteros sin problema. La presión máxima que resiste la tubería de PVC es de 7 kg/cm<sup>2</sup> y las pruebas hidrostáticas se realizaron con una presión estable máxima de 5kg por lo que algunos goteros se botaron y tuvieron que reponerse. El sistema de riego utilizado es por goteo, el cual es suministrado por un gotero que va encima de cada bolsa de la hiedra española y los cuales son suministrados por las bombas de 5 HP y 10 HP.

La cisterna destinada al riego está provista de un flotador que envía una señal a un sensor para rellenar automáticamente cuando el nivel de agua ha alcanzado la mitad, de esta forma se garantiza que siempre existirá líquido suficiente y se previenen los daños a las bombas o a la instalación eléctrica. La configuración de las bombas se muestra en la siguiente **Figura II.20**

#### • **Riego en los Muros Verdes**

El sistema de riego de los muros verdes se realiza con las **Bombas 1,3 y 4 del cabezal**. Los muros verdes tienen riego fraccionado, dividiéndolos en 3 secciones. La primera sección es la superior, de arriba para abajo, es la que está más expuesta al sol y al viento, por lo que se riega por 5 minutos diarios, la selección del centro e riega después con 3 minutos diarios y finalmente a sección inferior se riega con 1 minuto. Obviamente que las secciones inferiores reciben los excedentes de agua que drena la sección inferior se escurre hacia la rejilla de recuperación y se canaliza hasta la planta de tratamiento de aguas residuales. Tal como se muestra en la **Figura II. 22**.



**Figura II.22 Configuración de la Bombas del Sistema de Riego**

- **Riego en Jardines Horizontales**

El sistema de riego en jardines horizontales se realiza con la **Bomba 1**. La tubería primaria de PVC esta seccionada con electroválvulas para programar los minutos de riego necesarios por sección dependiendo de la hora del día y la época del año. El riego en jardineras se realiza con los rotores de espiga oculta que salen con la presión del sistema al momento de abrirse la electroválvula respectiva. Tal como se muestra en la **Figura II.21**.



**Figura II. 21 Dispositivos en el Riego Horizontal**



**Figura II.20 Configuración de la Bombas del Sistema de Riego**

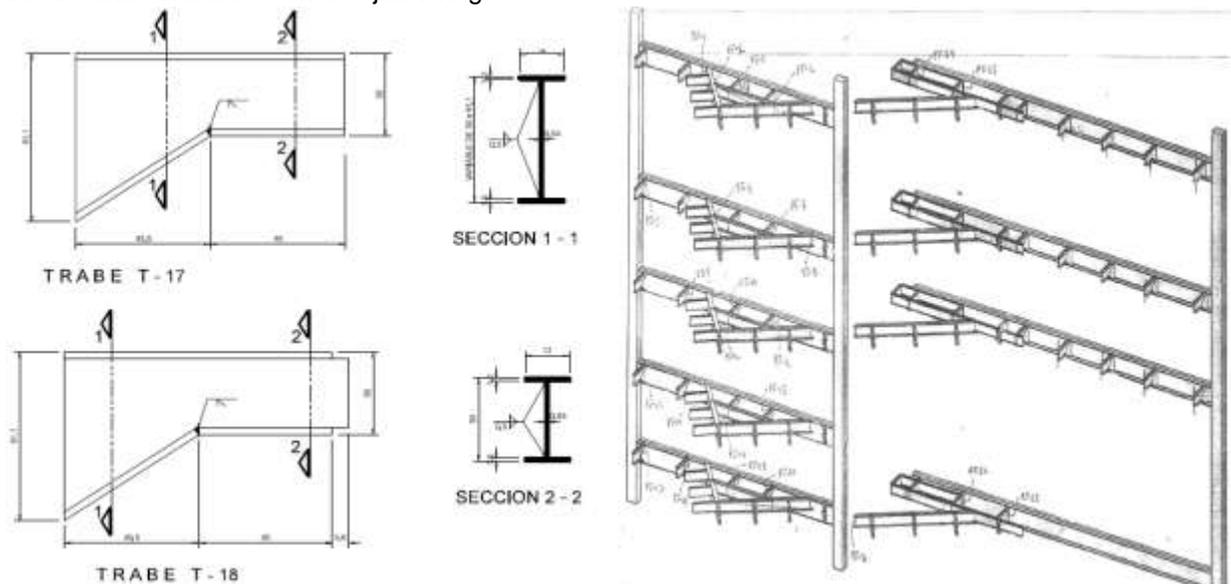
### II.1.9 Fachada Artística

Para este edificio se planteó una solución para cubrir la primera fachada de cristalería la cual dejaba al descubierto este ante las inclemencias del clima y esto iba a generar malestar entre los usuarios. Al ver esta problemática se planteó una segunda fachada a especie de una “segunda piel” en la calle de Altavista como en la calle Luis Ogazón. Misma que serviría para disipar el ruido generado por el tránsito en las avenidas, reduce la radiación solar y disipa el calor en el edificio a su vez que aprovecha la iluminación natural por medio de la refracción de la luz en la piedra de Ónix.

Esta fachada consta de una retícula de placas verticales de acero de 10 cm de ancho y  $\frac{1}{4}$ ” de espesor y placas horizontales a de 10 cm de ancho con  $\frac{1}{4}$ ” de espesor, las cuales van con un acabado de pintura de esmalte blanco y van formando recuadros que albergaran en su interior piezas de placas de **Ónix** nacional blanco con medidas de **27.5cm x 27.5 cm y con 2 cm de espesor** pulido y brillado en ambas caras. Fijada a través de brazos hechos por vigas tipo **T1 (24” x 155 kg/m)** tal como se muestra en la **Figura II. 23**, mismos que se les hizo una adecuaciones n la sección del perfil que estos tienen una nomenclatura **T-17 y T-18**, los cuales están en ambas fachadas y están soldadas a las vigas existentes en cada nivel y a la retícula con soldadura a tope y de Filete. El plano Completo se mostrara en el **Anexo 1 y Anexo 2**.

Esta retícula posee un eje en cada fila toda la fachada y comenzando desde la primera fila a nivel de jardín horizontal van a ser giradas **4°** mientras aumenta la altura respecto del eje de la fila tendrá, lo que ha ce que mientras se observe la parte superior estas retículas se verán giradas casi **90°** de la posición original, estas mismas podrán moverse por personal de mantenimiento para que se les de limpieza manual a cada pieza.

Después de haber colocado la retícula se procedió a colocar la rejilla Irving entre las separaciones e las ménsulas T-17 y T18 para dar servicio a la instalación de las placas de ónix y de la misma retícula, la cual está hecha a base de solera de IS-05  $\frac{1}{2}$ ” x  $\frac{1}{8}$ ” a su vez de barandales de la misma solera pero de un espesor de 2” en donde existen huecos en la rejilla Irving.



**Figura II. 23 Secciones de las Conexiones**

Ya instalados las placas de ónix y la rejilla Irving se procedió a colocar franjas de cristal laminado de 6 mm + 6 mm con película de polivinilo de color castaño obscuro y claro, con una longitud variable de 0.31 m a 3.1 m para formar así una paloma de evaluación, mismo que es un elemento característico de la institución del CENEVAL y los cuales incluían tres barrenos en el cristal para ser colocados en unos clips de placa de acero de las mismas propiedades de placa de acero que la de la retícula y que van a ser pintadas con pintura de esmalte de color castaño claro y obscuro para ser disimuladas con el vidrio, tal como se muestra en la **Figura II.24** el procedimiento constructivo de la fachada así como el acabado final de la misma. Esta fachada se

ilumino de 7 colores los cuales están programados a que cambien a un ritmo de 10 minutos por color, lo cual esto da una vista en la fachada de extraordinaria y hace que esta luzca mucho.



**Figura II. 24 Procedimiento constructivo de la Fachada Artística**

### II.1.10 Sótanos

Los sótanos tienen un área de 1670 m<sup>2</sup> para un total de 270 cajones, esto implicó efectuar una excavación hasta los **22.60 m** de profundidad con un volumen excavado de **40 000 m<sup>3</sup>** y están resueltos a base de una losa de cimentación de **1.2 m de espesor** en la parte inferior de la estructura la cual está apoyada en el estrato natural, la estabilización de taludes es a base de muros de contención a base de **concreto lanzado en seco de 10 cm** de espesor con un armado de varilla de acero de refuerzo del No. 3 y 4 en la periferia mismos que están sujetos por medio de **680 anclas de torones de acero de presfuerzo cuya longitud varía desde los 26 m hasta 8 m** con un arreglo de tres bolillo a un ángulo de 15° en el nivel del sótano 7, se obtuvo un arreglo de 80 anclas para este sótano, para ir aumentando considerablemente a medida que se va subiendo a la superficie. **En los Anexo 3 y 8 se muestra la configuración de las anclas.**

También estos sótanos cuentan con un sistema de piso a base de **losa acero de 15 cm** de espesor apoyados en perfiles **IR que van clasificados desde la T-1 a la T-16 y V-1 los cuales se muestran en la Tabla II.2.** Los cuales se usaran como estacionamiento, bodegas de material, subestación de energía eléctrica en sótano 1 (Subestación principal), planta de transfer (sótano 2) y sótano, cuarto de IDF y particularmente en el sótano 1 y 2, se ubicaran la planta de tratamiento de aguas negras y la cisterna respectivamente, además contara con 9 bodegas para usos múltiples repartidas en todos los sótanos, mismas que se ubican en la pídora que es el lugar en donde se aloja el cubo de 4 elevadores y las bodegas. Tal como se muestra en las **Figuras II.25 a la II.32**

Peso por Metro Lineal en Vigas de Acero			
Viga	Características	Viga	Características
T-1	IR24"x155Kg/m.	T-9	IR12"x129.7Kg/m.
T-2	IR12"x32.8Kg/m.	T-10	IR12"x74.4Kg/m.
T-3	IR24"x174.2Kg/m.	T-11	IR12"x38.7Kg/m.
T-4	IR14"x90.7Kg/m.	T-12	IR12"x129.7Kg/m.
T-5	IR21"x101.3Kg/m.	T-13	IR12"x142.8Kg/m.
T-6	* W27"x194lb/ft.	T-15	* W24"x207lb/ft.
T-7	IR12"x74.4Kg/m.	T-16	IR12"x282.6Kg/m.
T-8	IR12"x96.7Kg/m.	V-1	IR24"x184.9Kg/m.

\* Perfiles pertenecientes al Manual AISC.

**Tabla II.2 Descripción de los perfiles usados.**

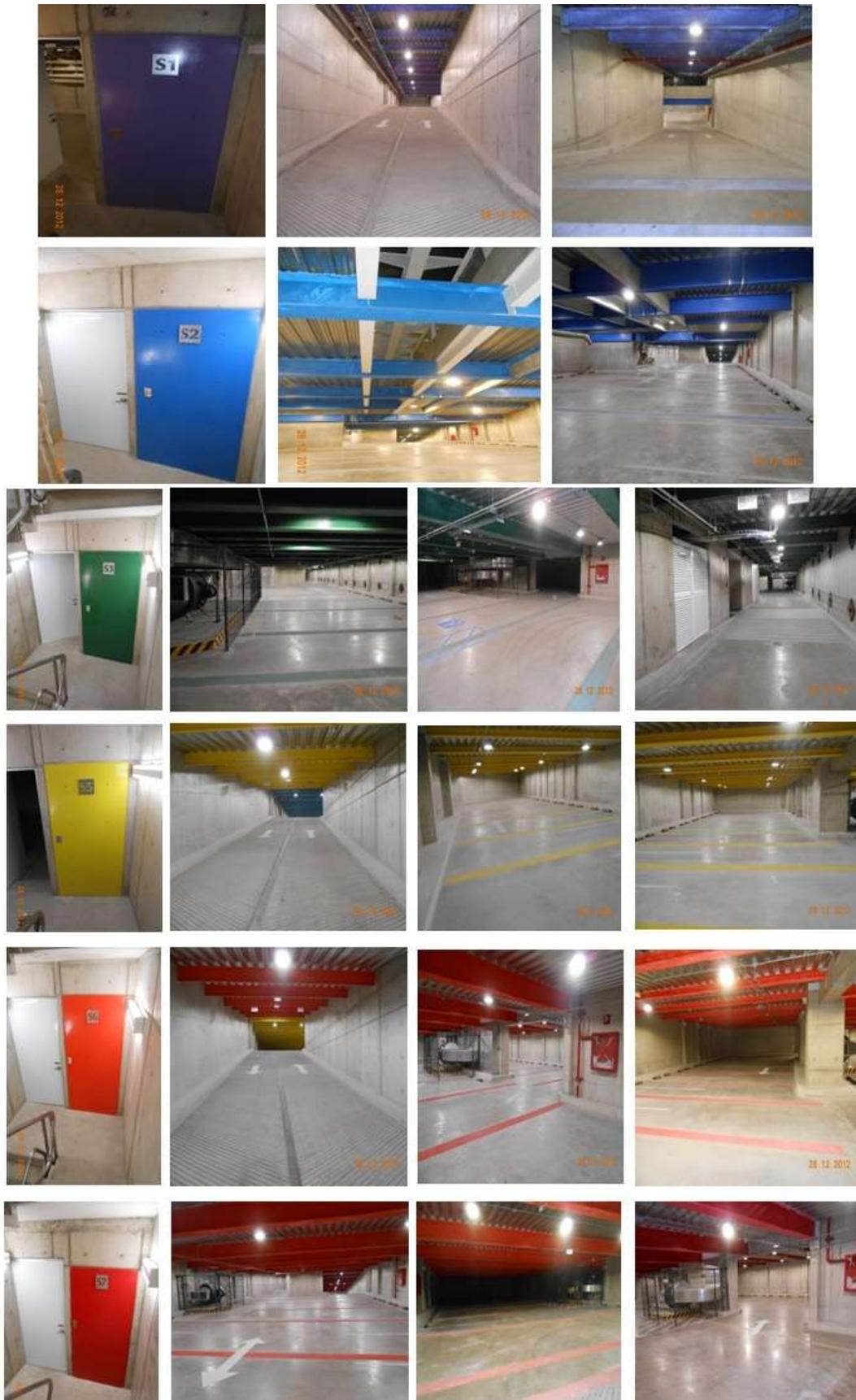


Figura II.25 Descripción física de los Sótanos

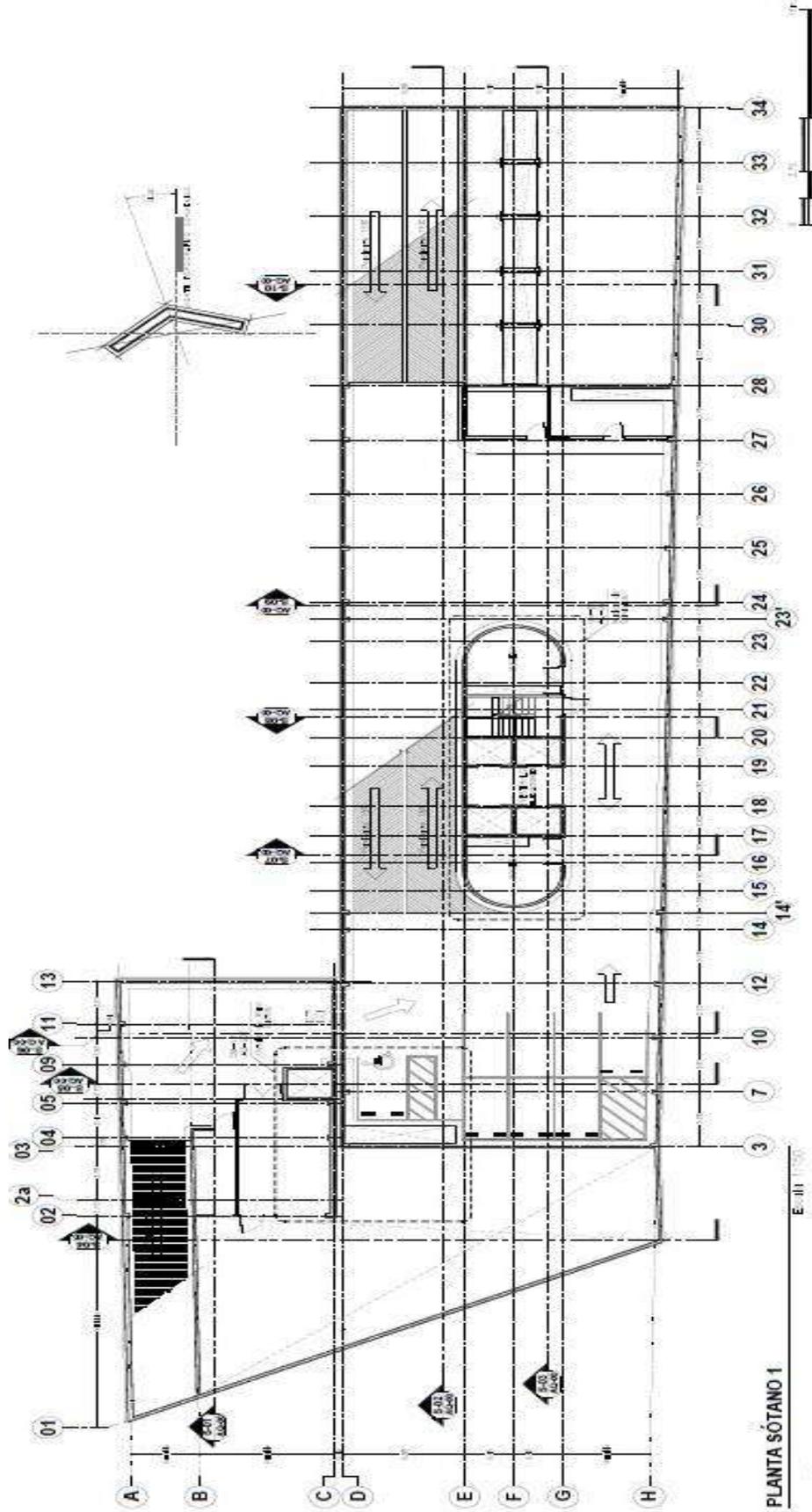


Figura II.26 Sótano 1

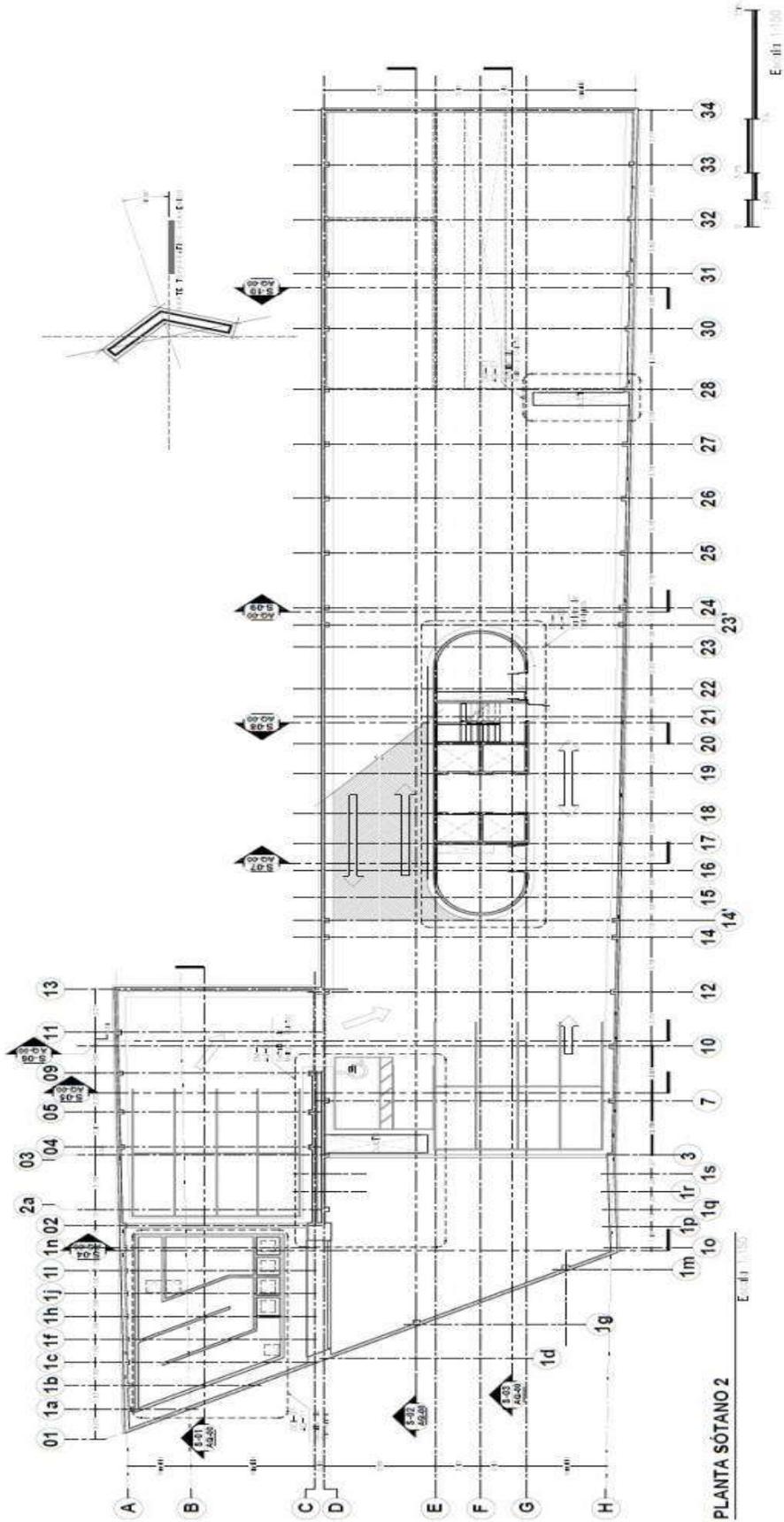


Figura II.27 Sótano 2

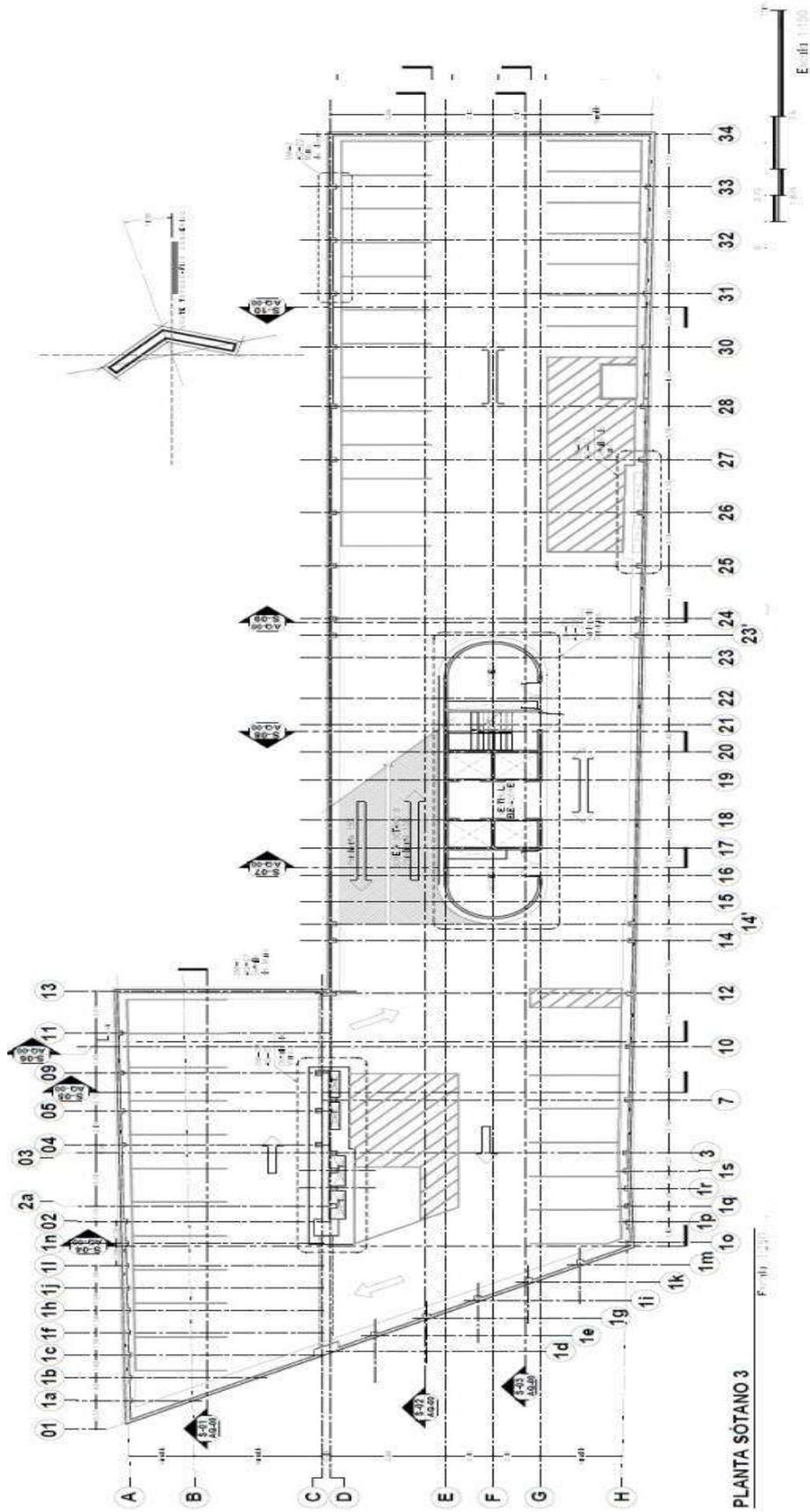


Figura II.28 Sótano 3

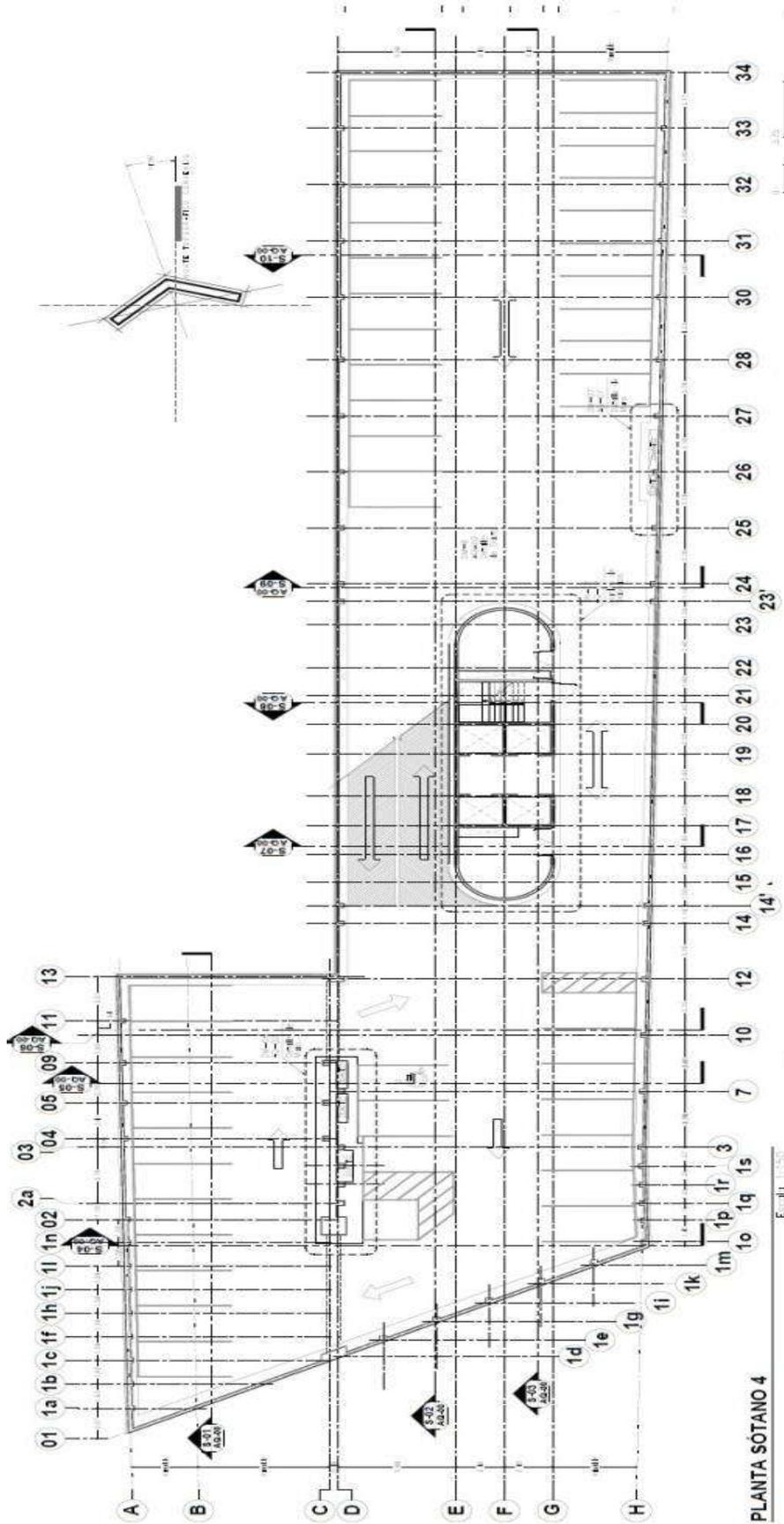


Figura II.29 Sótano 4

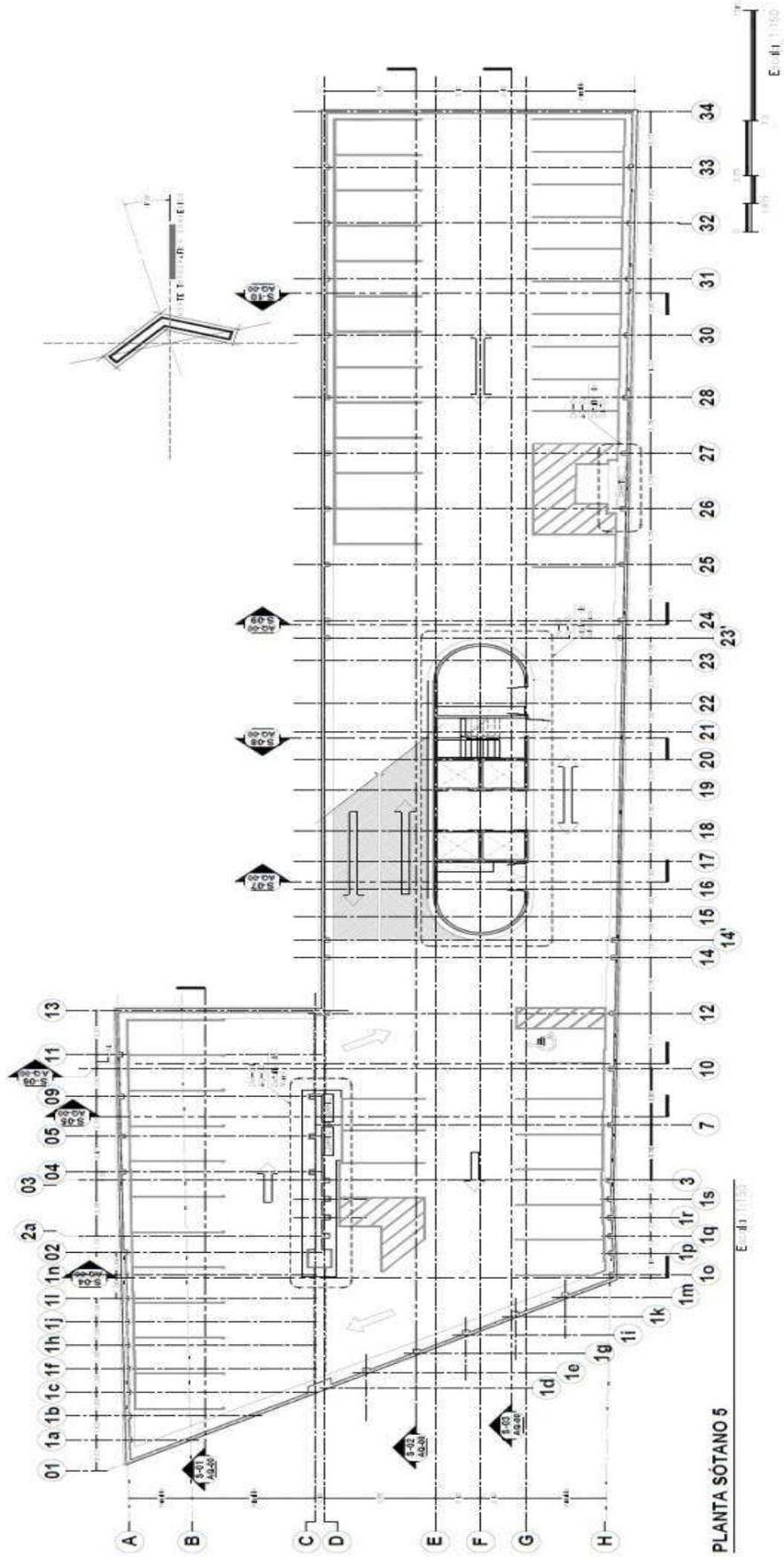


Figura II.30 Sótano 5

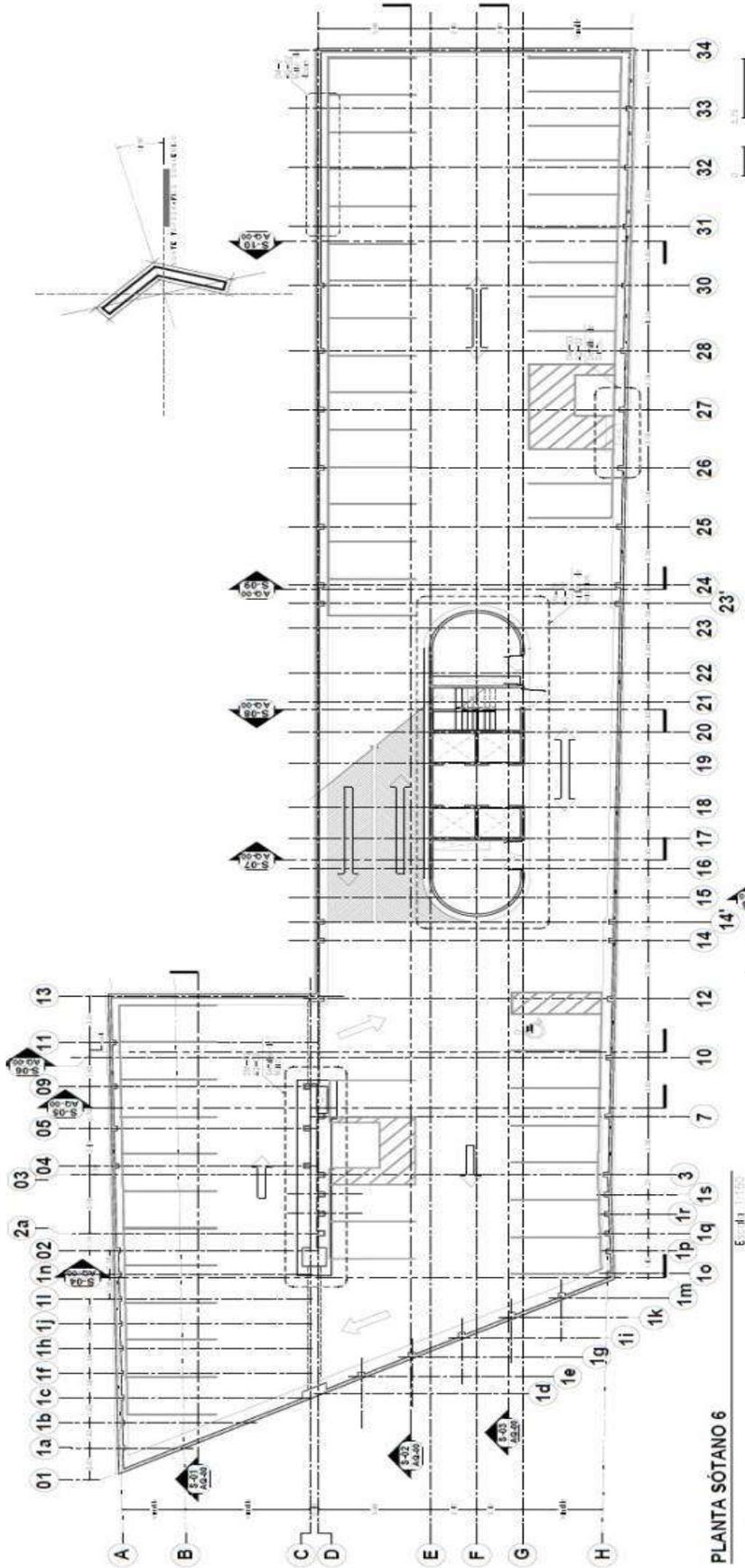


Figura II.31 Sótano 6

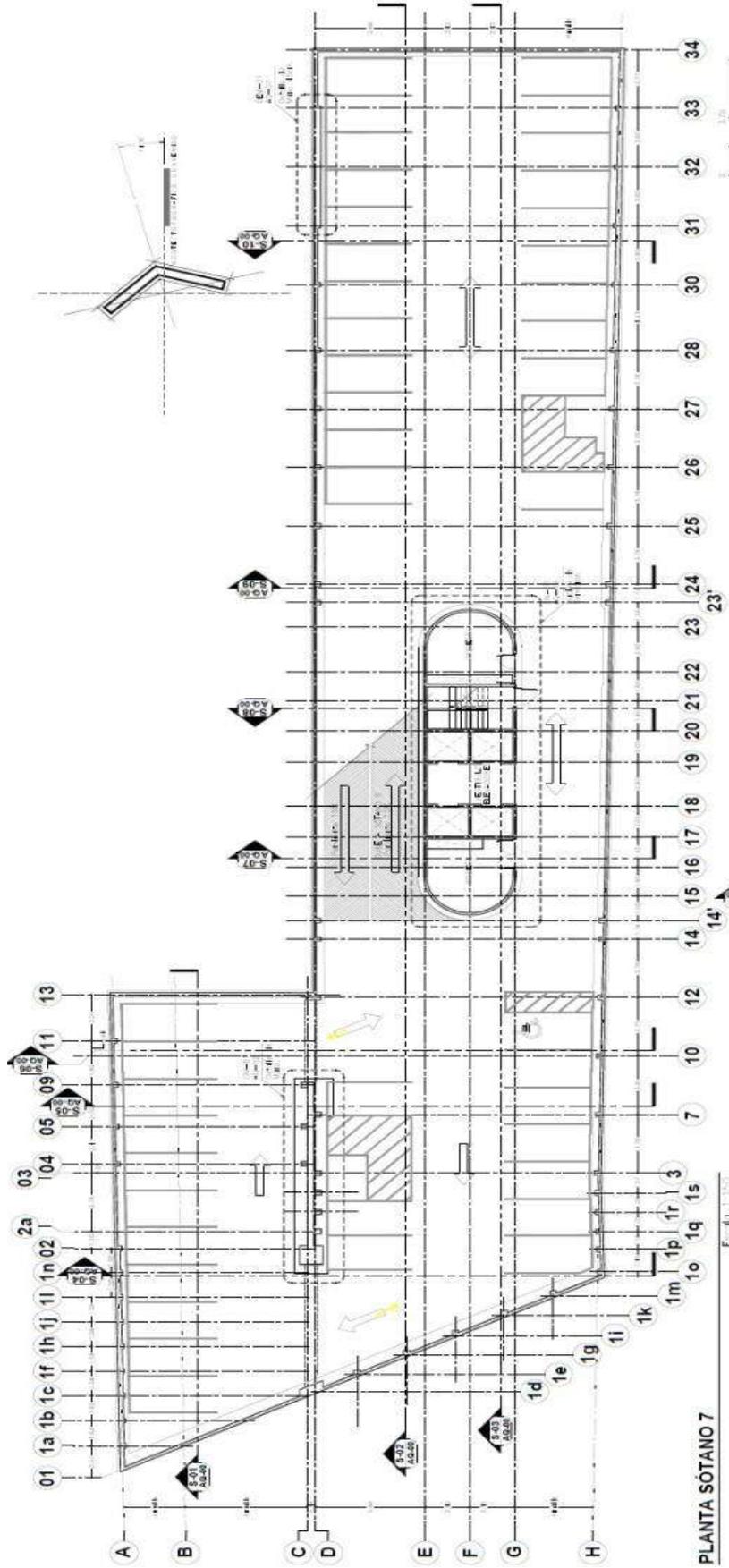


Figura II.32 Sótano 7

### **II.1.11 Edificación inteligente**

Los edificios y casas inteligentes son aquellas edificaciones en la que se hace intervenir desde la concepción del proyecto, la aplicación integral los conceptos que nos de línea actualmente la arquitectura y la tecnología para provocar los “AMBIENTES” más funcionales y satisfactorios para sus ocupantes.

Los edificios automatizados trabajan con la filosofía de que se piensa en consumir energía sólo cuando sea necesario, consumir la energía imprescindible, lo que se ha dado en llamar eficiencia energética. Par ser un edificio inteligente este debe cumplir con trece puntos importantes según el IMEI los cuales se enlistan a continuación:

- 1) Un edificio Inteligente debe contar con las facilidades de una red de Fibra óptica
- 2) Integración de cableados para acceso de Internet
- 3) Integración de cableados estructurados para redes de alta velocidad
- 4) Conectividad para servicios LAN y WAN
- 5) Facilidades para enlaces satelitales
- 6) Servicios ISDN
- 7) Fuentes de energía redundantes
- 8) Canalización propia para los cableado de energía, voz y datos
- 9) Alta tecnología y sistemas eficientes de HVAC.
- 10) Sistemas de Iluminación de encendido/apagado con sensores
- 11) Elevadores inteligentes que agrupen pasajeros por la designación de piso
- 12) Sensor automáticos instalados en sanitarios y lavamanos
- 13) Que cuente con un directorio del edificio computarizado e interactivo.

#### **• Desde la Perspectiva Arquitectónica**

Al integrar los conceptos arquitectónicos y tecnológicos en un proyecto ejecutivo y en la aplicación de todas las ingenierías necesarias para el desarrollo de la obra se está dando como resultado una edificación inteligente. Los edificios automatizados **optimizan la calidad de vida de los inquilinos mediante el uso de la tecnología, reduciendo esfuerzos, aumentando la seguridad y el bienestar obteniendo como resultado un ahorro importante a través de la gestión energética, agrupación y automatización de funcionalidades.**

#### **• Desde la Perspectiva Técnica y Tecnológica**

Aunque no existe una definición formal, los edificios inteligentes usan componentes electrónicos y de alta tecnología. De hecho, la Academia Nacional de Ciencias en Washington, DC tiene un comité que se ocupa del manejo electrónico de los edificios, en el reconocimiento de los aspectos electrónicos de un edificio inteligente y se puede dividir la operación en cuatro categorías:

- 1. Eficiencia del Consumo de Energía**
- 2. Sistema de aseguramiento de Vidas**
- 3. Sistemas de Telecomunicaciones.**
- 4. Automatización de áreas de trabajo.**
- 5. Sistemas de integración**

## 1. Eficiencia del Consumo de Energía

Inteligencia con respecto a energía en un edificio inteligente consiste de la reducción del uso de energía a un mínimo consumo. Sistemas computarizados son sumamente usados.

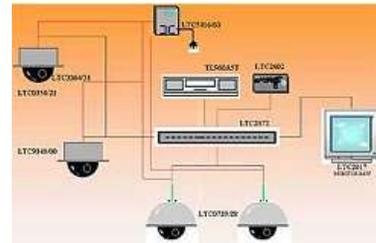
Los sistemas son nombrados de muchas maneras: **Bulding Management System (BMS)**, **Energy Managment System (EMS)**, **Energy Managment and Control System (EMCS)**, **Central Control and Monitoring Sy stem (CCMS)** y **Facilities Managment System (FMS)**. Algunas estrategias usadas para reducir el consumo de energía en edificios inteligentes son:

- a) Encendido/Apagado Programado
- b) Encendido/Apagado optimizado
- c) Ciclo de Uso
- d) De Reajuste
- e) Limitante de demanda eléctrica
- f) Control adaptado
- g) Optimización de chillers
- h) Fuentes óptimas de energía y alternas
- i) Aislamientos Térmicos

## 2. Sistemas de Aseguramiento de Vidas

Inteligencia con respecto a aseguramiento de vidas en un edificio inteligente consiste en el uso de alta tecnología para maximizar el desempeño de la alarma de fuego y de sistemas de seguridad mientras al mismo tiempo se minimizan los costos. Factores de aseguramiento de Vidas se han involucrado en el concepto de edificios inteligentes y los cuales son:

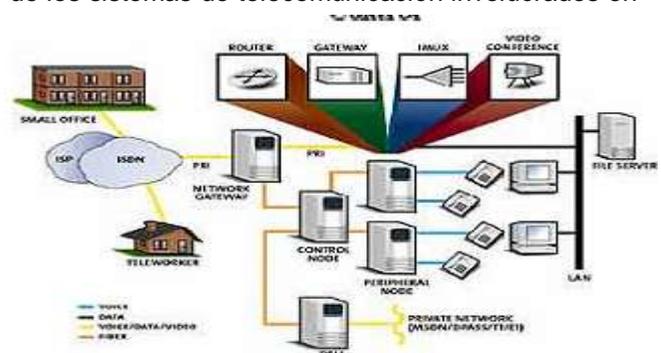
- a) Reducir la dependencia de personal
- b) Sistemas de circuitos cerrados por TV
- c) Sistemas de control de acceso
- d) Sistemas de Detección de Humo
- e) Alarma de Intrusión
- f) Control de Energía de Elevadores, Sistemas HVAC, Puertas
- g) Sistemas de unidad de Respaldos.



## 3. Sistemas de Telecomunicaciones

Inteligencia con respecto a Telecomunicaciones en un edificio inteligente consiste en ofrecer a los arrendatarios de muchas facilidades de telecomunicación sofisticada para reducir considerablemente el costo debido al factor de compartir los equipos para muchos usuarios. Algunos de los sistemas de telecomunicación involucrados en un edificio inteligente son:

- a) Sistema Telefónico PBX
- b) Cablevisión
- c) Video Texto
- d) Correo Electrónico
- e) Transmisión de datos (Red)
- f) Acceso a Internet
- g) Sistemas de integración con las otras categorías



#### 4. Automatización de las Áreas de Trabajo

Inteligencia con respecto a áreas de trabajo en un edificio inteligente consiste del uso de sistemas de alta tecnología para la automatización de oficinas para hacer la operación de una compañía más eficiente. Esto puede hacerse con el fin de favorecer al arrendatario en una reducción de costos como consecuencia de compartir los equipos y herramientas de trabajo tal como impresoras, copiadoras, escáneres, faxes, etc. Alguno de los factores que se involucran en la automatización de las áreas de trabajo en los edificios inteligentes son:

- a) Un sistema centralizado de procesamiento de datos (Data Center)
- b) Un lugar de procesamiento de palabras (Word processing)
- c) Un sistema de diseño agregado por computadora
- d) Servicio de Información compartida

#### 5. Sistemas de integración.

Los sistemas de integración sirven para poder interconectar todos los sistemas inteligentes de un edificio pudiendo controlarlos y monitorearlos, y todo a través de la red de datos e Internet. La integración consiste en utilizar un protocolo de comunicación que permita a todos los sistemas inteligentes comunicarse con el controlador o el sistema maestro de control y poder hacer que interactúen entre si y que puedan ser más autónomos y automáticos.

- a) TCP/IP es hoy en día el protocolo de comunicación más utilizado para poder integrar diversos sistemas.
- b) Los protocolos de las interfaces RS- 232 y RS- 485 son estándares de comunicación que actualmente aun se utilizan, pero están siendo desplazados por TCP/IP de la tecnología “Ethernet” (estándar IEEE 802.3)
- c) El estándar X10 es hoy un día muy común y que se utiliza para controlar diversos dispositivos y sistemas inteligente
- d) BACnet, es un protocolo de comunicación estándar para integrar una variedad de sistemas inteligentes de diferentes fabricantes para edificios inteligentes



## II.2. Trámites y Licencias

La licencia de construcción es el documento que expide la Delegación por medio del cual se autoriza, según el caso, a construir, ampliar, modificar, reparar o demoler una edificación o instalación, o a realizar obras de construcción, reparación o mantenimiento de las instalaciones subterráneas. Para la obtención de la licencia de construcción, se deberá presentar solicitud ante la Delegación en donde se localice la obra, en el formato que establezca el Departamento del Distrito Federal, acompañada de los documentos a que se refiere el artículo 56 y previo pago de los derechos correspondientes en los términos del Código Financiero del Distrito Federal. La Delegación tendrá por recibida la solicitud de licencia de construcción, sin revisar el contenido del proyecto, siempre que se cumpla con estos requisitos.

Para llevar a cabo la construcción de diversos inmuebles es necesario obtener licencias de construcción y hacerlos trámites correspondientes tales como:

- ✓ Manifestación de impacto ambiental
- ✓ Manifestación de uso de suelo
- ✓ Manifestación de Factibilidad de Servicios.
- ✓ Manifestación de impacto Urbano
- ✓ Estudios de riesgo en edificios
- ✓ Manifestación de construcción tipo A,B1, B2 (según corresponda a la edificación)

La Licencia de construcción deberá expedirse al día hábil siguiente de la presentación de la solicitud, con excepción de las que se refieran a la construcción, reparación o mantenimiento de instalaciones subterráneas; a las construcciones que se pretendan ejecutar en suelo de conservación, o a aquéllas que de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias requieran de la opinión de una o varias dependencias, órganos o entidades de la administración pública federal o local. En estos casos, el plazo será de 30 días hábiles contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud.

Transcurridos los plazos señalados en el párrafo anterior, sin haber resolución de la autoridad, se entenderá otorgada la licencia con una vigencia de 12 meses, debiendo tramitarse la certificación de resolución ficta conforme a lo previsto en la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal, salvo que se trate de construcciones que se pretendan a ejecutar en suelo de conservación, o aquéllas relativas a instalaciones subterráneas, en cuyo caso se entenderá negada la licencia.

El proyecto de la obra que se presente junto con la solicitud de licencia de construcción deberá tener la responsiva de un Director Responsable de Obra, salvo en los casos a que se refiere el artículo 41, así como la de los Corresponsables en los supuestos señalados por el artículo 44.

La licencia de construcción incluirá el permiso sanitario de conformidad con la Ley de Salud para el Distrito Federal.

De acuerdo al **Artículo 56** se menciona que para la solicitud de licencia de construcción se deberá presentar suscrita por el propietario o poseedor, en la que se deberá señalar el nombre, denominación o razón social del o de los interesados, y en su caso, del representante legal; domicilio para oír y recibir notificaciones; ubicación y superficie del predio de que se trate; nombre, número de registro y domicilio del Director Responsable de Obra y, en su caso del o de los Corresponsables. De igual forma deberá acompañarse, en caso de que se requiera conforme a la normatividad de la materia, copia de la autorización de impacto ambiental.

Para este caso en particular este es un edificio con una Manifestación de **construcción tipo B**, dado que está en la clasificación que se aplica para edificios con usos no **habitacionales o mixtos de hasta 5,000 m<sup>2</sup> o hasta 10,000 m<sup>2</sup>**, Para llevar a cabo el trámite de una **Manifestación de Construcción tipo B** se necesita lo siguiente:

- **Formato AU-03 debidamente requisito (Por duplicado).**
- **En original y copia para su cotejo**
- **Identificación oficial vigente.**
- **Comprobantes de pago de derechos y aprovechamientos por los siguientes conceptos:** registro de manifestación de construcción; para prevenir, mitigar o compensar los efectos del impacto vial y, en su caso, por la instalación de tomas de agua y drenaje; por la autorización para usar las redes de agua y drenaje
- **Constancia de alineamiento y número oficial vigente y cualquiera de los documentos siguientes:** certificado único de zonificación de uso de suelo específico y factibilidades o certificado de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos o el resultado de la consulta del Sistema de Información Geográfica relativo al uso y factibilidades del predio.
- **Dos tantos del proyecto arquitectónico de la obra en planos a escala** de: instalaciones Hidrosanitario, eléctricas, gas, instalaciones especiales y otras, y las memorias correspondientes incluyendo la memoria descriptiva. Estos documentos deberán estar firmados por el propietario o poseedor, por el Director Responsable de Obra y los Corresponsables en su caso.
- **Dos tantos del proyecto estructural acompañados de la memoria de cálculo y firmados por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Seguridad Estructural.**
- **Libro de bitácora de obra foliado.**
- **Autorización de impacto ambiental** en los casos del artículo 6o del Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo.
  
- **Requisitos a cumplir en una obra:**
  - ✓ Tener en sitio una copia de los planos, la licencia de construcción y los permisos que le fueron otorgados.
  - ✓ Respetar el libre tránsito y acceso a las áreas e inmuebles circunvecinos.
  - ✓ Respetar lo dispuesto en la normatividad ambiental y, en particular, lo señalado en la manifestación o en el estudio de impacto ambiental que le fue aprobado.
  - ✓ No invadir la vía pública.
  - ✓ Los escombros, previamente clasificados, serán retirados a la brevedad y de disponer en la vía pública para su extracción será a las horas permitidas y su duración solo la necesaria para su carga.
  - ✓ Los tapias proporcionaran seguridad y no invadirán la vía pública más del ancho autorizado por el municipio.
  - ✓ Cumplir con las normas de seguridad e higiene dentro y fuera de la obra
  - ✓ Tener bien indicadas la señalización dentro y fuera de la obra para evitar accidentes.
  - ✓ Proveer de equipo necesario para los trabajadores de la obra así como para los visitantes ocasionales y tener un protocolo de vista.

### III. Estudios Básicos de Proyecto.

#### III.1. Geotécnicos

Con base en un estudio de mecánica de suelos, se describen los trabajos de campo, laboratorio y gabinete realizados para definir la cimentación más adecuada para el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior,

La investigación del suelo del predio donde se construirá la estructura se realizó mediante:

- ✓ Visitas de reconocimiento geológico-geotécnico para descartar o no la presencia de cavidades en el predio
- ✓ Extracción de muestras del suelo mediante **tres sondeos de penetración estándar a 40.0 m** de profundidad, **un sondeo mixto continuo a 7.0 m** y **un pozo a cielo abierto a 4.20 m** de profundidad;
- ✓ Realización de ensayos presiometricos cuyos resultados se tomaron en cuenta para definir el procedimiento de excavación de los sótanos.

De acuerdo con resultados de los sondeos y lo observado en el reconocimiento geológico del predio y sus alrededores **se descarta la presencia de cavidades.**

El subsuelo del sitio superficialmente está constituido por material de relleno depositado de manera artificial, cubriendo a un horizonte de limo arenoso de origen volcánico correspondiente a la toba superior de la Formación Tarango, esta unidad presenta un horizonte de arena pumítica, es de compacidad alta y se encuentra parcialmente cementado con carbonato de calcio. La toba superior se depositó sobre material aluvial empacado en una matriz de arena limosa bien cementada, de muy alta compacidad.

El predio en estudio se ubica al suroeste de la Ciudad de México, en la **Zona de Lomas o Zona I** (Figura III.1), de acuerdo con la zonificación establecida en las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de cimentaciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

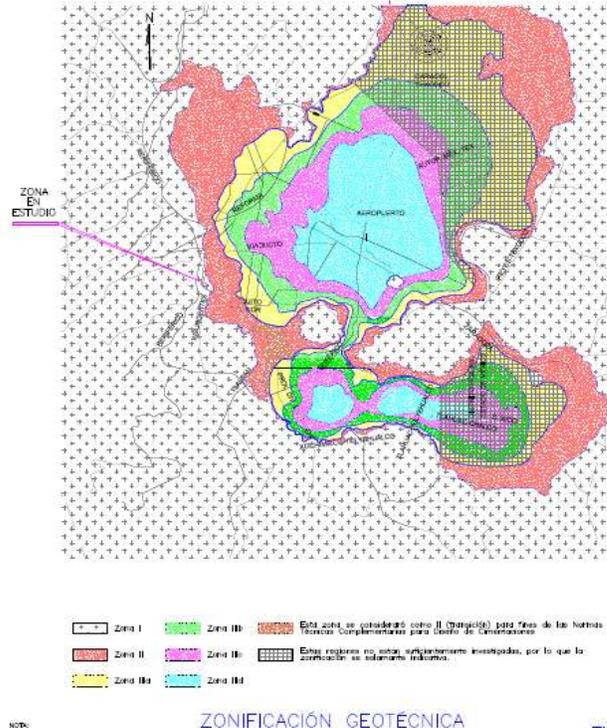


Figura III.1- Zonificación Geotécnica en el valle de México

Considerando que los estratos que conforman el subsuelo del predio presentan alta resistencia al esfuerzo cortante y una baja deformabilidad, **el tipo de cimentación propuesto consiste en una losa de cimentación desplantada al nivel inferior de losa del último sótano.**

### **III.1.1. Aspectos geológicos**

Particularmente el predio en estudio se localiza en la parte baja de una loma arredondeada de poca altura y de pendiente suave inclinada hacia el noreste, delimitada por la Barranca La Malinche cuyo cauce proviene desde las faldas del Cerro del Judío y por el cauce del Arroyo San Ángel Inn que proviene desde las Lomas de Tarango, los cuales están entubados en la zona que se estudio.

**El subsuelo del sitio superficialmente está constituido por material de relleno depositado de manera artificial,** cubriendo a un horizonte de limo arenoso de origen volcánico que corresponde a la toba superior de la Formación Tarango, esta unidad se localiza topográficamente más alta hacia el poniente, presenta un horizonte de arena pumítica, es de compacidad alta y se encuentra parcialmente cementado con carbonato de calcio. La toba superior se depositó sobre material aluvial constituido por gravas y boleas bien graduados, de forma redondeada, empacados en una matriz de arena limosa bien cementada, de muy alta compacidad, se trata de material depositado en la base de las barrancas.

Con base en las características y tipo de material que conforma la estratigrafía del sitio, la posibilidad de que existan cavidades en el subsuelo del predio es nula, debido a que este se encuentra en una zona próxima a la planicie del Valle de México y a que el horizonte explotable (miembro pumítico de la Formación Tarango), se encuentra muy profundo, que conjugado con la forma de la loma en cuestión, permite concluir que no pudo ser explotado.

### **III.1.2.- Trabajos de exploración**

Con la finalidad de definir los diferentes estratos que componen el suelo del predio en estudio, se programó y ejecuto una campana de exploración geotécnica consistente en la realización de tres sondeos de penetración estándar (SPE), un sondeo mixto continuo (SM), un pozo a cielo abierto (PCA) y mediciones presiometricas en barrenos independientes. En la **Figura III.2** se muestra la localización de los sondeos dentro del predio. En la tabla siguiente, se indica para cada uno de los sondeos efectuados la profundidad alcanzada.

<b>Tipos de Zondeos usados</b>	
<b>Sondeo</b>	<b>Profundidad (m)</b>
SPE-01	40
SPE-02	40.09
SPE-03	40.14
SM-01	7
PCA-01	4.2

**Tabla III.1 Tipos de sondeos efectuados.**

Los procedimientos o técnicas empleadas en la ejecución de estos trabajos se describen a continuación:

✓ **Sondeo de penetración estándar (SPE):** Consistió en la extracción de muestras alteradas, que se extrajeron utilizando el tubo muestreador de media cana, (penetrometro estándar) de 38.10 mm de diámetro interior; este muestreador se conecto a un extremo de la tubería de perforación y se hincó a percusión, dejando caer un martinete de 63 kg de masa, con caída libre de 70 cm, sobre la tubería de perforación. Durante la ejecución de este sondeo, se registro el numero de golpes que se requirieron para penetrar 60 cm, divididos en tres etapas, la primera y última de 15 cm y la intermedia de 30 cm; los datos de la segunda etapa se consideraron para correlacionar el numero de golpes con la compacidad en el caso de las arenas y con la consistencia en el caso de limos o arcillas.

Dos de los sondeos se realizaron con bentonita como fluido de perforación y el tercer sondeo se realizó con aire, a fin de definir la posible variación de resistencia en las dos condiciones.

- ✓ Sondeo mixto continuo (SM): Con el fin de obtener muestras con tubo *Shelby* de los estratos que se encuentran entre 2.0 y 7.0 m de profundidad, se hincaron a presión tubos *Shelby* de 4" de diámetro.
- ✓ Pozo a cielo abierto (PCA): Con la finalidad de conocer la estratigrafía superficial, se excavo en forma manual empleando pico y pala un pozo a cielo abierto, obteniendo de este muestras cúbicas representativas inalteradas de los estratos que conforman el suelo superficial, estas últimas se protegieron con manta de cielo y cera derretida para evitar la pérdida de su humedad al ser transportadas al laboratorio de mecánica de suelos.

Como era de esperarse, por el sitio donde se ubica el predio, **No se encontró el nivel de agua freática.**

### **III.1.3. Trabajos de laboratorio**

Los trabajos en el laboratorio de mecánica de suelos, se iniciaron con las clasificaciones macroscópica de las muestras, tanto inalteradas como representativas, atendiendo a su color, textura, dilatación y resistencia en estados húmedo y seco.

Para ubicar las muestras dentro del **Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)**, se separaron mediante vía húmeda las partículas menores que la malla No. 200 y, mediante tamices las gravas y las arenas que forman a cada muestra. En las porciones finas, menores que la malla No. 40, se determinaron los límites de consistencia. Con los resultados obtenidos se clasificaron las muestras de suelo y se integró los perfiles estratigráficos como el del sondeo mostrado en la Figura III.3 y se además se muestran imágenes de los sondeos en las Figuras III.4 a la III.8.

**Las propiedades índices** determinadas, fueron las siguientes:

1. Contenido natural de agua,
2. Pesos volumétricos húmedos y secos,
3. Densidad de sólidos
4. Relación de vacíos
5. Grados de saturación.

Las propiedades mecánicas del suelo se determinaron mediante la prueba de **compresión triaxial no consolidada no drenada.**

La resistencia en compresión triaxial, se determinó ensayando las probetas en un marco de carga, donde los valores de la carga y de la deformación son registrados con sensores electrónicos que a su vez, calcula y grafica los resultados de las pruebas, con lo que se determina la cohesión y el ángulo de fricción interna.

CENTRO NACIONAL DE EVALUACION  
PARA LA EDUCACION SUPERIOR

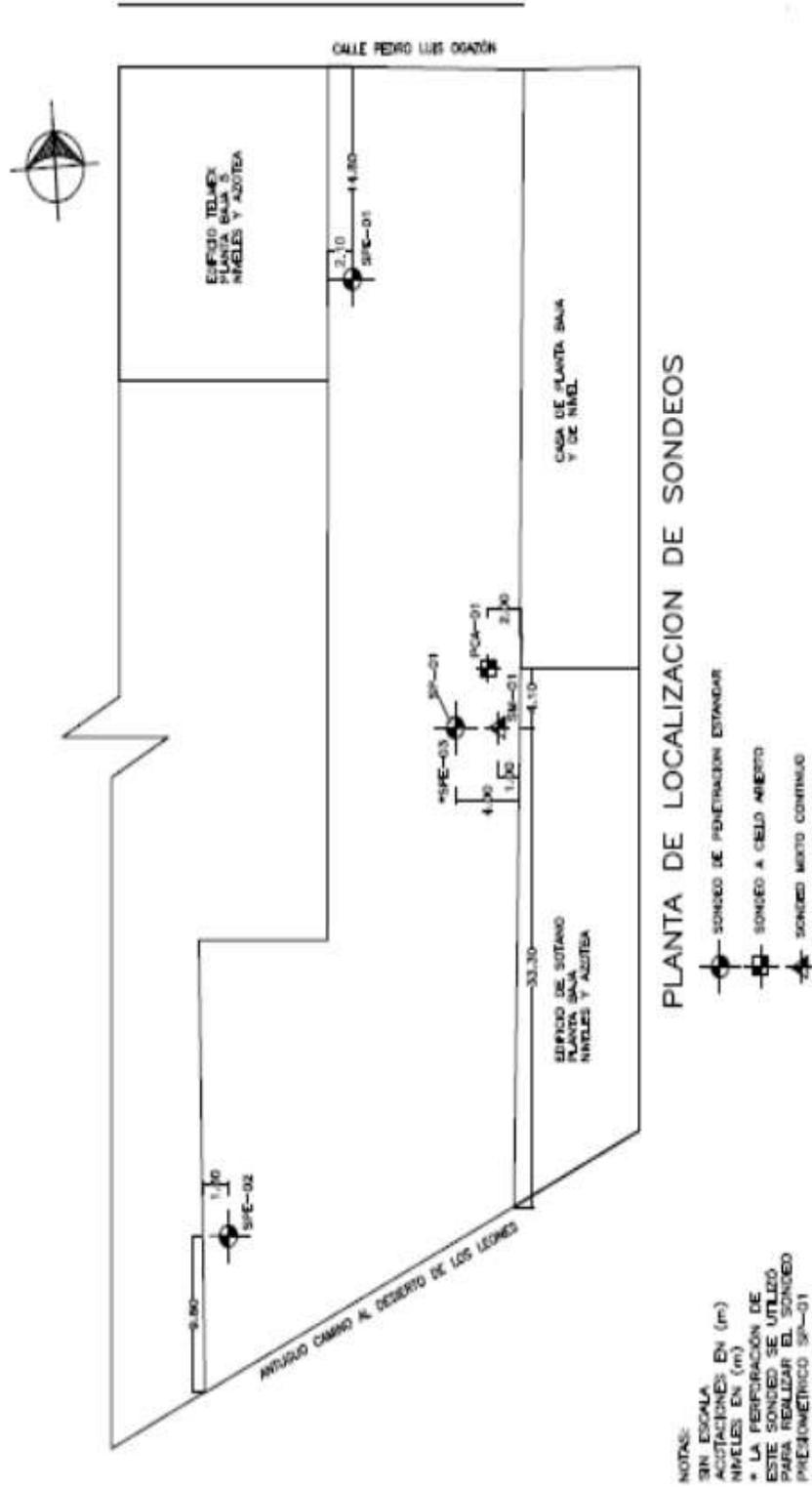


Figura III.2 Ubicación de Sondeos





*Figuras III. 4 Vista inicial del predio*



*Figuras III. 5 Sondeo Penetración Estándar SPE-1*



***Figuras III. 6 Sondeo Penetración Estándar SPE-2***



***Figuras III. 7 Sondeo Penetración Estándar SPE-3***



**Figuras III. 8 Sondeo Cielo Abierto SCA-1**

### **III.1.4 Ensayes presiometricos**

Como parte de la exploración geotécnica realizada se efectuaron ensayos de carga de tipo presiometricas, entre 4.0 y 40.0 m de profundidad, en el sitio donde se realizo el sondeo SP-01, cuya ubicación se muestra en la **Figura III.2**.

- **Descripción del ensaye**

El ensaye presiometrico es esencialmente un ensaye de carga “in-situ” que se efectúa a una profundidad determinada empleando una perforación previa y siguiendo los lineamientos que marca la norma ASTM D4719-00.

El equipo empleado en la prueba consistió en lo siguiente:

- a) Una sonda cilíndrica tipo BX (Menard estándar, de 58 mm de diámetro) dilatante en forma radial, la cual es posicionada en el terreno dentro de una perforación realizada previamente, de acuerdo con los procedimientos señalados en la Norma ASTM D4719-00.
- b) Mangueras que conducen el nitrógeno y el agua a presión desde el aparato de medición ubicado en la superficie del terreno hasta la sonda.
- c) Controlador presión – volumen (CPV). En este caso se empleo un presiometro Menard marca APAGEO con capacidad para aplicar hasta 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- d) La sonda está constituida por una membrana de medición central (recibe agua a presión desde el CPV) y una membrana llamada de “guardia” (recibe nitrógeno desde el CPV). Este montaje permite que al expandirse la sonda durante la ejecución del ensaye en todo momento tenga una forma cilíndrica; esto se logra estableciendo una diferencia de presión entre dichas membranas con un valor que depende de la profundidad de prueba.
- e) Se utilizo un ademe constituido por un tubo de acero ranurado en el que fue introducida la sonda; esta condición permite la aplicación del ensaye aun en suelos granulares sin que se perforen las membranas de la sonda.

- **Procedimiento de ejecución del ensaye presiometrico**

El procedimiento de ejecución del ensaye incluyo las operaciones siguientes:

1. **Determinación de las curvas de calibración:** Mediante un ensaye sin confinamiento del sistema “sonda - tubo ranurado” (resistencia propia o “pressure losses”), se obtuvo la presión requerida para lograr la expansión del sistema, que finalmente es descontada a la presión manométrica para obtener la presión neta transmitida al terreno.

Con el objeto de determinar la perdida de volumen en la prueba, debida principalmente a la expansión de la tubería de conducción, se coloco la sonda – tubo ranurado dentro de un tubo de acero, procediendo a aplicar una presión de hasta 50 kg/cm<sup>2</sup>. En cada incremento de presión, mantenido constante durante 60 segundos, se registro el volumen de agua inyectado trazando la curva de expansión con lo que fue posible determinar el coeficiente de dilatación del sistema “a”, que en este caso resulto  $a = DV / Dp = 1.34 \text{ cm}^3/\text{bar}$ .

2. **Instalación de la sonda dentro del terreno:** La instalación de la sonda y el tubo ranurado se realizo una vez concluida la perforación limitando la longitud de perforación a un valor del orden de 3 a 5 m, de tal forma que el suelo se encontrara poco alterado.

3. **Carga del suelo:** Consiste en incrementar la presión dentro de la sonda según una progresión aritmética, registrando la correspondiente variación de volumen que ocurre durante un periodo de 60 segundos en el que se mantiene la presión constante. La presión manométrica correspondiente a cada incremento de presión (p<sub>mi</sub>), leída durante el ensaye en el CPV, debe ser corregida de acuerdo a la expresión siguiente para obtener la presión neta (p<sub>ci</sub>) trasmitida al suelo:

$$p_{ci} = p_{mi} - p_{li} + \gamma_w h$$

Donde:

**p<sub>li</sub>** = Presión necesaria para deformar el sistema de carga (membranas y tubo ranurado) obtenida mediante la “curva de calibración”.

w = Peso volumétrico del agua

**h** = Profundidad a la que se ejecuta el ensaye

A partir de la presión en que la sonda hizo contacto con el terreno, se descontó a las lecturas de volumen el correspondiente a la dilatación propia del sistema aplicando un coeficiente  $a = 1.34 \text{ cm}^3/\text{bar}$ .

Las mediciones realizadas durante la prueba se presentan en las curvas presiometricas, construidas con la presión neta y el volumen registrado a 30 y 60 segundos en cada incremento de presión (v<sub>30</sub> y v<sub>60</sub> respectivamente).

En la **Tabla III.2** se presenta un resumen general de los parámetros presiometricos obtenidos en el sondeo, donde se muestran además algunas relaciones presiometricas que permiten juzgar la calidad del ensaye y el tipo de suelo ensayado.

En la **Tabla III.3** se muestra los parámetros típicos que deben tener los suelos.

**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO DE LA SEDE ALTERNA DEL CENEVAL”**

Profundidad (m)	Em (kg/cm <sup>2</sup> )	pf (kg/cm <sup>2</sup> )	A		po (kg/cm <sup>2</sup> )	B		A	B	A	B	v1 cm <sup>3</sup>	n
			pl (kg/cm <sup>2</sup> )	pl (kg/cm <sup>2</sup> )		Em/(pl-po)	Em/(pl-po)						
4	26	1.55	2.7		0.3	10.8		1.9				160	3
5	140	4.4	8.6		0.4	17		2				94	4
6	190	3.7	10.6		0.5	18.7		3.1				29	5
7	126	11		22	0.5		5.9		2.1			259	1
8	452	16.2	31.5		0.6	14.6		2				62	3
9	464	18		36	0.7		13.1		2			140	1
10	289	8	17.1		0.8	17.7		2.3				58	4
11	414	12.7	22.4		0.8	19.2		1.8				36	4
12	103	6.6	12.7		0.9	8.7		2.1				125	4
13	352	6.4	16.9		1	22.1		2.9				55	5
14	216	6.3	17.5		1.1	13.1		3.1				75	6
16	365	7.9	15.3		1.2	25.9		2.1				52	4
18	663	21.5	47		1.4	14.5		2.3				68	7
20	724	27	62.8		1.5	11.8		2.4				130	3
22	463	17.9	31.1		1.7	15.7		1.8				134	2
24	209	18.5	36.8		1.8	6		2.1				176	4
26	99	6	12.6		2	9.3		2.6				59	4
28	302	10	34.9		2.1	9.2		4.2				107	8
30	557	9.8	21.3		2.3	29.2		2.5				54	3
32	1248	10	22.7		2.4	61.5		2.7				6	5
34	278	10.8	19.6		2.6	16.3		2.1				82	3
36	137	8.5	17.9		2.7	9		2.6				49	4
38	415	10	20.1		2.9	24.1		2.4				50	4
40	373	10	24.4		3	17.4		3.1				50	6

A = Valor de pl extrapolado con datos de campo, con "n" puntos  
 v1 = Volumen inicio tramo recto de la curva presiometrica  
 pl (A)= Presión limite extrapolada a

**Notas:**

Valor de Modulo de Menard(Em) y Presion Limite (pl) adoptados

partir de la ley  $y = Ap + B$

po = Presión de tierra en reposo estimada a la elevación del ensaye

**Tabla III.2. Parámetros Piezometricos Obtenidos de los Sondeos**

Tipo de suelo	Em(kg/cm <sup>2</sup> )	Pl (kg/cm <sup>2</sup> )
Suelos Organicos	2 a15	0.2 a1.5
Arcilla Blanda	5 a30	0.5 a 3
Arcilla Plastica	30 a80	3 a 8
Arcilla Dura	80 a400	6 a 20
Arenas muy Seltas	5 a 20	1 a5
Arena y Grava	80 a 400	12 a 50
Arena Sedimentaria	75 a 400	10 a 50

**Tabla III.3. Valores Típicos de los parámetros Piezometricos**

### **III.1.5. Estratigrafía**

A partir de la información obtenida de la exploración y de laboratorio, se definió la siguiente secuencia estratigráfica:

Superficialmente se localiza un relleno constituido por limo arenoso color gris oscuro con gravas, gravillas con algunos boleos y presencia de raíces, su espesor varía entre 0.20 y 1.8 m. Posteriormente se encuentra una unidad formada por una toba constituida por un limo arenoso de color café oscuro y amarillento de alta plasticidad y consistencia dura, su espesor varía entre 1.50 y 2.00 m, con un contenido de humedad que varía de 15 a 55%, un peso volumétrico natural que varía de 1.167 a 1.729 kg/m<sup>3</sup> un Angulo de fricción interna de 4 a 34° y una cohesión de 0.30 a 0.95 kg/cm<sup>2</sup>. De los 7.20 y hasta los 34.20 m de profundidad, se presenta un limo arenoso de baja plasticidad de color café claro de consistencia que varía de muy firme a dura, presenta un estrato de arena limosa de color café claro de compacidad que varía de alta a muy alta con la presencia de gravas. Finalmente hasta la máxima profundidad explorada, se encuentra una arena fina pumítica de color café verdoso y gris claro de compacidad que varía de alta a muy alta con pocas gravas.

Por otra parte con base en la exploración y a un reconocimiento geológico del predio, se pudo comprobar que no existen cavidades.

### **III.1.6. Cimentación propuesta**

Desde el punto de vista geotécnico el predio donde se proyecta construir el edificio se localiza en la zona I (zona de lomas), que se caracteriza por presentar alta resistencia al esfuerzo cortante y baja deformabilidad.

Una vez conocido el comportamiento mecánico de los diferentes estratos que componen el suelo del predio, el tipo de cimentación se eligió considerando lo siguiente:

- 1) Por requerimientos arquitectónicos se deberán construir 7 sótanos subterráneos, lo que implica efectuar excavaciones a 22.6 m de profundidad y contar con un sistema de ademe y troquela miento temporal, así como con muros de contención.
- 2) Capacidad de carga admisible del suelo para el estado límite de falla.
- 3) Para el estado límite de servicio no rebasar los límites admisibles de los asentamientos elásticos.

Tomando en cuenta lo anterior y considerando que los estratos que conforman el suelo del predio presentan una alta resistencia al esfuerzo cortante y una baja deformabilidad, además de que el estudio indica una probabilidad baja de presencia de cavidades, de acuerdo con los resultados de exploración y laboratorio, el tipo de cimentación más conveniente para el inmueble, **será mediante una losa de 1.2 m apoyada al nivel del último sótano.**

#### IV. Procedimiento Constructivo.

##### IV.1. Excavación y Colocación de Anclajes

Una vez realizados los estudios básicos de proyecto, y de verificarlos económicamente de propuso que el edificio contará con siete sótanos para estacionamiento, planta baja, tres niveles de oficinas y terraza y Roof Garden. Considerando las alturas de entrepiso de los sótanos, se tendrá una excavación de -22.6 m de profundidad. Y dados los estudios antes citados el subsuelo del sitio está formado por los siguientes estratos tal como se indica en la **Tabla IV.1:**

No. de estrato	Profundidad (m)	Descripción
1	0 a 1.20	Relleno constituido por limo arenoso color gris oscuro con gravas, gravillas con algunos boleos y presencia de raíces.
2	1.20 a 7.20	Arcilla arenosa de baja plasticidad color café claro de consistencia firme a muy firme.
3	7.0 a 14.0	Limo arenoso de baja plasticidad color café claro de consistencia muy firme a dura.
4	14.0 a 18.0	Arena limosa color café claro de compacidad alta a muy alta con la presencia de gravas.
5	18.0 a 30.10	Limo arenoso de baja plasticidad color café claro de consistencia muy firme a dura.
6	30.10 a 40.00	Arena fina pumítica limosa color café verdoso y gris claro de compacidad alta a muy alta con pocas gravas.

**Tabla IV.1 Estratigrafía en el Sitio**

Para lo cual previamente se realizó un análisis de los siguientes temas:

##### IV.1.1 Estabilidad de taludes.

El análisis de estabilidad del corte vertical se realizó con el programa **Slope/W**, el cual determina las superficies de falla potencial y el factor de seguridad correspondiente a cada una. Para el factor de seguridad mas critico, se determinó la superficie de falla que define la longitud a partir de la cual inicia el bulbo activo de las anclas.

Bajo este criterio para falla local (de 0 a 7.50 m) se determinó un factor de seguridad de 1.0; para falla general (de 0 a 32.0 m) se obtuvo un factor de seguridad de 1.29 (como se muestra en el cálculo tipo); por lo anterior, se requiere contar con un sistema de anclaje y retención que permita elevar dichos factores a un valor mínimo de 1.70.

##### Sistema de Anclaje.

La presión de confinamiento requerida en toda la altura del corte, se determinó a partir de la siguiente expresión:

$$Pa = Fa / H$$

Donde:

**Pa** = Presión adicional uniformemente distribuida, aplicada en la pared del corte, en ton/m<sup>2</sup>.

**Fa** = Fuerza resistente adicional requerida para elevar el factor de seguridad a valores permisibles, en ton/ml.

**H** = Altura del corte tributario por el ancho tributario de acuerdo a la distribución de las anclas, en m<sup>2</sup>.

Con la presión de diseño sobre la pared del corte, se revisaron patrones de anclaje con diferentes separaciones. La capacidad requerida de las anclas se determinó mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$Ca = Pa / At$$

Donde:

Ca = Capacidad requerida de las anclas para un área tributaria definida, en ton.

Pa = Presión adicional uniformemente distribuida, aplicada en la pared del corte, en ton/m<sup>2</sup>.

At = Área tributaria del ancla, definida a partir de una distribución en línea preestablecida, en m<sup>2</sup>.

Una vez determinada la capacidad requerida de las anclas, se definió la longitud necesaria del bulbo de reacción o parte activa del ancla, utilizando la siguiente expresión:

$$L = Ca / (P (C + \sigma \tan \phi))$$

Donde:

L = Longitud de la parte activa del ancla, en m.

Ca = Capacidad de diseño de las anclas de refuerzo para un área tributaria definida, en ton.

P = Perímetro de la perforación del ancla, en m.

C = Cohesión del suelo ó adherencia aparente entre la lechada y el suelo natural del lugar, en ton/m<sup>2</sup>.

$\sigma$  = Presión de confinamiento del bulbo de reacción del ancla, en ton/m<sup>2</sup>.

$\phi$  = Ángulo de fricción interna del suelo, en grados.

El número de niveles de anclaje requerido para la excavación es de once líneas dispuestas en tres bolillo con una separación de 2.0 m en sentido horizontal y 2.0 m en sentido vertical, para los tres primeros niveles; de 3.0 m en sentido horizontal y 3.0 en sentido vertical hasta el nivel 8; de 3.50 m en sentido horizontal y 3.50 en sentido vertical para el nivel 9 y las dos últimas líneas de 3.30 m en sentido horizontal y 3.30 en sentido vertical.

En el documento anexo se presenta la memoria de cálculo tipo para una de las anclas y en la tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados obtenidos. **Tabla IV.2**

NIVEL DE ANCLAJE	PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD (m)		CAPACIDAD DEL ANCLA (ton/m <sup>2</sup> )
		ZONA PASIVA	ZONA ACTIVA	
1	2	3.5	22.3	13
2	4	2.2	22.7	13
3	6	11.8	12	50
4	8.5	10.6	10	50
5	11.5	9.2	10	50
6	14.5	7.7	10	30
7	17.5	6.3	8	50
8	20.5	4.9	8	50
9	24	3.2	6	45
10	27.3	1.7	6	45
11	30.6	1.7	6	45

**Tabla IV.2 Niveles de anclaje**

El número de torones se determinó considerando la capacidad del ancla requerida para obtener un factor de seguridad admisible para la excavación y considerando la capacidad de cada torón, de acuerdo con lo señalado en el cálculo tipo.

La perforación para la colocación de las anclas se realizara de la siguiente manera: Para todos los niveles de anclas la inclinación máxima será de 15° con respecto de la horizontal, esto con el fin de evitar afectaciones a las instalaciones cercanas. Para los bulbos de las anclas se requiere aplicar una presión de inyección que debe ser como máximo de 1.0 kg/cm. Con un total de **680 anclas de torones de acero de presfuerzo**. Tal como se muestra en los **Anexos 3 al 8**.

Para los estudios previos anteriormente mostrados así como de los sondeos realizados para el estudio de Mecánica de Suelos realizados se plantearon dos alternativas de excavación para la construcción de la cimentación y de los 7 sótanos subterráneos, para lo cual se consideraron estas alternativas:

✓ **Alternativa 1**

Esta alternativa consiste en efectuar en toda el área del edificio excavaciones parciales, del orden de 4.0 m, al término de estas, se colocaran anclas de fricción que tendrán una distribución en general en tres bolillo, tanto horizontal como vertical, con la longitud necesaria para contar con un factor de seguridad mínimo de 1.7; estas se complementaran con un muro de concreto lanzado.

El anterior sistema **tendrá la gran ventaja de tener áreas libres de obstáculos**, permitiendo que la excavación y construcción de la cimentación y los sótanos se efectúen de manera limpia y rápida; por otro lado tiene el inconveniente de que será necesario conciliar con los vecinos la colocación de las anclas.

✓ **Alternativa 2**

Esta alternativa contempla al igual que la otra, realizar excavaciones parciales de 4.0 m, al término de estas, se estabilizara el corte vertical mediante un muro de concreto lanzado y se procederá a colocar el sistema de apuntalamiento constituido por vigas madrinas y troqueles. **El sistema anterior tendrá la gran desventaja de tener en toda el área obstáculos** (vigas madrinas y troqueles), con el consecuente incremento en los tiempos de excavación y construcción de la cimentación y los sótanos.

**Para lo cual se escogió por viabilidad económica así como técnica la Alternativa 1**

#### **IV.1.2 Procedimiento de excavación**

La excavación se realizará en etapas, dejando una berma de protección perimetral de 3.0 m de ancho y un talud con una relación de 1:2 (1 horizontal x 2 vertical) en las etapas I y III y en el tramo que comprende el edificio colindante de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ **Etapa I.** Excavación central hasta el nivel -3.0 m dejando bermas perimetrales.
- ✓ **Etapa II.** Excavación de las bermas hasta el nivel -3.0 m en tramos de 6.0 m, colocación del primer nivel de anclas (N-2.0 m) y concreto lanzado.
- ✓ **Etapa III.** Excavación central hasta el nivel -6.50 m dejando bermas perimetrales.
- ✓ **Etapa IV.** Excavación de las bermas hasta el nivel -6.50 m en tramos de 6.0 m, colocación del segundo nivel de anclas (N-4.0 m) y concreto lanzado.
- ✓ **Etapa V.** Excavación general hasta el nivel -7.50 m en tramos de 6.0 m, colocación del tercer nivel de anclas (N-6.0 m) y concreto lanzado.
- ✓ **Etapa VI.** Excavación general hasta el nivel -9.50 m, colocación del cuarto nivel de anclas (N-8.50 m) y concreto lanzado.
- ✓ **Etapa VII.** Excavación general hasta el nivel -12.50 m, colocación del quinto nivel de anclas (N-11.50 m) y concreto lanzado.
- ✓ **Etapa VIII.** Excavación general hasta el nivel -15.50 m, colocación del sexto nivel de anclas (N-14.50 m) y concreto lanzado.
- ✓ **Etapa IX.** Excavación general hasta el nivel -18.50 m, colocación del séptimo nivel de anclas (N-17.50 m) y concreto lanzado.

- ✓ **Etapa X.** Excavación general hasta el nivel -21.50 m, colocación del octavo nivel de anclas (N-20.50 m) y concreto lanzado.
- ✓ **Etapa XI.** Excavación general hasta el nivel -25.0 m, colocación del noveno nivel de anclas (N-24.0 m) y concreto lanzado.

Conforme se avance con la excavación, sobre la superficie del corte vertical perimetral, se instalarán las anclas y se irá colocando el concreto lanzado que tendrá 10 cm de espesor hasta los 7.0 m de profundidad y 7 cm en el resto de la pared del corte; de esta forma se irá construyendo el sistema de contención que trabajará en conjunto tales muros, además que le **volumen total Excavado fue de 40000 m<sup>3</sup>** tal como se muestra en la **Figura IV.1.**



**Figura IV.1. Procedimiento de Excavación**

## IV.2. Colocación de concreto lanzado

El ACI (American Concrete Institute) define el concreto lanzado como un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad sobre una superficie. Dicha superficie puede ser concreto, piedra, terreno natural, mampostería, acero, madera, poliestireno, etc. A diferencia del concreto convencional, que se coloca y luego se compacta (vibrado) en una segunda operación, el concreto lanzado se coloca y se compacta al mismo tiempo, debido a la fuerza con que se proyecta desde la boquilla.

Si la mezcla que se va a lanzar cuenta sólo con agregados finos, se le llama mortero lanzado, y si los agregados son gruesos se le denomina concreto lanzado. Por otra parte, el concreto con agregado fino es conocido como **gunite**, y cuando incluye agregado grueso, como **shotcrete**, **aunque también se llama gunite al concreto lanzado por la vía seca, y shotcrete al concreto lanzado por la vía húmeda.**

Hay una clasificación del concreto lanzado en dos tipos, según su aplicación: en la vía seca un concreto seco o semi-seco se sopla con aire comprimido a la boquilla donde se mezcla con agua a presión y se rocía y vía húmeda el concreto plástico premezclado se bombea a la boquilla y se impulsa mediante aire comprimido. **Para este proyecto se ocupo el concreto en estado seco el cual tiene un espesor del muro de concreto lanzado es de 14 cm. de espesor y armado con varilla del N° 5, 4 y 3. Tal como se muestra en la Figura IV.2**

### • Usos del concreto lanzado

De acuerdo con el ACI, definen que éstos son actualmente los usos y aplicaciones más comunes del concreto lanzado:

- |   |  |
|---|--|
| ✓ Estabilización de taludes y muros de contención | ✓ Recubrimiento sobre panel de poliestireno            |
| ✓ Cisternas y tanques de agua                     | ✓ Túneles y minas                                      |
| ✓ Albercas y lagos artificiales                   | ✓ Muelles, diques y represas                           |
| ✓ Rocas artificiales (rockscaping)                | ✓ Parabolooides, domos geodésicos y cascarones         |
| ✓ Canales y drenajes                              | ✓ Concreto refractario para chimeneas, hornos y torres |
| ✓ Rehabilitación y refuerzo estructural           |  |

Las ventajas que ofrece el concreto lanzado, dice que, entre otras, evita la colocación de cimbras y tiras de corte; permite el diseño de formas libres; presenta baja permeabilidad, alta resistencia, adhesividad y durabilidad; disminuye las grietas por temperatura; puede dársele cualquier acabado y coloración; su técnica permite el acceso a sitios difíciles (pueden alcanzarse hasta 300 m horizontales y 100 m verticales) y, además, su empleo es ideal para estructuras de pared delgada.

Con respecto al equipo necesario para la aplicación del concreto lanzado, menciona el siguiente:

- ✓ Compresor de aire de 300 a 900 CFM (ft<sup>3</sup>/mín.) @ 100 psi (lb/in<sup>2</sup>), con mangueras y conexiones
- ✓ Lanzadora de concreto ya sea para vía seca o bomba de concreto vía húmeda
- ✓ Revolvedora de un saco o sacos premezclados para vía seca o trompos de concreto premezclado para vía húmeda
- ✓ Bomba de agua de alta presión y mangueras y conexiones para vía seca
- ✓ Andamios y/o plataforma de elevación
- ✓ Equipo de seguridad: casco, lentes, botas, mascarilla, guantes, arnés, protección auditiva
- ✓ Accesorios y herramientas: acero de refuerzo como varilla o malla electrosoldada, anclajes, reglas para emparejar y cortar, alambre, llanas, planas, cucharas y otros

Para poder asegurar la calidad de un trabajo de concreto lanzado, se deben considerar los siguientes puntos:

- ✓ Diseño adecuado de la mezcla: especificar resistencia a la compresión, proporción de cemento, agregados, agua, aditivos, fibras, etcétera
- ✓ Preparación de la superficie sobre la que se va a lanzar: debe estar libre de polvo, aceite, agua y materiales extraños sueltos
- ✓ Aplicación por parte de un boquillero con experiencia para reducir al mínimo el rebote y las oquedades detrás del acero de refuerzo
- ✓ Curado como cualquier concreto convencional

En la mayoría de las aplicaciones, el método preferido está determinado por cuatro factores: **economía, disponibilidad de material y equipo, acceso a la obra, así como por la experiencia y preferencia del contratista.**

#### **Características del Método Vía Seca:**

- ✓ Control instantáneo sobre el agua de mezclado y consistencia de la mezcla en la boquilla para cumplir con las condiciones variables del lugar
- ✓ Más apropiado para mezclas que contengan agregados livianos, materiales refractarios y concreto que requiera resistencia temprana
- ✓ Puede transportarse a largas distancias
- ✓ Mejor control del inicio y parado de la colocación con menor desperdicio y mayor flexibilidad
- ✓ Mejores resistencias a la tensión, flexión y compresión, mejor adherencia a la superficie y a la estructura, permeabilidad reducida, mejor resistencia química y al congelamiento.

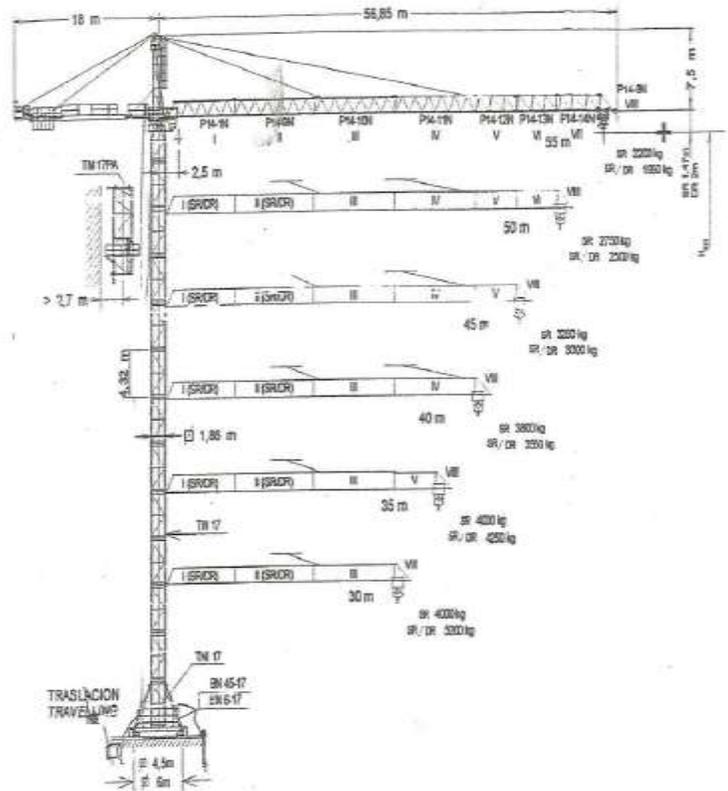
El uso de Concreto lanzado se ha incrementado en las últimas décadas, particularmente en aplicaciones en túneles, estabilización de peñascos o escollos, trabajo de reparación y como un método de construcción alternativo. El Concreto lanzado facilita la construcción en áreas difíciles donde no es posible el colado en el lugar, o para la creación de elementos estructurales y bóvedas. Concreto lanzado es un proceso en seco para soporte en condiciones de base suave.



**Figura IV.2 Colocación del Armado en muro de contención y colocación de Concreto lanzado**

### IV.3. Instalación de la Grúa Torre

Para la construcción de la nueva sede alterna del CENEVAL uno de los retos muy importantes era el de bajar los materiales al nivel máximo de excavación que fue de 22.6 m y para ello se empleó la utilización de una grúa torre marca Espamex Jasso modelo 145 con capacidad de 2.6 toneladas que opero en condiciones complejas desde un espacio de 24 x10 m, la grúa se armó a 52 m de altura desde el nivel bajo de la cimentación hasta 10 metros arriba del nivel máximo del edificio naranja que pertenece a la empresa Grupo Altavista y que es el edificio vecino con mas altura.



**Figura IV.3 Diagrama de la capacidad de la Grúa Torre según longitud del brazo**

La grúa torre es una máquina empleada para la elevación de cargas, por medio de un gancho suspendido de un cable, y su transporte en un radio de varios metros, a todos los niveles y en todas direcciones. Los modelos más habituales son la grúa torre y la grúa torre auto desplegable. Están constituidas esencialmente por una torre metálica con corona de giro, un brazo giratorio horizontal o abatible y los mecanismos de orientación, elevación y distribución, pudiendo además disponer de mecanismo de traslación, generalmente sobre carriles. La grúa torre puede instalarse empotrada, inmovilizada o desplazable. Tal como se muestra en la **Figura IV.3**

De la cual se empiezan a enlistar los trabajos realizados para la instalación de la grúa torre y se muestra el procedimiento en las **Figuras IV.4, a la IV.6:**

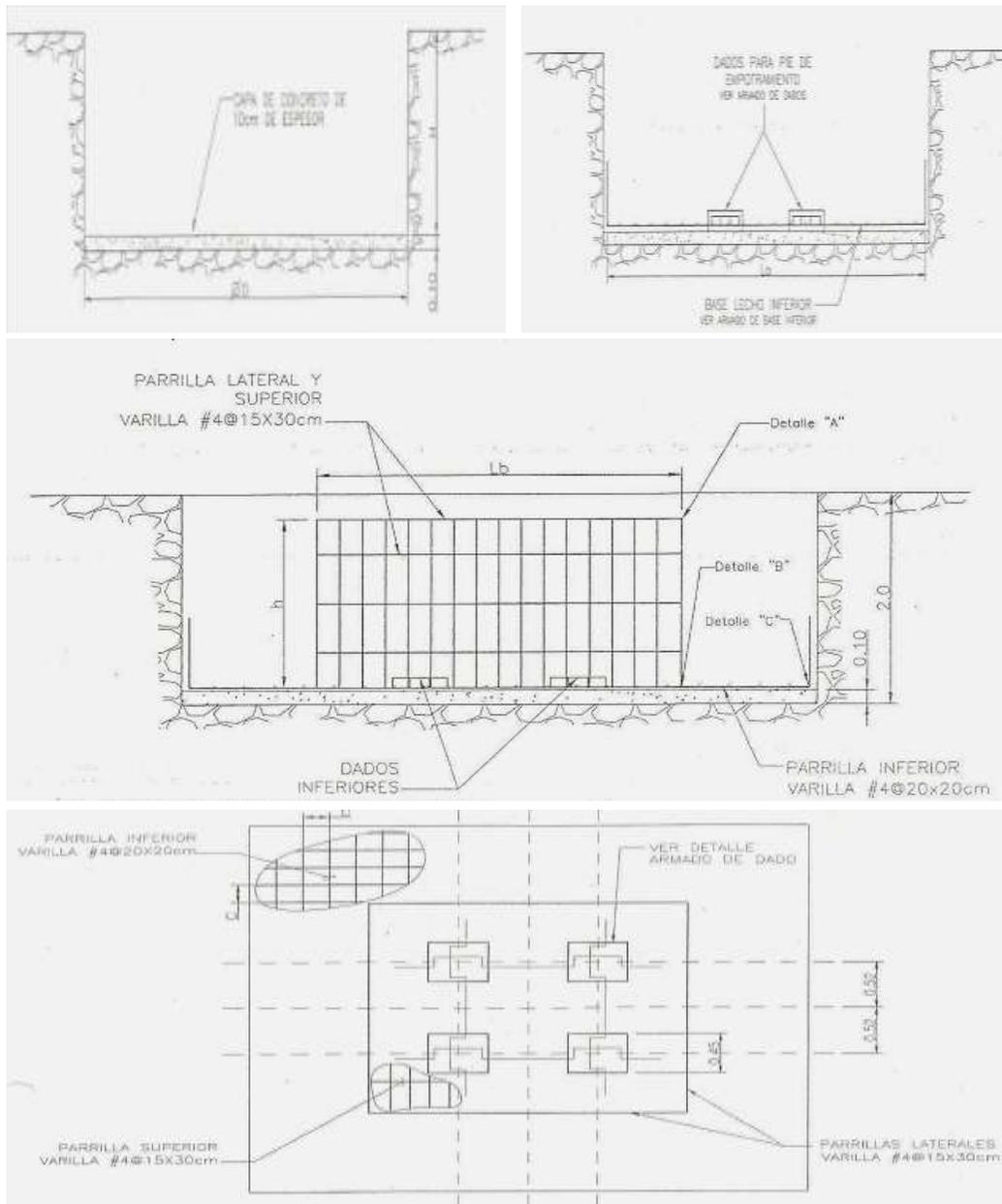
- 1) Estando en el nivel máximo de excavación a 22.6 m de profundidad a partir del nivel de calle, se tiene que hacer una zanja en base a la resistencia del suelo y nivelar el fondo y extender una capa de 10cm de espesor de concreto. Las dimensiones son mostradas en la **Tabla IV.3**

Dimensiones de la cimentacion de la grua Torre									
Altura bajo Gancho (m)	Modelo de la Grua	Medidas (m)							Presion del terreno requerido (ton/m2)
		A	C	D	H	La	Lb	h	
54	serie J125/J140/J145	0.22	0.2	6	1.9	5.65	3.15	1.5	18.3

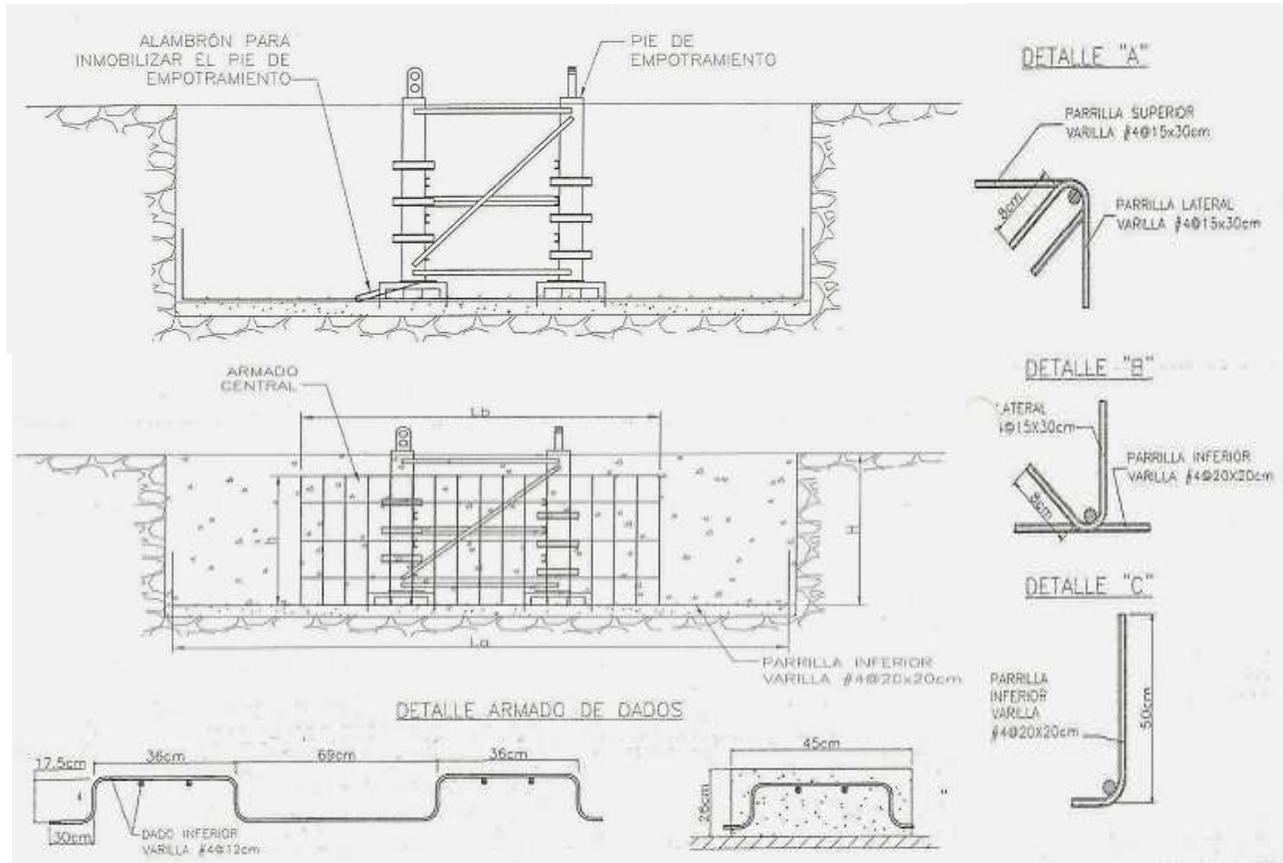
**Tabla IV.3 Dimensiones del Cajón para la cimentación de la Grúa Torre**

- 2) Una vez nivelado el terreno y mejorado con concreto se arma el lecho bajo de la base del pie de empotramiento, se arman y cuelan los dados donde se montara dicha base.

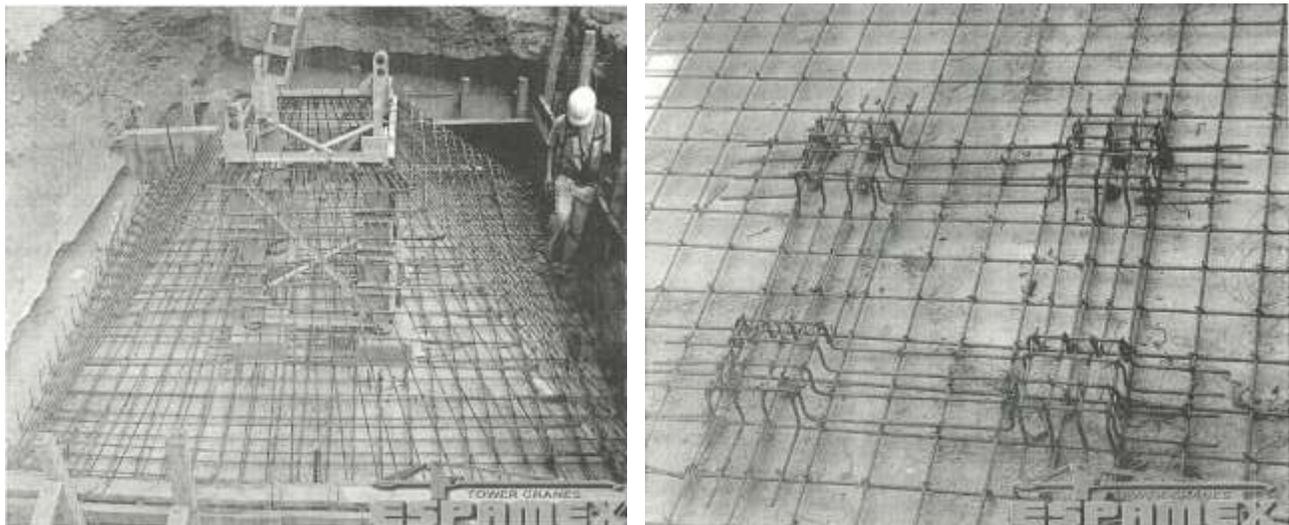
- 3) Una vez fraguados los dados se coloca sobre ellos el pie de empotramiento centrándolo, nivelándolo y fijándolo a la parrilla inferior de la base por medio de alambrcn sin que pierda su nivelación ni altura requerida.
- 4) Ya ubicado y nivelado adecuadamente el pie de empotramiento se arman las parrillas laterales y superior con varilla del  $\varnothing 4 @ 15 \times 30$  cm. una vez armada se checa nuevamente la nivelación del pie de empotramiento y se cuela toda la base de concreto de  $250 \text{ kg/cm}^2$ .
- 5) También es necesario colocar la gura torre a un sistema de tierras y para ello es necesario fijar en tierra la varilla de cobre marca COPERWEL con una longitud de 2.10 m de  $1/2" \varnothing$ , debiendo penetrar en la tierra como mínimo 1.80 m a la varilla se le debe instalar 1 conector o abrazadera con un cable señalado con color verde - amarillo de  $3/8"$  sin aislamiento el cual se debe fijar en el otro extremo al bastidor de la grúa mediante otro conector



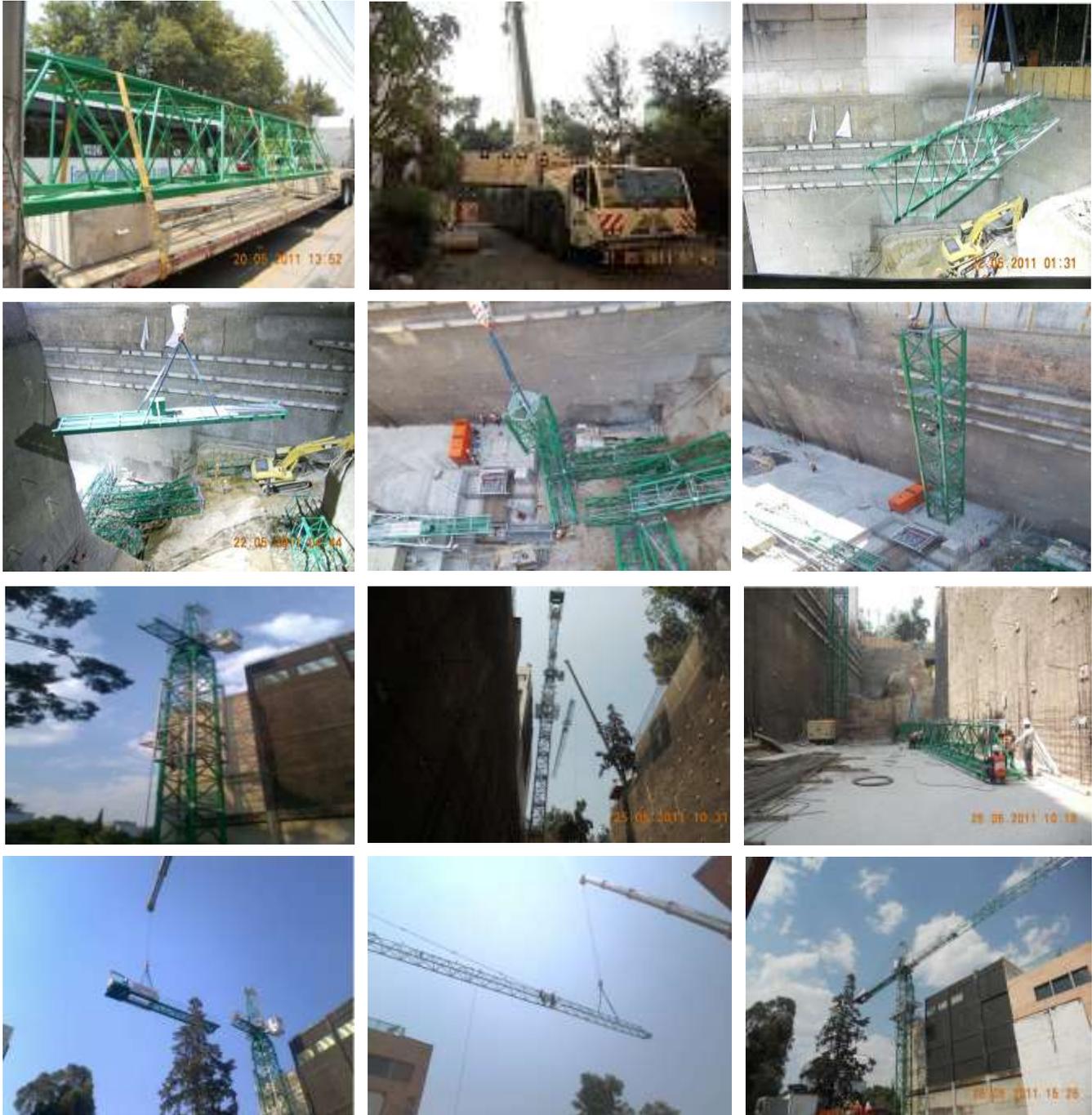
**Figura IV.4 Procedimiento de Armado de la Cimentación de la Grúa Torre**



**Figura IV.5 Procedimiento de Armado de la Cimentación de la Grúa Torre**



**Figura IV.6 Armado real de las Cimentación de la Grúa Torre**



**Figura IV.7 Procedimiento de instalación de la Grúa Torre**

Descripción del procedimiento de instalación de la grúa torre:

- ✓ La grúa es traída desde el sitio de almacenaje hasta el lugar donde se instalara por medio de un camión de plataforma y esta viene en piezas.
- ✓ Se posiciona una grúa de neumáticos marca Terex de 35 toneladas en el predio vecino para hacer la maniobra de descarga de la grúa torre del camión al lugar de la excavación.
- ✓ Se descarga la grúa del camión por medio de una grúa Terex y se hace la maniobra de izaje de los elementos hacia el dado de la cimentación para la base de la Grúa torre
- ✓ Luego se coloca el primer tramo, con los diagonales que lo unen a la base y una parte del lastre basal
- ✓ Seguidamente se instala la corredera sobre la que se ubica la cabeza de torre y la cabina.
- ✓ Luego se coloca la pluma y contra-pluma, el elemento de giro, cabeza de torre y tramo trepador, uniéndose a la torre de montaje.
- ✓ Se monta el contrapeso definitivo y se agrega más lastre basal
- ✓ Se instalan nuevos tramos con la ayuda de la pluma de la grúa hasta alcanzar su altura definitiva.
- ✓ Otra forma de aumentar la altura es por medio de un sistema en el que la unidad cabeza de torre-cabina, es de sección menor que el resto del fuste.
- ✓ El nuevo tramo que tiene un lado abierto se superpone a la torre rodeando a la unidad superior. Luego ésta sube por el interior de este nuevo tramo, recién armado.

El ensamblaje de todos los conjuntos se hace por medio de uniones rápidas que no exigen alineación previa. Además el trepado se hace por accionamiento hidráulico y los operarios realizan todo su trabajo desde plataformas seguras y confortables, haciendo que todo el proceso incluso en grúas de gran capacidad resulte realmente rápido. El Procedimiento antes mencionado se resume en la secuencia de imágenes mostrada en la **Figura IV.7**

En la **Tabla IV.4** se recogen las tareas habituales a realizar en las operaciones de montaje y desmontaje de grúa torre y en la **Tabla IV.5** las tareas a realizar en las operaciones de conservación de la grúa torre.

OPERACIÓN	TIPOS DE TAREAS
Carga y descarga de las partes de la grúa con medios auxiliares, bien en el parque de maquinaria o en la obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enganchado de cargas.</li> <li>• Seguimiento y señalización de maniobras.</li> <li>• Apilado y colocación de las cargas.</li> <li>• Desenganchado de cargas.</li> </ul>
Montaje y desmontaje de grúa torre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enganchado y desenganchado de cargas.</li> <li>• Seguimiento y señalización de maniobras.</li> <li>• Ensamblaje de estructura sobre el terreno.</li> <li>• Colocación de bulones.</li> <li>• Apriete de tornillería.</li> <li>• Montaje estructural de la grúa.</li> <li>• Conexiónado eléctrico.</li> <li>• Colocación de cables de trabajo.</li> <li>• Comprobaciones finales de instalación.</li> <li>• Anotación en el libro de la grúa.</li> </ul>
Montaje y desmontaje de auto desplegable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enganchado y desenganchado de la grúa.</li> <li>• Seguimiento y señalización de maniobras.</li> <li>• Nivelación de la grúa.</li> <li>• Plegado y desplegado de la grúa.</li> <li>• Comprobaciones finales de instalación.</li> <li>• Anotación en el libro de la grúa.</li> </ul>

**Tabla IV.4 Tareas habituales de operación de montaje y desmontaje de la grúa torre**

OPERACIÓN	TIPOS DE TAREAS
Revisión periódica de grúa torre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos de carga.</li> <li>• Comprobar instalación eléctrica.</li> <li>• Estado de la cabina y medios de acceso.</li> <li>• Estado de las protecciones.</li> <li>• Funcionamiento de los mecanismos.</li> <li>• Comprobar dispositivos de seguridad.</li> <li>• Estado de indicadores y placas.</li> <li>• Estado de la estructura y sus uniones.</li> <li>• Anotación en el libro de la grúa.</li> </ul>
Reparación de avería de la grúa torre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga y descarga de partes a sustituir.</li> <li>• Reparación estructural.</li> <li>• Reparación mecánica.</li> <li>• Reparación eléctrica.</li> <li>• Anotación en el libro de la grúa.</li> </ul>

**Tabla IV.5 Tareas de operación de conservación de la grúa torre**

### **IV.3.1 Medidas de prevención y protección**

Las medidas de prevención y protección se concretan en función del riesgo y consisten básicamente en recomendaciones para los montadores y operarios cualificados, en sus tareas de montaje y desmontaje de la grúa, así como en las de conservación de la misma. Tales recomendaciones se presentan a continuación:

#### **✓ Vuelco o caída de la grúa**

El vuelco o caída de la grúa puede ser originado por problemas en la cimentación de la grúa, por un procedimiento de montaje, desmontaje o conservación inadecuado, por un golpe en la estructura de la grúa, por rotura o fatiga del material y por errores humanos.

Hay que verificar que se haya hecho la Cimentación de acuerdo al manual de instalación de la grúa para evitar Momentos de Volteo y que ocasionen problemas con la grúa.

#### **✓ Procedimiento de montaje, desmontaje y conservación inadecuado**

- Realizar las tareas de montaje, desmontaje y conservación siempre según las indicaciones del fabricante,
- Se debe prestar especial atención en la secuencia de colocación de los contrapesos necesarios antes y después de colocar la pluma en las grúas torre, para no desequilibrar la grúa y provocar su caída, así como en las grúas autodesplegables con la colocación del carro y de los tirantes para que se encuentren en la situación requerida para el correcto plegado y desplegado de la misma.
- En las tareas de conservación, no realizar maniobras extrañas o prohibidas que pongan en peligro la estabilidad de la misma y siempre realizadas por el gruísta autorizado al efecto.

#### **✓ Golpe en la estructura de la grúa**

- Comprobar que la estructura y el entorno de la grúa está protegido de posibles golpes o colisiones de otras máquinas o vehículos, mientras se procede al montaje o desmontaje.
- En las tareas donde intervenga una grúa autopropulsada debe existir una correcta comunicación de los montadores con el operador de la grúa a través de los ademanes de la norma UNE-58000-2003 y/o los recogidos en el R.D.485/1997 sobre señalización.
- En las tareas de conservación o reparación que requieran algún medio auxiliar, tener la precaución de que no pueda chocar en sus movimientos con la estructura de la grúa.

#### **✓ Rotura o fatiga del material**

- En el caso de las grúas autodesplegables monobloc, cuyo momento nominal se encuentre comprendido entre 15 kN.m y 170 kN.m, que no requieren inspección antes del montaje, se verificará con mayor detalle el estado de la estructura y partes de la grúa por los montadores, con el fin de evitar imprevistos por mal estado de la misma.
- En las tareas de conservación comprobar en primer lugar el estado de la estructura y las partes vitales de la estabilidad de la grúa, antes de realizar el resto de operaciones programadas.
- En el almacenamiento de la grúa mientras no está montada se debe tener la precaución de que su conservación sea la adecuada, evitando el contacto directo con el suelo para proteger de la humedad la estructura de la grúa, así como la protección de sus partes eléctricas.

#### **✓ Errores humanos**

- Las operaciones de montaje y desmontaje solo serán realizadas por montadores calificados, necesariamente mecánicos o eléctricos, siendo probada su capacidad, reconocida explícitamente por el fabricante dependerán de un técnico titulado, quien deberá planificar y responsabilizarse del trabajo que se ejecute además de que el montador dispondrá de una orden de trabajo, en la que figurarán como mínimo los datos siguientes:

- Marca, tipo y número de fabricación de la grúa.
- Alturas de montaje inicial y final.
- Longitudes de pluma y contra-pluma.
- Características del contrapeso.
- Características de los lastres inicial y final, si procede.
- Cargas y distancias admisibles y tipo de reenvío de elevación.

– Tensión de alimentación.

– Datos definitorios de arriostramiento, si procede.

Estar en condiciones óptimas, tanto físicas como mentales, para trabajar en altura.

• Las operaciones de montaje, desmontaje o conservación, se realizarán con luz diurna como establece el punto en caso de fuerza mayor se tomarán medidas para obtener un nivel de iluminación adecuado, extremando las medidas de seguridad.

#### ✓ **Caída de carga**

Las riesgos de caída de carga están presentes en las tareas de carga y descarga de la grúa, bien en el parque de maquinaria o en la obra, en las operaciones propias de montaje, desmontaje y de reparación, elevadas por la propia grúa o con la ayuda de grúas autopropulsadas. Puede ocurrir por mal enganchado o colocación de la carga, por falta o mal estado del pestillo de seguridad del gancho, por rotura del cable de elevación, por rotura o fallo de los accesorios de la carga, por rotura o fallo del mecanismo de elevación y por errores humanos.

#### ✓ **Mal enganchado o colocación de la carga**

- Los encargados de enganchar las cargas estarán formados y designados por los montadores o conservadores.
- El montador o conservador como señalista tomará las medidas necesarias para evitar los peligros que resulten del transporte de la carga y de su caída eventual. Dirigirá y será responsable del amarre, de la elevación, distribución, posado y desatado correcto de las cargas.
- Los componentes alargados se sujetarán con eslingas dobles, para evitar el deslizamiento.
- No colocar los ramales de las eslingas formando grandes ángulos puesto que el esfuerzo de cada ramal crece al aumentar el ángulo que forman.
- El tipo de amarre debe ser tenido en cuenta, respetando los datos del fabricante de la eslinga, puesto que según se coloque la eslinga su capacidad de carga varía.
- Amarrar las cargas bien equilibradas de forma que dos eslingas distintas nunca se crucen, es decir, no deben montar unas sobre otras en el gancho de elevación y además estar perfectamente niveladas.

#### ✓ **Falta o mal estado del pestillo de seguridad del gancho**

• El operario comprobará el estado del pestillo de seguridad del gancho y de las eslingas a utilizar y si no están en las debidas condiciones desistirá de enganchar la carga.

#### ✓ **Rotura del cable de elevación de la carga**

- Trabajar solo con grúas auxiliares que estén en buen estado y que hayan realizado todas las inspecciones y revisiones pertinentes.
- Si se detecta que el cable de elevación presenta deformación, estrangulamiento o varios hilos rotos, el operario desistirá de proceder al enganche.
- No elevar cargas superiores a las indicadas por el fabricante.

#### ✓ **Rotura o fallo de los accesorios de la carga**

- Los estobos, eslingas, cadenas, etc., se revisarán para detectar posibles deterioros en los mismos y proceder en consecuencia antes de su utilización.
- Se comprobará que todos los accesorios a utilizar tienen marcado CE.

#### ✓ **Errores humanos**

• Garantizar la correcta comunicación entre el operador de la grúa auxiliar y los montadores o conservadores que realicen la tarea de señalista, para que el guiado de las cargas sea seguro, para ello se utilizarán los ademanes de mando además se recomienda que se disponga de un radio transmisor para facilitar la comunicación entre los diferentes operarios y el técnico titulado que planifica los trabajos.

✓ **Atrapamientos**

Los Atrapamientos de los operarios de montaje, desmontaje o conservación pueden tener lugar entre las partes de la grúa y elementos fijos, o entre las diferentes partes de la grúa.

✓ ***Entre las partes de la grúa y elementos fijos***

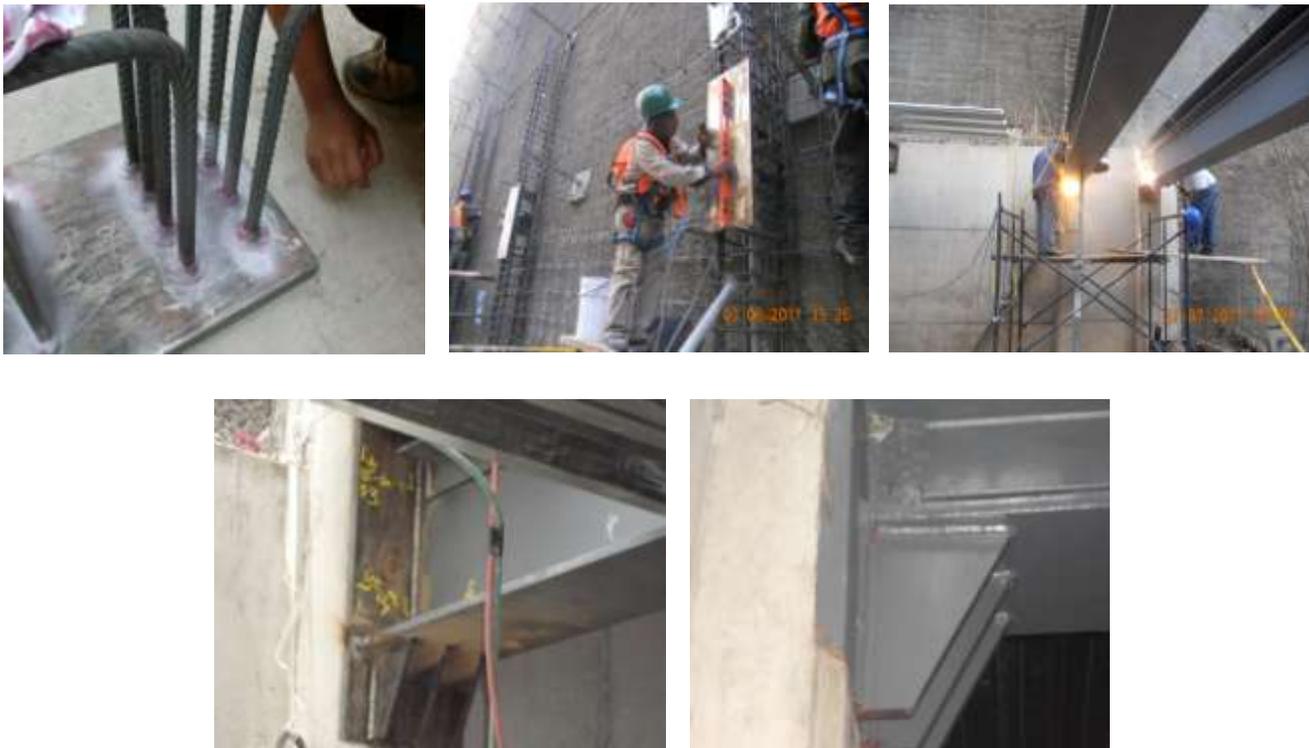
- El espacio libre mínimo para el paso de personal, entre las partes salientes de la grúa y cualquier obstáculo, debe ser de 0,6 m de ancho por 2,50 m de alto. En caso de imposibilidad, se prohibirá el acceso a dicha zona, excepto para operaciones en tareas de montaje y mantenimiento, en cuyo caso, la preceptiva evaluación de riesgos determinará las medidas preventivas a tomar.
- En el montaje y desmontaje de las diferentes partes de la grúa durante la instalación o reparación de la misma, nunca situarse en zonas encajonadas donde se pueda quedar atrapado por la pieza que se está manipulando.
- Si fuese preciso dirigir la carga, se debe atar una cuerda en el enganchado para luego guiarla, estando siempre la persona que guía, fuera del alcance de la carga.
- La zona de trabajo debe estar debidamente señalizada y el personal informado del riesgo.
- No colocarse debajo de la carga para recibirla.
- No tratar de empujar las cargas a lugares donde no llega la grúa mediante balanceo.
- En el almacenamiento de las partes de la grúa cuando no está montada, tener la precaución de que al apilar unas partes encima de otras, estas no sean inestables o inseguras.

#### IV.4. Estructura de Concreto y de Acero

El edificio cuenta con un sistema estructural mixto de concreto y acero el cual comenzó con la excavación en tramos de profundidad de 3 m y el empleo de 680 anclas de tensión en una configuración de tres bolillo tensados en primera instancia al 80% de su capacidad y para después de ahí colocar el muro de retención de *concreto en estado seco* el cual tiene un espesor del muro de concreto lanzado es de 14 cm. de espesor y armado con varilla del N° 5, 4 y 3. Para después hacer el proyecto en 2 edificios, el edificio anexo y el edificio principal los cuales están separados y tienen una cimentación de 1.40m y 1.5m de ancho respectivamente

Después de esto se colocó un muro con un espesor de 30 cm de concreto de alta resistencia tipo RR de 250 kg/cm<sup>2</sup> para hacer los muros de carga que van a cerrar el cajón subterráneo de los sótanos, esto se hizo a través de una cimbra prefabricada marca Peri, que consiste en bastidores metálicos con tablero de madera de triplay con un recubrimiento fenolico, una especie de esmalte resistente a las ralladuras, a los ataques de humedad y a los ácidos del concreto. Además se realizaron dentro de esos muros columnas de 20cm x 35 cm con un armado de varilla del No.4 (1/2”).

Después de terminados estos trabajos se procedió a colocar los embebidos tal como se muestran en la **Figura III.9** que son placas metálicas de 1” que en su parte interior que va a muro cuenta con varillas de 1” para anclarse al muro mismas que iban soldadas al armado del muro y la cuales tienen una ménsula para que ahí se coloquen las vigas de Acero A572 Gr. 36 con  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$  metálicas IPR mismas que son de 17 tipos de vigas mostradas en la **Tabla II.2 del segundo capítulo (pagina29)** mismas que van soldadas con arco eléctrico con electrodos E-70.



**Figura III.9** Imágenes del Procedimiento de Embebidos y Conexión con trabes

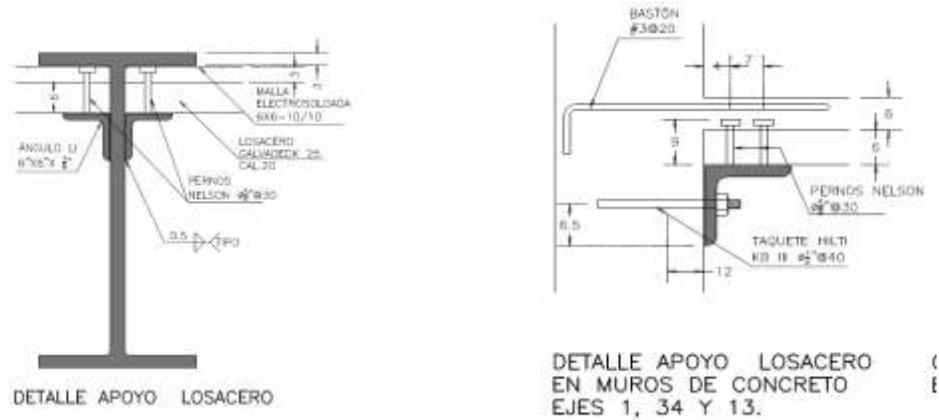


Figura III.10 Elementos de losa de Piso

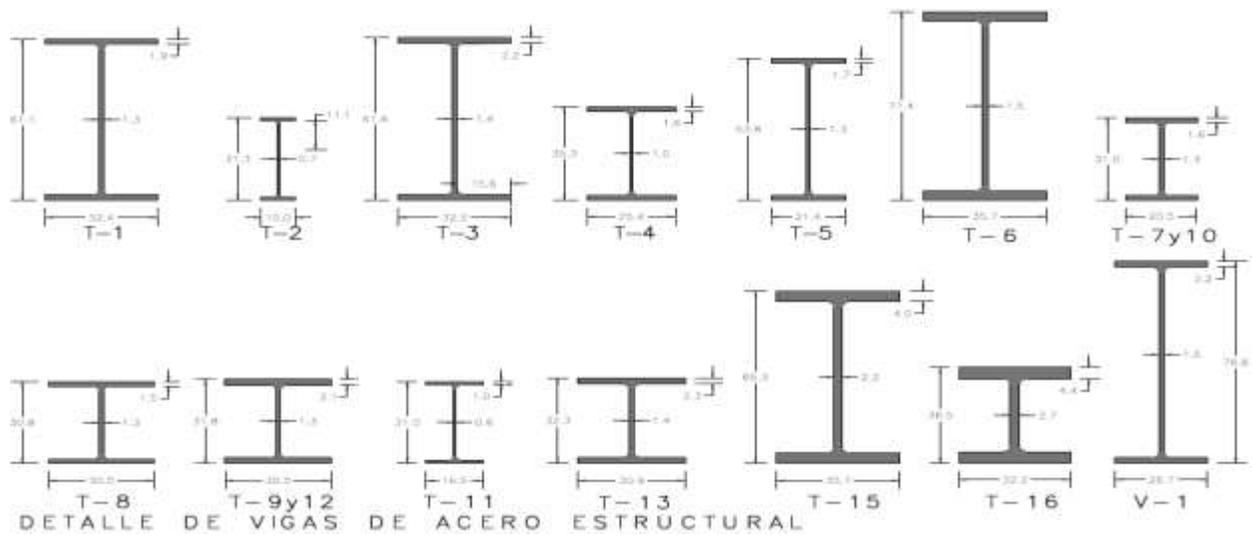
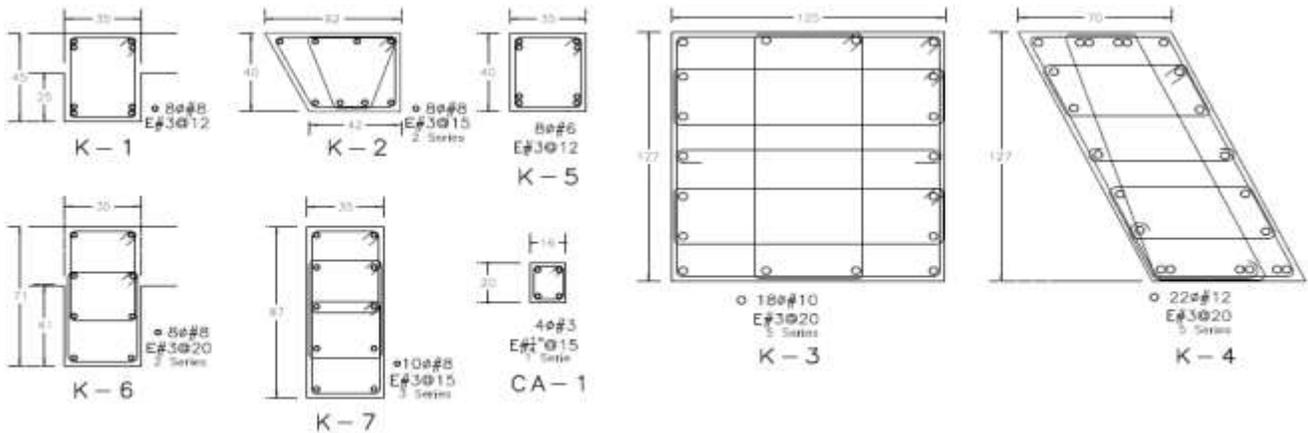


Figura III.11 Vigas usadas en toda la estructura

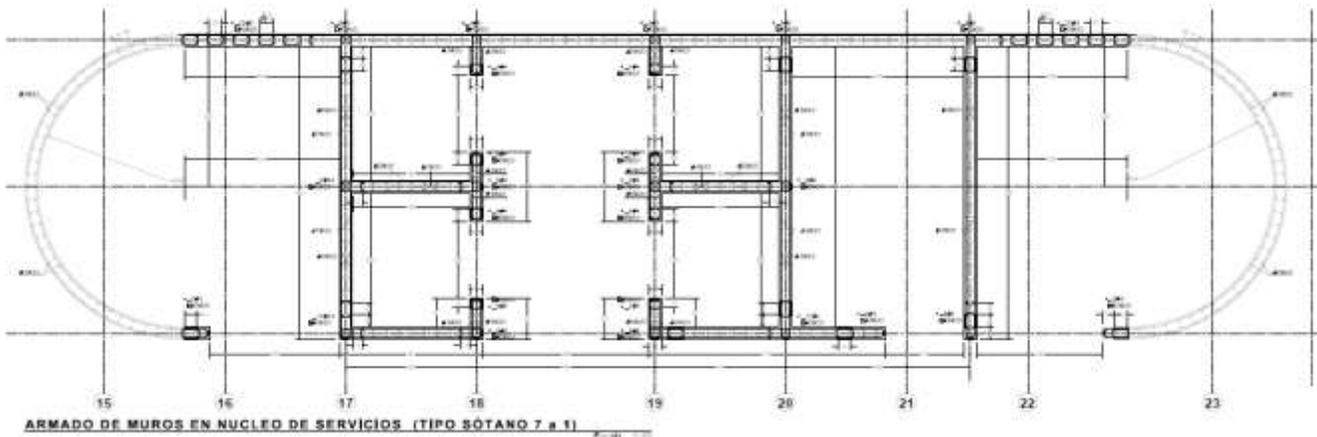


DETALLE ARMADOS EN COLUMNAS DE CONCRETO

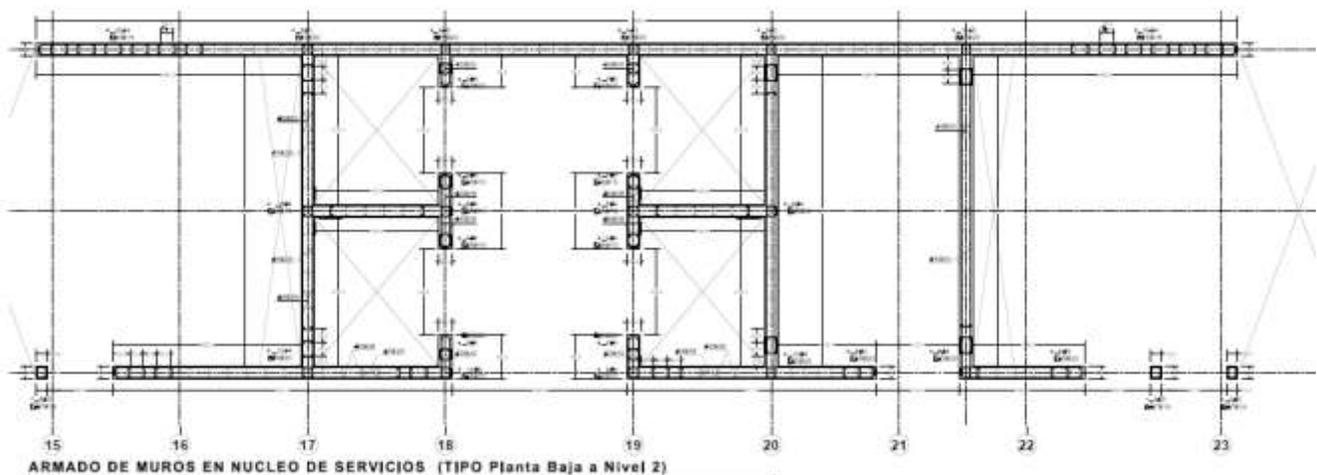
Figura III.12 Armado de columnas

Una peculiaridad del proyecto es que el sistema de piso es a base de losacero pero no es en la aplicación común, tal que por condiciones de alturas construibles que permite la delegación al proyecto original no cumple con lo especificado en el plan de Desarrollo Urbanos de la Delegación Alvaro Obregon se propuso la disminuir la altura de los entresijos haciendo una adaptación en las vigas portantes colocandoles 2 angulos L1 de 6"x6"x3/8" soldados en el alma de la viga a un distancia 3/4 del patin inferior, asi como en los elementos del muro se coloco el mismo angulo atornillado con taquete Hilti de 1/2", de tal manera los angulos que se colocaron es para apoya ahí el sistema de losa acero y en los cuales se soldo el perno nelson para que el sistema de losaacero este instalado adecuadamente .Tal como se muestra en la **Figura III.10** y los perfiles utilizados como vigas utilizados y los armados d elas columnas se muestran en las **Figuras III.11 y III.12 respectivamente**.

También la estructura está compuesta de un cubo de elevadores y escaleras de emergencia a la cual se le denomino píldora, este elemento es se concretó reforzado con armado de varillas del #4 y #6 @ 15 cm y estribos del # 3@20 cm este también tiene 2 configuraciones mostradas en las **Figuras III.13 y III.14** debido a que la primera figura es tipo para los sótanos 1 al 7 y la otra es tipo para el nivel PB al Roof Garden.

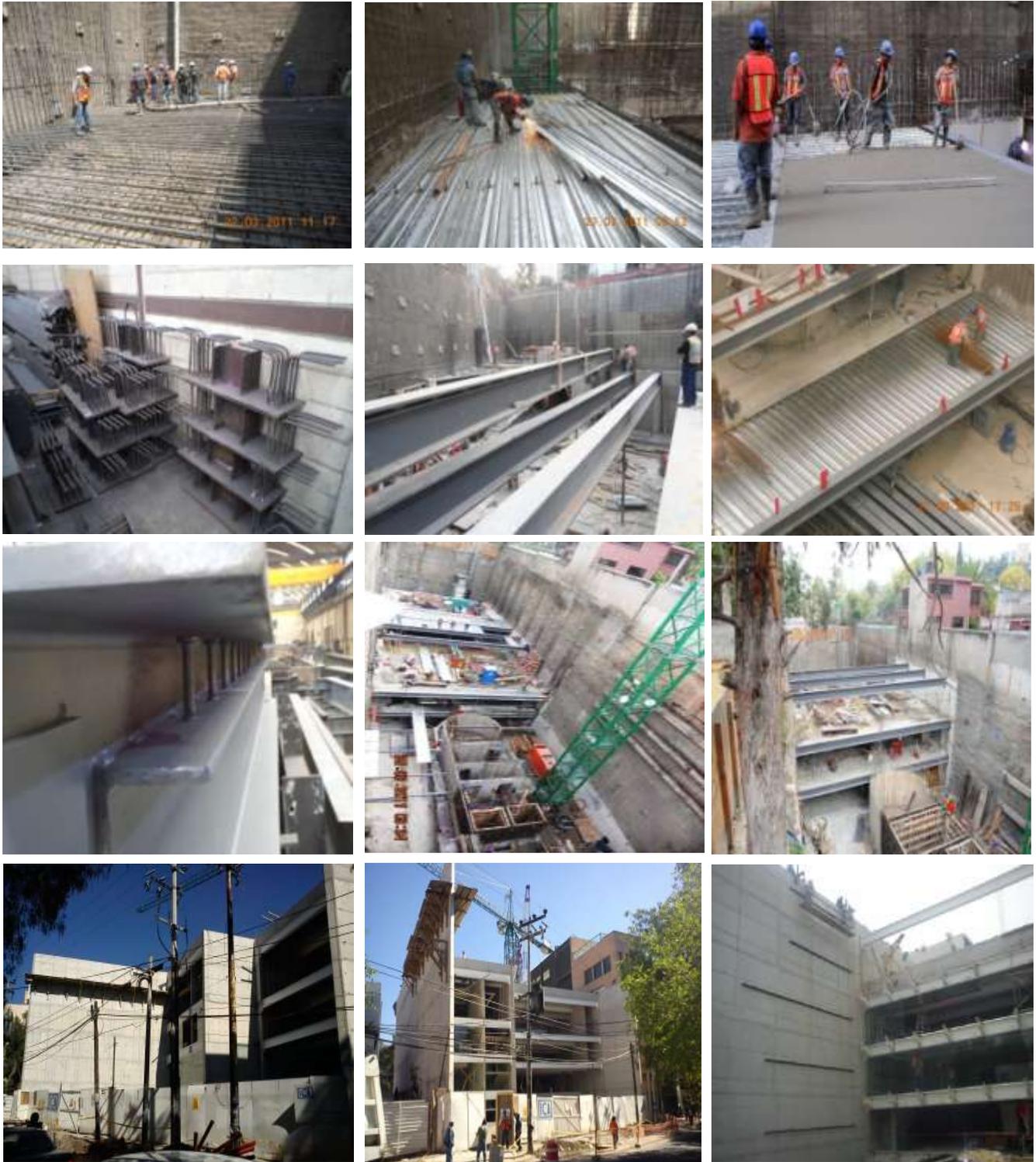


**Figura III.13 Configuración de la Píldora en Sótanos 1 al 7**



**Figura III.14 Configuración del cubo de levadores y escaleras de emergencia de PB a N3**

El procedimiento de la construcción de la estructura se muestra en la siguiente **Figura III.15**



**Figura III.15 Procedimiento de la Estructura Metálica y de Concreto de la Nueva Sede Alternativa del CENEVAL**

## V. **Control de calidad**

Se puede definir el control de calidad como en conjunto sistemático de esfuerzos, principio, prácticas y tecnología de una organización de producción o industria para asegurar mantener o superar la calidad del producto al menor costo posible por medio de una inspección. La cual es la actividad que se hace con la finalidad de garantizar que su ejecución se realice de acuerdo con las normas técnicas, especificaciones, planos y demás documentos que constituyen el proyecto. Se **apoya en los controles de calidad de los materiales que se utilizan en la obra**, y de los equipos y servicios que se adquieren para lograr el correcto funcionamiento de la misma.

La intensidad del control de calidad depende del conocimiento que tengan las personas, principalmente los ejecutivos sobre su utilidad, de las necesidades y magnitud de la obra de producción y de la disponibilidad de elementos y de organización que se tenga las actividades del control de calidad son:

- **Preventivas.** La realización de investigaciones y la elaboración de especificaciones y proyectos realistas
- **Control del proceso.** Durante el cual se debe exigir el cumplimiento a las especificaciones y proyecto en las etapas intermedias de producción o construcción.
- **Verificación.** Del producto u obra a su terminación en que se debe cumplir la meta propuesta y de acuerdo con lo alcanzado se realizaran los pagos y ajustes correspondientes, así mismo se debe observar el comportamiento que se tenga durante la operación o uso del producto elaborado.
- **Motivación.** El control de calidad debe motivar en forma adecuada al personal dese los ejecutivos hasta los operario para alcanzar la meta propuesta.

Para su realización se hacen las pruebas necesarias en la obra, a fin de controlar los aspectos que le corresponden, es decir, se hacen inspecciones técnicas para garantizar que la obra se ejecute según los planos y especificaciones correspondientes. Esta tarea se hace de la siguiente manera:

- ✓ Controlando todos los materiales que llegan a la obra, mediante los ensayos correspondientes.
- ✓ Constatando en cada plano, que la parte de obra que se ejecuta, está conforme en todos sus elementos.
- ✓ Constatando que los materiales se emplean y se colocan en su sitio según las especificaciones.
- ✓ Controlando todos los equipos que llegan a la obra, para garantizar que cumplen con las indicaciones dadas por los proyectistas y que están en buen estado de funcionamiento.

Estas actividades son realizadas por profesionales afines a esta área, que puede ser arquitecto o ingeniero. Por lo que El profesional que desarrolla esta actividad es el **Supervisor**, el cual deberá controlar periódicamente, mediante ensayos ó mediciones, la ejecución de las diferentes actividades para tener conocimiento y dar testimonio que cumplen o no con las condiciones de ejecución de acuerdo a especificaciones técnicas. De igual manera, el supervisor realizará el control permanente de la calidad de materiales empleados en la ejecución de obras. Y el cual deberá solicitar certificados de control de calidad a la contratista para que se verifique el origen de los insumos importados o nacionales.

En cualquier situación, la Supervisión deberá comunicar al Contratista cualquier disconformidad del trabajo respecto a las especificaciones técnicas y ordenará la paralización de obras de todo trabajo que se esté ejecutando mal y rechazará lo avanzado hasta ese instante, ordenando después el tipo de corrección que corresponda.

En caso que el Contratista no cumpla esta disposición, el Contratista a su costo, realizará todos los trabajos que el Supervisor considere necesarios para verificar la calidad de la obra cubierta. El Supervisor podrá ordenar, de manera justificada y por escrito, al Contratista la realización de alguna prueba no contemplada en las especificaciones técnicas a fin de verificar si algún trabajo tiene defectos. En caso de existir fallas o

defectos en las obras ejecutadas aún cuando han cumplido con lo establecido en la especificaciones técnicas, se realizarán ensayos especiales para determinar causas, que una vez determinadas se pondrán en conocimiento del CONTRATANTE, quien determinará el responsable de sufragar el costo de los ensayos y de la reparación o reemplazo de obras que deba efectuarse.

El Supervisor notificará al Contratista de todos los defectos detectados, especificando un plazo de corrección para cada uno. Todas estas notificaciones se escribirán en el **Libro de Bitácora**. En caso de incumplimiento por parte del Contratista, el Supervisor podrá estimar el precio de la corrección del defecto, siendo función del Supervisor especificar en la planilla o certificado de pago la deducción que corresponda por este concepto

### ***V.1 Aseguramiento de calidad de la obra***

El aseguramiento de calidad es la conjunción de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos dados para la calidad, los cuales deben estar sustentados en la satisfacción de las expectativas de los clientes.

El aseguramiento de calidad está basado en la aplicación de un sistema documental del trabajo, en el que se establecen las reglas claras, fijas y objetivas, se incluyen todos los aspectos relacionados al proceso operativo.

Este proceso comienza por el diseño, seguido de la planeación, producción, presentación, distribución, las técnicas estadísticas de control del proceso y la capacitación del personal.

La complejidad del aseguramiento de calidad radica en que a lo largo de todo el proceso operativo se debe mantener un estricto control sobre la correcta aplicación de las reglas o especificaciones técnicas establecidas, los métodos y las filosofías de calidad. Este control sobre el proceso operativo permite evaluar el desempeño del trabajo por medio de la obtención de datos confiables, el cual se refiere al manejo del proceso completo que lleva a una calidad definida de los datos producidos, mientras que el control de calidad consiste en las actividades que se llevan a cabo para obtener la exactitud y la precisión deseada de las mediciones. De las cuales salen estas premisas para los buenos manejos de la calidad:

***“NO EXISTE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SIN EL DOMINIO DE LA CALIDAD”***  
***“PARA DEMOSTRAR QUE ASEGURAMOS LA CALIDAD SE DEBE PRIMERAMENTE DOMINARLA”***

### ***V. 2 Gestión de calidad de la obra***

La gestión de calidad de la obra consta de los siguientes procesos:

✓ Inspección de los trabajos:

El Supervisor deberá inspeccionar junto al Contratista, el cumplimiento de los trabajos programados, ejecutados y terminados durante el mes, en Concordancia con el alcance del

✓ Contrato y especificaciones técnicas.

Así también, instruir al Contratista para que realice las correcciones, reparaciones o complementaciones respecto a los trabajos ejecutados que tuviesen observaciones, todas estas notificaciones se escribirán en el Libro de Ordenes.

✓ Medición de cantidades de obra:

El Supervisor junto al Contratista, debe realizar las mediciones de las actividades estipuladas en contrato y que fueron ejecutadas conforme a Especificaciones Técnicas.

✓ Medición de cantidades de obra:

En caso de haber requerido la realización de actividades no estipuladas en contrato, los volúmenes ejecutados serán tomados en cuenta solo si cuentan con la Orden de Trabajo u Orden de Cambio debidamente aprobada por el Supervisor y Contratante. En caso de ser necesario, se revisarán y aprobarán o rechazarán, las planillas especiales elaboradas por el Contratista con los cálculos auxiliares para la determinación de las mediciones.

### **V.3 Pruebas realizadas en el Edificio**

Para cumplir con los requerimientos de calidad en las obras de edificación es necesario hacer pruebas directas en la obra para los diversos materiales que entran para ser colocados, tal es el caso del concreto que se hacen pruebas de revenimiento y cilindros de resistencia, así como de la calidad en estructuras metálicas por medio de pruebas de líquidos penetrantes y ultrasonido. Algunas pruebas de enlistan a continuación por especialidades:

✓ **Concreto Armado (Tal como se muestra en la Tabla IV.4.1)**

- Verificación de datos en notas de remisión del tipo de concreto, resistencia, tamaño máximo del agregado (T.M.A), revenimiento, aditivos. Temperatura del concreto.
- Análisis de la Resistencia a compresión del concreto en varias 7,14 y 28 días
- Certificado de calidad del cemento. .
- Análisis físico químico de agua.
- Resultados de estudios de grava. Resultados de estudios de arena.
- Determinación del módulo elástico del concreto.
- Informe de ensaye de módulo elástico
- Pruebas de varillas de acero de refuerzo.
- Pruebas físicas de malla electro soldada.
- Pruebas de varilla electro soldada

✓ **Estructuras de Acero**

- Acreditación de laboratorio especializado en análisis de la calidad del Acero y Soldadura ante el EMA (Entidad Mexicana de Acreditación).
- Procedimientos de soldadura.
- Certificados de Calificación de soldadores de taller y de campo.
- Concentrado de pruebas de soldadura de taller y de Campo.
- Pruebas de soldadura (Ultrasonido).
- Pruebas de soldadura (Líquidos penetrantes).
- Certificados de calidad expedidos por el fabricante de los diversos materiales utilizados, tales como lámina galvanizada, placas de acero, perfiles metálicos, varilla de refuerzo y vigas metálicas.

✓ **Estabilización de taludes.**

- Certificados de acreditación de laboratorios ante la EMAC.
- Certificados de calidad de materiales como la placa de acero, torón.
- Fichas técnicas de la Tubería de polietileno densidad media, acelerante de fraguado, grasa grafitada, separador torón.
- Calibración del gato hidráulico para tensado de las anclas, gráficas de lecturas del manómetro.
- Informes de pruebas en torón efectuadas por laboratorio Lanco.
- Estudio de calidad de la arena y de la grava por medio de una caracterización total y pruebas especiales de agregado fino.
- Informe de resultados de estudios de la calidad del cemento por Cemex.
- Análisis y diagnóstico de agua para fabricar concreto.

- Informes de pruebas de resistencia del mortero de inyección para anclas. El cual incluye: Concentrado de reportes de resultados de resistencia de lechada para bulbos, incluye folio, fecha de colado, ubicación de anclas, resultados a diferentes fechas de ensaye y observaciones (82 ensayes), se incluye también copia de INFORME DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ESPECIMENES DE MORTERO del laboratorio Lanco.
- Informes de pruebas de resistencia del concreto lanzado el cual incluye: Concentrado de reportes de resultados de resistencia de concreto lanzado, incluye folio, fecha de colado, ubicación de elementos, resultados de ensaye a diferentes edades y observaciones, se incluye también copia de INFORME DE RESISTENCIAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO EXTRAIDOS DE ARTEZAS.
- Reportes de tensado de anclas al 100%. Concentrado de pretensado de anclas al 100% de su capacidad (40 anclas), se incluye también copias de los reportes correspondientes.

Las Pruebas de los elementos antes citados se muestran en los **Anexos 9 al Anexo 17**

## VI. Conclusiones.

- En un predio ubicado en la Avenida Camino al Desierto de los Leones No. 37, en la colonia San Ángel, Delegación Álvaro Obregón, en México, D.F., se proyectó la construcción del **Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior**.
- En resumidas cuentas el Edificio de la Nueva Sede Alternativa del CENEVAL es una joya Arquitectónica debido a su diseño vanguardista, a su sustentabilidad lo hace una edificación Verde, siendo una combinación perfecta basada en la tendencia del trabajo de **Arq. Mathias Goeritz**.
- Debido a que es un edificio con rasgos sustentables y al hacer una fachada doble para aislar el ruido, el sol y termina logra una sensación al usuario de confort para su buen desempeño en un área de trabajo, para que este se sienta en la comodidad de su hogar.
- Esta es un edificio inteligente lo que la hace una estructura de primer nivel la cual es arquitectónicamente muy bella la cual hace un juego extraordinario con la transparencia del edificio lo que hace un ambiente agradable al usuario, su exuberante vegetación la hace ecológica y reduce significativamente el impacto urbano y junto con la fachada artística genera un espectáculo nocturno ya que esta se ilumina por las noches.
- La estrategia de retirar el edificio de la calle y hacerlo sin bardas, sin rejas, para que la gente lo viera y no sintiera rechazo y al mismo tiempo este no fuera penetrable.
- La solución al problema de un espacio verde debajo del puente de acceso principal fue por medio de un patio inglés, el cual consistió en bajar un nivel y aprovechar para meter en la fachada principal un sistema de purificación, tratamiento y rehusó del agua.
- En cuanto al sistema de seguridad este tipo de inmueble será manipulado por medio del BMS (Building Management System), en el cual serán automatizados los accesos, elevadores, sistema de riego, distribución de agua, luz, aire acondicionado y todas las funciones básicas del edificio.
- Dicho edificio se realizó para cubrir la demanda de las necesidades de la empresa ya que esta se dedica a evaluar la calidad educativa de las instituciones de educación superior, y la infraestructura con la que cuenta es insuficiente, además de actualizarse a la vanguardia tecnológica.
- De acuerdo con el proyecto arquitectónico, se trata de una **Edificación tipo B con uso de suelo para Oficinas y Estacionamiento**, esta estructura contará con **Siete sótanos, Planta Baja, Tres niveles de Oficinas, Azotea, Roof Garden y un Edificio Anexo con Tres Niveles destinados a diversas actividades relacionadas con la empresa**.

- La forma del predio en planta es irregular, y es una construcción mixta de concreto y acero estructural, y el cual posee una geometría alargada de 61.0 m de largo por 16.59 m de ancho que ocupa la mayor parte del predio, y una zona en forma de trapecio en donde el ancho se amplía a 26.27 m.
- Para este edificio se planteó un sistema de estructura metálica a base de 17 perfiles IR para las trabes y de losa acero marca GALVADEK 25 calibre para dar un espesor de losa de 12.35 cm.
- Los 7 sótanos tienen un área de 1400 m<sup>2</sup> para cada nivel de estacionamiento para un total de 270 cajones, esto implicó efectuar una excavación hasta los **22.60 m** de profundidad con un volumen excavado de **15 000 m<sup>3</sup>** y están resueltos a base de una losa de cimentación de **1.2 m de espesor** en la parte inferior de la estructura apoyada en el estrato natural, acompañados de muros de contención a base de **concreto lanzado en seco de 10 cm** de espesor
- Se hicieron pruebas de control de calidad a la estructura tanto de la contratista como de la Supervisión de obra para revisar la calidad de la misma, tanto para la recepción por parte de la Supervisión de Obra como para la entrega al cliente CENEVAL de la Edificación, y así hacer valer su garantía en caso de algún desperfecto.

# ***VII. Anexos***

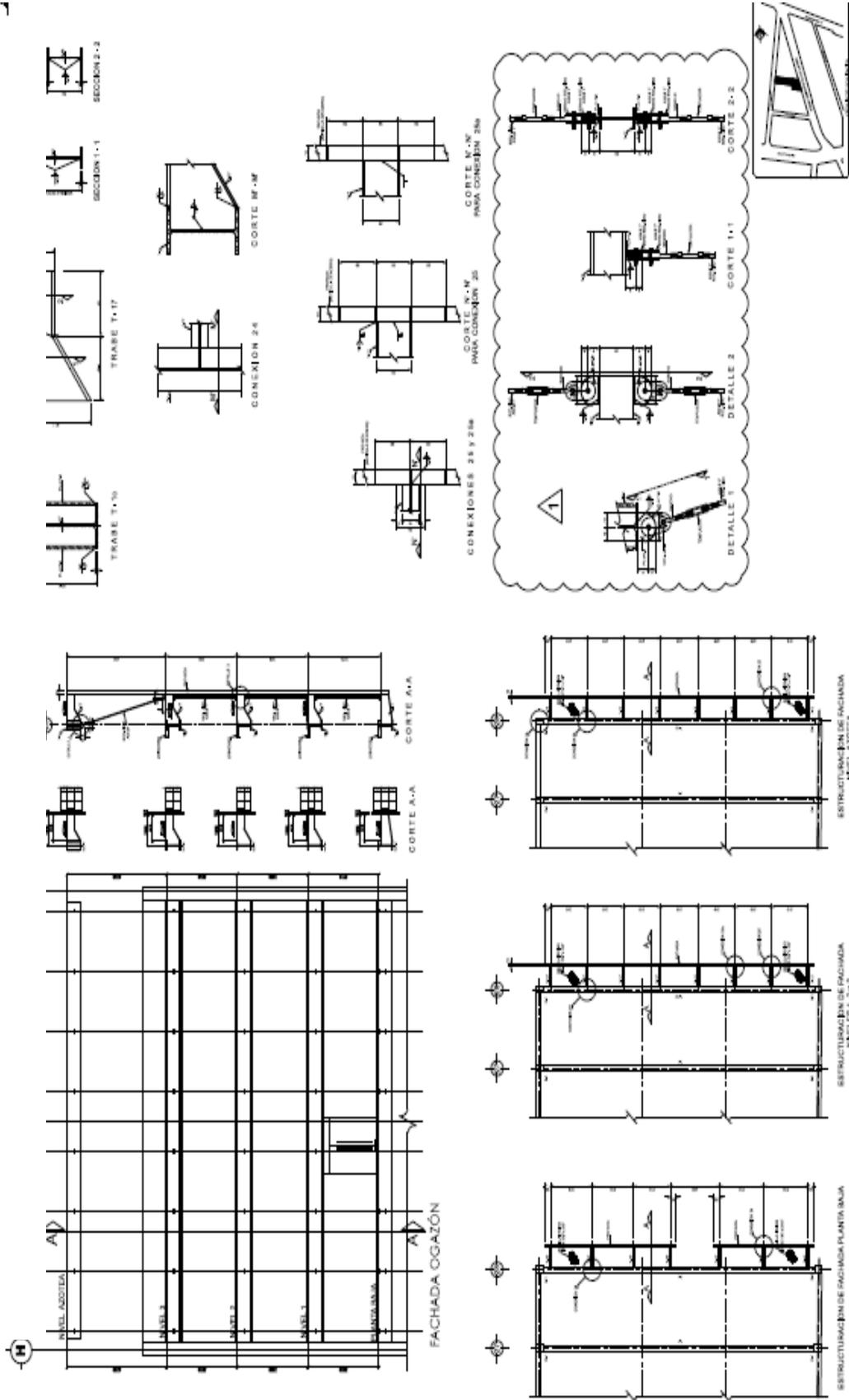
# **VII.1 Anexos**

# **Fachada Artística**



## Anexo 2 Planos de Ubicación y Montaje de Ménsulas T-17 y T-18 en Fachada Ogazon

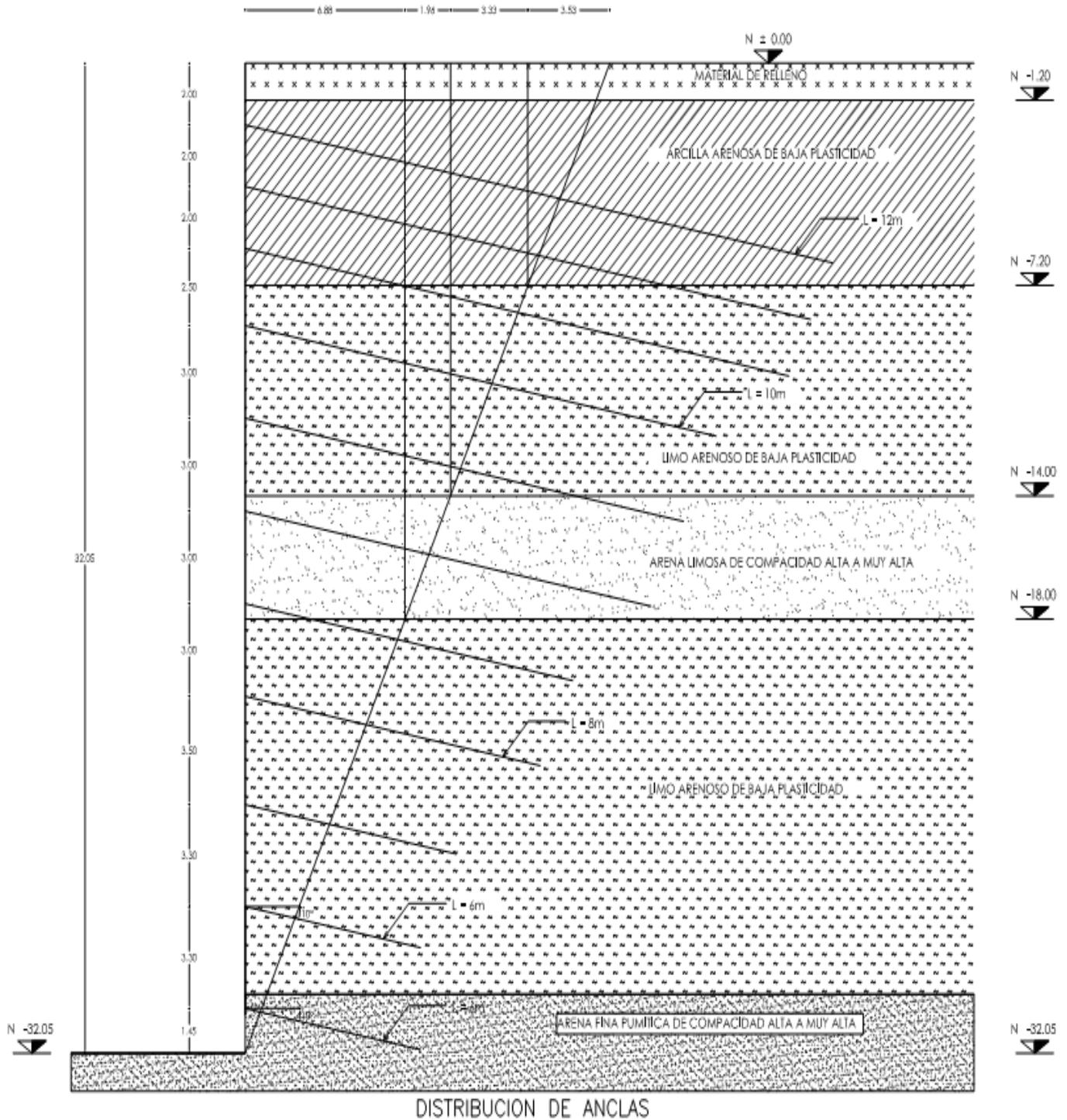
17



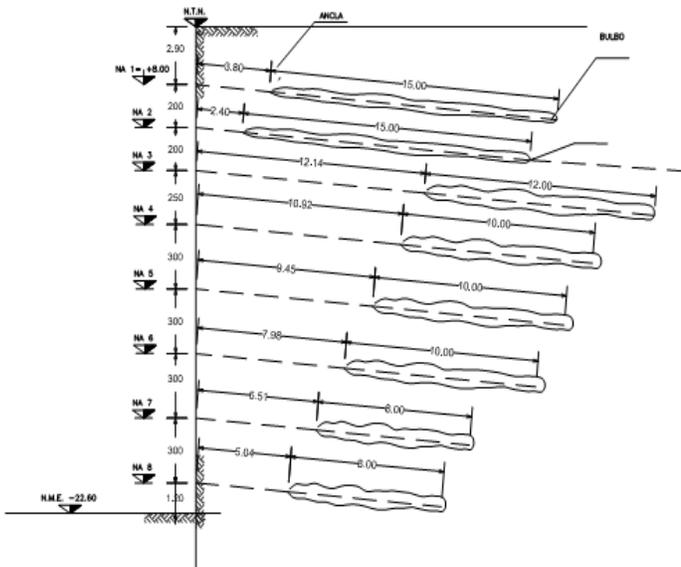
# **VII.2 Anexos**

## **Sistema de Anclas para contención de taludes**

EDIFICIO CENEVAL



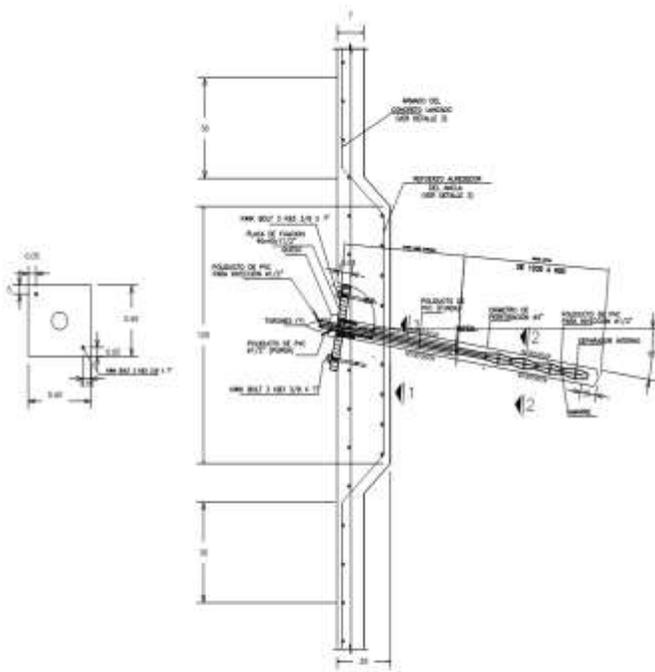
Anexo 3 Distribución de los anclajes utilizados en estabilización de taludes



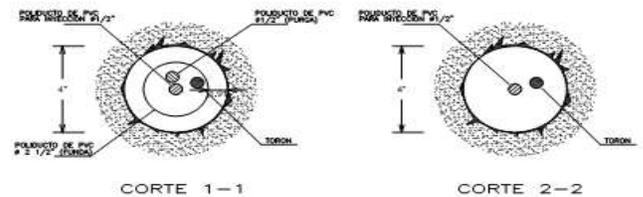
DISTRIBUCIÓN Y LONGITUD DE ANCLAS  
CORTE H - H'

ANCLAS						
NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD PASIVA (m)	LONGITUD ACTIVA (m)	Ø DE PERFORACIÓN (PULG)	TORÓN TIPO	CAPACIDAD DEL ANCLA DE DISEÑO (TON)
NA 1	2.90	3.80	15.00	4"	1K13	13.00
NA 2	4.90	2.40	15.00	4"	1K13	13.00
NA 3	6.90	12.14	12.00	4"	4K13	50.00
NA 4	9.40	10.92	10.00	4"	4K13	50.00
NA 5	12.40	9.45	10.00	4"	4K13	50.00
NA 6	15.40	7.98	10.00	4"	3K13	30.00
NA 7	18.40	6.51	8.00	4"	4K13	50.00
NA 8	21.40	5.04	8.00	4"	4K13	50.00

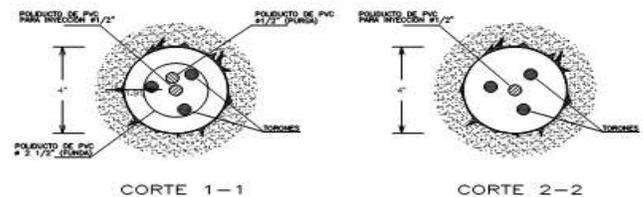
TABLA 2 (CORTE H - H')



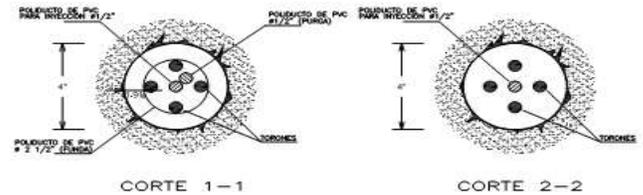
DETALLE DE ANCLA TIPO



ANCLA TIPO 1K13

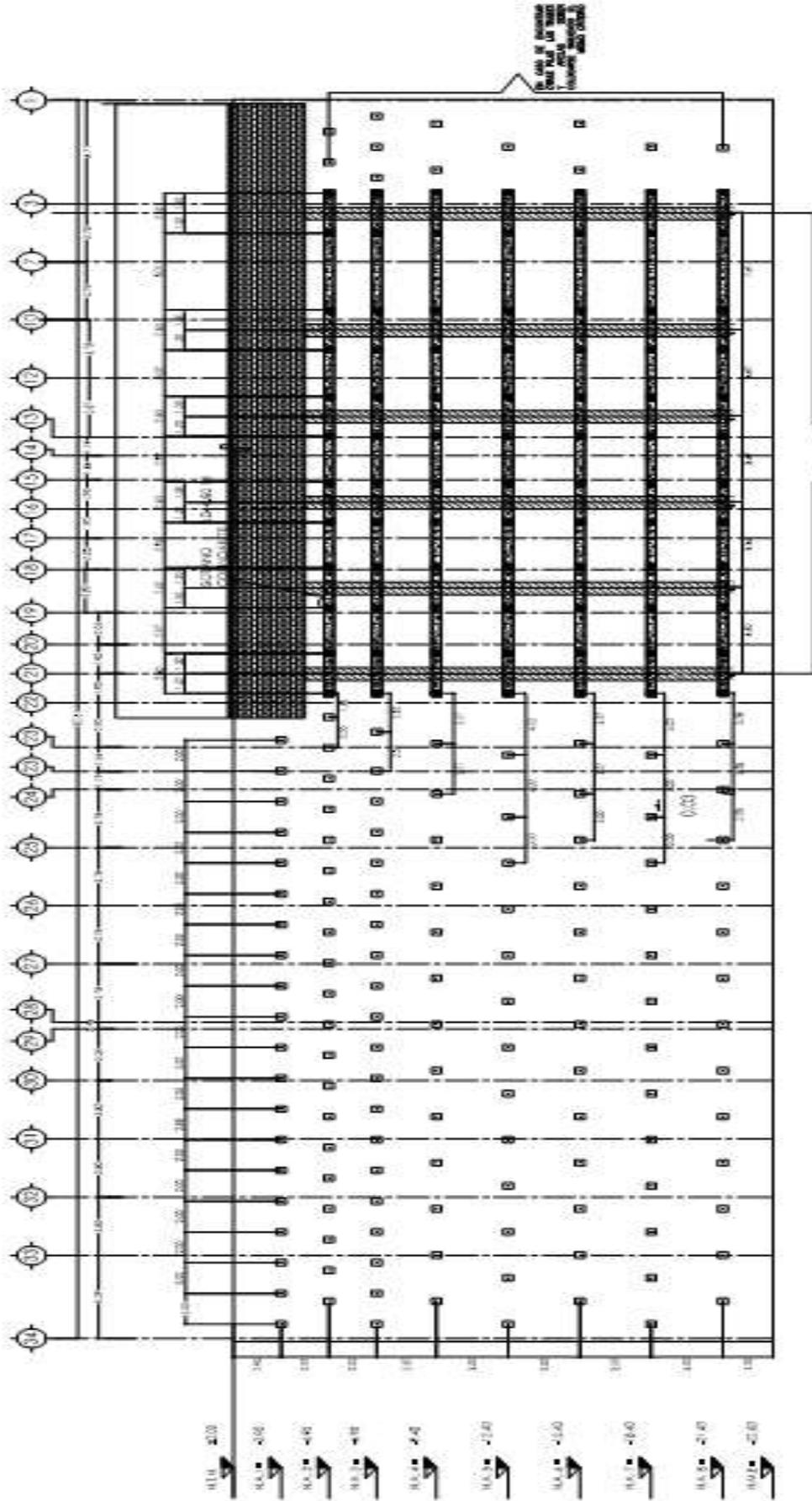


ANCLA TIPO 3K13



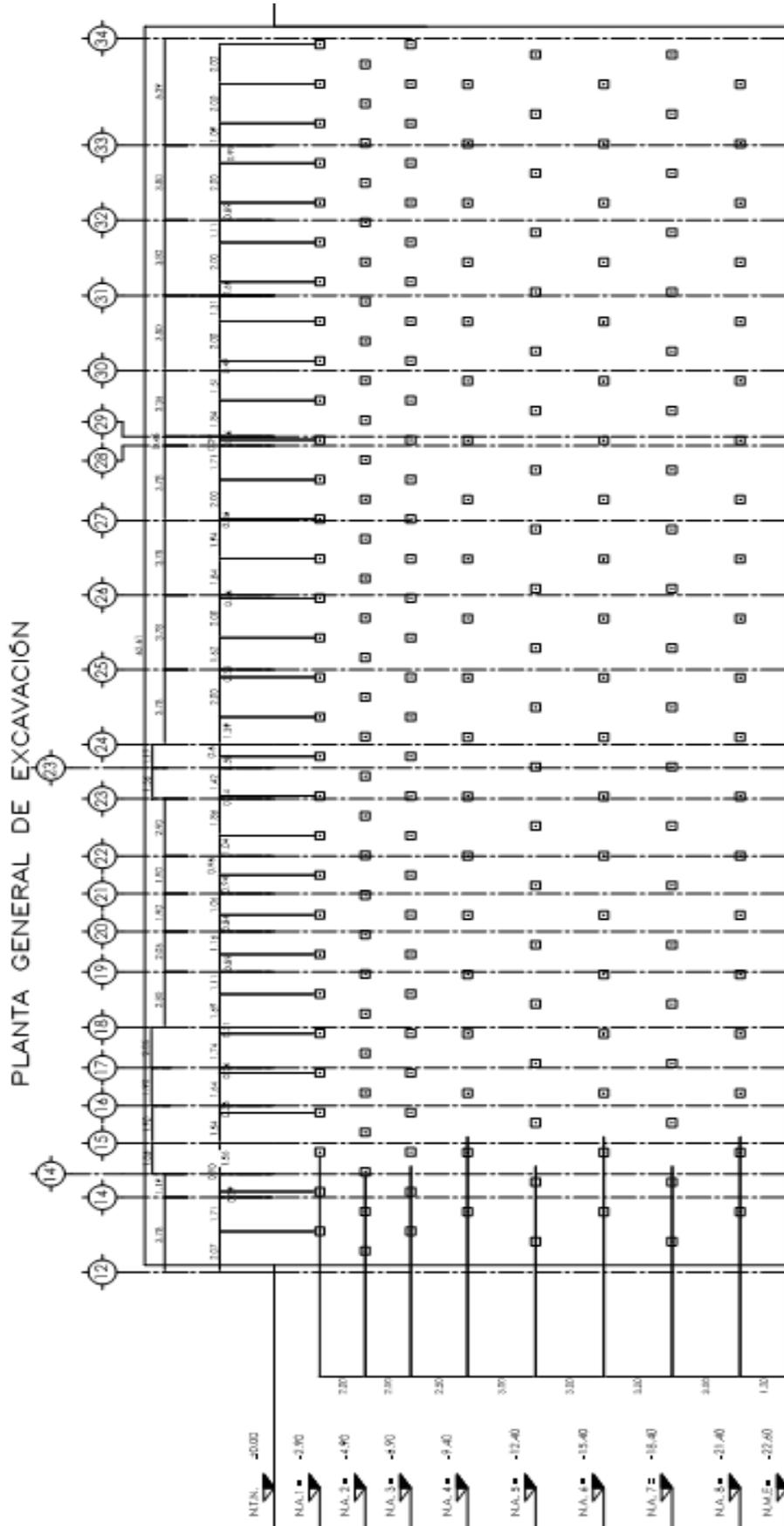
ANCLA TIPO 4K13

## Anexo 4 Profundidades y tipos de anclajes utilizados en estabilización de taludes



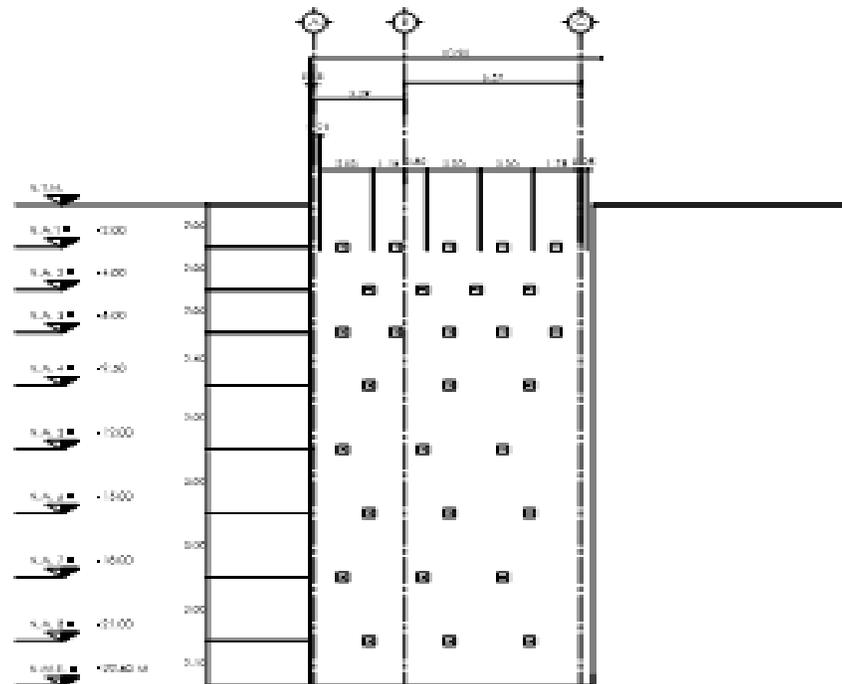
VISTA TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE ANCLAJES  
CORTE G - G' UBICADO EN EL EJE H  
CORTE TRANSVERSAL COLUMNADA ORIENTE

Anexo 5 Ubicación de los anclajes colocados sobre el eje H

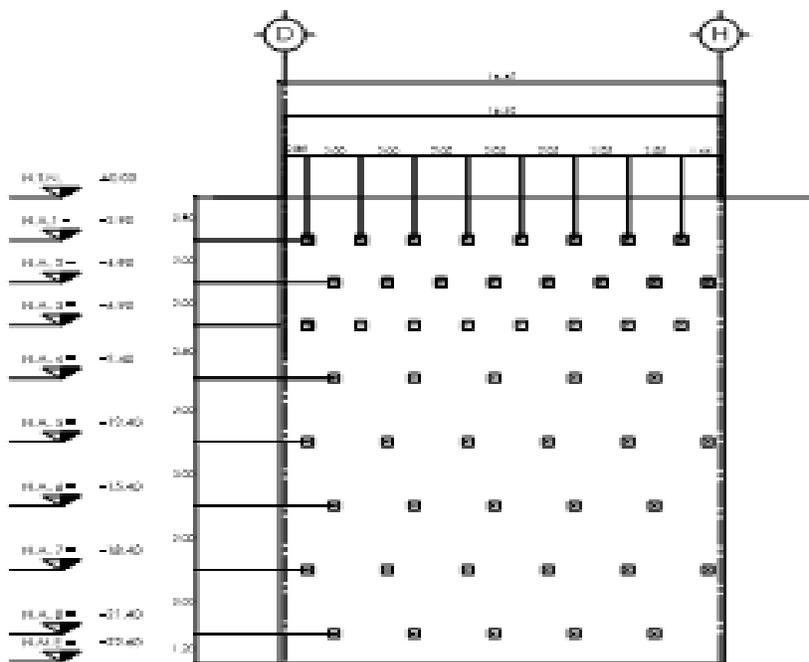


VISTA TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE ANCLAS  
CORTE A - A' UBICADO EN EL EJE D  
CORTE LONGITUDINAL COLINDANCIA PONIENTE

### Anexo 6 Ubicación de los anclajes colocados sobre el eje D

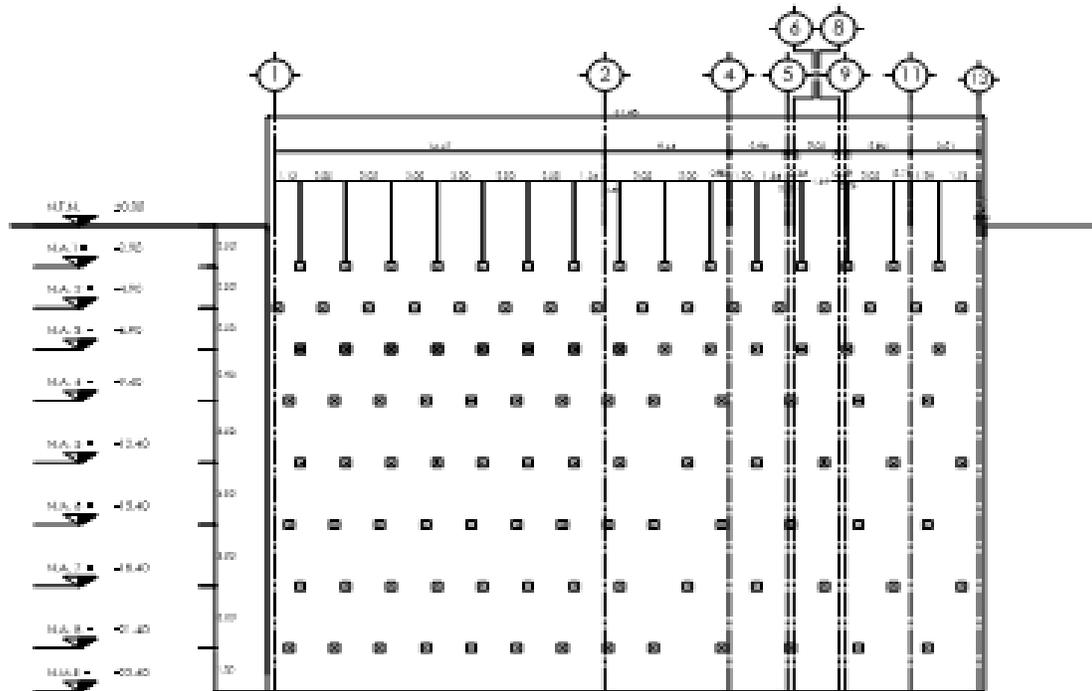


VISTA TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE ANCLAS  
CORTE J – J' UBICADO EN EL EJE 13  
CORTE TRANSVERSAL COLINDANCIA NORTE

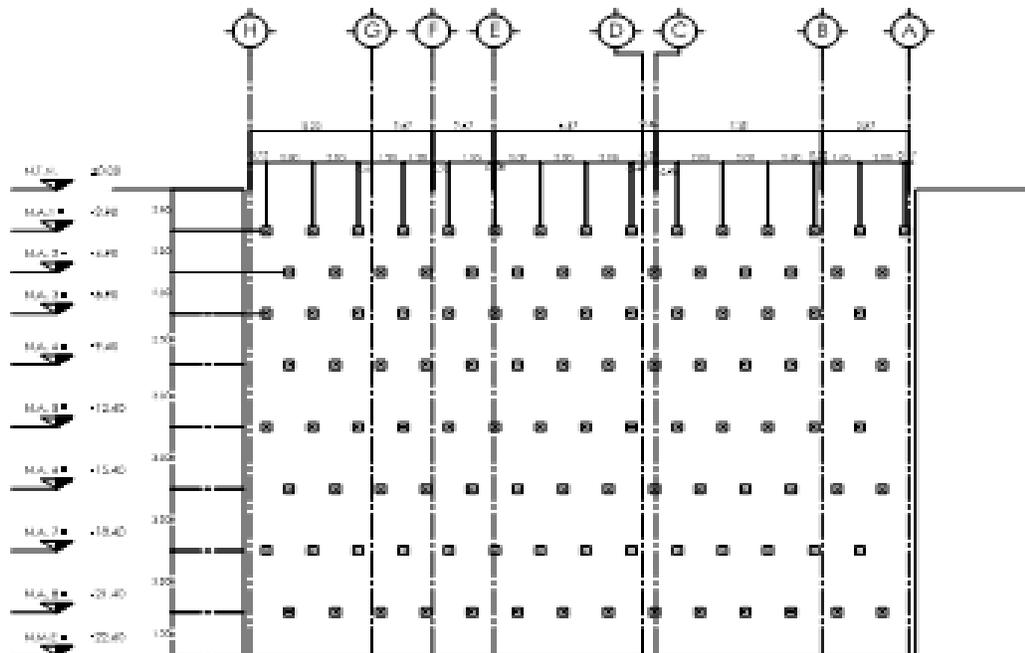


VISTA TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE ANCLAS  
CORTE H–H' UBICADO EN EL EJE 34  
CORTE TRANSVERSAL COLINDANCIA NORTE

Anexo 7 Ubicación de los anclajes colocados sobre los ejes 13 y 34



VISTA TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE ANCLAS  
CORTE B – B' UBICADO EN EL EJE A  
CORTE LONGITUDINAL COLINDANCIA PONIENTE



VISTA TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE ANCLAS  
CORTE C – C' UBICADO EN EJE 1  
CORTE TRANSVERSAL COLINDANCIA SUR

## Anexo 8 Ubicación de los anclajes colocados sobre los ejes A y 1

# **VII.3 Anexos**

# **Control de Calidad**



Instituto Mexicano del  
Cemento y del Concreto, A.C.  
Carretera del Sur No. 1046, Col. Escandón,  
Cajal, Apdo. 50100, Mérida, Yucatán  
Tel: (999) 5211-3746, 5211-3748  
Fax: (999) 5211-3742  
www.imcyc.com.mx

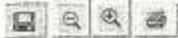
Carretera del Sur No. 1046, Col. Escandón,  
Cajal, Apdo. 50100, Mérida, Yucatán  
Tel: (999) 5211-3746, 5211-3748  
Fax: (999) 5211-3742  
www.imcyc.com.mx

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA.			
Orden de Trabajo No.	0160	Informe Técnico No.	053/2012
Hoja No.	2	de	2
Cliente	CONCRETOS APASCO, S. A. DE C. V.		
Muestra No.	00147 - MUESTRA DE AGUA, PLANTAS ARVIDE, XOCHIMILCO, IZTAPALAPA, LOS REYES, NAUCAIPAN Y SUPERVIA		
<b>RESULTADOS DEL ANÁLISIS</b>			
	Resultados expresados en mg/l ( p.p.m )	Especificación ( Límites Máximos )	
		Cementos Ricos en calcio	Cementos Sulfato Resistentes
Color	AMARILLENTO		
Olor	INODORO		
Aspecto	TURBIO		
Sedimento ( Impurezas en solución )	210	3 500 p.p.m.	4 000 p.p.m.
pH	6.3	No. menor de 6,0	No. menor de 6,5
Cloruros ( Cl <sup>-</sup> )	5	400 p.p.m.	600 p.p.m.
Sulfatos ( SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	60	3 000 p.p.m.	3 500 p.p.m.
Alcalinidad ( CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> )	-	600 p.p.m.	600 p.p.m.
Alcalinidad ( HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	258	600 p.p.m.	600 p.p.m.
Calcio ( Ca <sup>+2</sup> )	37		
Magnesio ( Mg <sup>+2</sup> )	16	100 p.p.m.	150 p.p.m.
Materia Orgánica ( Oxígeno consumido en medio ácido )	2	150 p.p.m.	150 p.p.m.
Grasas y aceites	0	0 p.p.m.	-
Alcalis totales ( Na <sup>+</sup> )	61	300 p.p.m.	450 p.p.m.
Sólidos en suspensión ( Limos y arcillas )	0	2 000 p.p.m.	2 000 p.p.m.
Observaciones:	Los resultados son únicamente para la muestra recibida. El muestreo y procedencia fue responsabilidad del IMCYC ( CLIENTE - X )		
Referencias:	NMX-C-163-ONNORCE-2004*		
* Fuera del alcance de acreditación.	Realizó: Alejandro Barrera Esmerentes Técnico Laboratorio Cemento	Revisó: Ing. David López Maza Jefe Laboratorio Cemento	Fecha de elaboración: 2012-02-22

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización expresa de IMCYC A.C.  
Los resultados de análisis reflejan únicamente el comportamiento de las muestras analizadas.  
Fig-014-004

Fig-014-004  
versión 05

Anexo 9. Registro de análisis Físico- Químico del Agua utilizada en el Concreto Premezclado

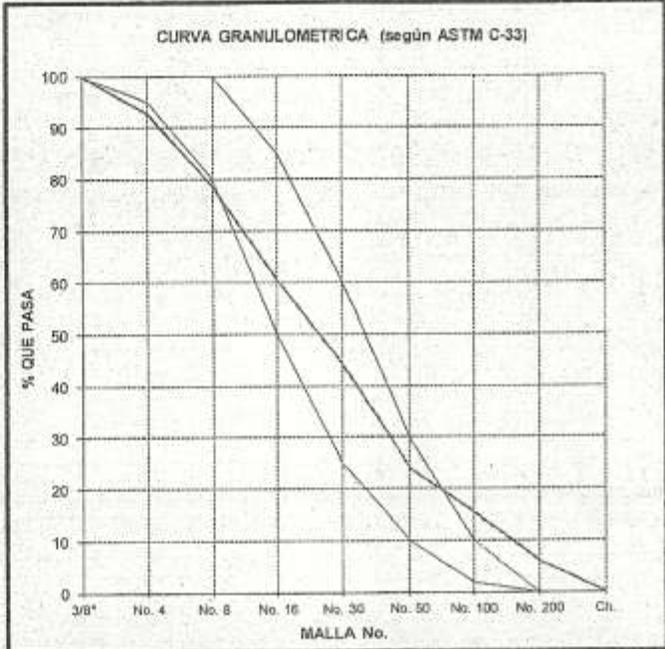


**CONCRETOS APASCO S.A. DE C.V.**  
**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS DE AGREGADO**

UN: HPVA Planta: VALLEJO Análisis: 890000056712 Fecha de Lote: 19/09/2011	Mina: 5369 Texcoco Color: Café	Fecha Reporte: 25/09/2011
Material: 65934 ARENA NATURAL MINA ANDESITA 0-5MM	Proveedor: 5369 GRAVASA SA DE CV	TAMAÑO NOMINAL: 0 a 05 mm

DENSIDAD =	$\frac{Mass}{Volumen} = \frac{600}{245} \times 1000 = 2,449 \text{ kg/m}^3$
ABSORCIÓN =	$\frac{Mass - Ms}{Ms} \times 100 = \frac{600 - 580.00}{580.00} \times 100 = 7.14 \%$
HUMEDAD TOTAL =	$\frac{Mh - Ms}{Ms} \times 100 = \frac{1,386 - 1281.00}{1281.00} \times 100 = 8.20 \%$
MASA VOLUMÉTRICA SUELTA =	$M. Suelta \times \text{Factor Recip.} = 4.379 \times 348.93 = 1,526 \text{ kg/m}^3$
MASA VOLUMÉTRICA COMPACTADA =	$M. Comp. \times \text{Factor Recip.} = 4.498 \times 348.93 = 1,549 \text{ kg/m}^3$
PÉRDIDA POR LAVADO =	$\frac{Ms1 - Ms2}{Ms1} \times 100 = \frac{1281 - 1147}{1281} \times 100 = 10.46 \%$

PROPIEDADES FÍSICAS		
DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	2,449
ABSORCIÓN	%	7.14
HUMEDAD TOTAL	%	8.20
MASA VOLUMÉTRICA SUELTA	kg/m <sup>3</sup>	1,526
MASA VOLUMÉTRICA COMPACTADA	kg/m <sup>3</sup>	1,549
PÉRDIDA POR LAVADO	%	10.46
CONTRACCIÓN LINEAL	%	0.00
CONTAMINACIÓN DE GRAVA o ARENA	%	7.71
COEFICIENCIA DE FORMA	adim	N/A
MATERIA ORGÁNICA	adim	0.00
EQUIVALENTE DE ARENA	%	0
MÓDULO DE FINURA	adim	2.84



DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA				
MALLA No.	PESO RET. RET.	% RET. INDIV.	% RET. ACUM.	% PASA ACUM. REAL
2"	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	0	0.00	0.00	100.00
No. 4	83	7.29	7.29	92.71
No. 8	159	13.97	21.27	76.73
No. 16	209	18.37	39.63	60.37
No. 30	181	15.91	55.54	44.46
No. 50	233	20.47	76.01	23.99
No. 100	95	8.35	84.36	15.64
No. 200	109	9.58	93.94	6.00
Ch.	69	6.06	100.00	0.00
Total	1138			

MÉTODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: NMX-C-30-807, C-73-809, C-77-897, C-86-898, C-88-899 y C-170-907.

OBSERVACIONES	
EL MAT. ANALIZADO ESTA DENTRO DEL RANGO DE FINURA DE 2 A 5.6:	SI <input checked="" type="checkbox"/>
	NO <input type="checkbox"/>

Revisó: Fidel Gallardo Contreras

**Anexo 10. Registro de análisis Físico de la Arena utilizada en el Concreto Premezclado**

**CONCRETOS APASCO S.A. DE C.V.**  
**REPORT DE ANÁLISIS FÍSICOS DE AGREGADO**

UN: HPVA Planta: VALLEJO Análisis: 89000056708 Fecha de Lote: 13/09/2011	Mina: Apasco Color: Gris	Fecha Reporte: 20/09/2011
Material: 86281 GRAVA TRIT CANTERA CALIZA 5-20MM	Proveedor: 5369 GRAVASA SA DE CV	TAMAÑO NOMINAL: 5 a 20 mm

DENSIDAD =	$\frac{Mass}{Volumen} = \frac{3052}{1148} \times 1.000 = 2.650 \text{ kg/m}^3$	
ABSORCIÓN =	$\frac{Mass - Ms}{Ms} \times 100 = \frac{3052 - 3019.00}{3019.00} \times 100 = 1.09 \%$	
HUMEDAD TOTAL =	$\frac{Mn - Ms}{Ms} \times 100 = \frac{2.774}{2721.00} \times 100 = 1.01 \%$	
MASA VOLUMÉTRICA SUELTA =	$M. Suelta \times \text{Factor Recip.} = 16.440 \times 98.50 = 1.636 \text{ kg/m}^3$	
MASA VOLUMÉTRICA COMPACTADA =	$M. Comp. \times \text{Factor Recip.} = 16.420 \times 98.65 = 1.634 \text{ kg/m}^3$	
PÉRDIDA POR LAVADO =	$\frac{Ms1 - Ms2}{Ms1} \times 100 = \frac{0 - 0}{0} \times 100 = 0.00 \%$	

PROPIEDADES FÍSICAS		
DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	2,650
ABSORCIÓN	%	1,09
HUMEDAD TOTAL	%	1,95
MASA VOLUMÉTRICA SUELTA	kg/m <sup>3</sup>	1,536
MASA VOLUMÉTRICA COMPACTADA	kg/m <sup>3</sup>	1,634
PÉRDIDA POR LAVADO	%	0,00
CONTRACCIÓN LINEAL	%	N/A
CONTAMINACIÓN DE GRAVA o ARENA	%	3,91
COEFICIENTE DE FORMA	adm	0,00
MATERIA ORGÁNICA	adm	0,00
EQUIVALENTE DE ARENA	%	N/A
MÓDULO DE FINURA	adm	N/A

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA				
MALLA No.	PESO RET.	% RET. INDIV.	% RET. ACUM.	% PASA ACUM. REAL
2"	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	1157	12.81	12.81	87.19
1/2"	5483	60.70	73.51	26.49
3/8"	925	10.24	83.75	16.25
No. 4	1114	12.33	96.00	3.92
No. 8	189	2.09	98.17	1.83
No. 15	0	0.00	98.17	1.83
No. 30	0	0.00	98.17	1.83
No. 50	0	0.00	98.17	1.83
No. 100	0	0.00	98.17	1.83
No. 200	0	0.00	98.17	1.83
Ch.	189	1.83	100.00	0.00
Total	9332			

MÉTODOS DE PRUEBA EN PLEADOS: IM E.C. 30-627, C-73-390, C-77-897, C-84-944, C-85-950 y C-93-997

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO (TMNA)			
A=	$\frac{B \times C}{100}$	B=	0 %
		C=	90 %
		A=	0 %

Si "A" > 5%, el TMNA, No Cumple  
 Si "A" < 5%, el TMNA, Cumple

Donde:  
 A= Porcentaje del TMNA, en relación a la masa del concreto (%)  
 B= Porcentaje retenido de la grava en la criba que se le da como tamaño máximo nominal  
 C= Porcentaje de grava, respecto a la masa total del concreto  
 Nota: C puede ser = a 90% en caso de que no se tenga el dato del porcentaje de grava con respecto a la masa del concreto

**CURVA GRANULOMÉTRICA (según ASTM C-33)**

OBSERVACIONES	
EL MATERIAL ANALIZADO CUMPLE CON EL PLAN DE CALIDAD	
SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

Revisó: Fidel Gallardo Contreras *Fidel*

**Anexo 11. Registro de análisis Físico de la Grava utilizada en el Concreto Premezclado**



**PEP INGENIERÍA DE SUELOS, S.A. DE C.V.**

Adolfo Duclos Salinas # 81, C.P. 09510, México, D.F.  
 Tel.: 57 38 41 62, 57 33 27 66.  
 E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Página 1 de 1  
 PEP-FREM-10-04-06

**INFORME DE ENSAYE DE MODULO ELASTICO**

---

Cliente: Ingenieros Civiles Asociados, S.A de C.V. ICA Construcción Urbana No. 3  
 Dirección: Blvd. Manuel Avila Camacho No. 36 Piso 5, Col. Lomas de Chapultepec, C.P. 11000, México D.F.  
 Proyecto: AQ-11 Construcción del Proyecto de Edificación de la Sede Alterna del Ceneval Fecha de inf: 29/12/2011  
 Ubicación: Av. Desierto de los Leones No. 37, Col. Atlamaya, Deleg. Alvaro Obregón, México, D.F. Muestra: M239-C3  
 Fecha de colado: 30/11/2011 Fecha de ensayo: 28/12/2011 Tipo de resistencia: R.N Rev: 13 cm  
 Elemento colado: Contramuro, Sofano 2, Ejes (H/22-23) f'c= 250 kgf/cm<sup>2</sup> 24,5 MPa  
 Cía premezcladora: Apasco Edad en días: 28 Dist. Entre anillos (mm) = 152  
 Masa: 11,9 kg Diametro prom.= 15,0 cm Altura prom.: 30,0 cm  
 Dispositivo PEP-R-P-01 Aprox.= 0,001 Area= 176,72 cm<sup>2</sup>  
 Resistencia Prom.; 21,6 MPa Carga ultima: 409 kN Resistencia Final: 23,1 MPa

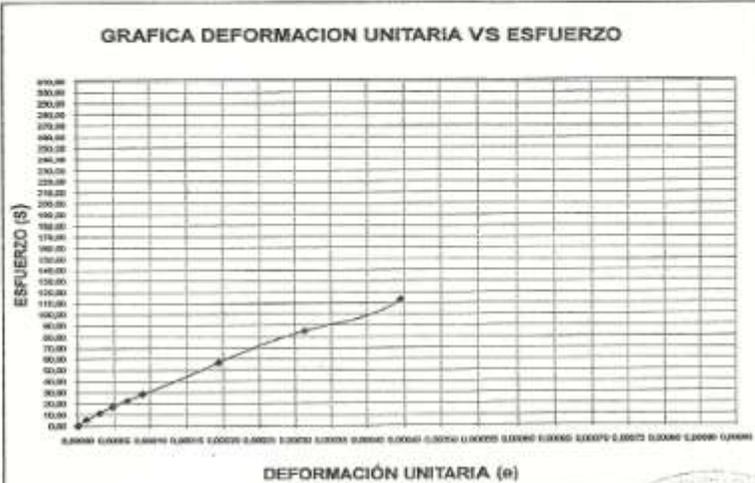
---

$$E = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - 0,00005} =$$

DEFORMACION UNITARIA	ESFUERZO kgf/cm <sup>2</sup>
0,002	5,65
0,005	11,32
0,007	16,98
0,010	22,64
0,014	28,29
0,030	56,59
0,045	84,88
0,068	113,18

MODULO ELASTICO	
kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
253 112	24 830

DEFORMACION UNITARIA	ESFUERZO kgf/cm <sup>2</sup>
0,002	5,65
0,005	11,32
0,007	16,98
0,010	22,64
0,014	28,29
0,030	56,59
0,045	84,88
0,068	113,18



ESFUERZO		DEFOR. UNITARIA	
kgf/cm <sup>2</sup>	Mpa	e1	e2
S1	17,57	1,7	0,000 05
S2	88,2	8,7	0,000 33



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

LOS ENSAYOS SE REALIZARON CONFORME A LAS NORMAS SIGUIENTES:

- NMX-C-128-1997-ONNCCO DETERMINACIÓN DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO Y RELACION DE POISSON
- NMX-C-083-ONNCCO-2002 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO
- NMX-C-151-1997-ONNCCO INDUSTRIA DEL CONCRETO FRESCO-MUESTREO

LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE INFORME NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS TOTALMENTE SIN AUTORIZACION DE PEP Ingeniería de Suelos, S.A. de C.V.

NOMBRE	TEC. JUAN MANUEL GARCIA GARCIA 
FIRMA	

SIGNATARIO AUTORIZADO

RECIBO

Anexo 12. Registro de Ensaye de Modulo Elástico a Compresión en el Concreto Premezclado

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE EDIFICACIÓN DE LA SEDE ALTERNA DEL CENEVAL										
CONCENTRADO DE REPORTES DE RESISTENCIAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL										
FOLIO	FECHA DEL COLADO	ELEMENTOS	NIVEL	UBICACIÓN	CONCRETO ESTRUCTURAL			N° DE MUESTRAS	CILINDROS	OBSERVACIONES
					250	RN	20 mm			
					ENSAYE					
7	14	28								
001	16 de diciembre de 2010	TRABE NA 2 EDIF NARANJA	NA 2	H:21-14	212 85%	270 108%	308.5 123%	1	1,2,3, 4	SI CUMPLE
002	18 de enero de 2011	TRABES NA 3 EDIF NARANJA	NA 3	H:22-14	251 101%	350 140%	415.5 166%	2	5, 6, 7, 8	SI CUMPLE
003	21 de enero de 2011	3 TRABES NA 2 EDIF NARANJA	NA 2	H:15-7	267 107%	346 138%	400 160%	3	9, 10, 11, 12	SI CUMPLE
004	3 de febrero de 2011	TRABE NA 4 EDIF NARANJA	NA 4	H:22-17	209 84%	318 127%	404 162%	4	13, 14, 15, 16	SI CUMPLE
005	9 de febrero de 2011	TRABE NA 3 EDIF NARANJA	NA 3	H:7-14	241 96%	329 132%	380.5 152%	5	17, 18, 19, 20	SI CUMPLE
006	2 de marzo de 2011	TRABE EDIF NARANJA		8-17:H	213 85%	240 96%	276.5 111%	6	21, 22, 23, 24	SI CUMPLE
007	22 de marzo de 2011	1er COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:34-30	205 82%	241 96%	290 116%	7	25, 26, 27, 28	SI CUMPLE
007	22 de marzo de 2011	1er COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:34-30	200 80%	227 91%	281.5 113%	8	29, 30, 31, 32	SI CUMPLE
007	22 de marzo de 2011	1er COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:34-30	220 88%	265 106%	299 120%	9	33, 34, 35, 36	SI CUMPLE
007	22 de marzo de 2011	1er COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:34-30	198 79%	224 90%	282.5 113%	10	37, 38, 39, 40	SI CUMPLE
007	22 de marzo de 2011	1er COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:34-30	192 77%	223 89%	263 105%	11	41, 42, 43, 44	SI CUMPLE
007	22 de marzo de 2011	1er COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:34-30	171 68%	214 86%	254 102%	12	45, 46, 47, 48	SI CUMPLE
007	22 de marzo de 2011	1er COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:34-30	179 72%	216 86%	259 104%	13	49, 50, 51, 52	SI CUMPLE
008	24 de marzo de 2011	TRABE EDIF NARANJA		H:1-7	192 77%	220 88%	268 107%	14	53, 54, 55, 56	SI CUMPLE
009	15 de abril de 2011	2° COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:25-30	209 84%	243 97%	276 110%	15	57, 58, 59, 60	SI CUMPLE
009	15 de abril de 2011	2° COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:25-30	221 88%	252 101%	284 114%	16	61, 62, 63, 64	SI CUMPLE
009	15 de abril de 2011	2° COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:25-30	189 76%	218 87%	261 104%	17	65, 66, 67, 68	SI CUMPLE
009	15 de abril de 2011	2° COLADO CIMENTACIÓN	S-7	D-H:25-30	218 87%	248 99%	296 118%	18	69, 70, 71, 72	SI CUMPLE

**Anexo 13. Registro de ensayos de resistencia a compresión efectuados en diversos elementos de concreto Reforzado a edades de 7,14, 28 días.**



**PEP, INGENIERIA DE SUELOS, S. A. DE C. V.**

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81  
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla, México, D.F., C.P. 09510  
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237  
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Página: 1 de 1

**INFORME DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

No. 176

<b>PROYECTO:</b> AQ-11 Construcción del Proyecto de Edificación de la Sede Alternativa del Ceneval	<b>CLIENTE:</b> Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V. ICA Construcción Urbana
<b>LUGAR:</b> Av. Desierto de los Leones No. 37, Col. Atlamaya, Deleg. Álvaro Obregón, México, D. F.	<b>DIRECCIÓN:</b> Blvd. Manuel Ávila Camacho No. 36 Piso 5, Col. Lomas de Chapultepec, C.P. 11000, México, D. F.
<b>CIA. PREMEZCLADORA:</b> Apasco	<b>AT'N:</b> Ing. Gerardo Luna.

ELEMENTOS COLADOS					
Concepto	Edificio	Nivel	Ejes	Fecha de Colado	Volumen m <sup>3</sup>
293 Muro de elevadores y contramuro	Único	Planta baja	Muro (E-G + 14-19), Contramuro (H.24-25)	12/01/12	17,0

No. De Muestra	Tipo	Resist. kgf/cm <sup>2</sup>	Rev. cm	No. De Cilindro	Tipo de Falla	Fecha de Ensaye	Hora de Ensaye	Edad Dias	Area cm <sup>2</sup>	Carga Max kN	Resistencia a la compresión		
											kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	%
293	NORMAL	250	11,0	1169	1	19/01/2012	08:48	7	175,54	316	184	18,0	74
				1170	2	26/01/2012	10:41	14	176,72	366	211	20,7	84
				1171	1	09/02/2012	08:55	28	175,54	430	250	24,5	100
				1172	1	09/02/2012	08:57	28	174,37	431	252	24,7	101



OBSERVACIONES	
293 Aditivo Fluidizante.	

LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE INFORME NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS TOTALMENTE SIN AUTORIZACION POR ESCRITO POR PEP INGENIERIA DE SUELOS S.A. DE C.V.  
LOS RESULTADOS REPORTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS ENSAYADAS  
NORMAS DE REFERENCIA: NMX-C-083-ONNOC-2002, NMX-C-103-ONNOC-2010, NMX-C-148-ONNOC-2010,  
NMX-C-156-ONNOC-2010, NMX-C-160-ONNOC-2004, NMX-C-161-1987-ONNOC.  
PROCEDIMIENTO UTILIZADO PEP-PREM-05.  
1 MPa es igual a 10,2 kgf/cm<sup>2</sup>  
PEP-FREM-10-06-07

**TEC. JUAN MANUEL GARCÍA GARCÍA**  
SIGNATARIO AUTORIZADO  
PEP INGENIERIA DE SUELOS S.A. DE C.V.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE  
MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL  
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA  
Registro No. 857



Anexo 14. Registro de ensayos de resistencia a compresión efectuados en un elemento de muro de concreto Reforzado a edades de 7,14, 28 días.



**PEP, INGENIERIA DE SUELOS, S. A. DE C. V.**

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81  
 Col. Amp. Sta. Martha Acatitla, México, D.F., C.P. 09510  
 Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237  
 E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx • pepcontrolcalidad@gmail.com

Hoja 2 de 2

**PRUEBAS DE VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO**

CLIENTE: INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	MUESTREADO POR: PEP Ingeniería de Suelos, S.A. de C.V.		
PROYECTO: AQ-11 Construcción del Proyecto de Edificación de la Sede Alterna al Ceneval	FECHA DE MUESTREO: 11 de Febrero de 2012.		
PROYECTO: Av. Camino al Desierto de los Leones No. 37, Col. San Ángel, Deleg. Álvaro Obregón.	FECHA DE ENSAYE: 16 de Febrero de 2012.		

Ensaye No.	DATOS GENERALES			ESPECIFICACIONES
	M18-1	M18-2	--	
IDENTIFICACION O MARCA	SICARTSA	SICARTSA	--	NMX-C-407
Grado	42	42	--	
Diámetro Nominal, pulgadas	5/8"	5/8"	--	
Area Nominal, cm <sup>2</sup>	1,98	1,98	--	
Masa, kg/m	1,517	1,494	--	1,552 ± 3.5% lote 1,552 ± 6% individual
<b>PRUEBA DE TENSION</b>				
Carga en el Límite Elástico, kg	9 351	9 247	--	
Carga Máxima, kg	14 592	15 132	--	
Esfuerzo en Límite Elástico, kg/cm <sup>2</sup>	4 723	4 670	--	4 200 mín.
Esfuerzo Máximo, kg/cm <sup>2</sup>	7 370	7 642	--	6 300 mín.
Esfuerzo Máximo / Esfuerzo en Límite Elástico	1,56	1,64	--	1,25 mín.
Alargamiento en 20 cm, %	16,0	15,0	--	9,0 mín.
<b>PRUEBA DE DOBLADO</b>				
Doblado a 180° sobre un mandril de 3 1/2 diámetros	PASA	PASA	--	DEBE PASAR
<b>DIMENSIONES DE CORRUGACION</b>				
Separación de Corrugaciones, mm	10,2	10,2	--	11,1 máx.
Altura de Corrugaciones, mm	1,3	1,3	--	0,7 mín.
Ancho de Costillas, mm	3,1	3,0	--	6,1 máx.
Inclinación de Corrugaciones	60°	60°	--	45 mín.
<b>CONCLUSIONES:</b>				
Estas muestras cumplen con especificaciones de acuerdo con la norma NMX-C-407 (ONNOCCE-2001, B-113, B-172 y B-434 Vigentes.				

NOMBRE	TEC. JUAN MANUEL LÓPEZ GARCÍA	
FIRMA		
	Responsable Técnico	Recibió



**Anexo 15. Registro de ensayos de resistencia a Tensión en varillas de 5/8”.**



**PEP, INGENIERIA DE SUELOS, S. A. DE C. V.**

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81  
 Col. Amp. Sta. Martha Acatitla, México, D.F., C.P. 09510  
 Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237  
 E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx • pepcontrolcalidad@gmail.com

Hoja 1 de 1

**PRUEBAS FISICAS DE MALLA ELECTROSOLDADA**

CLIENTE: INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		MUESTREADO POR: PEP Ingeniería de Suelos, S.A. de C.V.	
PROYECTO: AG-11 Construcción del Proyecto de Edificación de la Sede Alternativa del Ceneval		FECHA DE MUESTREO: 11 de Febrero de 2012.	
LUGAR: Av. Camino al Desierto de los Leones No. 37, Col. San Ángel, Deleg. Álvaro Obregón.		FECHA DE ENSAYE: 16 de Febrero de 2012.	

	DATOS GENERALES		
Ensaye No.	19		ESPECIFICACIONES NMX-B-290 y NMX-B-253
Sentido	---		
IDENTIFICACION O MARCA	---		
Grado	---		
Calibre No.	11		
Diámetro Promedio, mm	3,16		3,06 nom.
Area Nominal, cm <sup>2</sup>	0,0735		
Masa, kg/ml	---		
<b>PRUEBA FISICAS</b>			
Espaciamiento de Corrugaciones, mm	---		
Altura de Corrugaciones, mm	---		
Carga en el Límite Elástico, kg	477		
Carga Máxima, kg	581		
Esfuerzo en Límite Elástico, kg/cm <sup>2</sup>	6 490		5 000 mín.
Esfuerzo Máximo, kg/cm <sup>2</sup>	7 905		5 700 mín.
Reducción de Área, %	53		30 mín.
<b>PRUEBA DE DOBLADO</b>			
Doblado a 180° sobre un mandril de 2 diámetros.	PASA		DEBE PASAR
Fuerza cortante de la soldadura, kg	293		

**CONCLUSIONES:**

La muestra ensayada cumple con las especificaciones para malla calibre 11.

NOMBRE	TEC. JUAN MANUEL GARCIA GARCIA	
FIRMA		
	RESPONSABLE TÉCNICO	RECIBIO



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE  
 MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL  
 DE EMPRESAS DE CONSULTORIA  
 Registro No. 657



**Anexo 16. Registro de ensayos de resistencia a Tensión en Malla Electrosoldada de calibre 11.**

**PEP Ingeniería de Suelos, S.A. de C.V.**  
 Avda. Océano Salinas No. 81, C.P. 09510, México, D.F. Tel. 57344162 Fax: 57355741

**INFORME DE PRUEBAS FÍSICAS EN TABIQUE O BLOCK**

---

**MUESTRA DE:** Tabique Rojo Recocido.

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 18-ene-12  
**FECHA DE INFORME:** 25-ene-12

---

**CLIENTE:** Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V., ICA Construcción Urbana

**PROYECTO:** AQ-11 Construcción del Proyecto de Edificación de la Sede Alternativa del Ceneval

---

**UBICACIÓN:** Av. Camino al Desierto de los Leones No. 37, Col. San Ángel, Deleg. Álvaro Obregón, C.P. 01000, México D.F.

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 18-ene-12  
**FECHA DE INFORME:** 25-ene-12

---

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO										ESPECIFICACIONES	
	No. Muestra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	HO
No. Tabique o Block	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ESTRUCTURAL	
<b>DIMENSIONES</b>												
Largo, cm	23.5	23.4	23.4	23.1	23.5	23.3	23.4	23.3	23.3	23.4	Hasta 30	Hasta 30
Ancho, cm	11.8	11.6	11.6	11.8	11.7	11.7	11.6	11.7	11.6	11.5	10 a 30	10 a 30
Espesor, cm	5.3	5.1	5.1	5.3	5.3	5.4	5.3	5.1	5.1	5.0	10 a 30	10 a 30
Espesor pared, cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION</b>												
Carga en Kgf.						32 530	30 620	36 490	38 520	34 400		
Resistencia de ruptura a la compresión, kgf/cm <sup>2</sup>						119.33	112.81	133.85	142.52	127.83	30 Min.	100 Min.
<b>PRUEBAS DE ABSORCION Y PESOS VOLUMETRICOS</b>												
Masa húmeda en gr.	2 550	2 500	2 500	2 500	2 500	2 200	2 100	2 100	2 150	2 100		
Masa seca en gr.	2 100	2 100	2 150	2 100	2 250	2 200	2 100	2 100	2 150	2 100		
Masa sumergida en gr.	1 370	1 340	1 340	1 370	1 470							
24 hrs en agua fría %	21.43	19.05	16.28	19.05	20.00						19,16	22% Máx. 15% Máx.
24 hrs. en agua fría, Lt/m <sup>3</sup>	381.36	344.83	301.72	353.98	366.95						(Promedio de 5 pzas.)	
5 hrs. en agua en ebullición												
Masa vol. húmeda kg/m <sup>3</sup>	1,851	1,866	1,866	1,825	1,837							
Observaciones:	El criterio de aceptación o rechazo, queda sujeto al tipo de especificación.											

---

Este reporte ampara únicamente a la muestra(s) ensayada(s); el contenido en este informe no puede ser reproducido totalmente sin la autorización de la gerencia técnica. La representación gráfica del reporte, no será medida a escala y color sujeción al original.

**ESTAS PRUEBAS SE REALIZAN DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES NORMAS:**  
 NMX-C-441-2006: Bloques o ladrillos y tabiques para uso estructural - especificaciones.  
 NMX-C-404-1995-2008: Bloques, tabiques o ladrillos para uso estructural - especificaciones y métodos de prueba.

**ESPECIFICACIONES DE ACEPTACIÓN**  
 NMX-C-441-2006: Bloques o ladrillos y tabiques para uso estructural - especificaciones.  
 NMX-C-404-1995-2008: Bloques, tabiques o ladrillos para uso estructural - especificaciones y métodos de prueba.

**RECIBIDO**  
Subcontratos

---

<b>NOMBRE</b>	<b>TEC. JUAN MANUEL GARCIA JANDA</b>	<b>Responsable Técnico</b>	<b>Recibido</b>
<b>FIRMA</b>			

Hoja 1 de 1

Anexo 17. Reporte de Pruebas de calidad tabique recocido y block de concreto

100

### **VIII. Bibliografía y Referencias**

- ✓ Secretaria General de Obras del Departamento del Distrito Federal, “Manual de Exploración geotécnica”, México, D.F. 1988.
- ✓ Petróleos Mexicanos, “Exploración y Muestreo de Suelos para Proyectos de Cimentaciones”, Norma de Proyecto 2.214.05, primera y Segundas Partes, México, 1976.
- ✓ Gobierno del Distrito Federal, “Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones” 2004.
- ✓ SMMS El Subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en el Área Urbana del Valle de México SMMS. Simposio México 1978.
- ✓ Marsal, R. J. Y Mazari, M. (1962). “El Subsuelo de la Ciudad de México”. Instituto de Ingeniería, UNAM.
- ✓ Marsal, R.J. Mazari, M. (1990) “El Subsuelo de la cuenca del Valle de México y su relación con la Ingeniería de cimentaciones a cinco años del sismo”. SMMS México.
- ✓ Norme Francaise. Sols: reconnaissance et essais. Essai pressiometrique Menard AFNOR NFP 94-110-1.
- ✓ Eguiluz Piedra, T. 200. Manual técnica para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos para la ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal. México 144 p.
- ✓ Eguiluz Piedra, T. 200. Importancia de los muros verdes. Forestall XXI. Mexico, D.F. Sept-Oct. Pag. 27-28.
- ✓ Norma ambiental para el Distrito Federal NADF-01-RNAT-2007.
- ✓ ACI 506R-90, "Guide to Shotcrete", 1990,
- ✓ ACI 506.2-95, "Specification for Shotcrete", 1995
- ✓ ACI 506.4R-94, "Guide for the Evaluation of Shotcrete", 1994
- ✓ ACI C-6, "Application and Use of Shotcrete", 1981
- ✓ Reglamento de construcciones del Distrito Federal 2004
- ✓ ADMINISTRACION DE PROYECTOS: GUIA PARA ARQUITECTOS E INGENIEROS CIVILES Burstein, David, Stasiowski, Frank
- ✓ CURSO DE EDIFICACION / 2 ED. DIAZ INFANTE, LUIS ARMANDO, Editorial: TRILLAS Año: 2009